

ALTAIR

ONLY FORWARD

Altair Radioss 2022

リファレンスガイド

更新: 08/31/2022

altair.com

目次

Intellectual Property Rights Notice vii
Technical Support xi

リファレンスガイド 13

ファイル拡張子とフォーマット 14
単一ファイル入力 16
2022の新しいキーワード 17
Starter入力 20
2Dおよび3D解析のオプション 36
Starterキーワードのシンタックス 37
粒子法流体力学（SPH） 41
計算流体力学（CFD） 41
一般的な制御 43
節点 147
要素 150
コンポーネントとパート構造 183
インターフェース 191
材料 397
プロパティ 1361
モニター体積（エアバッグ） 1654
拘束 1730
荷重ケース 1815
ツール 2032
グループ（セット） 2147
アダプティブメッシング 2335
出力データベース 2346
廃止 2469
Engine入力 2555
Engineキーワードのシンタックス 2562
一般的な制御 2563
削除 / 入力修正 2610
アニメーションおよびポスト処理出力ファイル 2621
陰解法 2735
運動条件と荷重 2785
時間ステップ 2804
初期状態 2833
廃止 2854
LS-DYNA入力 2869
*AIRBAG_SIMPLE_AIRBAG_MODEL 2870
*AIRBAG_SIMPLE_PRESSURE_VOLUME 2873
*BOUNDARY_PRESCRIBED_MOTION 2875
*BOUNDARY_SPC 2878
*CONSTRAINED_EXTRA_NODES 2880

*CONSTRAINED_GENERALIZED_WELD_SPOT 2882
*CONSTRAINED_INTERPOLATION 2884
*CONSTRAINED_JOINT 2887
*CONSTRAINED_JOINT_STIFFNESS 2889
*CONSTRAINED_NODAL_RIGID_BODY 2892
*CONSTRAINED_RIGID_BODIES 2896
*CONSTRAINED_ SPOTWELD 2897
*CONTACT_AUTOMATIC_GENERAL 2899
*CONTACT_AUTOMATIC_NODES_TO_SURFACE 2902
*CONTACT_AUTOMATIC_SINGLE_SURFACE 2906
*CONTACT_AUTOMATIC_SURFACE_TO_SURFACE 2909
*CONTACT_ERODING_NODES_TO_SURFACE 2913
*CONTACT_ERODING_SINGLE_SURFACE 2917
*CONTACT_INTERIOR 2920
*CONTACT_NODES_TO_SURFACE 2921
*CONTACT_SPOTWELD 2925
*CONTACT_TIED 2928
*CONTROL_OUTPUT 2931
*CONTROL_TERMINATION 2932
*CONTROL_TIMESTEP 2933
*CONTROL_UNITS 2934
*DAMPING_GLOBAL 2936
*DAMPING_PART_STIFFNESS 2937
*DATABASE 2938
*DATABASE_BINARY_D3DUMP 2940
*DATABASE_BINARY_D3PLOT 2941
*DATABASE_BINARY_INTFOR 2942
*DATABASE_BINARY_RUNRSF 2943
*DATABASE_CROSS_SECTION_PLANE 2944
*DATABASE_CROSS_SECTION_SET 2947
*DATABASE_EXTENT_BINARY 2949
*DATABASE_HISTORY 2953
*DATABASE_HISTORY_NODE 2954
*DEFINE_BOX 2956
*DEFINE_COORDINATE_NODES 2958
*DEFINE_COORDINATE_SYSTEM 2960
*DEFINE_COORDINATE_VECTOR 2961
*DEFINE_CURVE 2962
*DEFINE_SD_ORIENTATION 2964
*DEFINE_TABLE 2965
*DEFINE_TRANSFORMATION 2966
*DEFINE_VECTOR 2970
*ELEMENT_BEAM 2971
*ELEMENT_DISCRETE 2972
*ELEMENT_MASS 2973
*ELEMENT_MASS_PART 2974
*ELEMENT_SEATBELT_ACCELEROMETER 2976
*ELEMENT_SHELL 2977
*ELEMENT_SOLID 2979
*INCLUDE_PATH 2980
*INCLUDE_TRANSFORM 2981

*INITIAL_STRAIN_SHELL..... 2983
*INITIAL_STRESS_SHELL_{OPTION}..... 2985
*INITIAL_VELOCITY..... 2987
*INITIAL_VELOCITY_GENERATION..... 2989
*INITIAL_VELOCITY_NODE..... 2991
*INITIAL_VELOCITY_RIGID_BODY..... 2992
*KEYWORD..... 2993
*LOAD_BODY..... 2995
*LOAD_GRAVITY_PART..... 2996
*LOAD_NODE..... 2998
*LOAD_SHELL..... 3000
*MAT_001 (ELASTIC)..... 3002
*MAT_002 (ORTHOTROPIC_ELASTIC)..... 3003
*MAT_003 (PLASTIC_KINEMATIC)..... 3005
*MAT_006 (VISCOELASTIC)..... 3007
*MAT_007 (BLATZ_KO_RUBBER)..... 3008
*MAT_009 (NULL)..... 3009
*MAT_015 (JOHNSON_COOK)..... 3010
*MAT_018 (POWER_LAW_PLASTICITY)..... 3013
*MAT_020 (RIGID)..... 3015
*MAT_024 (PIECEWISE_LINEAR_PLASTICITY)..... 3018
*MAT_026 (HONEYCOMB)..... 3020
*MAT_027 (MOONEY-RIVLIN_RUBBER)..... 3023
*MAT_032 (LAMINATED_GLASS)..... 3025
*MAT_034 (FABRIC)..... 3027
*MAT_057 (LOW_DENSITY_FOAM)..... 3029
*MAT_061 (KELVIN_MAXWELL_VISCOELASTIC)..... 3030
*MAT_066 (LINEAR_ELASTIC_DISCRETE_BEAM)..... 3031
*MAT_067 (NONLINEAR_ELASTIC_DISCRETE_BEAM)..... 3033
*MAT_068 (NONLINEAR_PLASTIC_DISCRETE_BEAM)..... 3035
*MAT_071 (CABLE_DISCRETE_BEAM)..... 3037
*MAT_074 (ELASTIC_SPRING_DISCRETE_BEAM)..... 3039
*MAT_077_O (OGDEN_RUBBER)..... 3041
*MAT_081 (PLASTICITY_WITH_DAMAGE)..... 3043
*MAT_083 (FU_CHANG_FOAM)..... 3045
*MAT_098 (SIMPLIFIED_JOHNSON_COOK)..... 3047
*MAT_099 (SIMPLIFIED_JOHNSON_COOK_ORTHOTROPIC_DAMAGE)..... 3049
*MAT_100 (SPOTWELD)..... 3051
*MAT_119 (GENERAL_NONLINEAR_6DOF_DISCRETE_BEAM)..... 3053
*MAT_121 (GENERAL_NONLINEAR_1DOF_DISCRETE_BEAM)..... 3056
*MAT_123 (MODIFIED_PIECEWISE_LINEAR_PLASTICITY)..... 3058
*MAT_126 (MODIFIED_HONEYCOMB)..... 3061
*MAT_169 (ARUP_ADHESIVE)..... 3064
*MAT_181 (SIMPLIFIED_RUBBER/FOAM)..... 3066
*MAT_196 (GENERAL_SPRING_DISCRETE_BEAM)..... 3068
*MAT_240 (COHESIVE_MIXED_MODE_ELASTOPLASTIC_RATE)..... 3070
*MAT_ADD_EROSION..... 3074
*MAT_S01 (SPRING_ELASTIC)..... 3077
*MAT_S02 (DAMPER_VISCOUS)..... 3078
*MAT_S03 (SPRING_ELASTOPLASTIC)..... 3079
*MAT_S04 (SPRING_NONLINEAR_ELASTIC)..... 3080

*MAT_S05 (DAMPER_NONLINEAR_VISCOUS) 3081
*MAT_S06 (SPRING_GENERAL_NONLINEAR) 3082
*MAT_S08 (SPRING_INELASTIC) 3083
*NODE 3084
*NODE_TRANSFORM 3085
*PART 3086
*RIGIDWALL_GEOMETRIC 3088
*RIGIDWALL_PLANAR 3092
*SECTION_BEAM 3094
*SECTION_DISCRETE 3098
*SECTION_SHELL 3099
*SECTION_SOLID 3101
*SET_BEAM 3103
*SET_BEAM_ADD 3106
*SET_BEAM_INTERSECT 3107
*SET_DISCRETE 3108
*SET_DISCRETE_ADD 3111
*SET_DISCRETE_INTERSECT 3112
*SET_NODE 3113
*SET_NODE_ADD 3116
*SET_NODE_INTERSECT 3118
*SET_PART 3119
*SET_PART_ADD 3122
*SET_SEGMENT 3123
*SET_SEGMENT_ADD 3126
*SET_SEGMENT_INTERSECT 3127
*SET_SHELL 3128
*SET_SHELL_ADD 3131
*SET_SHELL_INTERSECT 3132
*SET_SOLID 3133
*SET_SOLID_ADD 3136
*SET_SOLID_INTERSECT 3137
最適化キーワード 3138
バルクデータ 3139
設計制約条件 3145
設計応答 3154
設計変数 3164
/DEQATN 3217
/DESOBJ 3222
/DTABLE 3223
/DVGRID 3224
/ESLPART 3226
マルチドメイン 3228
マルチドメイン単一入力ファイルフォーマット 3228
マルチドメイン複数入力ファイルフォーマット 3230
その他のファイル 3240
.h3d出力ファイル 3240
アニメーション出力ファイル（A-ファイル） 3241
ASCII出力ファイル（STA-ファイル） 3242
ASCII出力ファイル（STY-ファイル） 3247

コントロールファイル（C-ファイル）..... 3256
外部モードファイル..... 3258
弾性体入力ファイル..... 3260
定義..... 3268
ポアソン比..... 3268

索引..... 3269

Intellectual Property Rights Notice

Copyright © 1986-2022 Altair Engineering Inc. All Rights Reserved.

This Intellectual Property Rights Notice is exemplary, and therefore not exhaustive, of intellectual property rights held by Altair Engineering Inc. or its affiliates. Software, other products, and materials of Altair Engineering Inc. or its affiliates are protected under laws of the United States and laws of other jurisdictions. In addition to intellectual property rights indicated herein, such software, other products, and materials of Altair Engineering Inc. or its affiliates may be further protected by patents, additional copyrights, additional trademarks, trade secrets, and additional other intellectual property rights. For avoidance of doubt, copyright notice does not imply publication. Copyrights in the below are held by Altair Engineering Inc. except where otherwise explicitly stated. Additionally, all non-Altair marks are the property of their respective owners.

This Intellectual Property Rights Notice does not give you any right to any product, such as software, or underlying intellectual property rights of Altair Engineering Inc. or its affiliates. Usage, for example, of software of Altair Engineering Inc. or its affiliates is governed by and dependent on a valid license agreement.

Altair Simulation Products

Altair® AcuSolve® ©1997-2022

Altair Activate® ©1989-2022

Altair® BatteryDesigner™ ©2019-2022

Altair Compose® ©2007-2022

Altair® ConnectMe™ ©2014-2022

Altair® EDEM™ ©2005-2022 Altair Engineering Limited, ©2019-2022 Altair Engineering Inc.

Altair® ElectroFlo™ ©1992-2022

Altair Embed® ©1989-2022

Altair Embed® SE ©1989-2022

Altair Embed®/Digital Power Designer ©2012-2022

Altair Embed® Viewer ©1996-2022

Altair® ESAComp® ©1992-2022

Altair® Feko® ©1999-2022 Altair Development S.A. (Pty) Ltd., ©1999-2022 Altair Engineering Inc.

Altair® Flow Simulator™ ©2016-2022

Altair® Flux® ©1983-2022

Altair® FluxMotor® ©2017-2022

Altair® HyperCrash® ©2001-2022

Altair® HyperGraph® ©1995-2022

Altair® HyperLife® ©1990-2022

Altair® HyperMesh® ©1990-2022

Altair® HyperStudy® ©1999-2022

Altair® HyperView® ©1999-2022

Altair® HyperWorks® ©1990-2022

Altair® HyperXtrude® ©1999-2022

Altair® Inspire™ ©2009-2022

Altair® Inspire™ Cast ©2011-2022

Altair® Inspire™ Extrude Metal ©1996-2022

Altair® Inspire™ Extrude Polymer ©1996-2022

Altair® Inspire™ Form ©1998-2022

Altair® Inspire™ Friction Stir Welding ©1996-2022

Altair® Inspire™ Mold ©2009-2022

Altair® Inspire™ PolyFoam ©2009-2022

Altair® Inspire™ Play ©2009-2022

Altair® Inspire™ Print3D ©2022

Altair® Inspire™ Render ©1993-2016 Solid Iris Technologies Software Development One PLLC, ©2016-2022 Altair Engineering Inc

Altair® Inspire™ Resin Transfer Molding ©1990-2022

Altair® Inspire™ Studio ©1993-2022

Altair® Material Data Center™ ©2019-2022

Altair® MotionSolve® ©2002-2022

Altair® MotionView® ©1993-2022

Altair® Multiscale Designer® ©2011-2022

Altair® nanoFluidX® ©2013-2022 FluiDyna GmbH, ©2018-2022 Altair Engineering Inc.

Altair® OptiStruct® ©1996-2022

Altair® PollEx™ ©2003-2022

Altair® Pulse™ ©2020-2022

Altair® Radioss® ©1986-2022

Altair® SEAM® ©1985-2019 Cambridge Collaborative, Inc., ©2019-2022 Altair Engineering Inc.

Altair® SimLab® ©2004-2022

Altair® SimSolid® ©2015-2022

Altair® ultraFluidX® ©2010-2022 FluiDyna GmbH, ©2018-2022 Altair Engineering Inc.

Altair® Virtual Wind Tunnel™ ©2012-2022

Altair® WinProp™ ©2000-2022

Altair® WRAP™ ©1998-2022 Altair Engineering AB

Altair® S-FRAME® ©1995-2022 Altair Engineering Canada, Ltd., ©2021-2022 Altair Engineering Inc.

Altair® S-STEEL™ ©1995-2022 Altair Engineering Canada, Ltd., ©2021-2022 Altair Engineering Inc.

Altair® S-PAD™ ©1995-2022 Altair Engineering Canada, Ltd., ©2021-2022 Altair Engineering Inc.

Altair® S-CONCRETE™ ©1995-2022 Altair Engineering Canada, Ltd., ©2021-2022 Altair Engineering Inc.

Altair® S-LINE™ ©1995-2022 Altair Engineering Canada, Ltd., ©2021-2022 Altair Engineering Inc.

Altair® S-TIMBER™ ©1995-2022 Altair Engineering Canada, Ltd., ©2021-2022 Altair Engineering Inc.

Altair® S-FOUNDATION™ ©1995-2022 Altair Engineering Canada, Ltd., ©2021-2022 Altair Engineering Inc.

Altair® S-CALC™ ©1995-2022 Altair Engineering Canada, Ltd., ©2021-2022 Altair Engineering Inc.

Altair Packaged Solution Offerings (PSOs)

Altair® Automated Reporting Director™ ©2008-2022

Altair® e-Motor Director™ ©2019-2022

Altair® Geomechanics Director™ ©2011-2022

Altair® Impact Simulation Director™ ©2010-2022

Altair® Model Mesher Director™ ©2010-2022

Altair® NVH Director™ ©2010-2022

Altair® Squeak and Rattle Director™ ©2012-2022

Altair® Virtual Gauge Director™ ©2012-2022

Altair® Weld Certification Director™ ©2014-2022

Altair® Multi-Disciplinary Optimization Director™ ©2012-2022

Altair HPC & Cloud Products

Altair® PBS Professional® ©1994-2022

Altair® Control™ ©2008-2022

Altair ®Access™ ©2008-2022

Altair® Accelerator™ ©1995-2022

Altair® Accelerator™ Plus©1995-2022

Altair® FlowTracer™ ©1995-2022

Altair® Allocator™ ©1995-2022

Altair® Monitor™ ©1995-2022

Altair® Hero™ ©1995-2022

Altair® Software Asset Optimization (SAO) ©2007-2022

Altair Mistral™ ©2022

Altair Drive ©2021-2022

Altair® Grid Engine® ©2001, 2011-2022

Altair® DesignAI™ ©2022

Altair Breeze™ ©2022

Altair Data Analytics Products

Altair® Knowledge Studio® ©1994-2022 Altair Engineering Canada, Ltd., ©2018-2022 Altair Engineering Inc.

Altair® Knowledge Studio® for Apache Spark ©1994-2022 Altair Engineering Canada, Ltd., ©2018-2022 Altair Engineering Inc.

Altair® Knowledge Seeker™ ©1994-2022 Altair Engineering Canada, Ltd., ©2018-2022 Altair Engineering Inc.

Altair® Knowledge Hub™ ©2017-2022 Datawatch Corporation, ©2018-2022 Altair Engineering Inc.

Altair® Monarch® ©1996-2022 Datawatch Corporation, ©2018-2022 Altair Engineering Inc.

Altair® Panopticon™ ©2004-2022 Datawatch Corporation, ©2018-2022 Altair Engineering Inc.

Altair® SmartWorks™ ©2021-2022

Altair SmartCore™ ©2011-2022

Altair SmartEdge™ ©2011-2022

Altair SmartSight™ ©2011-2022

Altair One™ ©1994-2022

2022

January 10, 2022

Technical Support

Altair provides comprehensive software support via web FAQs, tutorials, training classes, telephone, and e-mail.

Altair One Customer Portal

Altair One (https://altairone.com/) is Altair's customer portal giving you access to product downloads, a Knowledge Base, and customer support. We recommend that all users create an Altair One account and use it as their primary portal for everything Altair.

When your Altair One account is set up, you can access the Altair support page via this link: www.altair.com/customer-support/

Altair Community

Participate in an online community where you can share insights, collaborate with colleagues and peers, and find more ways to take full advantage of Altair's products.

Visit the Altair Community (https://community.altair.com/community) where you can access online discussions, a knowledge base of product information, and an online form to contact Support. These valuable resources help you discover, learn and grow, all while having the opportunity to network with fellow explorers like yourself.

Altair Training Classes

Altair's in-person, online, and self-paced trainings provide hands-on introduction to our products, focusing on overall functionality. Trainings are conducted at our corporate and regional offices or at your facility.

For more information visit: https://learn.altair.com/

If you are interested in training at your facility, contact your account manager for more details. If you do not know who your account manager is, contact your local support office and they will connect you with your account manager.

Telephone and E-mail

If you are unable to contact Altair support via the customer portal, you may reach out to technical support via phone or e-mail. Use the following table as a reference to locate the support office for your region.

When contacting Altair support, specify the product and version number you are using along with a detailed description of the problem. It is beneficial for the support engineer to know what type of workstation, operating system, RAM, and graphics board you have, so include that in your communication.

Location	Telephone	E-mail
Australia	+61 3 9866 5557	anzsupport@altair.com
Brazil	+55 113 884 0414	br_support@altair.com
Canada	+1 416 447 6463	support@altairengineering.ca
China	+86 400 619 6186	support@altair.com.cn

Location	Telephone	E-mail
France	+33 141 33 0992	francesupport@altair.com
Germany	+49 703 162 0822	hwsupport@altair.de
Greece	+30 231 047 3311	eesupport@altair.com
India	+91 806 629 4500 +1 800 425 0234 (toll free)	support@india.altair.com
Israel		israelsupport@altair.com
Italy	+39 800 905 595	support@altairengineering.it
Japan	+81 3 6225 5830	support@altairjp.co.jp
Malaysia	+60 32 742 7890	aseansupport@altair.com
Mexico	+52 55 5658 6808	mx-support@altair.com
New Zealand	+64 9 413 7981	anzsupport@altair.com
South Africa	+27 21 831 1500	support@altair.co.za
South Korea	+82 704 050 9200	support@altair.co.kr
Spain	+34 910 810 080	support-spain@altair.com
Sweden	+46 46 460 2828	support@altair.se
United Kingdom	+44 192 646 8600	support@uk.altair.com
United States	+1 248 614 2425	hwsupport@altair.com

If your company is being serviced by an Altair partner, you can find that information on our web site at https://www.altair.com/PartnerSearch/.

See www.altair.com for complete information on Altair, our team, and our products.

リファレンスガイド

1

本マニュアルは、Radiossで使用することのできるすべての入力キーワードとオプションを詳細なリストで提供しています。

内容：

- ファイル拡張子とフォーマット（ページ 14）
- 単一ファイル入力（ページ 16）
- 2022の新しいキーワード（ページ 17）
- Starter入力（ページ 20）
- Engine入力（ページ 2555）
- LS-DYNA入力（ページ 2869）
- 最適化キーワード（ページ 3138）
- マルチドメイン（ページ 3228）
- その他のファイル（ページ 3240）
- 定義（ページ 3268）

ファイル拡張子とフォーマット

Radiossフォーマット2022は12xの拡張子フォーマットを使用しています。

4x拡張子フォーマット	**12x**拡張子フォーマット	タイプ	フォーマット	注釈	入力	出力
`RunnameD00`	`Runname_0000.rad`	Starter入力	ASCII		Starter	HyperCrash HyperMesh
なし	`Runname.radopt` （13x拡張子）	最適化入力	ASCII		OptiStruct	HyperCrash HyperMesh
`RunnameDnn`	`Runname_run#.rad`	Engine入力	ASCII		Engine	HyperCrash HyperMesh
`RunnameRnn`	`Runname_run#_cpu #[_C].rst`	Restartファイル	任意	デフォルトのバイナリ	Engine	Starter Engine
`RunnameAnn`	`RunnameAnnn`	アニメーション	IEEEバイナリ		HyperView	Engine
なし	`Runname.h3d`	アニメーション	H3D		HyperView	Engine（2018で開始）または実行スクリプトを介したHvTrans

`RunnameTnn`	Radioss Engineオプション/TH/VERS/41の使用時（デフォルト）:
	`RunnameTnn`
	Radioss Engineオプション/TH/VERS/51の使用時:
	`Runname_run#.thy`
		時系列	任意	デフォルトのIEEEバイナリ	HyperGraph	Engine

`RunnameTnn`	Radioss Engineオプション/TH/VERS/41の使用時（デフォルト）:
	`RunnameTnnx`
	Radioss Engineオプション/TH/VERS/51の使用時:
	`Runname_run#_x.thy`
		時系列	任意	デフォルトのIEEEバイナリ	HyperGraph	Engine

4x拡張子フォーマット	**12x**拡張子フォーマット	タイプ	フォーマット	注釈	入力	出力
	"X": 文字(a～i)					
Runname@Tn	Runname_run#_@.thy	MNOISEファイル	任意		HyperGraph	Engine
RunnameLnn	Runname_run#.out	リスト	ASCII			Engine
RunnameYnn	Runname_nnnn.styまたはRunnameYnnn /IOFLAGに関連する Irootyy = 2の場合: RunnameYnnn Irootyy≠2の場合: Runname_run#.sty	出力	ASCII		Starter	Engine
なし	Runname_nnn#.sta	状態ファイル	ASCII		Starter	Engine
	Runname_nnnn.dynain	LS-DYNAフォーマットの状態ファイル	ASCII			Engine
RunnameCnn	Runname_run#.ctl	コントロールファイル	ASCII		Engine	ユーザー

コメント

1. 最大Runname長は80文字で、"/"と"\"は使用されません。
2. run#: Radioss 実行番号(4桁)。0000から9999まで
3. cpu #: 4桁のSPMDプロセッサ数(0001～9999)。
4. C: リスタートレター(Radioss Engine入力マニュアルの/RFILE/nをご参照ください)。
5. 1つのファイル入力の場合、Engineオプションを Starterファイルに追加できます。詳細については、単一ファイル入力をご参照ください。
6. Radiossの現在のバージョンでは、4.xの拡張子が付いた入力ファイルを読み出すことはできますが、出力ファイルは常に12.xに従った拡張子になります。

単一ファイル入力

このフォーマットを使用すると、同一のファイルを使用してStarterまたはEngineを実行できます。

ファイル名の命名法は、`ROOTNAME_0000.rad`です。

このファイルは以下のように始まる必要があります。

```
#(blank) RADIOSS
```

単一ファイルにおけるEngineオプションの要件は次のとおりです。

- 単一ファイルの冒頭に配置します。
- `/END/ENGINE`で終わります。

Starterオプションの要件は次のとおりです:

- `/BEGIN`で始まります。
- `/END`で終わります。

シンタックスは次のように記述します。

```
#(blank) RADIOSS
Engine options
.
.
 .
/END/ENGINE
#
#
/BEGIN
 Starter options
 .
 .
 .
/END
```

コメント

1. Engineのオプションは、メインファイルに含まれている必要があります。Engineファイルでは`#include`はサポートされません。
2. リスタートの場合は、Engineファイルのみを再生成すれば十分です。
3. 単一ファイル入力では、複数のEngineインスタンスはサポートされません。

2022の新しいキーワード

Radiossにおける新しい機能と修正された機能

2022

> 注: 今後の参照用としてこのページを印刷してください。

新しいStarterキーワード

- /EBCS/NRF - すべてのALE材料則向けに一般化された新しい境界条件オプション
- /EOS/IDEAL-GAS-VT - 理想気体の状態方程式(体積 - 温度)
- /FAIL/ORTHBIQUAD - 直交異方性ひずみベースの破壊モデル
- /INIBRI/EREF - 全ひずみまたは微小ひずみの定式化を使用してソリッド要素を初期化するためのオプション
- /MAT/LAW114(SPR_SEATBELT) - 1Dシートベルトのスプリング材料セット
- /MAT/LAW117 - 線形軟化を伴う混合モード
- /MAT/LAW200 (MDS) - Multiscale Designer材料則
- /PROP/TYPE27 (SPR_BDAMP) - 1並進自由度のダンパースプリングプロパティ
- /RETRACTOR/SPRING - シートベルト用の1Dリトラクター
- /SLIPRING/SPRING - シートベルト要素用の1Dスリップリング
- /TH/RETRACTOR - リトラクター要素の時刻歴出力(`/RETRACTOR`)
- /TH/SLIPRING - スリップリング要素の時刻歴出力(`/SLIPRING`)
- /TH/TRIA - `/TRIA`要素の時刻歴出力

修正されたStarterキーワード

- /ALE/MAT、/EULER/MAT - *Flrd*フラグの削除
- /FAIL/ALTER - Christopher Brokmann氏の博士論文に基づき、新しい破壊モデルを追加
- /FAIL/GURSON - 非局所長さを自動計算するためのパラメータL_e^{MAX}を追加
- /INIBRI/STRA_F および/INIBRI/STRA_FGLO - 新しいフィールド*nptr*、*npts*、*nptt*、*nlay*の追加
- /INIBRI/STRS_F および/INIBRI/STRS_FGLO - 新しいフィールド*nptr*、*npts*、*nptt*、*nlay*、*grbric_ID*の追加
- /INTER/SUB - 時間の減衰値関数をユーザー入力関数によってスケーリングするための機能の追加
- /LOAD/PBLAST - 正のピーク圧力に加えて正のインパルスを相関付けるための機能の追加
- /MAT/LAW34 (BOLTZMAN) - シェル要素(`/SHELL`と`/SH3N`)、ビーム要素(`/BEAM`)、およびトラス要素(`/TRUSS`)に適合する材料
- /MAT/LAW35 (FOAM_VISC) - 新しいひずみ速度フィルタリングの追加
- /MAT/LAW43 (HILL_TAB) - 新しいひずみ速度フィルタリングパラメータF_{cut}*CUT*とF_{smooth}*smooth*の追加
- /MAT/LAW57 (BARLAT3) - ひずみ速度フィルタリングの追加
- /MAT/LAW78 - 新しいパラメータC_1^{KH}およびC_2^{KH}の追加
- /MAT/LAW80 - ホットスタンピング / プレス硬化における新規開発による、マルテンサイト体積率の予測精度を高めるための強化
- /MAT/LAW83 - オプションI_{comp}=1の追加

- /MAT/LAW87 (BARLAT2000) - Chaboche & Rousselier定式化とHansel定式化に基づいた新しい硬化定式化の追加
- /MONVOL/FVMBAG1 および/MONVOL/FVMBAG2 - 新しいオプションI_{switch}=2の追加
- /PROP/TYPE9 (SH_ORTH)および/PROP/TYPE10 (SH_COMP) - 新しい*skew_ID*およびI_PPフラグの追加
- /PROP/TYPE6 (SOL_ORTH)、/PROP/TYPE11 (SH_SANDW)、/PROP/TYPE16 (SH_FABR)、/PROP/TYPE51、/STACK - 新しいI_PPフラグの追加
- /SENSOR/ENERGY - 全エネルギーでセンサーをアクティブ化するための新機能と、内部エネルギーと運動エネルギーが定義した時間にわたって一定の場合にセンサーをアクティブ化するための新機能の追加。
- /TH/BRIC - 3Dソリッド要素の材料速度、音速とマッハ数を時刻歴ファイルに表示する新しい出力の追加
- /TH/QUAD - 2Dソリッド要素の材料速度、音速とマッハ数を時刻歴ファイルに表示する新しい出力の追加
- /VISC/PRONY - 緩和時間曲線または動的機械分析(DMA)で定義される新しい粘性モデルの追加。Radiossが自動的に粘性パラメータ(Prony級数値)をフィットさせます。

新しいEngineキーワード

- /ALE/MUSCL/OFF - MUSCLスキームを無効化
- /ANIM/VECT/PCONT2および/ANIM/NODA/PCONT2 - タイド接触の接触圧力を表示する新しい出力オプションの追加
- /H3D/RBE2/SINGLE_PART - すべてのRBE2を単一パートに表示
- /H3D/RBE3/SINGLE_PART - すべてのRBE3を単一パートに表示
- /H3D/RBODY/SINGLE_PART - すべての剛体を単一パートに表示
- /H3D/SHELL/MDS/*および/H3D/SOLID/MDS/* - MDS材料則用の新しい`.h3d`出力の追加
- /H3D/SHELL/PEXTおよび/H3D/SOLID/PEXT - オプション`/PLOAD`、`/LOAD/PFLUID`、`/LOAD/PBLAST`、`/BEM/DAA`によって課された圧力を表示する新しい出力の追加
- /H3D/RBE2/SINGLE_PART - すべてのRBE2について1つのコンポーネントのみを表示するため、ネイティブH3D出力に新しいオプションを追加
- /H3D/RBE3/SINGLE_PART - すべてのRBE3について1つのコンポーネントのみを表示するため、ネイティブH3D出力に新しいオプションを追加
- /H3D/RBODY/SINGLE_PART - すべてのRBODYについて1つのコンポーネントのみを表示するため、ネイティブH3D出力新しいオプションを追加
- /INIV/AXIS/Keyword3/2 - 節点セット上で軸に対する回転速度と並進速度を初期化
- /INIV/ROT/Keyword3/2 - 節点セット上の指定されたX、Y、またはZ軸周りの回転速度を初期化
- /INIV/TRA/Keyword3/2 - 節点セット上の指定された方向X、Y、またはZの並進速度を初期化
- /STATE/BRICK/EREF - 全ひずみまたは微小ひずみの定式化を使用してソリッド要素の参照状態を出力する新しいオプションの追加

修正されたEngineキーワード

- /IMPL/QSTAT/MRIGM - 剛体モード計算のための3つの参照節点を設定する新しいオプションの追加。
- /INIV/AXIS/Keyword3/2、/INIV/ROT/Keyword3/2、/INIV/TRA/Keyword3/2 - モデル内で定義された節点セット上の初速度を定義する新しいオプションの追加。
- /STOP/LSENSOR - 状態ファイルをLS-DYNAフォーマット(`.dynain`)で出力する新しいフラグの追加。

新しいLS-DYNAキーワード

- *CONTACT_NODES_TO_SURFACE - 節点対サーフェスの接触インターフェースを定義

- *DEFINE_TRANSFORMATION - *INCLUDE_TRANSFORMで使用される節点とエンティティの変換を定義
- *LOAD_GRAVITY_PART - パートまたはパートセットに適用する重力荷重を定義
- *LOAD_SHELL - 単一のシェル要素またはシェル要素セットに適用される圧力荷重を定義
- *SET_BEAM_INTERSECT、*SET_DISCRETE_INTERSECT、*SET_NODE_INTERSECT、*SET_SEGMENT_INTE
  - 要素のセットリストの交わりからセットを定義

LS-DYNAキーワードの変更

- *CONSTRAINED_NODAL_RIGID_BODY - *NSID*=0の設定を追加
- *CONTACT_AUTOMATIC_GENERAL、*CONTACT_AUTOMATIC_NODES_TO_SURFACE、*CONTACT_AUTOMAT
  - 追加カードAの追加されたSOFTパラメータが読み取られる
- *DATABASE_BINARY_INTFOR - FILEオプションが考慮される
- *INITIAL_VELOCITY - 除外節点が考慮される
- *SET_BEAM、*SET_DISCRETE、*SET_NODE、*SET_PART、*SET_SEGMENT、*SET_SHELL、*SET_SOLID
  - オプションCOLLECTの追加。
- *SET_SEGMENT - GENERALの追加

廃止キーワード

- /SPMD

Starter入力

本マニュアルは、Radiossで使用することのできるすべてのモデル定義キーワードとオプションをリストで提供しています。

Radiossブロックフォーマットは以下の2段階で実行します。

1. Starter
2. Engine

Starterは、モデル定義が含まれた`Runname_0000.rad`ファイルを読み出します。Starterは、モデルにあると考えられるエラーを診断して、バイナリのリスタートファイルを出力します。

Engineは実際の計算を実行します。Engineでは、Starterによって生成されるバイナリファイルと、Radiossの`Runname_run#.rad`入力ファイルが必要です。Engine入力はケースコントロールを記述します。Engineはアニメーション、プロッティング（時刻歴）、およびリスタートで使用する出力ファイルを生成します。

以下は、ブロックデータ入力のアルファベット順リストです。

#enddata

#include

#RADIOSS STARTER

/ACCEL

/ACTIV

/ADMAS

/ADMESH/GLOBAL

/ADMESH/SET

/ADMESH/STATE/SHELL

/ADMESH/STATE/SH3N

/ALE/BCS

/ALE/CLOSE

/ALE/GRID/DISP

/ALE/GRID/DONEA

/ALE/GRID/LAPLACIAN

/ALE/GRID/SPRING

/ALE/GRID/STANDARD

/ALE/GRID/VOLUME

/ALE/GRID/ZERO

/ALE/LINK/VEL

/ALE/MAT

/ALE/MUSCL

/ALE/SOLVER/FINT

/AMS

/ANALY

/ANIM/VERS

/BCS

/BCS/CYCLIC

/BCS/LAGMUL

/BEAM

/BEGIN

/BEM/DAA

/BEM/FLOW

/BOX

/BOX/BOX

/BRICK

/BRIC20

/CHECK/RFILE/OFF

/CLOAD

/CLUSTER

/CNODE

/CONVEC

/CYL_JOINT

/DAMP

/DAMP/INTER

/DEF_SHELL

/DEF_SOLID

/DEFAULT/INTER/TYPE2

/DEFAULT/INTER/TYPE7

/DEFAULT/INTER/TYPE11

/DEFAULT/INTER/TYPE19

/DEFAULT/INTER/TYPE24

/DEFAULT/INTER/TYPE25

/DFS/DETCORD

/DFS/DETLINE

/DFS/DETLINE/NODE

/DFS/DETPLAN

/DFS/DETPLAN/NODE

/DFS/DETPOINT

/DFS/DETPOINT/NODE

/DFS/LASER

/DFS/WAV_SHA

/DRAPE

/EBCS

/EBCS/FLUXOUT

/EBCS/INLET

/EBCS/MONVOL

/EBCS/NRF

/EIG

/ENCRYPT

/END

/EOS/COMPACTION

/EOS/GRUNEISEN

/EOS/IDEAL-GAS または /EOS/IDEAL-GAS-VE

/EOS/IDEAL-GAS-VT

/EOS/LINEAR

/EOS/LSZK

/EOS/MURNAGHAN

/EOS/NASG

/EOS/NOBLE-ABEL

/EOS/OSBORNE

/EOS/POLYNOMIAL

/EOS/PUFF

/EOS/SESAME

/EOS/STIFF-GAS

/EOS/TILLOTSON

/EREF

/EULER/MAT

/FAIL

/FAIL/ALTER

/FAIL/BIQUAD

/FAIL/CHANG

/FAIL/COCKCROFT

/FAIL/CONNECT

/FAIL/EMC

/FAIL/ENERGY

/FAIL/FABRIC

/FAIL/FLD

/FAIL/GURSON

/FAIL/HASHIN

/FAIL/HC_DSSE

/FAIL/JOHNSON

/FAIL/LAD_DAMA

/FAIL/MULLINS_OR

/FAIL/NXT

/FAIL/ORTHBIQUAD

/FAIL/ORTHSTRAIN

/FAIL/PUCK

/FAIL/SNCONNECT

/FAIL/SPALLING

/FAIL/TAB1

/FAIL/TBUTCHER

/FAIL/TENSSTRAIN

/FAIL/USERi

/FAIL/VISUAL

/FAIL/WIERZBICKI

/FAIL/WILKINS

/FRAME/FIX

/FRAME/MOV

/FRAME/MOV2

/FRAME/NOD

/FRIC_ORIENT

/FRICTION

/FUNC_2D

/FUNCT

/FUNCT_SMOOTH

/FXBODY

/GAUGE

/GAUGE/SPH

/GJOINT

/GRAV

/GRBEAM
/GRBRIC
/GRNOD
/GRPART
/GRQUAD
/GRSH3N
/GRSHEL
/GRSPRI
/GRTRIA
/GRTRUS
/HEAT/MAT
/IMPACC
/IMPDISP
/IMPDISP/FGEO
/IMPFLUX
/IMPLICIT
/IMPTEMP
/IMPVEL
/IMPVEL/FGEO
/IMPVEL/LAGMUL
/INIBEAM/AUX
/INIBEAM/FULL
/INIBRI
/INICRACK
/INIGRAV
/INIMAP1D
/INIMAP1D/FILE
/INIMAP2D
/INIMAP2D/FILE
/INIQUA
/INIQUA/DENS
/INIQUA/ENER
/INIQUA/EPSP
/INIQUA/STRESS
/INISHE/AUX
/INISH3/AUX

/INISHE/EPSP

/INISH3/EPSP

/INISHE/EPSP_F

/INISH3/EPSP_F

/INISHE/FAIL

/INISHE/ORTH_LOC

/INISH3/ORTH_LOC

/INISHE/ORTHO

/INISH3/ORTHO

/INISHE/SCALE_YLD

/INISH3/SCALE_YLD

/INISPRI/FULL

/INISHE/STRA_F

/INISH3/STRA_F

/INISHE_STRA_F/GLOB

/INISH3_STRA_F/GLOB

/INISHE/STRS_F

/INISH3/STRS_F

/INISHE/STRS_F/GLOB

/INISH3/STRS_F/GLOB

/INISHE/THICK

/INISH3/THICK

/INISPRI/FULL

/INISTA

/INITEMP

/INITRUSS/FULL

/INIVEL

/INIVEL/AXIS

/INIVEL/FVM

/INIVEL/NODE

/INIVOL

/INTER/HERTZ/TYPE17

/INTER/LAGDT/TYPE7

/INTER/LAGMUL/TYPE2

/INTER/LAGMUL/TYPE7

/INTER/LAGMUL/TYPE16

/INTER/LAGMUL/TYPE17

/INTER/SUB

/INTER/TYPE1

/INTER/TYPE2

/INTER/TYPE3

/INTER/TYPE5

/INTER/TYPE6

/INTER/TYPE7

/INTER/TYPE8

/INTER/TYPE9

/INTER/TYPE10

/INTER/TYPE11

/INTER/TYPE12

/INTER/TYPE14

/INTER/TYPE15

/INTER/TYPE18

/INTER/TYPE19

/INTER/TYPE21

/INTER/TYPE22

/INTER/TYPE23

/INTER/TYPE24

/INTER/TYPE25

/IOFLAG

/KEY

/LAGMUL

/LEAK/MAT

/LINE

/LOAD/CENTRI

/LOAD/PBLAST

/LOAD/PFLUID

/MADYMO/EXFEM

/MAT/B-K-EPS

/MAT/GAS

/MAT/LAW0 (VOID)

/MAT/LAW1 (ELAST)

/MAT/LAW2 (PLAS_JOHNS)

/MAT/PLAS_ZERIL

/MAT/LAW3 (HYDPLA)

/MAT/LAW4 (HYD_JCOOK)

/MAT/LAW5 (JWL)

/MAT/LAW6 (HYDROまたはHYD_VISC)

/MAT/K-EPS

/MAT/LAW10 (DPRAG1)

/MAT/LAW11（BOUND）

/MAT/LAW12 (3D_COMP)

/MAT/LAW14 (COMPSO)

/MAT/LAW15 (CHANG)

/MAT/LAW16 (GRAY)

/MAT/LAW18 (THERM)

/MAT/LAW19 (FABRI)

/MAT/LAW20 (BIMAT)

/MAT/LAW21 (DPRAG)

/MAT/LAW22 (DAMA)

/MAT/LAW23 (PLAS_DAMA)

/MAT/LAW24 (CONC)

/MAT/LAW25 (COMPSH)

/MAT/LAW26 (SESAM)

/MAT/LAW27 (PLAS_BRIT)

/MAT/LAW28 (HONEYCOMB)

/MAT/LAW32 (HILL)

/MAT/LAW33 (FOAM_PLAS)

/MAT/LAW34 (BOLTZMAN)

/MAT/LAW35 (FOAM_VISC)

/MAT/LAW36 (PLAS_TAB)

/MAT/LAW37 (BIPHAS)

/MAT/LAW38 (VISC_TAB)

/MAT/LAW40 (KELVINMAX)

/MAT/LAW41/1

/MAT/LAW42 (OGDEN)

/MAT/LAW43 (HILL_TAB)

/MAT/LAW44 (COWPER)

/MAT/LAW46 (LES_FLUID)

/MAT/LAW48 (ZHAO)

/MAT/LAW49 (STEINB)

/MAT/LAW50 (VISC_HONEY)

/MAT/LAW51 (MULTIMAT)

/MAT/LAW52 (GURSON)

/MAT/LAW53 (TSAI_TAB)

/MAT/LAW54 (PREDIT)

/MAT/LAW57 (BARLAT3)

/MAT/LAW58 (FABR_A)

/MAT/LAW59 (CONNECT)

/MAT/LAW60 (PLAS_T3)

/MAT/LAW62 (VISC_HYP)

/MAT/LAW63 (HANSEL)

/MAT/LAW64 (UGINE_ALZ)

/MAT/LAW65 (ELASTOMER)

/MAT/LAW66

/MAT/LAW68 (COSSER)

/MAT/LAW69

/MAT/LAW70 (FOAM_TAB)

/MAT/LAW71

/MAT/LAW72 (HILL_MMC)

/MAT/LAW73

/MAT/LAW74

/MAT/LAW75 (POROUS)

/MAT/LAW76 (SAMP)

/MAT/LAW77

/MAT/LAW78

/MAT/LAW79 (JOHN_HOLM)

/MAT/LAW80

/MAT/LAW81

/MAT/LAW82

/MAT/LAW83

/MAT/LAW84

/MAT/LAW87 (BARLAT2000)

/MAT/LAW88

/MAT/LAW90

/MAT/LAW92

/MAT/LAW93 (ORTH_HILL)または(CONVERSE)

/MAT/LAW94 (YEOH)

/MAT/LAW95 (BERGSTROM_BOYCE)

/MAT/LAW97 (JWLB)

/MAT/LAW100 (MNF)

/MAT/LAW101

/MAT/LAW102 (DPRAG2)

/MAT/LAW103 (HENSEL-SPITTEL)

/MAT/LAW104 (JOHNS_VOCE_DRUCKER)

/MAT/LAW106 (JCOOK_ALM)

/MAT/LAW108 (SPR_GENE)

/MAT/LAW109

/MAT/LAW110 (VEGTER)

/MAT/LAW111

/MAT/LAW112（PAPERまたはXIA）

/MAT/LAW113 (SPR_BEAM)

/MAT/LAW114（SPR_SEATBELT）

/MAT/LAW115 (DESHFLECK)

/MAT/LAW116

/MAT/LAW117

/MAT/LAW151 (MULTIFLUID)

/MAT/LAW200 (MDS)

/MAT/PLAS_PREDEF

/MAT/USERij

/MERGE/RBODY

/MONVOL/AIRBAG1

/MONVOL/AREA

/MONVOL/COMMU1

/MONVOL/FVMBAG1

/MONVOL/FVMBAG2

/MONVOL/GAS

/MONVOL/LFLUID

/MONVOL/PRES

/MOVE_FUNCT
/MPC
/NBCS
/NODE
/PARAMETER
/PART
/PENTA6
/PERTURB
/PERTURB/FAIL/BIQUAD
/PERTURB/PART/SHELL
/PERTURB/PART/SOLID
/PLOAD
/PLY
/PRELOAD
/PROP/INJECT1
/PROP/INJECT2
/PROP/PCOMPP
/PROP/TYPE0 (VOID)
/PROP/TYPE1(SHELL)
/PROP/TYPE2 (TRUSS)
/PROP/TYPE3 (BEAM)
/PROP/TYPE4 (SPRING)
/PROP/TYPE6 (SOL_ORTH)
/PROP/TYPE8 (SPR_GENE)
/PROP/TYPE9 (SH_ORTH)
/PROP/TYPE10 (SH_COMP)
/PROP/TYPE11 (SH_SANDW)
/PROP/TYPE12 (SPR_PUL)
/PROP/TYPE13 (SPR_BEAM)
/PROP/TYPE14(SOLID)
/PROP/TYPE14(FLUID)
/PROP/TYPE15 (POROUS)
/PROP/TYPE16 (SH_FABR)
/PROP/TYPE17 (STACK)
/PROP/TYPE18 (INT_BEAM)

/PROP/TYPE19 (PLY)

/PROP/TYPE20 (TSHELL)

/PROP/TYPE21 (TSH_ORTH)

/PROP/TYPE22 (TSH_COMP)

/PROP/TYPE23 (SPR_MAT)

/PROP/TYPE25 (SPR_AXI)

/PROP/TYPE26 (SPR_TAB)

/PROP/TYPE27 (SPR_BDAMP)

/PROP/TYPE28 (NSTRAND)

/PROP/TYPE29、PROP/TYPE30、または/PROP/TYPE31

/PROP/TYPE32 (SPR_PRE)

/PROP/TYPE33 (KJOINT)

/PROP/TYPE34 (SPH)

/PROP/TYPE35 (STITCH)

/PROP/TYPE36 (PREDIT)

/PROP/TYPE43 (CONNECT)

/PROP/TYPE44 (SPR_CRUS)

/PROP/TYPE45 (KJOINT2)

/PROP/TYPE46 (SPR_MUSCLE)

/PROP/TYPE51

/QUAD

/RADIATION

/RANDOM

/RBE2

/RBE3

/RBODY

/RBODY/LAGMUL

/REFSTA

/RETRACTOR/SPRING

/RLINK

/RWALL

/RWALL/LAGMUL

/RWALL/THERM

/SECT

/SECT/CIRCLE

/SECT/PARAL
/SENSOR
/SENSOR/ACCE
/SENSOR/AND_OR
/SENSOR/DIST
/SENSOR/DIST_SURF
/SENSOR/ENERGY
/SENSOR/GAUGE
/SENSOR/HIC
/SENSOR/INTER
/SENSOR/NOT
/SENSOR/RBODY
/SENSOR/RWALL
/SENSOR/SECT
/SENSOR/SENS
/SENSOR/TIME
/SENSOR/WORK
/SET
/SH3N
/SHELL
/SHEL16
/SKEW/FIX
/SKEW/MOV
/SKEW/MOV2
/SLIPRING/SPRING
/SPH/INOUT
/SPH/RESERVE
/SPHBCS
/SPHCEL
/SPHGLO
/SPRING
/STACK
/STAMPING
/STATE/STR_FILE
//SUBMODEL
/SUBSET

/SURF
/SURF/BOX
/SURF/DSURF
/SURF/ELLIPS
/SURF/GRBRIC/EXT
/SURF/GRBRIC/FREE
/SURF/GRSH3N
/SURF/GRSHEL
/SURF/MAT
/SURF/PART
/SURF/PLANE
/SURF/PROP
/SURF/SEG
/SURF/SUBMODEL
/SURF/SUBSET
/SURF/SURF
/TABLE/0
/TABLE/1
/TETRA4
/TETRA10
/TH
/TH/ACCEL
/TH/BEAM
/TH/BRIC
/TH/CLUSTER
/TH/CYL_JO
/TH/FRAME
/TH/FXBODY
/TH/GAUGE
/TH/INTER
/TH/MODE
/TH/MONVOL
/TH/NODE
/TH/NSTRAND
/TH/PART
/TH/QUAD

/TH/RBODY

/TH/RETRACTOR

/TH/RWALL

/TH/SECTIO

/TH/SH3N

/TH/SHEL

/TH/SLIPRING

/TH/SPH_FLOW

/TH/SPHCEL

/TH/SPRING

/TH/SUBS

/TH/SURF

/TH/TRIA

/TH/TRUSS

/THERM_STRESS/MAT

/THPART

/THPART/GRBEAM

/THPART/GRBRIC

/THPART/GRQUAD

/THPART/GRSH3N

/THPART/GRSHEL

/THPART/GRSPRI

/THPART/GRTRUS

/TITLE

/TRANSFORM

/TRANSFORM/MATRIX

/TRANSFORM/POSITION

/TRANSFORM/ROT

/TRANSFORM/SCA

/TRANSFORM/SYM

/TRANSFORM/TRA

/TRIA

/TRUSS

/UNIT

/UPWIND

/VISC/PRONY

/XELEM

/XREF

See Also

材料の適合性

Starterキーワードのシンタックス

2Dおよび3D解析のオプション

	2D	3D
QUAD	#	
ソリッド		#
シェル（4節点）		#
シェル（3節点）		#
トラス		#
ビーム		#
スプリング		#
集中荷重	#	#
圧力荷重	#	#
初速度	#	#
強制速度	#	#
重力	#	#
インターフェース	タイプ = 1、2、3および5	all
剛壁	タイプ1	all
剛体		#
付加質量		#
断面		#
円筒ジョイント		#
モニター体積		#
プロパティ	タイプ14	
/DFS/DTPLAN、/DFS/DETPOIN、/DFS/DETLINE、 /DFS/LASER、/DFS/WAV_SHA	#	
/UPWM	#	
/UPWIND	#	
/ALE/BCS	#	

	2D	3D
/ALE/GRID/DISP, /ALE/GRID/DONEA, /ALE/GRID/SPRING, /ALE/GRID/STANDARD, /ALE/GRID/ZERO	#	
/ALE/CLOSE	#	
/ALE/MAT	#	
/ALE/LINK/VEL	#	
/AMS		
/EULER/MAT	#	

= yes

空白 = なし

Starterキーワードのシンタックス

ブロックフォーマットのキーワード

このセクションは、ブロックフォーマットシンタックス、必要なキーワード、キーワードの例、固定フォーマット入力およびデフォルト値を含むRadiossブロックフォーマット入力デックを書くための一般的なシンタックスルールを記述します。

これらのルールは、本マニュアルで個別に定義されているすべてのオプションに適用されます。

ブロックフォーマットのシンタックス

各ブロックはスラッシュ(/)で始まり、キーワードが続き、次のブロックの開始で終了します。

Radioss V4の時点で、ブロックは以下を除いて任意の順で入力することが可能です:

- /BEGIN - これは最初に入力されるべきキーワードです。詳細については次のセクションをご参照ください。
- /TRANSFORM - 複数の変換が使用される際、変換は入力の順に適用されます。
- /END - これは最後に読み出されるキーワードです。これ以降の入力は無視されます。

各ブロックは、オプション、フラグまたはスイッチのセット、節点または要素のセットのいずれか1つを定義します。

入力デックは/ENDキーワードで終了します。

各ブロックのコンテンツは、固定フォーマットで入力されます(下記をご参照ください)。

各ブロックの最後にある空白行は無視されます。

最初の列に#または$のある行はコメント行です。ただし、#で始まる次の3つの特別なオプションは例外です:#RADIOSS STARTER、#enddata、#include。

必要なキーワード

入力デックの最初の行は、ここで示すとおり、#RADIOSS STARTER、続いて/BEGINキーワードで始まるヘッダー行でなければなりません。これら2つのコマンドの間には、#または$で始まるコメント行を任意の数だけ挿入することができます。ファイル内の最後のキーワードは/ENDでなければなりません。

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#New drop test model
/BEGIN
Drop
      2017         0
                   g                   mm                  ms
                   g                   mm                  ms
...
...
/END
```

一般的なキーワードフォーマット

一般的なキーワードフォーマットには次の3つがあります:

一般フラグ、スイッチ、グローバルパラメータまたはタイトル

シンタックス:

```
/KEYWORD
flag1       flag2       flag3 ...
```

例:グローバルパラメータ

表 *1: /IOFLAG*

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Ipri	*Irtyp*		*Ioutp*	$Outyy_{FMT}$	*Irootyy*				*Irtyp_r*

数値オプション識別子を含むキーワード定義

シンタックス:

```
/OPTION_KEYWORD[/SUBKEYWORD/…]/option_ID[/unit_ID]
option_title
option input ...
```

*option_ID*が定義され、*option_title*は1行目のこの*option_ID*に関連付けられます。

同じオプションを複数回使用する場合には、毎回異なる*option_ID*および*option_title*を使用する必要があります。

*option_title*は、最大100文字を使用できます。また、スラッシュ(/)で開始することはできません。

例:*option_ID*を含むキーワード

/IMPVEL/*impvel_ID*/*unit_ID*

impvel_title

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
fct_ID	*Dir*	*Skew_ID*	*sens_ID*	*grnd_ID*	*frame_ID*				

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$Fscale_x$		$Fscale_y$		$T_{start}START$		$T_{stop}STOP$			

数値オプション識別子を含まないキーワードオプション

シンタックス:

```
/OPTION_KEYWORD[/SUBKEYWORD/…]/reference_ID[/unit_ID]
…
option input
…
```

例 1:オプションを含まないキーワード

表 2: */NODE/unit_ID*

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
node_ID	X_c		Y_c		Z_c				

節点は1つまたは複数のブロックで定義できます。

例 2:オプションを含まないキーワード

表 3: */SHELL/part_ID*

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$I_{shell}SHELL$	$node\_ID_1 1$	$node\_ID_2 2$	$node\_ID_3 3$	$node\_ID_4 4$				*Thick*	

上記のシンタックスにおいて、*part_ID*は要素定義でのみ使用されますが、このブロックでは定義されていません。

この*part_ID*は/PARTオプションで定義されます。

1つのパートに属する要素のリストは、1つまたは複数のブロックで定義することができます。

例 3:オプションを含まないキーワード

/FAIL/Key/mat_ID/unit_ID

Submodel option

```
//SUBMODEL/submodel_ID/unit_ID
submodel_title
…
option input
…
//ENDSUB
```

ブロックキーワード入力固定フォーマット

任意のブロックのコンテンツは、100文字の行にフォーマットされ、それぞれ10文字ずつの10個のフィールドに分割されます。

本マニュアルで説明する一般的な入力行は、下記のとおりです:

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)

テーブルの1行目はフィールド番号を指定します。2行目は変数の説明を表示します。

入力が定義されているフィールドのみが使用できます。その他のフィールドおよび空白のフォーマットはすべて予約済みであるため、使用しないでください。ユーザーは、未使用のフィールドにコメントを入力することはできません。代わりに、"#"または"$"で始まるコメント行を使用します。

デフォルト値

空白またはゼロが入力された入力フィールドは、マニュアルにリストされたデフォルト値を使用します。たとえば、強制変位を使用する際、入力カーブのxおよびyの値をスケーリングすることが可能です。デフォルト値は、*Scale_x*=1および*Scale_y*=1です。この例で、*Scale_x*=0および*Scale_y* = 空白 は、*Scale_x*=1と*Scale_y*=1のデフォルト値がソルバーによって使用されることを意味します。

```
/IMPDISP/7
compression
#    Ifunct        DIR      Iskew    Isensor    Gnod_id      Frame
           4          X                            1150
#             Scale_x             Scale_y              Tstart              Tstop
                    0
```

ソルバーによって使用される実際の値は、Starter出力ファイル`Runname_0000.out`に書き出されます。ゼロではないデフォルトを擁する実数フィールドについては、フィールドをゼロと定義することはできません。これは、デフォルト値が使用されてしまうことになるためです。したがって、ゼロの数値が必要な場合、ゼロの値の入力として非常に小さい値、すなわち1e-30を使用します。

フィールドエントリ入力

- 整数は、1つの10桁フィールドに最大9桁で指定されます。
- 実数値は、最大20桁で2つのフィールドに入力されます。
- 文字は可変長であるため、最大長はエントリごとに指定されます。
- 境界条件には、1桁のブーリアン(値0または1)が使用されます。この場合のフォーマットは、フィールド内の各ブーリアンの位置を示すことによって指定できます(下の表をご参照ください)。

例えば、最初のフィールドの下の行は整数として定義され、6つのブーリアンが続き、その後に実数値が続きます。残りの6つのフィールドは使用されません。6つのブーリアンの位置は、2番目のテーブルで指定されます。テキストは1行で定義されます(10フィールド、最大100文字)。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
整数	ブーリアン	実数							

(2)-1	(2)-2	(2)-3	(2)-4	(2)-5	(2)-6	(2)-7	(2)-8	(2)-9	(2)-10
			V_X	V_Y	V_Z		ω_X	ω_Y	ω_Z

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
文字									

粒子法流体力学(SPH)

粒子法流体力学法の定式化は、粒子がメッシュグリッドに拘束されていない場合の力学方程式を解くために使用します。これは、非常に大きな変形を伴う現象の解析、つまり、ALEおよびLagrange定式化を用いる有限要素法では効率と精度が低下する適用範囲に特に適しています。

Radiossコードに組み込まれているこのSPH法は、大部分の関数と適合性があります。

例えば、片方が有限要素、他方が粒子によって離散化されている2つの物体を相互作用させること等が可能です。

SPHとALEの境界がラグランジアンの場合にのみ、ALEモデルにSPH定式化を導入できます。

SPH定式化は、3D解析でのみ使用できます。

計算流体力学(CFD)

CFD(計算流体力学)コードを使用すると、定常流(抗力と揚力)、および加熱や解凍のような速度の遅い過渡流を予測できます。

空力音響は、振動構造物と相互に作用する乱流によって生成されることが多い騒音を取り扱う工学分野です。この分野は、静止している媒体における反射、回折、吸収等の音響圧力波の伝播が対象となる純粋な音響分野とは異なります。

空力音響問題は、以下の3つのカテゴリーに分類できます。

- 外部の風騒音が構造を通して内部に伝達: 自動車産業では、ピラー、サイドミラーやウィンドシールドのワイパーノイズがこのカテゴリーの典型的な問題です。
- 内部の流体騒音が構造を通して外部に伝達: この問題のクラスの例題として、エギゾースト、HVAC、インテークノイズなどがあります。
- 回転機械騒音: 軸周りと遠心分離ファンは騒音の出る部品で、検討対象となる多くの空気-音響問題をもたらします。

直接的な空力音響数値解析を実行するために必要な要素は以下のとおりで、1つの数値コードに実装されています。

- 圧縮性Navier Stokes: 圧力波を伝播できるため、考えられるすべての空洞モードを含む流れと騒音を1回の解析で考慮できます。
- 流体構造連成: 乱流、構造体の1つの側面、および構造体の反対側の騒音放射に関する問題を処理できます。
- 過渡乱流モデリング: RANS(Reynolds Averaged Navier Stokes)では、流れが定常状態と乱流変動の組み合わせであることが前提になりますが、過渡乱流モデリングはRANSとは異なります。空力音響騒音は、小規模な乱流変動に直接的に関係しており、時間に大きく依存します。

- 指定インピーダンスでの音響境界：適切な空力音響解析を行う上で重要なポイントです。境界はさまざまなタスクを実行できる必要があります。例えば、流入口に強制速度で自由フィールドインピーダンスを与える、ダクトの流出口で特定のインピーダンスを指定して長波長を内部に閉じ込めたままにするためにする等です。また、振動構造体に対する外気のインピーダンス効果も処理できなければなりません。さらに、多くの部品のコーティングに使用されている吸収物質（カーペットと発泡体）をモデリングする場合にも使用できる必要があります。
- 大波解析乱流モデリング：乱流構造によって誘発される騒音を適切に考慮します。残念ながら、任意の時点で同時にアクティブな乱流構造のサイズは、問題全体から極小のコルモゴルフスケールまで多岐に渡ります。

これらの要素は、流れ（当然のことながら乱流モデルの使用は除く）、流体構造の連成、または振動に関する特定の前提なしに空力音響解析を実行するために必要です。

一般的な制御

ブロックフォーマットのキーワード
このグループでは、キーワードを使用して、モデル全体に対するデフォルト値、グローバルパラメーター、解析タイプ、入出力、減衰、ALEおよびCFD処理を設定します。デフォルト値については、特定の各キーワード内で上書きすることもできます。

フォーマット

#enddata

ブロックフォーマットのキーワード
インクルードファイルでは、命令`#enddata`以降のすべての行が無視されます。

フォーマット

```
#enddata
```

#include

ブロックフォーマットのキーワード
Starter入力(`Runname_0000.rad`)ファイルのインクルードファイルを指します。

フォーマット

`#include`*filename*

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
filename	`Runname_0000.rad`入力デック内のインクルードファイルのファイル名およびパス。 (文字)	

コメント

1. インクルードファイル名には、空白スペースを含めないでください。
2. インクルードファイルには、1つまたは複数のブロックを含むことができます。
3. インクルードファイルには、不完全なブロックを含むことができません。
4. `Runname_0000.rad`の1行目を外部ファイルに記述することはできません。
5. インクルードファイルでは、命令#enddata以降のすべての行が無視されます。
6. インクルードファイルは、メインファイルが置かれているディレクトリ以外の任意のディレクトリに置くことができます。
7. サブレベルのインクルードファイルを使用する場合は、インクルードのオプションに絶対パスを使用することが推奨されます。
8. 相対パスも使用できますが、作業ディレクトリを参照します。
9. インクルードファイルは、メインファイルで宣言されたRadiossのバージョンを尊重する必要があります。
10. インクルードファイルが見つからない場合、Radioss Starterは停止し、エラーメッセージが生成されます。
11. "`#include`"を含む行の文字数は、500文字以下にしてください。
12. インクルードファイルが`//SUBMODEL`の一部である場合を除き、`#include`で定義された`/BEGIN`(単位および入力バージョン情報)は無視されます。

#RADIOSS STARTER

ブロックフォーマットのキーワード
Starter入力ファイル(`Runname_0000.rad`)の必須ヘッダーキーワード。これは、Radioss Starter入力の最初のキーワードにする必要があります。

コメント

1. ヘッダーの後ろにはコメント行を挿入できます。コメント行は$または#で開始する必要があります。
2. 実行識別名は、キーワード/BEGINを使用して入力します。

/BEGIN

ブロックフォーマットのキーワード
ランネーム、入力マニュアルのバージョン、Starterランおよび入力の数、そして作業単位系を設定します。

内容

このオプションは必須です。

作業単位系および入力単位系が、前に定義されていた単位系（バージョン10.0以前の入力フォーマットのために/UNIT/nameで定義）に代わって使用されます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/BEGIN									
Runname									
Invers									
Input_mass_unit		*Input_length_unit*		*Input_time_unit*					
Work_mass_unit		*Work_length_unit*		*Work_time_unit*					

定義

フィールド	内容	SI単位の例
Runname	実行識別名 （文字、最大80文字）	
Invers	バージョン入力 8 **= 2022** :現在のリリース。 （整数）	
Input_mass_unit	質量の入力単位系 7 デフォルト = 1 kg（実数またはコード）	
Input_length_unit	長さの入力単位系 7 デフォルト = 1 m（実数またはコード）	
Input_time_unit	時間の入力単位系 7 デフォルト = 1 s（実数またはコード）	
Work_mass_unit	質量計算に使用する単位系 7	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	デフォルト = 1 kg（実数またはコード）	
Work_length_unit	長さの計算に使用する単位系 7 デフォルト = 1 m（実数またはコード）	
Work_time_unit	時間計算に使用する単位系 7 デフォルト = 1 s（実数またはコード）	

接頭部と対応する倍率

接頭部	倍率係数
y	1.E-24
z	1.E-21
a	1.E-18
f	1.E-15
p	1.E-12
n	1.E-09
μ または**mu**	1.E-06
m	1.E-03
c	1.E-02
d	1.E-01
	1
da	1.E+01
h	1.E+02
k	1.E+03
M	1.E+06
G	1.E+09
T	1.E+12
P	1.E+15
E	1.E+18
Z	1.E+21

接頭部	倍率係数
Y	1.E+24

コメント

1. このオプションを反映させるには、必須キーワード#Radioss Starterの後に記述する必要があります。
2. Runnameは、空白文字ではない最初の文字によって定義されます。最大80文字、最小4文字で指定することができます。文字"/"と"\"は使用できません。
3. 入力単位系は、入力デックの単位を定義します。作業単位系は計算の間に用いられる単位を定義します。入力単位系が作業単位系と異なる場合、Radiossは入力単位系を (Engineファイルではなく Starterファイルで) 作業単位系に自動的に変換します。
4. 作業単位系は、計算の実行単位を定義します。出力は、作業単位系で定義されます。
5. サブモデルでは、サブモデルの/BEGINで定義された作業単位系は無視されます。メインの/BEGINカードで定義された作業単位系が使用されます。
6. 入力単位系が定義されていない場合、入力単位系は作業単位系と同じです。
7. 長さと時間の単位を定義するコードは、たとえば、SI単位の場合：質量はkg、長さはm、時間はtなどのように与えられます：

コード(質量)	値	コード(長さ)	値	コード(時間)	値
yg	1.E-27	**ym**	1.E-24	**ys**	1.E-24
zg	1.E-24	**zm**	1.E-21	**zs**	1.E-21
ag	1.E-21	**am**	1.E-18	**as**	1.E-18
fg	1.E-18	**fm**	1.E-15	**fs**	1.E-15
pg	1.E-15	**pm**	1.E-12	**ps**	1.E-12
ng	1.E-12	**nm**	1.E-09	**ns**	1.E-09
μg または**mug**	1.E-09	μm または**mum**	1.E-06	μs または**mus**	1.E-06
mg	1.E-06	**mm**	1.E-03	**ms**	1.E-03
cg	1.E-05	**cm**	1.E-02	**cs**	1.E-02
dg	1.E-04	**dm**	1.E-01	**ds**	1.E-01
g	1.E-03	**m**	1	**s**	1
dag	1.E-02	**dam**	1.E+01	**das**	1.E+01
hg	1.E-01	**hm**	1.E+02	**hs**	1.E+02
kg	1	**km**	1.E+03	**ks**	1.E+03
Mg	1.E+03	**Mm**	1.E+06	**Ms**	1.E+06

コード(質量)	値	コード(長さ)	値	コード(時間)	値
Gg	1.E+06	**Gm**	1.E+09	**Gs**	1.E+09
Tg	1.E+09	**Tm**	1.E+12	**Ts**	1.E+12
Pg	1.E+12	**Pm**	1.E+15	**Ps**	1.E+15
Eg	1.E+15	**Em**	1.E+18	**Es**	1.E+18
Zg	1.E+18	**Zm**	1.E+21	**Zs**	1.E+21
Yg	1.E+21	**Ym**	1.E+24	**Ys**	1.E+24

Radiossはビルトインされた単位系は持っていません、従ってモデルでの単位の一貫性は非常に重要です。

単位コードの代わりに、同等の値を入力することも可能です。

8. *Inverse*の値がある場合:

Invers	**Radioss**バージョン
90	9.0を使用
100	10.0を使用
110	11.0を使用
120	12.0を使用
130	13.0を使用
140	14.0を使用
2017	2017を使用
2018	2018を使用
2019	2019を使用
2020	2020を使用
2021	2021を使用
2022	2022を使用(現在のフォーマット)

サポートされている入力フォーマットであれば、Radiossの最新版で使用可能です。あるバージョンで追加された新機能は、そのRadioss バージョン以上の*Invers*値でないと利用できません。表に記載されている以前の入力フォーマットはサポートされなくなりました。モデルフォーマットは、HyperWorksを使用して更新する必要があります。

See Also
Unit Consistency (User Guide)

/END

ブロックフォーマットのキーワード
入力デックの最後に、このキーワードを設定する必要があります。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/END									

コメント

1. /END以降の行またはブロックはすべて無視されます。

/PRIVATE/METADATA/FATXML

ブロックフォーマットのキーワード
FATXMLフォーマットを読み取ります。

フォーマット

任意の行数の*FATXML_data*を入力できます（行あたり100文字）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/PRIVATE/METADATA/FATXML									
FATXML_data									

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
FATXML_data	FATXMLフォーマットデータ （文字、最大100文字）	

コメント

1. Radiossではデータのみを読み取ります（その内容が何であるかは無関係です）。
2. スラッシュ（ / ）の使用は禁じられています。

/TITLE

ブロックフォーマットのキーワード
タイトルを記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/TITLE									
Title									

定義

フィールド	内容	SI単位の例
Title	プロットに表示するタイトル （文字、最大100文字）	

コメント

1. タイトルの最初の文字はフォワードスラッシュ（/）にしないでください。

デフォルト値

/DEF_SHELL

ブロックフォーマットのキーワード
このキーワードはすべてのシェルプロパティの特定パラメータのデフォルト値を設定するために使用されますが、オプションは各プロパティセット入力で変更でき、その場合、変更後のものが優先されます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/DEF_SHELL									
I_{shell}SHELL	I_{smstr}SMSTR	I_{thick}THICK	I_{plas}PLAS				I_{sh3n}SH3N	I_{dril}DRIL	

定義

フィールド	内容	SI単位の例
I_{shell}SHELL	シェル要素の定式化フラグ *=0* 1または24に設定 *= 1* */IMPLICIT*が入力内で使用されていない場合、デフォルト。 Q4、変形モードと剛体モードに直交する粘弾性アワグラスモード（Belytschko） *=2* Q4、直交性を伴わない粘弾性アワグラス（Hallquist） *=3* Q4、直交性を伴う弾塑性アワグラス *=4* タイプ1の定式化を改良したQ4（ねじれた要素の直交化）。 *=12* QBATシェル定式化 *= 24* */IMPLICIT*が入力内で使用されている場合、デフォルト。 QEPHシェル定式化。 （整数）	
I_{smstr}SMSTR	シェル微小ひずみ定式化フラグ。 *= -2* 要素タイプと材料則を応じて最適な値を自動的に設定し、シェルプロパティで定義されている値を上書き。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= -1 要素タイプと材料則を応じて最適な値を自動的に設定 *= 0* 2に設定 *= 1* 時間 = 0以降の微小ひずみ。 （他のすべての定式化フラグと適合性のある新しい定式化） *= 2*（デフォルト） Radioss Engine（オプション/DT/Eltyp/Iflag）での微小ひずみ定式化がアクティブとなる可能性がある完全幾何非線形性 *= 3* 古い微小ひずみ定式化（I_{shell}*SHELL* = 2とのみ互換） *= 4* 完全幾何非線形性（Radioss Engineでオプション/DT/SHELL/CSTによる影響はありません） （整数）	
I_{thick}*THICK*	シェル合応力計算フラグ。 *= -2* 要素タイプと材料則を応じて最適な値を自動的に設定し、シェルプロパティで定義されている値を上書き。 *= -1* 要素タイプと材料則を応じて最適な値を自動的に設定 *= 0* 2に設定 *=1* 厚みの変化が考慮されます *= 2*（デフォルト） 厚みは一定です （整数）	
I_{plas}*PLAS*	シェル平面応力塑性フラグ *= -2* 要素タイプと材料則を応じて最適な値を自動的に設定し、シェルプロパティで定義されている値を上書き。 *= -1* 要素タイプと材料則を応じて最適な値を自動的に設定 *= 0* 1または2に設定	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= *1* */IMPLICIT*が入力内で使用されている場合、デフォルト。 3ニュートン反復計算を伴う反復投影 = *2* */IMPLICIT*が入力内で使用されていない場合、デフォルト。 ラジアルリターン （整数）	
I_{strain}*STRAIN*	ポスト処理用ひずみ計算フラグ = *0* 1に設定 = *1*（デフォルト） オン。 =*2* オフ。 （整数）	
I_{sh3n}*SH3N*	3節点シェル要素定式化フラグ = *0* 2に設定 =*1* 標準的な三角形（C0）。 = *2*（デフォルト） 大きな回転に対する修正を伴う標準的な三角形（C0）。 =*30* DKT18。 =*31* DKT_S3、BATOZのDTK12に基づく（理論マニュアルのElement Libraryをご参照ください） （整数）	
I_{dril}*DRIL*	回転自由度剛性フラグ =*0* 2に設定 = *1* */IMPLICIT*が入力内で使用されている場合、デフォルト。 オン。 = *2* */IMPLICIT*が入力内で使用されていない場合、デフォルト。 オフ。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	

コメント

1. このカードは1回だけ読み取られます。モデルに書き込まれた最初のカードの`/DEF_SHELL`のみが使用されます。その他のカードの`/DEF_SHELL`は無視されます。
2. これらの入力オプションの詳細については、/PROP/TYPE1（SHELL）内のコメントをご参照ください。

/DEF_SOLID

ブロックフォーマットのキーワード
すべてのソリッドプロパティと厚肉シェルの特定のパラメータのデフォルト値を設定します。ここで定義されるデフォルト値は、個々のプロパティ入力で入力された値によって上書きされます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/DEF_SOLID									
I_{solid}SOLID	I_{smstr}SMSTI	I_{cpre}CPRE		I_{tetra4}	$I_{tetra10}$	I_{mas}MASI	I_{frame}FRAMI		

定義

フィールド	内容	SI単位の例
I_{solid}SOLID	ソリッド要素定式化フラグ。2 *= 0* 1または14に設定 *=1* /IMPLICITが入力内で使用されていない場合、デフォルト。 標準的な8節点ソリッド要素、1積分点。直交変形モードと剛体変形モードの補正を伴う粘性アワグラス定式化(Belytschko)。 *=2* 標準的な8節点ソリッド要素、1積分点。直交性を伴わない粘性アワグラス定式化(Hallquist)。 *=14* /IMPLICITが入力内で使用されている場合、デフォルト。 HA8ロックフリー8節点ソリッド要素または厚肉シェル要素、共回転、完全積分、さまざまな数のGauss点。 *=15* HSEPH/PA6厚肉シェル要素(それぞれ、8節点および6節点)。共回転、物理的安定性を伴う低減積分(平面内に1 Gauss点)。板厚方向にさまざまな数の積分点。 *=16* 2次16節点厚肉シェルまたは2次20節点ソリッド、完全積分、全方向にさまざまな数のGauss点。 *=17* H8C互換ソリッド完全積分定式化。 *=18* 8節点ソリッド要素、共回転、完全積分、固定2*2*2 Gauss積分点、せん断ロックフリー、I_{cpre}CPREおよびI_{smstr}SMSTRのデフォルトは材料に基づきます。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	=24 HEPH 8節点ソリッド要素。共回転、物理的安定性を伴う低減積分（1 Gauss点）。 （整数）	
I_{smstr}*SMSTR*	微小ひずみ定式化フラグ。3 *= -2* プロパティ(I_{smstr}*SMSTR*)で定義された値を、要素タイプと材料法則に基づいた最適な値で上書きします。 *= -1* 要素タイプと材料則を基に最適な値を自動的に定義し、I_{smstr}*SMSTR*=0を定義したプロパティのみ上書きします。 *= 0* 4に設定 *=1* 時間 = 0以降の微小ひずみ。 *=2* Radioss Engine（/DT/Eltyp/Iflag）での微小ひずみ定式化が可能である完全幾何非線形性 *=3* 時間=0以降の簡易微小ひずみ定式化（実現象に即していない定式化）。 *= 4*（デフォルト） 完全幾何非線形性（/DT/BRICK/CSTによる影響はありません） *=10* ラグランジュ型全ひずみ。 *= 11* *t*= 0からの全微小ひずみ定式化 *= 12* Radioss Engine（/DT/BRICK/CST）で全微小ひずみ定式化に切り替えが可能なLagrangeタイプ全ひずみ （整数）	
I_{cpre}*CPRE*	定圧定式化フラグ I_{solid}*SOLID* = 14、17、18または24の場合にのみ有効 *= -2* プロパティ(I_{cpre}*CPRE*)で定義された値を、要素タイプと材料法則に基づいた最適な値で上書きします。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= -1 要素タイプと材料則を基に最適な値を自動的に定義し、I_{cpre}*CPRE*=0を定義したプロパティのみ上書きします。 *= 0* I_{solid}*SOLID*の値にもとづいて、1または3を設定します。 *= 1*（*Isolid = 17*の場合のデフォルト） 体積ロックを阻止するための定圧定式化。$\nu \approx 0.5$である非圧縮性材料に使用。 *= 2* 使用される定式化は塑性の関数。これにより、材料が圧縮性である際の弾性領域および材料が非圧縮性になる際の塑性領域の正しいモデリングが可能に。弾塑性材料則に対してのみ使用できます。 *= 3*（I_{solid}*SOLID=14*または*24*の場合のデフォルト） 定圧なしの標準の定式化。フォームのような圧縮材料と使用。 （整数）	
I_{tetra4}	4節点四面体要素定式化フラグ *= 0* 1000に設定 *= 1* 節点ごとの6種類の自由度と4つの積分点を伴う2次式による/TETRA4定式化 *= 3* 節点圧力平均をともなう線形TETRA4。体積ロックを低減。 *= 1000* 1つの積分点を伴う線形/TETRA4定式化 （整数）	
$I_{tetra10}$	10節点四面体要素定式化フラグ *= 0* 1000に設定 *= 2* 4つの積分点および、/DT1/BRICKをともなう/TETRA4と同じ時間ステップの2次式による/TETRA10定式化。 *= 3* 4つの積分点および/TETRA4と同じ時間ステップを伴う2次式による/TETRA10定式化（形状の悪い要素に対する安定性が低い）。 *= 1000* 4つの積分点を伴う2次式による/TETRA10定式化	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	
I_{mas}*MAS*	節点質量分配（要素ごと）フラグ tetra4およびtetra10要素専用 *= 0* 2に設定 *=1* 節点質量角度を考慮して分配 *= 2*（デフォルト） 均一に分配 （整数）	
I_{frame}*FRAME*	要素座標系定式化フラグ 標準8節点3次元ソリッドのみ：*Isolid* = 1、2または17。 *= -2* プロパティ(I_{frame}*FRAME*定義)で定義された値を、要素タイプと材料法則に基づいた最適な値で上書きします。 *= -1* 要素タイプと材料則を基に最適な値を自動的に定義し、I_{frame}*FRAME*=0を定義したプロパティのみ上書きします。 *= 0* 1に設定 *= 1*（デフォルト） 非共回転定式化。 *=2* 共回転定式化。 （整数）	

コメント

1. このカードは1回だけ読み取られます。モデルに書き込まれた最初のカードの`/DEF_SOLID`のみが使用されます。もう一方のカード`/DEF_SOLID`は無視されます。
2. 自動設定オプションI_{smstr}*SMSTR* = I_{cpre}*CPRE* = I_{frame}*FRAME*=-1を使用すると、これらのオプションの値は、要素の定式化、要素タイプ、および材料に基づく最適なオプションが使用されます。または、I_{smstr}*SMSTR* = I_{cpre}*CPRE* = I_{frame}*FRAME*=-2を指定すると、このプロパティで定義されたこれらのオプションの値は、要素タイプおよび材料則に基づく最適な値 (`/DEF_SOLID`) で上書きされます。Radiossで指定された値を確認する場合、Starter出力ファイルの"PART ELEMENT/MATERIAL PARAMETER REVIEW" セクションを確認します。
3. これらの入力オプションの詳細については、/PROP/SOLID内のコメントをご参照ください。

4. I_{smstr}*SMSTR* = -1,-2、I_{cpre}*CPRE*=-1, -2 または -2; または I_{frame}*FRAME*= -1, -2の場合、異なる材料に基づく場合は、最適なプロパティ値が自動的に設定されます。

- フォーム: [1]

材料	要素	I_{solid}*SOLID*	I_{smstr}*SMSTR*	I_{cpre}*CPRE*	I_{frame}*FRAME*	I_{HKT}*HKT*	*h*
LAW33	HEXA	24/18	2	3	2	1	0
	TETRA4/TETRA10	--	2	0	1	1	0
LAW38	HEXA	24/18	10	3	2	0	0
	TETRA4/TETRA10	--	10	0	1	0	0
LAW70	HEXA	24/18	11	3	2	0	0
	TETRA4/TETRA10	--	11	0	1	0	0
LAW90	HEXA	24/18	12	3	2	0	0
	TETRA4/TETRA10	--	12	0	1	0	0

- ゴム: [1]

材料	要素	I_{solid}*SOLID*	I_{smstr}*SMSTR*	I_{cpre}*CPRE*	I_{frame}*FRAME*	I_{HKT}*HKT*	*h*
LAW40	HEXA	24/18	2	3	2	0	0
	TETRA4/TETRA10	--	2	0	1	0	0
LAW42	HEXA	24/18	10	1	2	0	0
	TETRA4/TETRA10	--	10	0	1	0	0
LAW69	HEXA	24/18	10	1	2	0	0
	TETRA4/TETRA10	--	10	-1	1	0	0
LAW88	HEXA	24/18	10	1	2	0	0
	TETRA4/TETRA10	--	10	0	1	0	0

- 弾塑性材料: [1]

材料	要素	I_{solid}*SOLID*	I_{smstr}*SMSTR*	I_{cpre}*CPRE*	I_{frame}*FRAME*	I_{HKT}*HKT*	*h*
LAW1	HEXA	24	2	3	2	1	0
	HEXA	18	2	3	2	0	0
	TETRA4/TETRA10	--	2	0	1	0	0

材料	要素	I_{solid} SOLID	I_{smstr} SMST	I_{cpre} CPRE	I_{frame} FRAM	I_{HKT} HKT	*h*
LAW2	HEXA	24	2	2	2	1	0
	HEXA	18	2	2	2	0	0
	TETRA4/TETRA10	--	2	0	1	0	0
LAW36, LAW44	HEXA	24	2	2	2	1	0
	HEXA	18	2	2	2	0	0
	TETRA4/TETRA10	--	2	0	1	0	0

- 直交異方性材料:

材料	要素	I_{solid} SOLID	I_{smstr} SMST	I_{cpre} CPRE	I_{frame} FRAM	I_{HKT} HKT	*h*	*dn*
LAW28	HEXA	1	1	-1	2	0	0	0
	HEXA	18	1	3	2	0	0	0
	TETRA4/ TETRA10	--	1	-1	1	0	0	0
LAW50	HEXA	1	1	-1	1	0	0	0
	HEXA	18	1	2	2	0	0	0
	TETRA4/ TETRA10	--	1	-1	1	0	0	0

1. I_{solid}*SOLID*=24を使用したヘキサ要素の場合、*dn*は、自動的に0.1に設定。I_{solid}*SOLID*=18を使用したヘキサ要素の場合、*dn*は、自動的に0に設定。

/DEFAULT/INTER/TYPE2

ブロックフォーマットのキーワード
インターフェースタイプ2のデフォルト値を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/DEFAULT/INTER/TYPE2									
空白									
		*Ignore*IGNO	*Spot*$_{flag}$FLA		*I*$_{search}$SEARC	*I*$_{del2}$DEL2			

Spot$_{flag}$*FLAG*=25、27または28の場合、この入力を読み込みます:

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
						I$_{stf}$*STF*			

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
IgnoreIGNORE	メインセグメントが見つからない場合にセカンダリ節点を無視することを意味するフラグ。13 14 *=0* 1000に設定 *=1* Starter実行中にメインセグメントが見つからなかったセカンダリ節点を、インターフェースから削除します。 *=2* *dsearch*= 0の場合、新しい*dsearch*の計算で、Starter実行中にメインセグメントが見つからなかったセカンダリ節点は、インターフェースから削除されます 。 *=3* *dsearch*= 0の場合、新しい*dsearch*の計算で、Starter実行中にメインセグメントが見つからなかったセカンダリ節点は、インターフェースから削除されます 。 = *1000*(デフォルト) セカンダリ節点は削除されません。 (整数)	

フィールド	内容	**SI** 単位の例
Spot$_{flag}$FLAG	スポット溶接定式化フラグ 4 5 6 7 8 12 *=0* /CAAが使用されている場合は、4に設定します。 /CAAが使用されていない場合は、5に設定します。 *=1* スポット溶接またはリベットに合わせて定式化を最適化します。 *=2* 標準の定式化と同じ定式化。階層レベルの使用時に必須です。節点時間ステップ/DT/NODA/CSTとの適合性はありません。 *=4* デフォルト。*/CAA*が使用されている場合。 回転の自由度は伝達されません(シェルが使用されている場合)。節点時間ステップ/DT/NODA/CSTとの適合性はありません。 *=5* デフォルト。*/CAA*が使用されていない場合。 標準の定式化。 *= 20、21、22* 破壊を伴う定式化節点時間ステップ/DT/NODA/CSTとの適合性はありません。応力は、節点周囲の"等価"なサーフェスに従って、セカンダリ節点ごとに計算されます。等価なサーフェスは、次のように定義されます。 **=20** 節点に結合されたシェルおよびソリッド表面を使用して計算されたサーフェス。 **=21** 節点に結合されたシェルのみを使用して計算されたサーフェス。 **=22** 節点に結合されたソリッド表面のみを使用して計算されたサーフェス。 *=25* ペナルティの定式化(推奨されません)。 19 *=27* 非適合の運動条件が生じる場合、ペナルティ定式化に自動的に切り替えるSpot$_{flag}$FLAG =5に類似した運動条件定式化。 20 *=28* 非適合の運動条件が生じる場合、ペナルティ定式化に自動的に切り替えるSpot$_{flag}$FLAG =1に類似した運動条件定式化。 20 *=30* メインセグメントの3次曲率を使用した定式化。節点時間ステップ/DT/NODA/CSTとの適合性はありません。 (整数)	

フィールド	内容	**SI** 単位の例
I_{search}*SEARCH*	最も近いメインセグメントを検索するための、検索定式化フラグ *=0* 2に設定 *=1* 古い定式化（旧バージョンのみに使用） *= 2*（デフォルト） 新しい改良された定式化 （整数）	
I_{del2}*DEL2*	節点削除フラグ。9 10 16 *=0* 1000に設定 *=1* メインセグメントにリンクされたすべての要素が削除された場合、セカンダリ節点への運動条件は無くなります。（セカンダリ節点はインターフェースから削除されます。） *=2* メイン要素が削除された場合、セカンダリ節点への運動条件は無くなります。（セカンダリ節点はインターフェースから削除されます。） *= 1000*（デフォルト） 削除しません。 （整数）	
I_{stf}*STF*	インターフェース剛性定義フラグ 17 ペナルティ定式化でのみ使用されます（$Spot_{flag}$*FLAG*=25, 27または28） *=0* 2に設定 *=1* ペナルティ剛性は、メイン剛性です。 *= 2*（デフォルト） ペナルティ剛性は、メインおよびセカンダリ剛性の平均値です。 *=3* ペナルティ剛性は、メインおよびセカンダリ剛性の最大値です。 *=4* ペナルティ剛性は、メインおよびセカンダリ剛性の最小値です。 *=5* ペナルティ剛性は、直列のメインおよびセカンダリ剛性です。	

フィールド	内容	**SI** 単位の例
	（整数）	

/DEFAULT/INTER/TYPE7

ブロックフォーマットのキーワード
インターフェースタイプ7のデフォルト値を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/DEFAULT/INTER/TYPE7									
空白									
		I_{stf}STF		I_{gap}GAP		I_{bag}BAG	I_{del}DEL		
空白									
								Irem_gap	Irem_i2

必要なフィールド

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
空白									
			InactiINAC1						
				I_{form}FORM					

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
I_{stf}STF	インターフェース剛性定義フラグ 5 SPHでは、I_{stf}STF=0と=1のみ可能。 *=0* 1000に設定します。 *=1* インターフェース剛性は、StfacSTFACとして入力されます。 *=2* インターフェース剛性は、メインおよびセカンダリ剛性の平均です。 *=3* インターフェース剛性は、メインおよびセカンダリ剛性の最大値です。 *=4* インターフェース剛性は、メインおよびセカンダリ剛性の最小値です。	

フィールド	内容	**SI** 単位の例
	=5 インターフェース剛性は、直列のメインおよびセカンダリ剛性です。 *= 1000*（デフォルト） インターフェース剛性はメイン側の剛性のみに基づいてのみ計算されます。 （整数）	
I_{gap}*GAP*	ギャップ/要素オプションフラグ 13 *=0* 1000に設定します。 *=1* 可変ギャップは被衝撃メインサーフェスおよび衝撃セカンダリ節点の特性に応じて変化します。 *=2* 計算するギャップの可変ギャップ + ギャップスケール補正 *=3* 可変ギャップ+算出されたギャップのギャップスケール修正+初期貫通回避のために考慮されるメッシュサイズ *= 1000*（デフォルト） 一定のギャップ；最小ギャップGap_{min}と一致 （整数）	
I_{bag}*BAG*	接触時のエアバッグベントホール閉鎖フラグ *=0* 1000に設定します。 *=1* 閉鎖 *= 1000*（デフォルト） 閉鎖なし （整数）	
I_{del}*DEL*	節点およびセグメントの削除フラグ。 *=0* 1000に設定します。 *=1* 1つのセグメントに関連付けられたすべての要素4節点シェル、3節点シェル、ソリッド）が削除されると、メイン側の面からそのセグメントを削除します。このセグメントはEngineファイルでRadioss Engineキーワード/DELを使用した明示的な削除の場合にも、削除されます。	

フィールド	内容	**SI** 単位の例
	さらに、結合されていない節点をインターフェースのセカンダリ側から削除します。 *=2* 4節点シェル、3節点シェル、またはソリッド要素が削除されると、メイン側の面から、対応するセグメントを削除します。このセグメントはEngineファイルでRadioss Engineキーワード`/DEL`を使用した明示的な削除の場合にも、削除されます。 さらに、結合されていない節点をインターフェースのセカンダリ側から削除します。 *=-1* 結合されていない節点をインターフェースのセカンダリ側から削除する以外は、=1と同様です。 *=-2* 結合されていない節点をインターフェースのセカンダリ側から削除する以外は、=2と同様です。 *= 1000*（デフォルト） 削除しません。 （整数） 注: $I_{del}DEL$=1および-1は、$I_{del}DEL$=2および-2と比較してCPUコストが高くなります。	
Irem_gap	自己接触において要素サイズがギャップ値より小さい場合にセカンダリ節点を非アクティブ化するためのフラグ 24 *=0* 1に設定 *= 1*（デフォルト） セカンダリ節点の非アクティブ化なし *=2* セカンダリ節点の非アクティブ化あり （整数）	
Irem_i2	インターフェースTYPE2で同じ接触ペア（節点）が定義されている場合に、セカンダリ節点を非アクティブにするためのフラグ。 *=0* `/IMPLICIT`が定義されている場合は1に設定。 陽解法解析の場合、3に設定 *=1* 陰解法解析のデフォルト（*`/IMPLICIT`*が定義されている場合） `/INTER/TYPE2`タイド接触内のセカンダリ節点は、この接触から削除されます。	

フィールド	内容	**SI** 単位の例
	=3 陽解法解析のデフォルト セカンダリ節点に変更なし。	
InactiINACTI	初期貫通時の剛性の非アクティブ化フラグ *=0* 1000に設定されます。 *=1* 節点の剛性を非アクティブ化します。 *=2* 要素の剛性を非アクティブ化します。 *=3* 初期貫通が発生しないように、節点の座標を変更します。 *=5* ギャップは時間とともに変化し、初期ギャップは次のように調整されます: $gap_0 = Gap - P_0$ ここで P_0 は初期貫通 *=6* ギャップは時間とともに変化しますが、初期ギャップは次のように調整されます(節点の貫通が少し解除されます): $gap_0 = Gap - P_0 - 5\% \cdot (Gap - P_0)$ *= 1000*(デフォルト) 処理なし (整数)	
I_{form}*FORM*	摩擦ペナルティ定式化のタイプ。20 21 22 *=0* 1に設定 *= 1*(デフォルト) 粘性(合計)の定式化。 *=2* 剛性(増分)の定式化。 (整数)	

/DEFAULT/INTER/TYPE11

ブロックフォーマットのキーワード
インターフェースタイプ11のデフォルト値を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/DEFAULT/INTER/TYPE11									
空白									
		I_{stf}STF		I_{gap}GAP		Irem_gap	I_{del}DEL		
								I_{form}FORM	
空白									
			InactiINACT						

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
I_{stf}STF	剛性定義フラグ *= 0* 5に設定します。 *= 1* インターフェース剛性は、*StfacSTFAC*として入力されます。 *=2* インターフェース剛性は、メインおよびセカンダリ剛性の平均です。 *=3* インターフェース剛性は、メインおよびセカンダリ剛性の最大値です。 *=4* インターフェース剛性は、メインおよびセカンダリ剛性の最小値です。 *= 5*（デフォルト） インターフェース剛性は、直列のメインおよびセカンダリ剛性です。 （整数）	
I_{gap}GAP	ギャップ/要素オプションフラグ *= 0* 1000に設定	

フィールド	内容	**SI** 単位の例
	= 1 ギャップは被衝撃メインラインおよび衝撃セカンダリ節点の特性に応じて変化します。 *= 3* ギャップは被衝撃メインラインおよび衝撃セカンダリ節点の特性に応じて変化し、ギャップは要素のサイズで考慮されます。 *= 1000*（デフォルト） ギャップは一定で、Gap_{min}*min*と一致 （整数）	
Irem_gap	自己接触において要素サイズがギャップ値より小さい場合に隣接セカンダリラインセグメントを非アクティブ化するためのフラグ。 *= 0* 1に設定 *= 1*（デフォルト） セカンダリラインセグメントの非アクティブ化なし。 *= 2* 隣接セカンダリラインセグメントを非アクティブ化。 （整数）	
I_{del}*DEL*	節点およびセグメントの削除フラグ。6 *= 0* 1000に設定 *= 1* 1つのセグメントに関連付けられたすべての要素（4節点シェル、3節点シェル、ソリッド、ビーム、トラス、スプリング）が削除されると、そのセグメントはインターフェースから削除されます。このセグメントはEngineファイルでRadioss Engineキーワード/DELを使用した明示的な削除の場合にも、削除されます。 さらに、結合されていない節点もインターフェースから削除されます。 *= 2* 要素（4節点シェル、3節点シェル、ソリッド、ビーム、トラス、スプリング）が削除されると、対応するセグメントがインターフェースから削除されます。このセグメントはEngineファイルでRadioss Engineキーワード/DELを使用した明示的な削除の場合にも、削除されます。 さらに、結合されていない節点もインターフェースから削除されます。 *= -1* 結合されていない節点をインターフェースのセカンダリ側から削除する以外は、=1と同様です。	

フィールド	内容	**SI** 単位の例
	= -2 結合されていない節点をインターフェースのセカンダリ側から削除する以外は、=2と同様です。 *= 1000*（デフォルト） 削除しません。 （整数）	
I_{form}*FORM*	摩擦ペナルティ定式化のタイプ。17 *= 0* 1に設定 *= 1*（デフォルト） 粘性（合計）の定式化。 *= 2* 剛性（増分）の定式化。 （整数）	
InactiINACTI	剛性の非アクティブ化フラグ 13 *= 0* 1000に設定 *= 1* 節点の剛性を非アクティブ化します。 *= 2* 要素の剛性を非アクティブ化します。 *= 3* 初期貫通が発生しないように、節点の座標を変更します。 *= 5* ギャップは時間と共に変化し、初期ギャップは次のように計算されます： $gap_0 = Gap - P_0$ ここで、P_0は初期貫通 *= 6* ギャップは時間経過により変化し、初期貫通は下記のように計算されます（節点がわずかに貫通を受けます）： $gap_0 = Gap - P_0 - 5\% \cdot (Gap - P_0)$ *= 1000*（デフォルト） 処理を実行しません。 （整数）	

/DEFAULT/INTER/TYPE19

ブロックフォーマットのキーワード
インターフェースタイプ19のデフォルト値を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/DEFAULT/INTER/TYPE19									
空白									
		I_{stf}STF		I_{gap}GAP	I_{edge}EDGE	I_{bag}BAG	I_{del}DEL		
空白									
								Irem_gap	*Irem_i2*

必要なフィールド

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
空白									
			InactiINACT						
				I_{form}FORM					

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
I_{stf}STF	剛性定義フラグ 9 *= 0* 1000に設定 *= 1* インターフェース剛性は、*StfacSTFAC*として入力されます。 *=2* インターフェース剛性は、メインおよびセカンダリ剛性の平均です。 *=3* インターフェース剛性は、メインおよびセカンダリ剛性の最大値です。 *=4* インターフェース剛性は、メインおよびセカンダリ剛性の最小値です。 *=5* インターフェース剛性は、直列のメインおよびセカンダリ剛性です。	

フィールド	内容	**SI** 単位の例
	= 1000（デフォルト） 節点-サーフェス接触の場合、インターフェース剛性はメイン剛性にのみ基づきます。 エッジ－エッジ接触の場合、インターフェース剛性は、直列のメインおよびセカンダリ剛性です。 （整数）	
I_{gap}*GAP*	ギャップ/要素オプションフラグ *= 0* 1000に設定します。 *= 1* ギャップは被衝撃メインサーフェスおよび衝撃セカンダリ節点の特性に応じて変化します。 *= 3* 可変ギャップ+算出されたギャップのギャップスケール修正+初期貫通回避のために考慮されるメッシュサイズ *= 4* 要素サイズ < ギャップである場合、節点-サーフェス接触は、可変ギャップ + 算出されたギャップのギャップスケール修正 + 近傍のセカンダリ節点の非アクティブ化を使用します。エッジ接触は、一定接触ギャップGap_{min}*min*を使用します。 *= 1000*（デフォルト） ギャップは一定で、最小ギャップと一致します。 （整数）	
I_{edge}*EDGE*	エッジとエッジの接触のフラグ 24 **= 0** 2に設定 **= 1** 定義されているサーフェスの外部エッジのみが生成されます。 **= 2**（デフォルト） 定義されているサーフェスのすべてのセグメントエッジが生成されます。 （整数）	
I_{bag}*BAG*	接触時のエアバッグベントホール閉鎖フラグ **= 0** 2に設定 **= 1** 閉鎖 **= 2**（デフォルト） 閉鎖無し	

フィールド	内容	**SI** 単位の例
	（整数）	
I_{del}*DEL*	節点およびセグメントの削除フラグ。6 *= 0* 1000に設定 *= 1* 1つのセグメントに関連付けられたすべての要素4節点シェル、3節点シェル、ソリッド）が削除されると、メイン側の面からそのセグメントを削除します。このセグメントはEngineファイルでRadioss Engineキーワード/DELを使用した明示的な削除の場合にも、削除されます。 さらに、結合されていない節点をインターフェースのセカンダリ側から削除します。 *= 2* 4節点シェル、3節点シェル、またはソリッド要素が削除されると、メイン側の面から、対応するセグメントを削除します。このセグメントはEngineファイルでRadioss Engineキーワード/DELを使用した明示的な削除の場合にも、削除されます。 さらに、結合されていない節点をインターフェースのセカンダリ側から削除します。 *= 1000*（デフォルト） 削除しません。 *= -1* 結合されていない節点をインターフェースのセカンダリ側から削除する以外は、=1と同様です。 *= -2* 結合されていない節点をインターフェースのセカンダリ側から削除する以外は、=2と同様です。 （整数）	
Irem_gap	自己接触において要素サイズがギャップ値より小さい場合にセカンダリ節点を非アクティブ化するためのフラグ *= 0* 1に設定 *= 1*（デフォルト） セカンダリ節点の非アクティブ化なし *= 2* セカンダリ節点の非アクティブ化あり （整数）	
Irem_i2	/INTER/TYPE2で同じ接触ペア（節点）が定義されている場合に、セカンダリ節点を非アクティブにするためのフラグ。	

フィールド	内容	**SI** 単位の例
	= 0 /IMPLICITが定義されている場合は1に設定。 陽解法の場合は3に設定。 *= 1*（陰解法のデフォルト：*/IMPLICIT*が定義されている場合） /INTER/TYPE2タイド接触内のセカンダリ節点は、この接触から削除されます。 *= 3*（陽解法のデフォルト） セカンダリ節点に変更なし。 （整数）	
InactiINACTI	初期貫通時の剛性の非アクティブ化フラグ 19 *= 0* 1000に設定します。 *= 1* 節点の剛性を非アクティブ化します。 *= 2* 要素の剛性を非アクティブ化します。 *= 3* 初期貫通が発生しないように、節点の座標を変更します。 *= 5* ギャップは時間と共に変化し、初期ギャップは次のように計算されます： $gap_0 = Gap - P_0$ ここで、P_0は初期貫通 *= 6* ギャップは時間経過により変化し、初期貫通は下記のように計算されます（節点がわずかに貫通を受けます）： $gap_0 = Gap - P_0 - 5\% \cdot (Gap - P_0)$ *= 1000*（デフォルト） 処理を実行しません。 （整数）	
I_{form}*FORM*	摩擦ペナルティ定式化のタイプ。 **= 0** 1に設定 **= 1**（デフォルト） 粘性（合計）の定式化。 **= 2** 剛性（増分）の定式化。 （整数）	

/DEFAULT/INTER/TYPE24

ブロックフォーマットのキーワード
/INTER/TYPE24のデフォルト値定義

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/DEFAULT/INTER/TYPE24									
空白									
		I_{stf}STF			Irem_i2		I_{del}DEL		
			I_{edge}EDGE						
				I_{gap0}GAP0	I_{pen0}				

必要なフィールド

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
空白									
			InactiINAC1						
空白									

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
I_{stf}STF	インターフェース剛性定義フラグ *= 0* 1000に設定 *=2* インターフェース剛性は、メインおよびセカンダリ剛性の平均です。 *=3* インターフェース剛性は、メインおよびセカンダリ剛性の最大値です。 *=4* インターフェース剛性は、メインおよびセカンダリ剛性の最小値です。 *=5* インターフェース剛性は、直列のメインおよびセカンダリ剛性です。	

フィールド	内容	**SI** 単位の例
	6 インターフェース剛性は、陰解法解析で収束を向上させるために特別な調整が施されたメインおよびセカンダリ剛性の最小値です。 *= 12* Nitsche法は、メインおよびセカンダリ剛性の平均で使用されます。 *= 13* Nitsche法は、メインおよびセカンダリ剛性の最大値で使用されます。 *= 14* Nitsche法は、メインおよびセカンダリ剛性の最小値で使用されます。 *= 1000*（デフォルト） インターフェース剛性はメイン側の剛性のみに基づきます。 （整数）	
Irem_i2	インターフェースTYPE2で同じ接触ペア（節点 / セグメント）が定義されている場合に、セカンダリ節点を非アクティブにするためのフラグ。 *=0* 1に設定 *= 1*（デフォルト） `/INTER/TYPE2`タイド接触内のセカンダリ節点は、この接触から削除されます。 *=3* セカンダリ節点に変更なし。	
I_{del}*DEL*	節点およびセグメントの削除フラグ。 *= 0* 1000に設定 *= 1* 1つのセグメントに関連付けられたすべての要素4節点シェル、3節点シェル、ソリッド）が削除されると、メイン側の面からそのセグメントを削除します。このセグメントはEngineファイルでRadioss Engineキーワード`/DEL`を使用した明示的な削除の場合にも、削除されます。 さらに、結合されていない節点をインターフェースのセカンダリ側から削除します。 *= 2* 4節点シェル、3節点シェル、またはソリッド要素が削除されると、メイン側の面から、対応するセグメントを削除します。このセグメントはEngineファイルでRadioss Engineキーワード`/DEL`を使用した明示的な削除の場合にも、削除されます。 さらに、結合されていない節点をインターフェースのセカンダリ側から削除します。	

フィールド	内容	**SI** 単位の例
	= 1000（デフォルト） 削除しません。 注: I_{del}*DEL*を使用すると、CPUコストが高くなります。	
I_{edge}*EDGE*	エッジ定義フラグ *= 0* 1000に設定 *= 1* エッジとエッジの接触は、*surf_ID*$_1$*surf_ID*$_1$および*surf_ID*$_2$*surf_ID*$_2$からの外部境界エッジおよび接触セグメント間の鋭角エッジを使用してアクティブ化されます。 *= 1000*（デフォルト） エッジとエッジの接触なし。 （整数）	
I_{gap0}*GAP0*	フリーエッジ上のセカンダリシェル節点のギャップ修正フラグ。 *= 0* 1000に設定 *= 1* セカンダリシェル節点のギャップを0に設定します。 *= 1000*（デフォルト） 変更なし。 （整数）	
I_{pen0}	初期貫通検出フラグ *= 0* 1000に設定 *= 1* 各パートでの自己接触を含む *= 1000*（デフォルト） 各パートでの自己接触は除外 （整数）	
InactiINACTI	初期貫通フラグ *= 0* 1000に設定	

フィールド	内容	**SI** 単位の例
	= -1 すべての初期貫通が考慮されます。 *= 5* メインセグメントは初期貫通値P_0でシフトされるため、$P \geq P_0$の場合は、$P' = P - P_0$になります。ここで、P_0は初期貫通です。 *= 1000*（デフォルト） ごく小さい初期貫通（1.0e-08）のみが考慮されます。 （整数）	

/DEFAULT/INTER/TYPE25

ブロックフォーマットのキーワード
/INTER/TYPE25のデフォルト値定義

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/DEFAULT/INTER/TYPE25									
空白									
		I_{stf}STF		I_{gap}GAP	Irem_i2		I_{del}DEL	I_{edge}EDGE	
空白									
				I_{gap0}GAP0	I_{shape}				

必要なフィールド

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
空白									
		InactiINACT							
空白									

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
I_{stf}STF	インターフェース剛性定義フラグ *=0* 1000に設定 *2* インターフェース剛性は、メインおよびセカンダリ剛性の平均です。 *3* インターフェース剛性は、メインおよびセカンダリ剛性の平均です。 *4* インターフェース剛性は、メインおよびセカンダリ剛性の最小値です。 *5* インターフェース剛性は、直列のメインおよびセカンダリ剛性です。 *= 1000*（デフォルト） インターフェース剛性はメイン側の剛性のみに基づきます。	

フィールド	内容	**SI** 単位の例
	（整数）	
I_{gap}*GAP*	ギャップ/要素オプションフラグ *=0* 1に設定されます。 *= 1*（デフォルト） 可変ギャップは被衝撃メインサーフェスおよび衝撃セカンダリ節点の特性に応じて変化します。 *=2* 可変ギャップ + `/INTER/TYPE7`で自己接触が*Irem_gap*=2と同様である場合、要素サイズがギャップ値より小さいと、セカンダリ節点を非アクティブ化 *=3* 可変ギャップ+初期貫通回避のために考慮されるメッシュサイズ （整数）	
I_{shape}	自由エッジに沿ったギャップの形状を定義するフラグ *= 0* 1に設定 *= 1*（デフォルト） 正方形ギャップ *= 2* 円形ギャップ	
Irem_i2	インターフェースTYPE2で同じ接触ペア（節点）が定義されている場合に、セカンダリ節点を非アクティブにするためのフラグ。 *=0* 1に設定します。 *= 1*（デフォルト） `/INTER/TYPE2`タイド接触内のセカンダリ節点は、この接触から削除されます。 *=3* セカンダリ節点に変更なし。	
I_{del}*DEL*	*=0* 1000に設定します。 *= 1* 1つのセグメントに関連付けられたすべての要素4節点シェル、3節点シェル、ソリッド）が削除されると、メイン側の面からそのセグメントを削	

フィールド	内容	**SI** 単位の例
	除します。このセグメントはEngineファイルでRadioss Engineキーワード/DELを使用した明示的な削除の場合にも、削除されます。 さらに、結合されていない節点をインターフェースのセカンダリ側から削除します。 *= 2* 4節点シェル、3節点シェル、またはソリッド要素が削除されると、メイン側の面から、対応するセグメントを削除します。このセグメントはEngineファイルでRadioss Engineキーワード/DELを使用した明示的な削除の場合にも、削除されます。 さらに、結合されていない節点をインターフェースのセカンダリ側から削除します。 *= 1000*（デフォルト） 削除しません。	
I_{edge}*EDGE*	エッジ接触オプション。*surf_ID*$_1$と*surf_ID*$_1$から自動的に抽出されたメインエッジとセカンダリエッジの間で接触が発生します。ソリッドの外側サーフェスのシャープエッジは、角度*Edge_angle*を用いて定義します。 *= 0* /DEFAULT/INTER/TYPE25で定義した値に設定されます。 *= 1* セカンダリおよびメインエッジは、シェルセグメントの外部境界エッジ。ソリッド要素のエッジ接触はありません。 *= 11* セカンダリエッジは、ソリッドの外側セグメントとシェルセグメントの境界エッジ。メインエッジは、ソリッドの外側セグメントのすべてのエッジとシェルセグメントの境界エッジ。 *= 13* セカンダリエッジは、ソリッドの外側セグメントとシェルセグメントの境界エッジ。メインエッジは、ソリッドの外側セグメントのすべてのエッジとすべてのシェルセグメント。 *= 22* セカンダリおよびメインエッジは、ソリッドの外側セグメントのすべてのエッジとシェルセグメントのすべてのエッジ。 *= 1000*（デフォルト） エッジとエッジの接触なし。 （整数）	
I_{gap0}*GAP0*	フリーエッジ上のセカンダリシェル節点のギャップ修正フラグ。 *=0* 1000に設定します。	

フィールド	内容	**SI** 単位の例
	= 1 セカンダリシェル節点のギャップを0に設定します。 *= 1000*（デフォルト） 変更なし。 （整数）	
InactiINACTI	初期貫通フラグ *=0* 1000に設定します。 *= -1* すべての初期貫通が考慮されます。 *= 5* メインセグメントは初期貫通値P_0でシフトされます。 $P \geq P_0$の場合は、$P' = P - P_0$になります。ここで、P_0は初期貫通です。 *= 1000*（デフォルト） ごく小さい初期貫通（1.0e-08）のみが考慮されます。 （整数）	

/IMPLICIT

ブロックフォーマットのキーワード
このオプションを使用すると、陰解法計算に適したデフォルト値への変更が可能になります。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/IMPLICIT									

変更される値

オプション	名称	内容	New Value
/DEF_SHELL	I_{plas}PLAS	シェル平面応 力塑性フラグ	1（3ニュートン反復 計算を伴う反復投影）
	I_{shell}SHELL	シェル定式化フラグ	24
	I_{dril}DRIL	回転自由度剛性フラグ	1
/DEF_SOLID	I_{solid}SOLID	ソリッド定式化フラグ	14
/INTER/TYPE7	Irem_i2	セカンダリ節点の 非アクティブ化フラグ	1

コメント

1. 特定のオプションにおいていくつかのデフォルト値が異なります。/SPMD（廃止）および/INTER/TYPE24をご参照ください。

/SPHGLO

ブロックフォーマットのキーワード
SPHグローバルパラメーターを記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/SPHGLO									
α_{sort}		*Maxsph*	*Lneigh*	*Nneigh*	*Isol2sph*				

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
α_{sort}	各粒子について実際以上の隣接要素を見つけるために隣接要素検索時に使用するセキュリティ係数です。これにより、計算時間を短縮することができます。1 最大値は0.5に設定 デフォルト = 0.25（実数）	
Maxsph	一度に生成できるゴースト粒子の最大数です。ゴースト粒子を生成する目的でメモリを割り当てるために使用します。v14.0.220以降、この入力は無視され、メモリは動的に割り当てられます。2 （整数）	
Lneigh	SPH近似に考慮される隣接要素の最大数です。 デフォルト = 120（*Nneigh* = 0の場合） そうでない場合 = max(120,*Nneigh*) （整数）	
Nneigh	最大隣接要素数 デフォルト = 120（整数）	
Isol2sph	Sol2SPHのための粒子アクティブ化プロセス法。7 = *0*（デフォルト） 1に設定 *=1* パートに基づいた要素から粒子へのスイッチ	

フィールド	内容	**SI** 単位の例
	=2 サブセットに基づいた粒子への要素のスイッチ	

コメント

1. α_{sort} は、各粒子について実際以上の隣接要素を見つけるために隣接要素検索時に使用するセキュリティ係数です。これにより、計算時間を短縮することができます。

   ただし、セキュリティ距離内で見つかる隣接要素の数が過度に多くならないようにする必要があります。

   初期ネットに対して2hの距離にある隣接要素の横の隣接要素数を保持できるように(ここで、hはプロパティで定義するスムージング長)、α_{sort}の値を設定することを推奨します。

   この推奨内容に従うと、ネットが六方格子でhがネットへ流入する2つの粒子間の最短距離である場合は、α_{sort}=0.25(デフォルト値)となります。
2. *Maxsph*は、一度に生成できるゴースト粒子の最大数です。ゴースト粒子を生成する目的でメモリを割り当てるために使用します。

   v14.0.220以降、*Maxsph*は無視され、メモリは動的に割り当てられます。

   *Maxsph*のデフォルト値は、SPH対称条件の数に粒子数を掛けた値です。これは、すべての粒子が各条件に対して対称化され、すべての問題を十分処理できる場合に相当します。

   *Maxsph*にはデフォルト値を使用することを推奨します。

   ただし、一般的にはすべての粒子を各条件に対して対称化する必要はありません。条件によっては、*Maxsph*のデフォルト値を使用することで、必要なメモリが過度に大きく見積もられる場合があります(生成される最大ゴースト粒子数をご参照ください)。
3. *Nneigh*は各粒子の周囲にあってメモリに保存する必要がある隣接要素の最大数です。

   これにより、各バケットソートのセキュリティ距離内にある隣接要素を保存するために使用できるメモリが決定されます(保存される隣接要素の最大数をご参照ください)。
4. *Lneigh*はそれぞれの粒子周りの SPH近似に加わる粒子数の最大値を決めます。1つの粒子周りのSPH 近似に加わる粒子の数は、一般的に粒子の直径hに依存しますが、*Lneigh*に制限されます。
5. *Nneigh*が120より小さい場合、 *Nneigh*は120に設定されます。

   *Nneigh*が0以外で、*Lneigh*より小さい場合、*Nneigh*は*Lneigh*に設定されます。
6. *Nneigh* > *Lneigh*と設定することで、粒子の並べ替えの頻度を減らすことができます。
7. Sol2sphの場合:

   Isol2sph=1である際、メインソリッド要素の解放されていない粒子が別のパートに属する別のソリッド要素の任意の粒子の相互作用距離の範囲内にある場合は、両方のメインソリッド要素が削除され、関連する粒子が解放されます。

   Isol2sph=2である際は、ソリッド要素が異なるサブセットに属する場合にのみ、スイッチがアクティブになります。

See Also

粒子法流体力学(SPH)

Solid to SPHオプション(Sol2SPH)

SPH Cell Distribution (Theory Manual)

/STAMPING

ブロックフォーマットのキーワード
このオプションを使用すると、スタンピングアプリケーションにとって適切なエラーメッセージを出力できます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/STAMPING									

計算

/AMS

ブロックフォーマットのキーワード
アドバンストマススケーリングが作用するパートグループを記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/AMS									
grpart_ID									

定義

フィールド	内容	SI単位の例
grpart_ID	パートグループの識別子。 （整数、最大10桁）	

コメント

1. アドバンストマススケーリング（AMS）はモデル全体またはパートグループに対して、通常の要素または節点時間ステップよりも時間ステップを大きな値に設定することを可能にします。/AMSでAMSが作用するグループパートを指定できます。計算時間を最少化するために、/AMSパートグループに属さないパートに従来のマススケーリングも適用することが推奨されます。そうしない場合、デフォルトでは、AMSによって処理されていないパートは自然の要素時間ステップで計算されます。パートグループが指定されていない（空白行）または0の時、AMSはモデル全体に作用されます。
2. AMSは全体質量を変更しないため、関連節点の全体運動量が維持されます。/AMSが1つのパートグループのみに適用されている場合は、最適化された計算時間パフォーマンスのために、Engineキーワード/DT/NODA/CST（または/DT/INTER/CST）は/DT/AMSと共存できます。
3. パートグループまたはモデル全体への/AMSをアクティブにするには、Engine入力にキーワード /DT/AMSが存在する必要があります。/AMSがStarter入力デックで現れるのは一度だけです。
4. 同様に、Radioss Engine入力で/DT/AMSがある場合、Radioss Starter入力でのオプション/AMSは必須です。/AMSがStarter入力デックで現れるのは一度だけです。
5. 剛体でAMSが作用する節点を含む場合、エンジンのキーワード /RBODY/ONと/OFFでアクティブにすることができますが、Starterの/SENSORではできません。
   - AMSを使用する場合、インターフェースTYPE7、TYPE11およびTYPE19に対してはI_{stf}*STF*=4および剛性スケールファクターのデフォルト値を使用することが推奨されます。インターフェースでI_{form}*FORM*に2（Coulomb 摩擦の増分剛性定式化）が使える場合（例えば：インターフェースTYPE7、TYPE19）、この設定を行うことも推奨されます

- AMSとインターフェース TYPE7、TYPE11およびTYPE19を接触の非線形ペナルティ剛性で用いる場合、Radioss Engine入力デックで`/DT/INTER/DEL`の指定が必要な場合があります。これを設定しないとAMSの収束が遅くなる、または発散する可能性もあります。

6. AMSを用いる際、小さな剛体に対しては球状慣性（I_{spher}*SPHER*を1に設定）を用いることを推奨します。
7. AMSを使用している場合は、オプション`/SPMD`で*DOMDEC*を5に設定することを推奨します（バージョン11.0.230以降の場合は、0に設定すると、Radiossは該当する*DOMDEC*オプションを自動的に適用します）。
8. AMSに関する情報については、ユーザーガイドの適合性と制限事項（AMS）内、現在の適合性と現在の制限を参照してください。
9. AMSのための自動要素選択は、`/DT/CST_AMS`がEngine入力に存在している場合はアクティブ化できます（自動選択の詳細については、/DT/CST_AMSをご参照ください）。自動選択と共にパートのグループが指定されている際、AMSの全要素選択は、2つの選択の和となります。

See Also

Advanced Mass Scaling Recommended Checklist (User Guide)

例：自動車分野の適用

金属成型適用例

RD-E：4400 AMSを用いたブロー成型

/ANALY

ブロックフォーマットのキーワード
解析のタイプを定義し、解析フラグを設定します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/ANALY									
N_{2D3D}2D3D		I_{parith}	$I_{subcycle}$						

定義

フィールド	内容	SI単位の例
N_{2D3D}2D3D	解析タイプ = *0*（デフォルト） 3次元 = *1* 軸対称 = *2* 平面ひずみ （整数）	
I_{parith}	並列演算オプションフラグ = *0*（デフォルト） 1に設定 = *1* 並列演算オプションはON = *2* 並列演算オプションはOFF （整数）	
$I_{subcycle}$	シェル要素のサブサイクリングフラグ = *0* サブサイクリングなし = *2* サブサイクリングオプションn2 - Radioss Starter入力ファイル内でこのオプションを設定することは、Radioss Starterで追加のメモリを割り当てる場合にのみ必要とされます。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	

コメント

1. *N_{2D3D}2D3D*は、軸対称解析（*N_{2D3D}2D3D* =1）と平面ひずみ解析（*N_{2D3D}2D3D* =2）の両方の解析タイプを定義します。要素は、YZ平面で定義する必要があり、それらの法線は正のx方向である必要があります。2D解析用にY+およびZ+象限でモデルを定義することをお勧めします（*N_{2D3D}2D3D*=1, 2）。軸対称解析の場合、モデルのメッシュは軸Y=0と交差してはなりません。
   - 軸対称解析（*N_{2D3D}2D3D* =1）において、Yは半径方向で、Zは回転の軸です。
   - 平面ひずみ解析（*N_{2D3D}2D3D* =2）において、Xは平面ひずみ方向です。
2. 並列演算フラグがONに設定されている場合、使用されるプロセッサの数に関係なく、同じ数値結果が得られます。モデル内に適合性のない運動学的条件が存在する場合は、この結果が保証されません。
3. サブサイクリングオプションn2（新規オプション）は、ソリッドパートの一部の時間ステップがシェル構造と比較して非常に低く、シェル構造が要素数に占める割合が大きい場合に使用できます。
4. サブサイクリングオプションn2は、Engine入力マニュアルにある/SHSUBキーワードを使用してアクティブ化する必要があります。その後、実行中以外はサブサイクリングをアクティブにすることができます。サブサイクリングを伴うランで開始し、リスタート後にサブサイクリングなしに切り替えることも、その逆を行うこともできます。

See Also

RD-E:0700 振り子

RD-E:0800 Hopkinsonバー

RD-E:1900 波動伝播

/EIG

ブロックフォーマットのキーワード
弾性体の固有モードおよび静的モードの計算を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/EIG/*eig_ID*/*unit_ID*									
eig_title									
grnd_ID	*grnd_bc*	*Trarot*	*Ifile*						
Nmod	*Inorm*	*Cutfreq*		*Freqmin*					
Nbloc	*Incv*	*Niter*	*Ipri*	*Tol*					
Filename									

定義

フィールド	内容	SI単位の例
eig_ID	モードの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
eig_title	モードのタイトル （文字、最大100文字）	
grnd_ID	モードが計算される節点グループ *= 0* 構造全体のモードを計算します。 （整数）	
grnd_bc	特定の固有モードが適用される節点グループ 3 *= 0* フリーの固有モードを計算します。 *≠ 0* 節点グループは取り付け節点のセットを定義します （整数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
Trarot	並進および回転のコード （6つのブーリアン）	
Ifile	追加のモードファイルフラグ 5 （整数）	
Nmod	計算対象のモードの最大数 デフォルト = 100（整数）	
Inorm	固有ベクトルの正規化手法フラグ *= 0*（デフォルト） 固有ベクトルは、概括された質量の単位の値に正規化されます。 *= 1* 固有ベクトルは解析セット内の最大変位の単位の値に正規化されます。 （整数）	
Cutfreq	最大固有周波数 *= 0* 周波数が*Freqmin*より大きいすべての*Nmod*固有モードを計算します。 *≠ 0* 最大でも*Nmod*の周波数が周波数範囲*Freqmin*、*Cutfreq*内にある固有モードを計算します。 （実数）	[Hz]
Freqmin	最終固有周波数 7 デフォルト = 0.001 Hz（実数）	[Hz]
Nbloc	ブロック当たりの固有モードの数 9 *≠ 0* *Nbloc*固有モードのブロックごとにモードを計算します。 *= 0* すべての固有モードを同時に計算します。 （整数）	
Incv	計算全体を通して使用するLanczos法基本ベクトルの数を取得する係数 10 デフォルト = 2（整数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
Niter	Arnoldi反復の最大回数 デフォルト = 300(整数)	
Ipri	ARPACKの出力レベル デフォルト = 0(整数)	
Tol	固有値の計算における相対精度 *= 0* 固有値精度のトレランスは、マシンの有効桁数に設定されます。 デフォルト = 0.0(実数)	
Filename	追加モードのファイル名 (文字、最大100文字)	

コメント

1. この機能は弾性体の生成を目的として装備されています。モデルの詳細なノーマルモード解析には、バルクデータフォーマットの使用が強く推奨されます。
2. ノーマルモードの計算には、Radioss Engineの陰解法オプション/IMPL/LINEARの使用が必要です。
3. 固有モードの計算には、並進および回転のコードに対応する境界条件が当該ノードに追加されます。追加のブロック化された自由度ごとに静的モードを1つ計算します。

   静的モードは、構造の静的応答に対応します。すなわち、ブロック化された追加の境界条件による影響を受ける取り付け節点セットの自由度すべてに対応します(ただし、1の値を取るものは除外)。
4. 並進および回転のコードは、/BCSオプションと同じルールに従います。
5. *Ifile* ≠ 0の場合:実験的または数値的なノーマルモード解析から、事前計算されたモードが含まれる追加ファイルが指定されます。これらのモードは、固有値が求められる領域の次元を減らすために使用され、結果、効率を向上させます。

   Ifile = 1の場合、外部モードファイルで定義されたフォーマットで、追加ファイルが指定されます。
6. 多段階縮約はサポートが終了しています。
7. *Freqmin*のデフォルト値(空白またはゼロに設定の場合)は、0.001Hzです。ゼロ以外の数値を入力した場合、その値は/EIGの単位系セットの周波数を定義します。剛体モードの計算機能は、完全には装備されていません。モデルに十分な制約を定義するか、*Freqmin*にすべての剛体モードを除去できるだけの高い値を選択します。
8. 固有モードは、ARPACKソフトウェア(R. Lehoucq、K. Maschhoff、D. Sorensen、C. Yang)を使用して計算します。

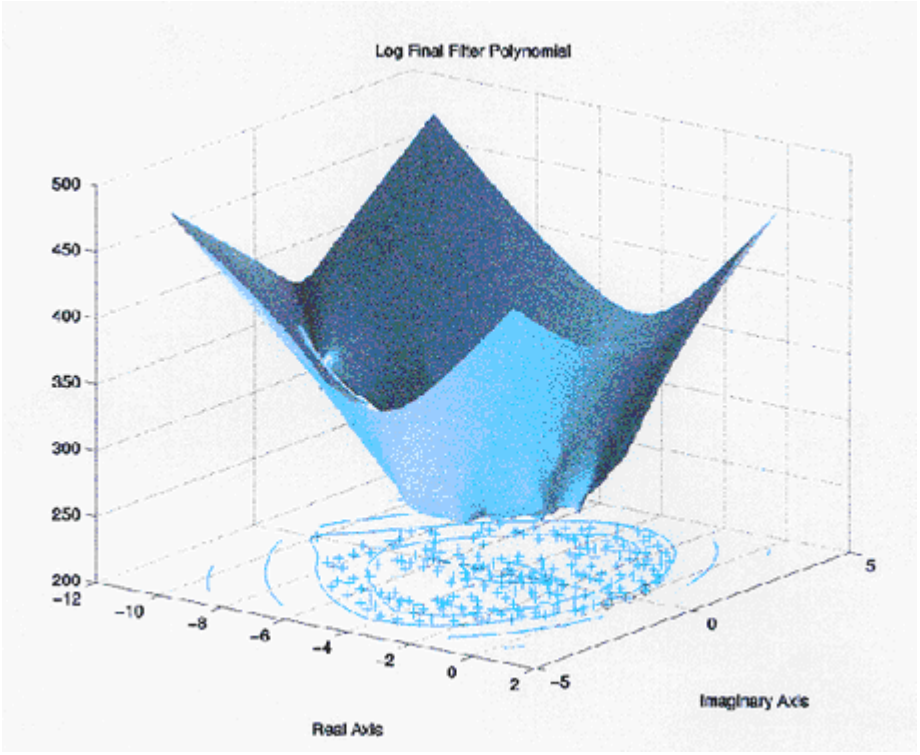


図 *1:*

9. 同時に計算する固有モードの数が少なければ、精度が向上します。
10. 計算の過程で使用されるLanczos基本ベクトル数は、下記の式にあるように、ブロックごと(または、*Nbloc* = 0の場合は合計)の必須固有値の数によって指定されます:

    $NLanczos\ vectors = N_{required\ \text{eigenvalues}} * Incv$.
11. HyperViewでモード形状のポスト処理を行う場合、Load ModelパネルでRadioss Starter入力ファイル(`*000.rad`)を、Load Resultパネルで最初の出力アニメーションファイル(最初のモードを含む`*A001`)を選択する必要があります。

/PARAMETER

ブロックフォーマットのキーワード
このカードは、Radiossモデル全体にわたって使用されるStarterファイル内のパラメータの値を定義します。

これらの値は、各種Radiossカード内の対応するパラメータ名の代わりに使用されます。このオプションを使用すると、モデルを簡単にパラメータ化できます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/PARAMETER/*range*/*type*/*Parameter_ID*									
parameter_title									

type = INTEGERの場合

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
ParName	*Ivalue*								

type = REALの場合

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
ParName	*Rvalue*								

type = INT_EXPRまたはREAL_EXPRの場合

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
ParName	表記								
...Expression ...									
10行まで									

type = TEXTの場合

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
ParName	*Length*								
テキスト									
10行まで									

定義

フィールド	内容		SI単位の例
range	**GLOBAL**	パラメータ値は入力デックのすべての場所で使用されます。	
	LOCAL	パラメータは特定のサブモデル内のみで使用されます。パラメータ名が同じGLOBALパラメータ定義は上書きされます。	
type	パラメータタイプ: **INTEGER**	整数値	
	REAL	実数値	
	INT_EXPR	整数パラメータの式	
	REAL_EXPR	実数パラメータの式	
	TEXT	テキスト文字	
Parameter_ID	パラメータ識別子 (整数、最大10桁)		
parameter_title	パラメータタイトル (文字、最大100文字)		
ParName	パラメータ名。3 (最大9文字の文字列で、*type*=TEXTを除くすべてのタイプについて、欄の左に揃える必要があります)		
Ivalue	パラメータの整数値 (整数、最大10桁)		
Rvalue	パラメータの実数値 (実数、最大20桁)		
Expression	パラメータの表現式 6		
Length	文字パラメータの長さ **=0**	行全体が読み込まれます。	
	(整数、最大100桁)		
Text	パラメータの文字テキスト		

フィールド	内容	SI単位の例
	（文字列、最大100文字）	

例 1

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PARAMETER/GLOBAL/REAL/1
Time to fire
TTF                          10
/PARAMETER/GLOBAL/INTEGER/2
Identifier to sensor
SENS_ID             1
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
. . .
/BEGIN
. . .
/SENSOR/TIME/&SENS_ID
Airbag fire time use global parameter TTF=10.0
&TTF
. . .
//SUBMODEL/1
# sub-model title
submodel
#  Off_dft    Off_nod    Off_elt  Off_part    Off_mat  Off_prop
         0          0          0         0          0         0
#include airbag_submodel.inc
//ENDSUB
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
. . .
/END

# In include file “airbag_submodel.inc”:

/PARAMETER/LOCAL/REAL/1
Time to fire
TTF       20
. . .
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/SENSOR/TIME/2
Use local parameter TTF, it is now covered to 20.0 inside include file
&TTF
. . .
#ENDDATA
```

例 2

```
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PARAMETER/GLOBAL/INTEGER/8
surf part for airbag
s_part              4
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
. . .
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/SURF/PART/4
Airbag - surf normal of part 4 reversed with -4
         2-&s_part           5         6         7         8
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/END
```

例 3

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PARAMETER/GLOBAL/REAL/2
Molar mass of inflating gas
MW                        .025
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PARAMETER/GLOBAL/REAL/3
Cp heat constant molar
CPM                          13
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

```
/PARAMETER/GLOBAL/REAL_EXPR/4
Cp heat constant mass
CP        CPM/MW
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PARAMETER/GLOBAL/REAL/9
Molar mass of inflating gas
MW1                    .024
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

例 4

```
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PARAMETER/GLOBAL/TEXT/7
text parameter for part 5
var
1         1         0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
. . .
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PART/5
Chamber_2_lower
&var
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

例 5

```
/PARAMETER/GLOBAL/TEXT/3
Rotation axe X
RotX               5
   XX
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
. . .
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/IMPDISP/1
Top 2
#   Ifunct       DIR     Iskew   Isensor   Gnod_id     Frame     Icoor
         5     &RotX         0         0        24         0         0
#            Scale_x             Scale_y              Tstart               Tstop
                   0         3.141592654                   0                   0
```

例 6

```
Text parameter definition:

/PARAMETER/GLOBAL/TEXT/1
Update output
Name       12
EXAMPLE_TEXT
…….

Text parameter reference. Text parameter is stitched with text string “123456”:

/TH/NODE/2
&Name$123456
#     var1      var2      var3      var4      var5      var6      var7      var8      var9     var10
DEF
#    NODid     Iskew                                                NODname
         5              0&Name$123456

After parameter replacement:
TH GROUP:         2,EXAMPLE_TEXT123456               ,  6 VAR,    1 NODE      :
 -------------------
DX         DY         DZ         VX         VY         VZ
    NODE   SKEW(OR FRAME)     NAME
         5         0             0EXAMPLE_TEXT123456
```

コメント

1. /PARAMETER/LOCALカードは、サブモデル(//SUBMODEL)内のみで指定および使用できます。ローカルパラメータは、それが指定されたサブモデル内部にある同じ名前のグローバルパラメータ定義を上書きします。ローカルパラメータはサブモデルのどの部分でも指定できます。

2. ParNameの要件:
   - 文字、数字およびアンダースコアが有効な文字です; その他の文字は使用できません。
   - パラメータ名は常に1つの文字で始まらなければならず、大文字小文字は区別されます。たとえば、Thickness、THICKNESS、thicknessはすべて異なる変数名となります。
   - パラメータ名には、Templexステートメントに確保されている語、暗黙の変数または文字列、および*HyperWorks Reference Guide*のMath Referenceセクションで定義されている数学関数または演算子は使用できません。これらの確保されている語は大文字と小文字が区別されません。たとえば、Time、time、TIME、Date、date、DATEは有効な変数名ではありません。なぜならば、TimeとDateは数学関数であるためです。
   - インクルードファイルの名前、およびキーワードをパラメータとして使用することはできません。
3. *ParName*という名前のパラメータは、&ParNameというシンタックスを使用して、グローバルパラメータでは/BEGINカードの後、ローカルパラメータではサブモデルの任意の場所で参照できます。このようなパラメータの複数の参照が可能です。
4. /BEGINの後の&ParNameは、変数名内の&の位置から始まる対応するパラメータの値またはキーワード識別子に置き換えられます(整数では10桁、実数値では20桁、*type*=TEXTの場合はLength入力値)。

   モデル内で文字'&'を使用できるのは、パラメータまたはキーワード識別子を参照する場合のみです。パラメータとして定義されていないカードタイトル内で使用されてはいけません。

   例 1では、"TTF"という名前のパラメータは/PARAMETERカード内で定義されています。パラメータ(10)の値は欄の左に揃えられています。このパラメータは、/SENSORカード内で"&"という追加の接頭辞と共に使用されています。
5. マイナス(-)記号が次のように接頭辞"&"の前に使用されている場合:

   -&ParName

   この場合、パラメータの値は-1で乗算されます。この場合、ParNameの最大長は8桁です。

   例えば(例 2)、エアバッグの外部サーフェス法線を交換する必要がある場合。
   - サーフェス定義でパラメータ*s_part*=4と特定の-&s_partを設定した後、"-4"という値が-&s_partの代わりに使用される。→ シェルの法線が反転されます。
   - サーフェス定義でパラメータ*s_part*=-4と特定の&s_partを設定した後、"-4"という値が&s_partの代わりに使用される。→ シェルの法線が反転されます。
   - サーフェス定義でパラメータs_part=-4と特定の-&s_partを設定した後、"4"という値が-&s_partの代わりに使用される。→ シェルの法線は反転されません。
6. 式パラメータカードの*/INT_EXPR*または*/REAL_EXPR*タイプは、パラメータを引数として受け付けます。これらの引数パラメータは、入力デック内でこれらの式パラメータカードより前に定義される必要があります。式の結果は、最大12桁という精度で計算されます。外部Templexプログラムは、式の評価に使用されます。詳細についてExpression Operatorsをご参照ください。

   例 3では、パラメータ*MW*および*CPM*は、式パラメータカードタイプ*/REAL_EXPR*より前に定義されています式パラメータカード(*/4*)は、*CPM/MW*に等しいCPの値を計算します。*MW1*という値は、この*/REAL_EXPR*カード(*/4*)より後で定義されているため、このカードでは使用できません。*CPM/MW1*が式パラメータカード(*/4*)で指定されている場合は、プログラムでエラーが発生します。
7. 式パラメータタイプ*INT_EXPR*または*REAL_EXPR*の実行時に、Radioss Starterは次の外部実行ファイルをコールします: templexこのプログラムは標準のHyperWorksインストールで使用可能です。templex.exeへのコールは、Compute Console (ACC)またはRadioss実行スクリプトにより自動的に管理されます。Radiossの実行を参照
8. Compute Console (ACC)またはRadioss実行スクリプトが使用されない場合は、次の環境変数を定義する必要があります:

- TEMPLEX_PATH

  Windows =%ALTAIR_HOME%\hw\bin\[win64]\

  Linux: $ALTAIR_HOME/hw/bin/linux64/
- Linuxでは、以下のパスでLD_LIBRARY_PATHを更新します: $ALTAIR_HOME/hw/tcl/tcl[version]/linux64/lib;$ALTAIR_HOME/hw/bin/linux64; $ALTAIR_HOME/hw/lib/linux64

  注: []で囲まれたフィールドは正しい値に更新される必要があります。

9. タイプはTEXTにすることもできます。

   例 4では、文字列"1 1 0"が、TEXTパラメータ"var"に対して定義されています。このパラメータがパート定義に使用されます。パート5にはプロパティID 1と材料ID 1が設定されています。
10. TEXTタイプのパラメータは、強制された動きについて方向を指定するために使用できます。/IMPDISPへのテキスト入力は右詰めでなければならないため、&RotXは入力時に右詰めにする必要があります。&RotXは5文字の長さであるため(*Length*=5)、テキストは5文字の右詰め" XX"で入力する必要があります:例 5をご参照ください。
11. TEXTタイプのパラメータを文字"$"と一緒に使用することができます: 例 6をご参照ください。

/PERTURB/FAIL/BIQUAD

ブロックフォーマットのキーワード
このオプションは、破壊モデルを用いて各シェル要素について異なる破壊値を生成することにより、設計のロバスト性を検討するために使用できます。ランダムノイズスケールファクターは、正規（ガウス）分布またはランダム分布のいずれかを持つことが可能です。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/PERTURB/FAIL/BIQUAD/*ID*									
perturb_title									
F_Mean		*Deviation*		*Min_cut*		*Max_cut*		*Seed*	*Idistri*
fail_ID	*parameter*								

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
ID	摂動識別子 （整数、最大10桁）	
perturb_title	摂動タイトル （文字、最大100文字）	
F_Mean	ランダムノイズスケールファクターの平均値。 （実数）	
Deviation	*Idistri* = 2の際にのみ使用される正規分布の標準偏差。 （実数）	
Min_cut	ランダムノイズスケールファクターの最小値*Idistri*=1、ランダム分布使用時に入力が必要。 ランダム値が*Min_cut*より小さい場合、ランダム値は*Min_cut*に置き換えられます。 （実数）	
Max_cut	ランダムノイズスケールファクターの最小値*Idistri*=1、ランダム分布使用時に入力が必要。 ランダム値が*Max_cut*より大きい場合、ランダム値は*Max_cut*に置き換えられます。	

フィールド	内容	**SI** 単位の例
	（実数）	
Seed	ランダムノイズ生成に使用されるシード。3 *= 0*（デフォルト） 実行毎にランダムな（異なる）シード値が計算され、Starter出力ファイルに書き出されます。 （整数）	
Idistri	分布タイプ *= 0*（デフォルト） 2に設定されます。 *= 1* ランダム分布 *= 2* 正規（ガウス）分布 （整数）4	
fail_ID	破壊モデル識別子 このIDは、摂動が適用される`/FAIL/BIQUAD`, *fail_ID*と一致している必要があります。 （整数、最大10桁）	
parameter	パラメータ識別子 *c3*（デフォルト） 単軸引張における破壊ひずみ。 たとえば、`/FAIL/BIQUAD`モデルにはc3を取ります。 （文字、最大20文字）入力フィールドの任意の位置で開始	

コメント

1. *Seed*に同じ値を使用して計算を2回行った場合、はまったく同じ結果を返します。現時点では、唯一有効な*parameter*は、/FAIL/BIQUAD内のc3です。
2. 離散化のせいで、モデル内のランダムノイズは入力ランダムノイズ値と正確には一致しません。しかしながら、モデルの実際のランダムノイズ値が計算され、Starter出力ファイルに出力されます。
3. *Seed*は、ランダムノイズについて乱数生成初期化に用いられる整数です。*Seed*は、感度またはモデルのロバスト性を検討するために変更が可能です。*Seed*=0の場合、ランダムな（異なる）シード値が実行毎に計算され、starter出力に書き出されます。解析を*Seed*=0で再実行するには、元の解析でStarter出力に書き出された*Seed*値を、解析の再実行で入力として使用します。
4. *Idistri* = 1の場合、スケールファクターの分布はランダムになります。

Idistri = 2の場合、スケールファクターの正規分布は次の確率密度関数を持つようになります。

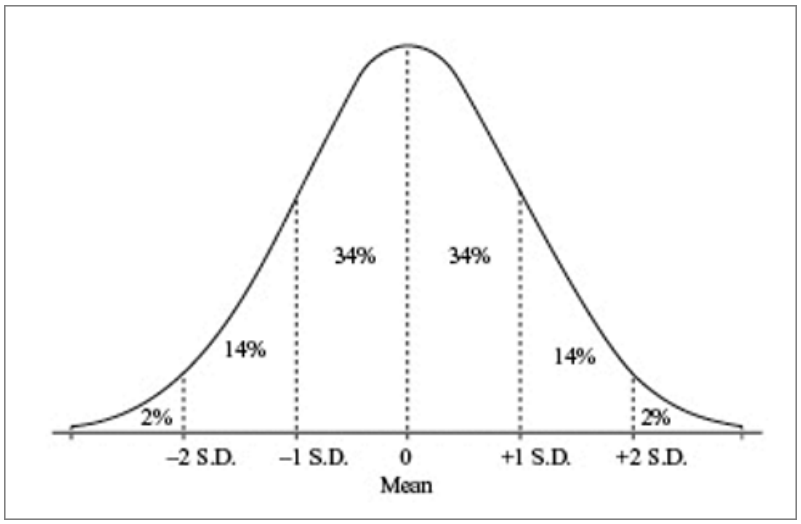


図 *2:*

5. このオプションはシェル要素のみで使用可能です。

/PERTURB/PART/SHELL

ブロックフォーマットのキーワード
このオプションは、指定したパートグループ内の各シェル要素について異なる板厚値を生成することにより、設計のロバスト性を検討するために使用できます。ランダムノイズスケールファクターは、正規（ガウス）分布またはランダム分布のいずれかを持つことが可能です。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/PERTURB/PART/SHELL/*ID*									
perturb_title									
F_Mean		*Deviation*		*Min_cut*		*Max_cut*		*Seed*	*Idistri*
grpart_ID	*parameter*								

定義

フィールド	内容	SI単位の例
ID	摂動識別子 （整数、最大10桁）	
perturb_title	摂動タイトル （文字、最大100文字）	
F_Mean	ランダムノイズスケールファクターの平均値。 （実数）	
Deviation	正規分布の標準偏差。*Idistri*=2の場合にのみ使用されます。 （実数）	
Min_cut	ランダムノイズスケールファクターの最小値*Idistri*=1、ランダム分布使用時に入力が必要。 ランダム値が*Min_cut*より小さい場合、ランダム値は*Min_cut*に置き換えられます。 （実数）	
Max_cut	ランダムノイズスケールファクターの最小値*Idistri*=1、ランダム分布使用時に入力が必要。 ランダム値が*Max_cut*より大きい場合、ランダム値は*Max_cut*に置き換えられます。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	(実数)	
Seed	ランダムノイズ生成に使用されるシード。 = *0*(デフォルト) 実行毎にランダムな(異なる)シード値が計算され、Starter出力ファイルに書き出されます。 (整数) 3	
Idistri	分布タイプ = *0*(デフォルト) 2に設定 = *1* ランダム分布 = *2* 正規(ガウス)分布 (整数) 4	
grpart_ID	パートグループの識別子。 (整数、最大10桁)	
parameter	パラメータ識別子 *THICK*(デフォルト) /PROP/SHELL内のシェル要素の板厚。 (文字、最大20文字)入力フィールドの任意の位置で開始	

例

```
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PERTURB/PART/SHELL/1
set Random Noise with normal distribution on Shell Thickness (model unit : g-mm-ms)
#         Mean_value           Deviation             Min_cut             Max_cut      Seed   Idistri
                1.8                0.02                 0.7                 1.2      7182         2
#grpart_ID           parameter
    123456               THICK
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PERTURB/PART/SHELL/2
set Random Noise with random distribution on Shell Thickness
#         Mean_value           Deviation             Min_cut             Max_cut      Seed   Idistri
                2.1                                      0.9                 1.1      7182         1
#grpart_ID           parameter
    123457               THICK
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/GRPART/PART/123456
test_grpart
         1         2
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/GRPART/PART/123457
test_grpart
         3
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

```
#ENDDATA
```

コメント

1. *Seed*に同じ値を使用して計算を2回行った場合、はまったく同じ結果を返します。現時点では、唯一有効な*parameter*は、THICKです。
2. 離散化のせいで、モデル内のランダムノイズは入力ランダムノイズ値と正確には一致しません。しかしながら、モデルの実際のランダムノイズ値が計算され、Starter出力ファイルに出力されます。
3. *Seed*は、ランダムノイズについて乱数生成初期化に用いられる整数です。*Seed*は、感度またはモデルのロバスト性を検討するために変更が可能です。*Seed*=0の場合、ランダムな(異なる)シード値が実行毎に計算され、starter出力に書き出されます。解析を*Seed*=0で再実行するには、元の解析でStarter出力に書き出された*Seed*値を、解析の再実行で入力として使用します。
4. *Idistri* = 1の場合、スケールファクターの分布はランダムになります。

   Idistri = 2の場合、スケールファクターの正規分布は次の確率密度関数を持つようになります。

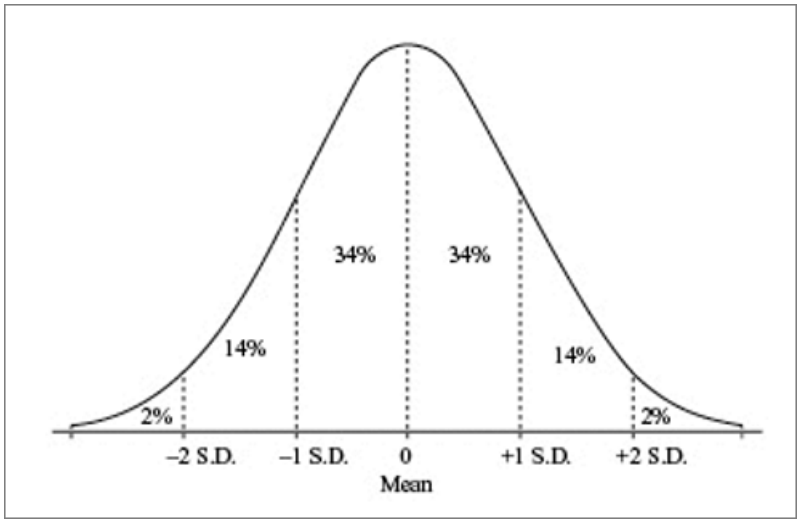


図 *3:*

/PERTURB/PART/SOLID

ブロックフォーマットのキーワード
このオプションをDeshpande-Fleckフォーム則(/MAT/LAW115)と共に使用して、パートのすべてのソリッド要素にまたがるフォームの密度分布を作成できます。ランダムノイズスケールファクターは、正規(ガウス)分布またはランダム分布のいずれかを持つことが可能です。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/PERTURB/PART/SOLID/*ID*									
perturb_title									
F_Mean		*Deviation*		*Min_cut*		*Max_cut*		*Seed*	*Idistri*
grpart_ID	*parameter*								

例(ランダムノイズ / 分布)

```
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/25
Local unit system
                  Mg                    mm                    s
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/DESHFLECK/1/25
Aluminum foam statistical
#          Init. dens.
              5.1E-10
#                   E                   Nu      Ires      Istat
                5562.0                  0.3         1          1
#               ALPHA              EPSVP_F              SIGP_F               RHOF0
                 2.12                 0.11                30.0              2.7E-9
#             SIGP_C0              SIGP_C1              SIGP_N
                    0                590.0                2.21
#           ALPHA2_C0            ALPHA2_C1            ALPHA2_N
                    0                140.0                0.45
#            GAMMA_C0             GAMMA_C1             GAMMA_N
                    0                 40.0                 1.4
#         INV_BETA_C0          INV_BETA_C1          INV_BETA_N
                 0.22                320.0                4.66
/PERTURB/PART/SOLID/1
set Random Noise with random distribution on Solid density
#          Mean_value            Deviation              Min_cut              Max_cut      Seed   Idistri
                 1.0              0.02471                  0.6                  1.4      1000         2
#grpart_ID           parameter
        46                DENS
/GRPART/PART/46
part
         1
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#enddata
```

定義

フィールド	内容	SI単位の例
ID	摂動識別子。 (整数、最大10桁)	

フィールド	内容	**SI**単位の例
perturb_title	摂動タイトル。 （文字、最大100文字）	
F_Mean	ランダムノイズスケールファクターの平均値。 （実数）	
Deviation	正規分布の標準偏差。*Idistri*=2の場合にのみ使用されます。 （実数）	
Min_cut	ランダムノイズスケールファクターの最小値*Idistri*=1、ランダム分布使用時に入力が必要。 ランダム値が*Min_cut*より小さい場合、ランダム値は*Min_cut*に置き換えられます。 （実数）	
Max_cut	ランダムノイズスケールファクターの最小値*Idistri*=1、ランダム分布使用時に入力が必要。 ランダム値が*Max_cut*より大きい場合、ランダム値は*Max_cut*に置き換えられます。 （実数）	
Seed	ランダムノイズ生成に使用されるシード。 *= 0*（デフォルト） 実行毎にランダムな（異なる）シード値が計算され、Starter出力ファイルに書き出されます。 （整数）	
Idistri	分布タイプ *= 0*（デフォルト） 2に設定 *= 1* ランダム分布。 *= 2* 正規（ガウス）分布。 （整数）	
grpart_ID	パートグループの識別子。 （整数、最大10桁）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
parameter	パラメータ識別子 *DENS*（デフォルト） ソリッド要素の密度。 （文字、最大20文字）入力フィールドの任意の位置で開始	

コメント

1. *Seed*に同じ値を使用して計算を2回行った場合、はまったく同じ結果を返します。現時点では、唯一有効な*parameter*は、DENSです。
2. 離散化のせいで、モデル内のランダムノイズは入力ランダムノイズ値と正確には一致しません。しかしながら、モデルの実際のランダムノイズ値が計算され、Starter出力ファイルに出力されます。
3. *Seed*は、ランダムノイズについて乱数生成初期化に用いられる整数です。*Seed*は、感度またはモデルのロバスト性を検討するために変更が可能です。*Seed*=0の場合、ランダムな（異なる）シード値が実行毎に計算され、starter出力に書き出されます。解析を*Seed*=0で再実行するには、元の解析でStarter出力に書き出された*Seed*値を、解析の再実行で入力として使用します。
4. *Idistri* = 1の場合、スケールファクターの分布はランダムになります。

   Idistri = 2の場合、スケールファクターの正規分布は次の確率密度関数を持つようになります。

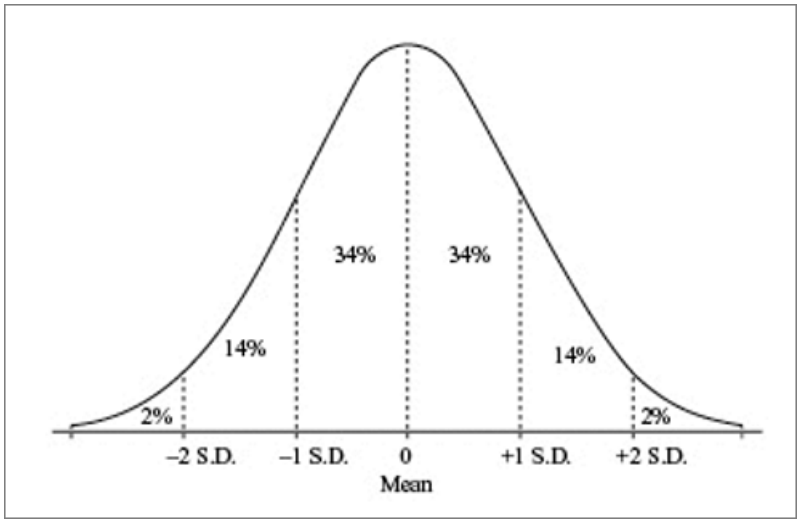


図 *4:*

/RANDOM

ブロックフォーマットのキーワード
節点のランダムノイズを記述します。節点の座標系にランダムノイズを組み入れることによって、モデルの安定性を確認します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/RANDOM/*unit_ID*または									
/RANDOM/GRNOD/*grnd_ID*/*unit_ID*									
Xalea		*Seed*							

定義

フィールド	内容	SI単位の例
grnd_ID	節点グループの識別子（キーワードGRNODが設定されている場合にのみ定義） （整数）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
Xalea	節点の最大ランダムノイズ 範囲：[0, + ∞]（実数）	[m]
Seed	ランダムノイズのシード 範囲：[0, 1]（実数）	

コメント

1. *Xalea*は、指定した節点の座標系（の任意の方向）に適用する一般的なランダムノイズの最大の大きさです。修正された座標 = 元の座標 + *Xalea* * Radiossによって定義された乱数（乱数は0と1の間で定義）。
2. *Seed*は感度解析やモデルのロバスト性調査のための乱数生成初期化に用いられる実数の対応する値で、0と1の間（1は除外）であるべきです。
3. /IOFLAGオプションで定義する*Ipri*フラグの値が4以上の場合は、出力ログフラグに新しい節点座標系のリストが含まれます。
4. *Xalea*と*Seed*に同じ値を使用して計算を2回行った場合、結果はまったく同じになります。
5. GRNODキーワードを指定せずに/RANDOMオプションを単独で使用すると、ランダムノイズはすべての節点に適用されます。このオプションを指定する場合は、一度しか定義せず、かつ他にランダムノイズオプションを指定しないようにする必要があります。

6. /RANDOM/GRNODの定義はオプションですが、これを定義すると、ランダムノイズの影響を受ける節点グループを指定できます。複数のランダムノイズグループを定義することもできますが、1つまたは複数の/RANDOM/GRNODブロックが存在する場合は、単純な/RANDOMオプションが存在するかどうかにかかわらず、指定したノードグループにのみランダムノイズが適用されます。
7. 共通節点が含まれるグループを使って複数定義することもできますが、これらの節点に対しては、座標のランダム化が複数回適用されることになります。
8. コマンドでランダムノイズを定義する方法の法制については、Starterコマンド行引数を参照してください。

/UNIT

ブロックフォーマットのキーワード
下記のキーワードの局所単位系を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/UNIT/*unit_ID*									
unit_title									
mass_unit		*length_unit*		*time_unit*					

定義

フィールド	内容	SI単位の例
unit_ID	(オプション)単位識別子 (整数、最大10桁)	
unit_title	局所単位系のタイトル (文字、最大100文字)	
mass_unit	局所単位系の質量乗率 (実数)またはコード	
length_unit	局所単位系の長さ乗率 (実数)またはコード	
time_unit	局所単位系の時間乗率 (実数)またはコード	

コメント

1. UNITキーワードは、入力単位系と連携して機能します。入力単位系(キーワード: /BEGIN)は、入力デックで定義されなければなりません。
2. 単位係数は、質量、長さ、および時間に対して定義する必要があります。
3. サポートされているコードは、/BEGINの表の下に定義されています。
4. 局所単位系はオプションであり、キーワード行の最後にあるすべてのフィールド*unit_ID*と互換性があります(例: /MAT/LAW50/mat_ID/unit_ID)。
5. 上記の各キーワードは専用の単位系に入力でき、その後、このフォーマットで指定した乗数を使用して入力デックの入力単位系に変換されます。

例:

```
Global unit for mass defined in kg_m_s:
/BEGIN/
EXAMPLE_UNIT
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/BEGIN
EXAMPLE_UNIT
140          0
           kg                    m                    s
           kg                    m                    s
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
Local unit for mass for a particular option defined in g_m_s:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
Unit_grams
#               MUNIT                LUNIT                TUNIT
                  g                    m                    s
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
Use of defined local units for a particular option. In this example use this local unit for /
ACCEL with unit_ID=1:
#/ACCEL/accel_ID/unit_ID
/ACCEL/1/1
```

See Also

Debugging Guidelines Unit Consistency (User Guide)

ALE and CFD Units (User Guide)

入力 / 出力

/ANIM/VERS

ブロックフォーマットのキーワード
アニメーションファイルのバージョンを定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/ANIM/VERS									
Anim_vers									

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Anim_vers	Radioss Starterアニメーションファイルのフォーマット デフォルト = 44(整数)	

コメント

1. アニメーションファイルを要求するオプションに対して、Radioss Starterがファイルを作成します。例については、/FXBODYをご参照ください。

/CHECK/RFILE/OFF

ブロックフォーマットのキーワード
モデルチェック後にStarterを停止するためのオプション。領域分割は計算されず、リスタートファイル(`.rst`)は書き込まれません。

これにより、モデルチェックの実行時にStarterモデルの実行時間が短くなります。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/CHECK/RFILE/OFF									

コメント

1. Starter実行ファイルのコマンドラインオプション`-check=norst`を使用して、リスタートファイルの書き込みをオフにすることもできます。

/IOFLAG

ブロックフォーマットのキーワード
入出力フラグを記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/IOFLAG									
Ipri			*Ioutp*	$Outyy_{FmT}$	*Irootyy*	*Idrot*			

定義

フィールド	内容	SI単位の例
Ipri	Starter出力フラグ *= 0* 低減出力(パート質量と慣性を含む) *= 1* 0 + 剛壁 + インターフェース *= 2* 1 + 境界条件 + 節点質量 + 初速度 *= 3* 2 + ALE表 *= 4* 3 + 節点座標 *= 5* 4 +要素の結合性 + 接触における初期貫通 + 剛体からの非アクティブ要素(完全出力) (整数)	
Ioutp	STYモデルファイル出力フラグ *= -1* STYモデルファイルを出力しない *= 0*(デフォルト) -1に設定 *= 1* ASCII STYモデルファイル`Runname_0000.sty`を書き出し (整数)	
$Outyy_{FMT}$	STYファイル出力フォーマットフラグ	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 2 フォーマット44 *> 2*（デフォルト） フォーマット51 （整数）	
Irootyy	STYファイル名フラグ *= 2* Ynnn書き出しファイルフォーマットは、RunnameYnnn（旧フォーマット） *> 2*（デフォルト） Ynnn書き出しファイルフォーマットは、Runname_run#.sty （整数）	
Idrot	回転自由度の荷重計算フラグ *= 0* 回転自由度の計算は常ではない *= 1* 回転自由度の荷重計算 （整数）	

コメント

1. run#：Radioss 実行番号（4桁）。0000から9999まで
2. *OutyyFmT* = 2は、すべてのID（節点、要素等）で使用されている桁が9桁未満の場合にのみ機能します。
3. バイナリ64ビットのリスタートファイルのみ使用可能です。

See Also

ASCII出力ファイル（STY-ファイル）

減衰

ブロックフォーマットのキーワード
このグループでは、キーワードは、結果を安定させるために使用される節点のセットに適用される、質量および剛性のレイリー減衰係数を定義するために用いられます。

/DAMP

ブロックフォーマットのキーワード
このキーワードは、節点のセットに適用される、質量および剛性のレイリー減衰係数を定義するために使用できます。減衰は、局所座標系または全体座標系のどちらかで任意の節点自由度に適用できます。

フォーマット**1**（短い形式）

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/DAMP/*damp_ID*									
damp_title									
α		β		*grnd_ID*	*skew_ID*	T_{start}START		T_{stop}STOP	

フォーマット**2**（完全な形式）

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/DAMP/*damp_ID*									
damp_title									
α_x		β_x		*grnd_ID*	*Skew_ID*	T_{start}START		T_{stop}STOP	
α_y		β_y							
α_z		β_z							
α_{xx}		β_{xx}							
α_{yy}		β_{yy}							
α_{zz}		β_{zz}							

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
damp_ID	減衰の識別子	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数、最大10桁）	
damp_title	減衰のタイトル （文字、最大100文字）	
α	全ての自由度に使用される質量減衰係数。5 （実数）	$\left[\frac{1}{s}\right]$
β	全ての自由度に使用される剛性減衰係数。5 （実数）	$[s]$
grnd_ID	節点グループの識別子 （整数）	
Skew_ID	スキューの識別子 （整数）	
T_{start}*START*	開始時間 （実数）	$[s]$
T_{stop}*STOP*	停止時間 デフォルト = 10^{30}（実数）	$[s]$
α_x	x方向の並進自由度（DOF）のための質量減衰係数。6 （実数）	$\left[\frac{1}{s}\right]$
α_y	y方向の並進自由度のための質量減衰係数。6 （実数）	$\left[\frac{1}{s}\right]$
α_z	z方向の並進自由度のための質量減衰係数。6 （実数）	$\left[\frac{1}{s}\right]$
α_{xx}	xx方向の回転自由度のための質量減衰係数。6 （実数）	$\left[\frac{1}{s}\right]$
α_{yy}	yy方向の回転自由度のための質量減衰係数。6 （実数）	$\left[\frac{1}{s}\right]$
α_{zz}	zz方向の回転自由度のための質量減衰係数。6 （実数）	$\left[\frac{1}{s}\right]$

フィールド	内容	SI単位の例
β_x	x方向の並進自由度のための剛性減衰係数。6 （実数）	[s]
β_y	y方向の並進自由度のための剛性減衰係数。6 （実数）	[s]
β_z	z方向の並進自由度のための剛性減衰係数。6 （実数）	[s]
β_{xx}	xx方向の回転自由度のための剛性減衰係数。6 （実数）	[s]
β_{yy}	yy方向の回転自由度のための剛性減衰係数。6 （実数）	[s]
β_{zz}	zz方向の回転自由度のための剛性減衰係数 6 （実数）	[s]

コメント

1. レイリー減衰は、以下のように計算します：

$$\mathbf{C} = \alpha\mathbf{M} + \beta\mathbf{K} \quad (1)$$

$$C_i = \alpha m_i + \beta k_i \quad (2)$$

$$C_{crit} = \sqrt{4 m_i k_i} \quad (3)$$

ここで、

C	粘度マトリックス
M	質量マトリックス
K	剛性マトリックス
αおよび β	係数
C_i	節点粘性
m_i	節点質量
k_i	節点剛性
C_{crit}	臨界減衰

2. 減衰は、節点グループ（*grnd_ID*）に属する節点にのみ適用されます。

*grnd_ID*の指定は必須です。

3. 同じ入力ファイル内に複数の/DAMPキーワードを定義できます。
4. /DAMPキーワードが複数存在し、それぞれが異なる節点グループに適用されている場合、これらの節点グループに共通節点を設定することはできません。
5. このキーワードでは、2つの形式を利用可能です。フォーマット1（短い形式）で指定されるのは3行のみです。この場合、α_x、α_y、α_z、α_{xx}、α_{yy}、α_{zz}、β_y、β_z、$\beta_{xx}\beta_{yy}$、β_{zz}は設定されず、αとβの値がすべての自由度のための減衰係数として使用されます。フォーマット2（完全な形式）では、6行が用意されており、すべての減衰係数を直接指定する必要があります。
6. 完全なキーワード形式を使用する場合は、フォーマット2の係数を使用して、全体参照座標系（*skew_ID*が指定されている場合は局所参照座標系）における非等方性減衰を定義します。
7. 剛性減衰は時間単位であり、どの自由度でも、現在の時間ステップより大きくすることはできません。剛性減衰が現在の時間ステップより大きくなると、代わりにその時間ステップ値が剛性減衰として使用されます。
8. 減衰パラメータは、Engineオプション/DAMPを使用して変更することができます。この場合、αとβの値が、対応するα_x、α_y、α_z、α_{xx}、α_{yy}、α_{zz}、β_y、β_z、β_{xx}、β_{yy}、β_{zz}の値の代わりとなります。

See Also

スキューとフレーム（/SKEW & /FRAME）
Rayleigh Damping (/DAMP) (Theory Manual)
RD-E：1600 ダミーポジショニング

/DAMP/INTER

ブロックフォーマットのキーワード
このカードは、指定された接触範囲内の節点にレイリー減衰を適用して、その安定性を高め、初期条件または境界条件のわずかな違いによる結果のばらつきを少なくすることを目的とします。

フォーマット**1**（短い形式）

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/DAMP/INTER/*damp_ID*									
damp_title									
Nb_time_step									
α		β		*grnd_ID*	*skew_ID*	T_{start}START		T_{stop}STOP	

フォーマット**2**（完全な形式）

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/DAMP/INTER/*damp_ID*									
damp_title									
Nb_time_step									
α		β_{xx}		*grnd_ID*	*Skew_ID*	T_{start}START		T_{stop}STOP	
α_{yy}		β_{yy}							
α_{zz}		β_{zz}							

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
damp_ID	減衰の識別子 （整数、最大10桁）	
damp_title	減衰のタイトル （文字、最大100文字）	
Nb_time_step	時間ステップ数 4 デフォルト = 20（整数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
α	質量減衰係数 αは全ての自由度に使用される （実数）	$\left[\frac{1}{s}\right]$
β	剛性減衰係数 β は全ての自由度に使用される （実数）	$[s]$
grnd_ID	節点グループの識別子 （整数）	
Skew_ID	スキューの識別子 （整数）	
T_{start}*START*	開始時間 （実数）	$[s]$
T_{stop}*STOP*	停止時間 デフォルト = 10^{30}（実数）	$[s]$
α_{xx}	回転自由度のための質量減衰係数（xx方向）6 （実数）	$\left[\frac{1}{s}\right]$
α_{yy}	回転自由度のための質量減衰係数（*yy*方向）6 （実数）	$\left[\frac{1}{s}\right]$
α_{zz}	回転自由度のための質量減衰係数（*zz*方向）6 （実数）	$\left[\frac{1}{s}\right]$
β_{xx}	回転自由度のための剛性減衰係数（*xx*方向）6 （実数）	$[s]$
β_{yy}	回転自由度のための剛性減衰係数（*yy*方向）6 （実数）	$[s]$
β_{zz}	回転自由度のための剛性減衰係数（*zz*方向）6 （実数）	$[s]$

コメント

1. 減衰パラメータは、Engineオプション/DAMPを使用して変更することができます。
2. レイリー減衰は、回転自由度にのみ適用され、次のように計算されます：

$$\mathbf{C} = \alpha\mathbf{I} + \beta\mathbf{K} \quad (4)$$

$$C_i = \alpha m_i + \beta k_{ri} \quad (5)$$

$$C_{crit} = \sqrt{4 m_i k_i} \quad (6)$$

ここで、

C	粘度マトリックス
I	慣性マトリックス
K	回転剛性マトリックス
αおよび β	係数
C_i	節点粘性
i_{ni}	節点慣性
k_{ri}	節点回転剛性
C_{crit}	臨界減衰

3. 減衰は、接触力を受ける、指定された節点グループ（*grnd_ID*）のすべての節点に適用されます。*grnd_ID*の指定は必須です。
4. 減衰は、*Nb_time_step*のサイクルの間に接触しなくなった節点に対して有効になります。
5. 複数の`/DAMP/INTER`カードで同じ節点を参照することはできません。
6. フォーマット2の係数を使用して、全体参照座標系（`skew_ID`が指定されている場合は局所参照座標系）における非等方性減衰を定義します。
7. `/DAMP/INTR`は、TYPE7、TYPE10、およびTYPE11という接触のみと適合性があります。

See Also

スキューとフレーム（/SKEW & /FRAME）

ALEおよびCFD

/ALE/CLOSE

ブロックフォーマットのキーワード
要素の閉包処理を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/ALE/CLOSE/*prop_ID*									
htest		*hclose*							

定義

フィールド	内容	SI単位の例
prop_ID	プロパティの識別子 （整数、最大10桁）	
htest	要素の閉包がアクティブになる要素サイズ デフォルト = 0.0（実数）	
hclose	流れ抵抗がアクティブになる要素サイズ デフォルト = 0.1*htest（実数）	

コメント

1. このオプションは、流体プロパティ/PROP/TYPE14（FLUID）または/PROP/TYPE15 (POROUS)と共に使用できます。
2. このアルゴリズムは、任意の1方向の閉包だけを処理できます（すなわち、1つの要素が既にフラットな状態であるか、これからフラットな状態になる場合）。
3. 1つの要素の寸法がしきい値*htest*よりも小さくなる場合は、必ず要素の閉包処理がアクティブになります。要素の"厚さ"が*hclose*より小さくなると、摩擦効果を評価するために流れ抵抗が追加されます。

/ALE/GRID

ブロックフォーマットのキーワード
このカードを使用すると、ALEモデル化のためのグリッド定式化を定義できます。ALE領域には移動境界を設定できます。

新しい形状領域をマッピングするには、サイクル毎にグリッドを更新することも必要です。この更新は一意ではなく、任意の可能性があります。節点は、ユーザーが指定する定式化タイプに基づいてサイクル毎に更新されます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/ALE/GRID/*FormulationType*									

定義

定式化タイプ	内容
DISP	平均変位
DONEA	Donea定式化
LAPLACIAN	ラプラスグリッド平滑化法
SPRING	メッシュサイズが局所的に小さくなるのを防ぐため、セルのエッジにスプリングが導入されます。
STANDARD	小さいメッシュサイズやフラットなセルが発生しないために、エッジスプリングおよび反せん断スプリングによる高度な定式化。
VOLUME	体積に基づいたグリッド平滑化。
ZERO	グリッドは更新されません。

コメント

1. ALE定式化は、/ALE/MATカードを使用して、指定された材料に対してアクティブ化されます。
2. /ALE/GRIDカードが指定されていない場合、ALEグリッドの定式化は自動的にDonea（/ALE/GRID/DONEA）として設定され、デフォルト値が使用されます。
3. グリッド定式化の目的は、移動境界によって生じるALE領域の変化によって、節点を更新することです（下の図を参照）。グリッド速度はLagrange節点速度によっても計算されます。領域内部の材料は、サイクル毎に新しいグリッド構成内で再マッピングされるので、影響を受けません。一部の領域変化では小さいセルが発生することがあり、時間ステップの減少を軽減するための数値ストラテジーが導入される可能性があります（例：/ALE/GRID/STANDARD）。

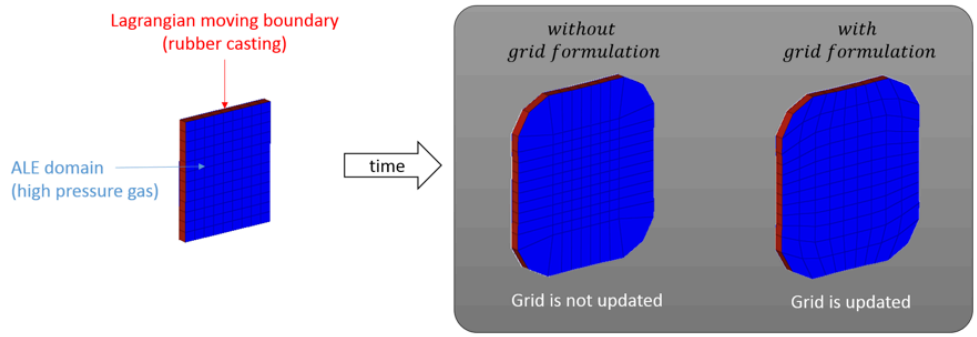


図 *5:*

4. リンクを導入することで、特定の点のグリッド速度に対する特定の規則を定義することもできます（/ALE/LINK/VEL）。これにより、グリッド速度と特定のメイン節点をリンクできます。
5. ALE領域の指定された点をLagrange節点として定義できます（/ALE/BCS）。
6. 指定された節点を全方向または特定の方向に固定できます（/ALE/BCS）。
7. 特定の点の材料を指定された方向に固定（/BCS）。

/ALE/GRID/DISP

ブロックフォーマットのキーワード
グリッド節点の変位は隣接するグリッド節点の変位に依存します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/ALE/GRID/DISP									
U_{max}									
V_{min}									

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
U_{max}	最大絶対グリッド速度 デフォルト = -10^{30}（実数）	$[\frac{m}{s}]$
V_{min}	体積がV_{min}未満の要素は削除されます。 デフォルト = -10^{30}（実数）	$[m^3]$

コメント

1. グリッド節点の変位は隣接するグリッド節点の変位に、以下の式に基づいて依存します：

$$\mathbf{w}(t+\delta t)=\frac{1}{N}\sum_{j}\mathbf{w}_j(t) \qquad (7)$$

2. この定式化の詳細については、Radioss *Theory Manual*のALE Formulationをご参照ください。

/ALE/GRID/DONEA

ブロックフォーマットのキーワード
与えられたグリッド節点の速度が隣接グリッド節点の速度と変位に依存します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/ALE/GRID/DONEA									
α		γ		$Fscale_x$		$Fscale_y$		$Fscale_z$	
V_{min}									

定義

フィールド	内容	SI単位の例
α	DONEA係数 デフォルト = 0.0(実数)	
γ	グリッド速度制限因子 デフォルト = 100(実数)	
$Fscale_x$	Xグリッド速度倍率 デフォルト = 1.0(実数)	
$Fscale_y$	Yグリッド速度倍率 デフォルト = 1.0(実数)	
$Fscale_z$	Zグリッド速度倍率 デフォルト = 1.0(実数)	
V_{min}	体積がV_{min}未満の要素は削除されます。 デフォルト = -10^{30}(実数)	$[m^3]$

コメント

1. このオプションは、2次元および3次元解析で使用できます。
2. この定式化の詳細については、Radioss *Theory Manual*のALE Formulationをご参照ください。

See Also

RD-E: 0600 燃料タンク
RD-E:2200 着水

RD-E：5000 INIVOLと流体構造連成（コンテナ落下）

/ALE/GRID/LAPLACIAN

ブロックフォーマットのキーワード
2D要素と3D要素を対象としてラプラス平滑化法を使用したALE節点の平滑化。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/ALE/GRID/LAPLACIAN									
λ		N_{iter}							

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
λ	節点更新のスケールファクター。1 デフォルト = 1.0(実数)	
N_{iter}	反復計算の回数。 デフォルト = 1(整数)	

コメント

1. 次の式を使用して節点を平滑化します。

$$P_i \leftarrow P_i + \lambda \Delta P_i \tag{8}$$

ここで、$\lambda \in [0, 1]$はデフォルト値が1.00のユーザーパラメータです。

$$\Delta P_i = \frac{1}{N_{connected}} \sum_{j=1}^{N_{connected}} P_j - P_i \tag{9}$$

2. 複数回の反復計算を設定できますが、通常はサイクルあたり1回の反復計算で十分です(N_{iter}=1)。

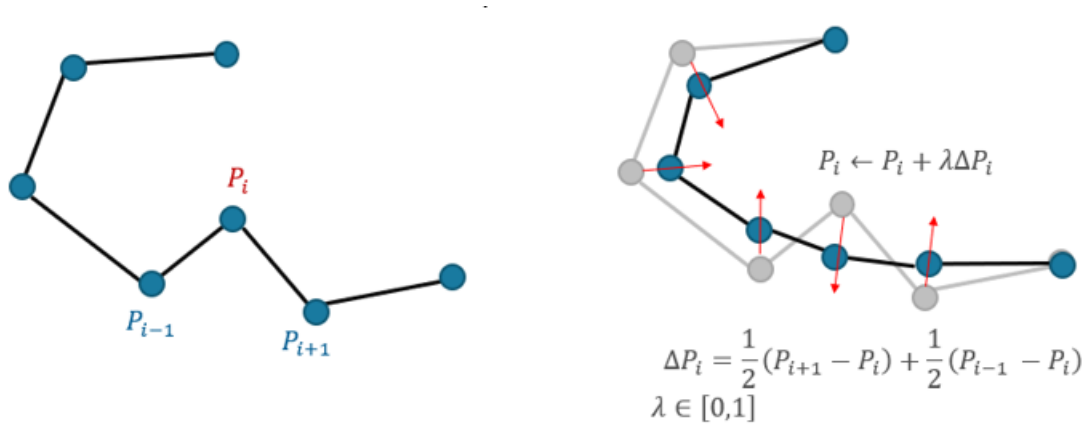

P_i
P_{i-1}
P_{i+1}
$P_i \leftarrow P_i + \lambda \Delta P_i$
$\Delta P_i = \frac{1}{2}(P_{i+1} - P_i) + \frac{1}{2}(P_{i-1} - P_i)$
$\lambda \in [0,1]$

図 *6:*

/ALE/GRID/SPRING

ブロックフォーマットのキーワード
節点は非線形スプリングで結合されます（これらのスプリングは材料特性には影響を与えず。節点移動のみに影響します）。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/ALE/GRID/SPRING									
Δt_0		γ		η		v			
V_{min}									

定義

フィールド	内容	SI単位の例
Δt_0	代表的な時間ステップ （実数）	$[s]$
γ	非線形性の倍率 デフォルト = 0.0（実数）	
η	減衰係数 デフォルト = 0.5（実数）	
v	せん断係数 デフォルト = 1.0（実数）	
V_{min}	体積がV_{min}未満の要素を宣言します。 デフォルト = -10^{30}（実数）	$[m^3]$

コメント

1. このオプションは、3D解析でのみ使用できます。
2. この定式化の詳細については、Radioss *Theory Manual*のALE Formulationをご参照ください。
3. 有効な時間ステップΔt_0^*は、減衰パラメータを用いて計算されます：

$$\Delta t_0^* = \frac{\Delta t_0}{-\eta + \sqrt{1+\eta^2}} \qquad (10)$$

/ALE/GRID/STANDARD

ブロックフォーマットのキーワード
ALE グリッド速度計算の標準定式化を記述します。

これはエッジスプリングと反せん断スプリングに基づいた改良された/ALE/GRID/SPRING定式化です。1

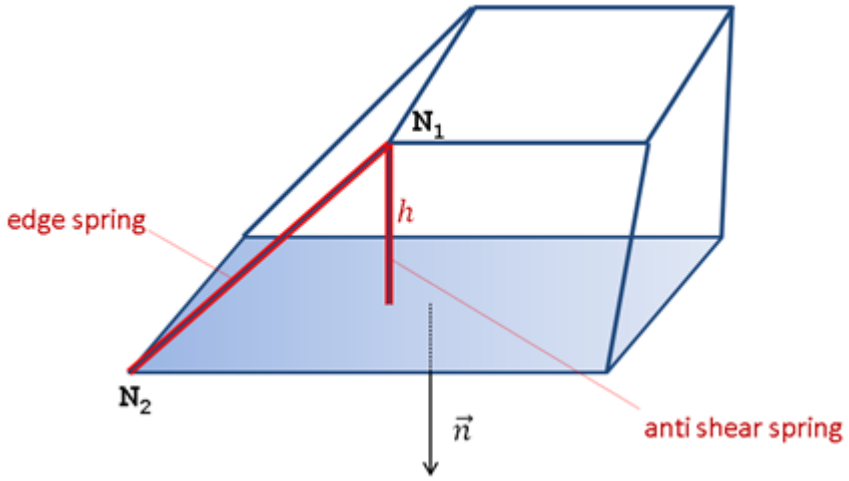


図 *7:*

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/ALE/GRID/STANDARD									
α		γ		η		l_c			
空白のフォーマット									

定義

フィールド	内容	SI単位の例
α	最大剛性に対するスケールファクター 2 デフォルト = 0.9（実数）	
γ	エッジスプリング剛性の非線形倍率 3 デフォルト = 1e-2 （実数）	
η	減衰係数。4 デフォルト = 1e-2 （実数）	
l_c	特性長さ	[m]

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（実数）	

コメント

1. ソリッド要素に仮想のスプリングが導入されグリッド速度を制御します。

   このスプリングは非線形の粘弾性です。安定性を確実にするため、その剛性は時間ステップから計算されます。2種類のスプリングがエッジと反せん断スプリングです。

   a. エッジスプリング

   エッジスプリングの力は時間での長さ変化の関数です。

   $$\Delta \mathbf{F}_{edge} = \mathrm{k}(h) \cdot (\mathbf{w}_2 - \mathbf{w}_1) dt \qquad (11)$$

   ここで、

   $\mathbf{w}_1, \mathbf{w}_2$ はそれぞれ、節点N_1 と N_2のグリッド速度。

   h は反対の面からのN_1 の距離です。

   dt は時間ステップ。

   $k(h)$はスプリング剛性 $\mathrm{k}(h) = k_{critical}$

   hが特性長さl_cよりも小さく、N_1 が反対の面に達する場合は、次のようになります：

   $$\mathrm{k}(h) = \frac{1}{\lambda^2}\left[\gamma + (\gamma - 1)\left(\frac{h - l_c}{l_c}\right)^3\right] k_{critical} \qquad (12)$$

   $1/\lambda^2$ は、減衰係数β、スケールファクターα、および右記の時間ステップを考慮する安定化係数です；dt 4

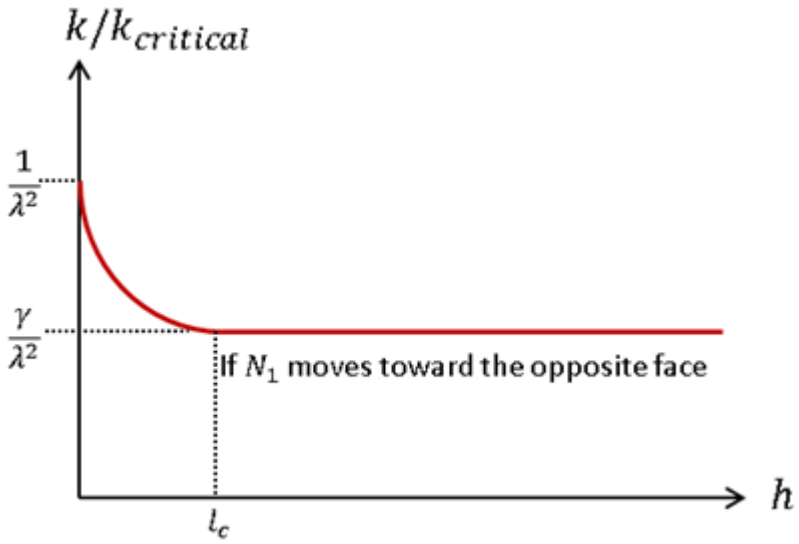


図 *8:*

それ以外の場合は、$\mathrm{k}(h) = \frac{\gamma}{\lambda^2} k_{critical}$

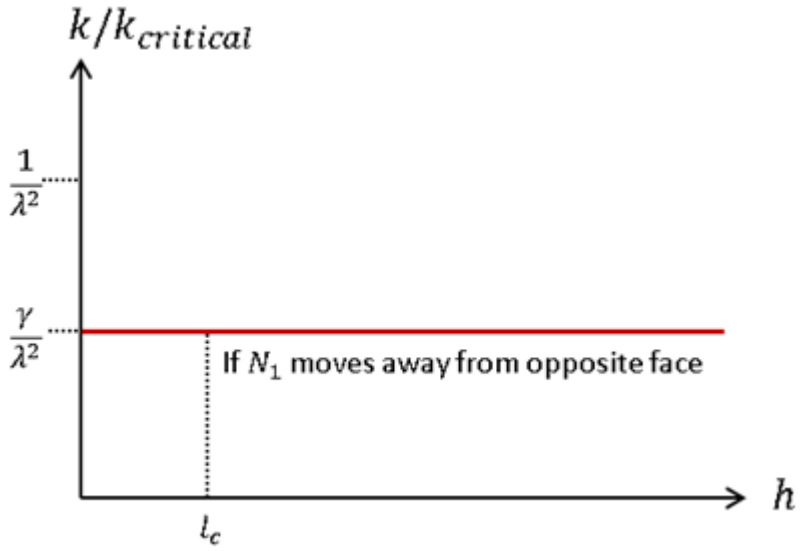


図 *9:*

b. 反せん断スプリング

反せん断力$\mathbf{F}_{shear}$は節点の貫通から計算されます。gapは反対の面からのl_c/sです。

$\mathbf{F}_{shear}$の値は:

$$\mathbf{F}_{shear} = gap \cdot \mathrm{k}(h) \tag{13}$$

および

$$\mathrm{k}(h) = \frac{\gamma}{\lambda^2}\left[\gamma + (\gamma - 1)\left(\frac{h - l_c}{l_c}\right)^3\right] k_{critical} \tag{14}$$

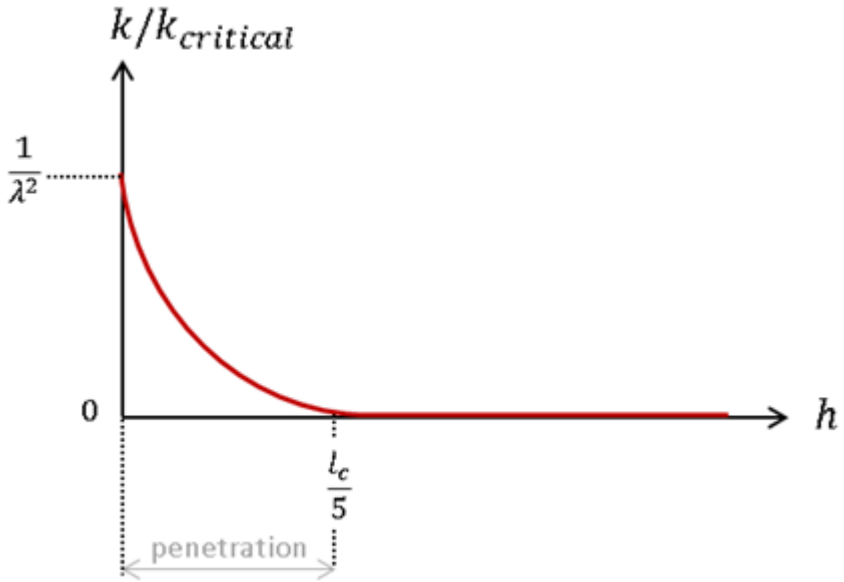


図 *10:*

c. 粘性減衰

粘性力は剛性の上限に対応する臨界減衰から計算されます：$1/\lambda^2$

$$\mathbf{F}_{viscous} = \beta\alpha\left(\sqrt{1+\beta^2}-\beta\right)\left(\mathbf{w}_2-\mathbf{w}_1\right) \tag{15}$$

d. グリッド速度

グリッド速度は次に以下の式に従って更新されます：

$$\mathbf{w}_{n+1} = \mathbf{w}_n + \frac{\left(\Delta\mathbf{F}_{edge}+\mathbf{F}_{shear}+\mathbf{F}_{viscous}\right)dt}{m} \tag{16}$$

ここで、mはスプリングからの仮想の節点質量です（Starterの実行中に自動的に計算されます）。

2. $\alpha = 1$が増加すると、最大剛性が大きくなります。スケールファクターαは、長さ0で指定されたスプリングの最大剛性を決定します。スケールファクターにより、限界安定値を超えないようにすることができます（時間ステップの減少を避けるため）。

3. このフラグは剛性形状に作用します。剛性は$\gamma = 0$で線形です。また、γが増加すると、エッジスプリングの下限剛性は大きくなります。スプリングは長さ0の時の限界剛性を持ちます（これは係数1倍に相当します）。長さが特性長さ以上の場合、スプリング剛性は限界剛性値にγをかけたものになります。

4. βには小さな値を用いることを推奨します。そうでない場合、減衰が限界を超えるかもしれません。安定化係数は次のようになります：

$$\lambda = \frac{dt}{\alpha_0\left(\sqrt{1+\beta^2}-\beta\right)} \tag{17}$$

5. l_c は以下で長さを定義します：

- エッジスプリング剛性を増加 $h < l_c$
- 反せん断スプリングをアクティブ化 $h < l_c/5$

6. 全てのこれらのパラメータはEngineリスタートの際に修正できます（/ALE/GRID/STANDARD）。

7. メッシュ自動修正。反せん断力の重みを次のどちらかでより大きくすることができます：

- l_cパラメータをメッシュサイズに近く設定
- αパラメータに負の値を設定（現在の実行の最初のサイクルでエッジの弾性力が0に設定されます）

8. この方法は節点周りでの均一なスプリングの再分配を仮定します。このれは2つのメッシュのトポロジーが異なる場合はこのケースではありません。

/ALE/GRID/VOLUME

ブロックフォーマットのキーワード
ALE節点平滑化の定式化は体積に基づいています。各ALE節点位置は、結合先の要素の重心の平均位置として計算されます。要素の体積は、平均位置の重み付けに使用されます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/ALE/GRID/VOLUME									

コメント

1. ALE節点平滑化の境界条件を適用する必要があります（/ALE/BCS）。

/ALE/GRID/ZERO

ブロックフォーマットのキーワード
Euler定式化を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/ALE/GRID/ZERO									

コメント

1. グリッドでは計算は行われません。

/ALE/MUSCL

ブロックフォーマットのキーワード
このオプションは、多相材料則(LAW51)の使用時に体積比率フィールドの2次MUSCL(Monotonic Upstream-Centered Scheme for Conservation Laws)再構築を、材料則LAW151の使用時にフルの2次スキーム(時間と空間)を可能とします。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/ALE/MUSCL									
BETA		*IFLAG*							

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
BETA	勾配再構築の圧縮係数0.0と2.0の間でなければなりません。 *= 1e-20* 従来の風上法 *= 1.0* 正確な2次勾配再構築 *= 2.0*(デフォルト) 過剰圧縮勾配リミッター (実数)	
IFLAG	2次のLAW151の定式化フラグ *= 0*(デフォルト) すべての変数に対するフルの2次ソリューション(時間と空間) *= 1* 体積率フィールドのみがMUSCLメソッドで再構築されます(LAW51に関して)。 (整数)	

コメント

1. 有限体積法は慣行的に、メッシュフェイス(3D)またはメッシュエッジ(2D)に沿った数的流束の計算に依存します。ロバストかつ安定したスキームを得るための便利ではあるが非常に拡散性のある方法は、風上法の使用です。MUSCL^{2}法は、風上アプローチを体積比率フィールドの2次再構築と組み合わせ、流体間のインターフェースのより良いローカライズを可能とし、数値的な拡散性はかなり小さくなります。

2. /ALE/MUSCLは、2Dおよび3Dモデリング用でLAW51のみと適合性があります。現時点では、体積比率についてのみ有効です。計算コストが多少増えることが予想されます。
3. /ALE/MUSCLは多相材料則LAW151との適合性もあり、*IFLAG*=0（デフォルト）の場合はフルの2次ソリューション（時間と空間）を提供します。*IFLAG*=1を設定することにより、体積率フィールドのみにMUSCLを使用することができます。これで、挙動はLAW51の場合と同じになります。
4. バージョン2022.0より、MUSCLはデフォルトで有効化されています。これは、Engineオプション/ALE/MUSCL/OFFを使用することで、無効にできます。

2. B. Van Leer, Towards the Ultimate Conservative Difference Scheme, V. A Second Order Sequel to Godunov's Method, J. Comp.Phys., 87, 408—463, 1979

/ALE/SOLVER/FINT

ブロックフォーマットのキーワード
このオプションでは、内力の積分に使用する数値的な手法を定義します。これは、ソリッド要素に対して、ALEの従来のソルバー(FEMを使用して運動量方程式を解く)を使用する場合にのみ関係します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/ALE/SOLVER/FINT									
Iform									

定義

フィールド	内容	SI単位の例
Iform	積分法(ソリッド要素の内力)フラグ。 *= 0* 3に設定 *= 1* 形状関数を使用した、応力テンソルの体積積分。 *= 2* 静水圧応力テンソルのみの場合の面積積分。 *= 3*(デフォルト) 応力テンソルの場合の面積積分。 (実数)	

コメント

1. 運動量方程式には以下のローカル形式があります:

$$\frac{\partial \rho \mathbf{u}}{\partial t} + div(\rho \mathbf{u}\mathbf{u}) = div(\boldsymbol{\sigma}) + \rho \mathbf{g} \qquad (18)$$

*Iform*は、従来のソルバーを使用してそのセル上で積分する(節点の速度)際に、$div(\boldsymbol{\sigma})$を計算するための数値的な手法を定義するフラグです。

***Iform*=1**

$$\mathbf{F}_{\text{int}} = \int_{\Omega} div(\boldsymbol{\sigma}) dV$$

Radiossのバージョン2019までのデフォルトの手法です。

***Iform*=2**

$$\mathbf{F}_{\text{int}} = -\int_{\partial\Omega} p d\mathbf{S} + \int_{\Omega} div(\boldsymbol{\sigma}) dV$$

廃止カードで使用されていた積分法です。/CAA（廃止）

***Iform*=3**

$$\mathbf{F}_{\text{int}} = \int_{\partial\Omega} \left(-p\mathbf{I} + \boldsymbol{\sigma}_{dev}\right) d\mathbf{S}$$

Radiossのバージョン2020以降で使用される積分法です。

体積積分では、節点Nでの計算に、以下の形状関数が使用されます：

$$\mathbf{F}_{\text{int}}^{iN} = \sigma_{ik} \frac{\partial \Phi_N}{\partial x_k}\bigg|_0 |\Omega| \tag{19}$$

ここで、$i = 1, 3$

積分点では、$\frac{\partial \Phi_N}{\partial x_k}\Big|_0$ の値を取ります。これは、以下のように仮定されています：

$$\frac{\partial \Phi_{N1}}{\partial x_j} = -\frac{\partial \Phi_{N7}}{\partial x_j};\ \frac{\partial \Phi_{N2}}{\partial x_j} = -\frac{\partial \Phi_{N8}}{\partial x_j};\ \frac{\partial \Phi_{N3}}{\partial x_j} = -\frac{\partial \Phi_{N5}}{\partial x_j};\ \frac{\partial \Phi_{N4}}{\partial x_j} = -\frac{\partial \Phi_{N6}}{\partial x_j} \tag{20}$$

新しいデフォルト値の手法は面積積分に設定されている（*Iform*=3）ため、この仮定は、平行6面体の場合にのみ当てはまります。

節点

ブロックフォーマットのキーワード
Radiossでは、2つの節点タイプを使用できます。これらはデカルト座標系を使用して各節点の位置を記述します。

/CNODE

ブロックフォーマットのキーワード
共通節点の座標を定義します。これは、選択されたNODEまたはCNODEで最も近いものと結合できます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/CNODE/*search_value*/*unit_ID*									
cnode_ID	X_c		Y_c		Z_c				

定義

フィールド	内容	SI単位の例
search_value	最も近いNODEまたはCNODEを検索するための、各CNODEの周囲の距離 （実数）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
cnode_ID	共通節点の識別子 （整数）	
X_c	X座標値 （実数）	
Y_c	Y座標値 （実数）	
Z_c	Z座標値 （実数）	

コメント

1. 節点識別子は任意ですが、既存のNODE識別子と同じにすることはできません。

2. 共通節点は複数のブロックで定義できます。
3. 共通節点識別子は任意ですが、NODEと同じにすることはできません。
4. CNODEは、選択されたNODEまたはCNODEで最も近いものと結合されます。
5. CNODEの結合は、各モデル変換後に実行されます（座標変換）。
6. どのNODEまたはCNODEとも結合できないCNODEは、NODEに置き換えられます。

/NODE

ブロックフォーマットのキーワード
節点の座標を定義します。これは構造内のグラフィックの基本単位になります。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/NODE/*unit_ID*									
node_ID	X_c		Y_c		Z_c				

定義

フィールド	内容	SI単位の例
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
node_ID	節点識別子 （整数）	
X_c	X座標値 （実数）	
Y_c	Y座標値 （実数）	
Z_c	Z座標値 （実数）	

コメント

1. 複数の節点を定義するには複数のブロックを使用します。

要素

ブロックフォーマットのキーワード

以下は、本セクションに登場する要素機能のリストです。

ビームとトラス

/BEAM

ブロックフォーマットのキーワード
ビーム要素を記述します。このビーム要素には2つのプロパティ(/PROP/TYPE3 (BEAM)と/PROP/TYPE18 (INT_BEAM))が利用可能です。ビーム要素を記述するプロパティはすべて局所ビーム座標系で定義されます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/BEAM/*part_ID*									
beam_ID	*node_ID*$_1$*1*	*node_ID*$_2$*2*	*node_ID*$_3$*3*						

定義

フィールド	内容	SI単位の例
part_ID	ブロックのパート識別子。 (整数、最大10桁)	
beam_ID	要素識別子 (整数)	
node_ID$_1$*1*	節点識別子1 (整数)	
node_ID$_2$*2*	節点識別子2 (整数)	
node_ID$_3$*3*	節点識別子3 (整数)	

コメント

1. 識別子(ID)は、それぞれの要素ファミリー内で一意である必要がありますが、グローバルモデル内で各要素タイプ別に固有の要素識別子を持つことが推奨されます。
2. パートの定義には複数のビームブロックを使用できます。
3. 1つのブロック内に、任意の数のトラスを定義できます。
4. ビームの局所座標系:

   節点1および2は、局所X軸を定義します。

   節点1、2、および3は、時間t = 0における局所軸 (X、Y) 面を定義します。

   第3の節点は局所フレームの初期位置を定義するためにのみ使用されます。

   Z軸は(X、Y)面に直交します。

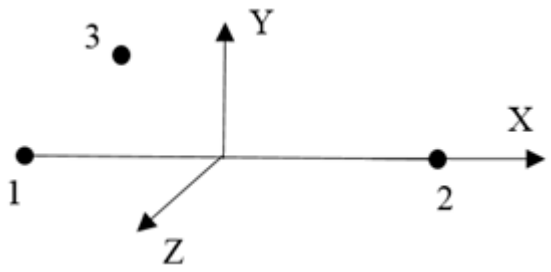


図 *11:*

See Also

ビーム要素(/PROP/BEAM, /PROP/INT_BEAM)
Beam Elements (TYPE3) (Theory Manual)
RD-E:0500 ビームフレーム
RD-E:1200 ジャンプする自転車
RD-E:1600 ダミーポジショニング

/TRUSS

ブロックフォーマットのキーワード
プロパティ/PROP/TYPE2 (TRUSS)と一緒に使用できる1次元トラス要素を記述します。トラスは、軸力のみを伝達できます(バーと同様)。



図 *12:*

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/TRUSS/*part_ID*									
truss_ID	*node_ID*$_1$*1*	*node_ID*$_2$*2*							

定義

フィールド	内容	SI単位の例
part_ID	ブロックのパート識別子。 (整数、最大10桁)	
truss_ID	要素識別子 (整数)	
node_ID$_1$*1*	節点識別子1 (整数)	
node_ID$_2$*2*	節点識別子2 (整数)	

コメント

1. 識別子は、それぞれの要素ファミリー内で一意である必要がありますが、グローバルモデルにおいて、各要素タイプが固有の要素識別子を持つことが推奨されます。
2. 複数のトラスブロックを使用して1つのパートを定義できます。
3. 1ブロック内に、任意の数のトラスを定義できます。
4. トラス要素を/MAT/LAW2 (PLAS_JOHNS)と使用する場合は、ひずみ速度依存性を使用することはできません。

スプリング要素

/SPRING

ブロックフォーマットのキーワード
スプリング要素を定義します。これは結合のモデル化に使用されます。スプリングのプロパティは局所スプリング座標系に適用されます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/SPRING/*part_ID*									
sprg_ID	*node_ID*$_1$*1*	*node_ID*$_2$*2*	*node_ID*$_3$*3*	*node_ID*$_4$*4*	*node_ID*$_5$*5*	*node_ID*$_6$*6*			*Skew_ID*

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
part_ID	ブロックのパート識別子。 （整数、最大10桁）	
sprg_ID	要素識別子 （整数）	
node_ID$_1$*1*	スプリング用の節点識別子1 （整数）	
node_ID$_2$*2*	スプリング用の節点識別子2 （整数）	
node_ID$_3$*3*	節点識別子3 （整数）	
node_ID$_4$*4*	節点識別子4 （整数）	
node_ID$_5$*5*	節点識別子5 （整数）	
node_ID$_6$*6*	節点識別子6 （整数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
Skew_ID	オプション：スキュー座標系識別子。 /PROP/TYPE8 (SPR_GENE)または/PROP/SPR_MAT (TYPE23)とともに/MAT/LAW108 (SPR_GEN)でスプリングが指定されている場合にのみ使用されます。8 （整数）	

コメント

1. 識別子は、それぞれの要素ファミリー内で一意である必要がありますが、グローバルモデルにおいて、各要素タイプが固有の要素識別子を持つことが推奨されます。
2. パートの定義には複数のスプリングブロックを使用できます。
3. 1ブロック内に任意の数のスプリングを定義できます。
4. /MAT/LAW108 (SPR_GENE)とともに/PROP/TYPE8 (SPR_GENE)または/PROP/TYPE23 (SPR_MAT)で指定したスプリング要素の長さは0にすることができます。
5. /MAT/LAW113 (SPR_BEAM)とともに/PROP/TYPE12 (SPR_PUL)、/PROP/TYPE13 (SPR_BEAM)、/PROP/TYPE23 (SPR_MAT)、/PROP/TYPE13 (SPR_BEAM)で指定したスプリング要素の長さは0にすることはできません。
6. スプリング要素は、2つの節点：*node_ID*$_1$*1*と*node_ID*$_2$*2*を使用して定義されます。

   平面XYは、3つの節点（*node_ID*$_1$*1*、*node_ID*$_2$*2*、および*node_ID*$_3$*3*）を使用して定義されます。3つ目の節点*node_ID*$_3$*3*では、非対称スプリング（/PROP/TYPE13または/MAT/LAW113）のY方向も定義されます。

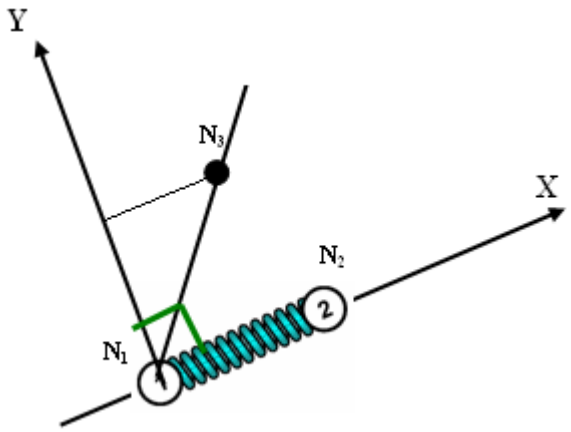


図 *13:*

7. *node_ID*$_5$*5*と*node_ID*$_6$*6*は将来の新しいジョイントタイプのために予約されています。
8. /MAT/LAW108とともに/PROP/TYPE8 (SPR_GENE)または/PROP/SPR_MATを使用したスプリング要素は、/SPRING *Skew_ID*を使用して各要素ごとに局所座標系を定義できます。各要素に*Skew_ID*が指定されていない場合、/PROP/TYPE8 (SPR_GENE)または/PROP/TYPE23 (SPR_MAT) *Skew_ID*で指定された局所座標系が使用されます。座標が要素またはプロパティ内で指定されていない場合、グローバル座標が使用されます。

See Also

Finite Elements Springs (User Guide)

Radioss Coordinate System (User Guide)

General Spring Elements (TYPE8) (Theory Manual)
RD-E:1200 ジャンプする自転車
RD-E:1600 ダミーポジショニング
RD-E:2100 カム

/XELEM

ブロックフォーマットのキーワード
マルチストランド要素を記述します。/PROP/TYPE28(NSTRAND)と一緒に使用でき、節点をダミー上に取ることで、ベルトのモデル化に使用できます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/XELEM/*part_ID*									
elem_ID	*grnd_ID*								

定義

フィールド	内容	SI単位の例
part_ID	マルチストランドのパート識別子。 （整数、最大10桁）	
elem_ID	要素識別子 （整数）	
grnd_ID	順序付き節点グループの識別子。 （整数）	

コメント

1. そのIDは、それぞれの要素ファミリー内で一意である必要がありますが、グローバルモデルにおいて、各要素タイプが固有の要素IDを持つことが推奨されます。
2. 各節点は、グループの最初の節点から最後の節点に至る線を定義します。
3. *grnd_ID*は、キーワード/GRNODを使用して定義する必要があります。
4. *grnd_ID*は必ず入力する必要があります。要素は、特定の節点グループに属する節点のみで構成されます。

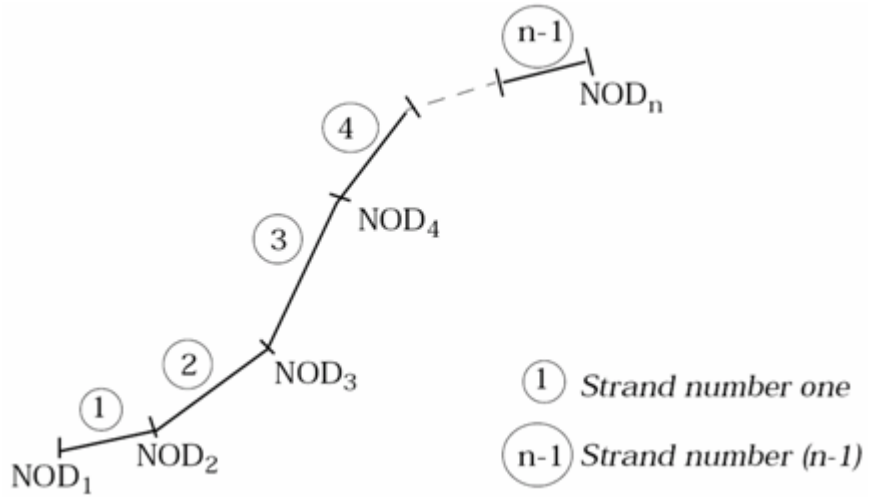


図 *14:*

See Also

Finite Elements Springs (User Guide)

Nonlinear Pseudo-plastic Orthotropic Solids (LAW28, 50 and 68) (Theory Manual)

シェル

/SHELL

ブロックフォーマットのキーワード
4節点シェル要素の入力を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/SHELL/*part_ID*/*unit_ID*									
shell_ID	*node_ID*$_1$*1*	*node_ID*$_2$*2*	*node_ID*$_3$*3*	*node_ID*$_4$*4*		ϕ_s		*Thick*	

定義

フィールド	内容	SI単位の例
part_ID	ブロックのパート識別子。 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位の識別子（オプション） （整数、最大10桁）	
shell_ID	要素識別子 （整数）	
node_ID$_1$*1*	節点識別子1 （整数）	
node_ID$_2$*2*	節点識別子2 （整数）	
node_ID$_3$*3*	節点識別子3 （整数）	
node_ID$_4$*4*	節点識別子4 （整数）	
ϕ_s	要素スキューに対する直交異方性角度 5 （実数）	$[\mathrm{deg}]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
Thick	シェル厚 デフォルトでは、このシェルにはパート*prop_ID*のプロパティセットで指定した厚みが設定されます。 （実数）	[m]

コメント

1. 識別子は、それぞれの要素ファミリー内で一意である必要がありますが、グローバルモデルにおいて、各要素タイプが固有の要素識別子を持つことが推奨されます。
2. 複数のシェルブロックを使用して1つのパートを定義することができます。
3. 1ブロック内に任意の数のシェルを定義できます。
4. 3節点シェル要素における座標系については、ユーザーズガイドのRadiossの座標系をご参照ください。
5. *def_orth* = 1の場合、直交異方性角度、ϕ_sは、/PLYと/PROP/TYPE19 (PLY)でのみ使用されます。

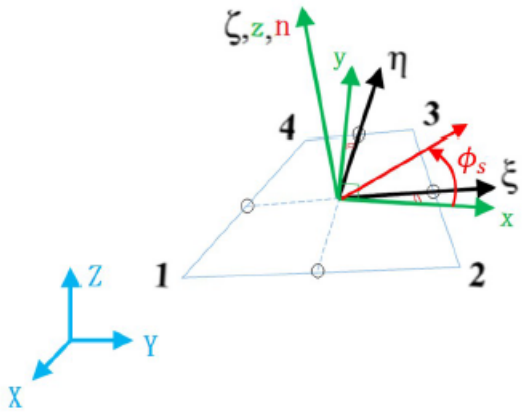


図 *15:*

See Also
Shell Elements (Theory Manual)

/SH3N

ブロックフォーマットのキーワード
三角形の3節点シェル要素を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/SH3N/*part_ID*/*unit_ID*									
tria_ID	*node_ID*$_1$*1*	*node_ID*$_2$*2*	*node_ID*$_3$*3*			ϕ_s		*Thick*	

定義

フィールド	内容	SI単位の例
part_ID	ブロックのパート識別子。 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位の識別子（オプション） （整数、最大10桁）	
tria_ID	要素識別子 （整数）	
node_ID$_1$*1*	節点識別子1 （整数）	
node_ID$_2$*2*	節点識別子2 （整数）	
node_ID$_3$*3*	節点識別子3 （整数）	
ϕ_s	要素スキューに対する直交異方性角度 6 （実数）	$[\mathrm{deg}]$
Thick	シェル厚 デフォルトでは、このシェルにはパート*prop_ID*のプロパティセットで指定した厚みが設定されます。 （実数）	$[\mathrm{m}]$

コメント

1. 識別子は、それぞれの要素ファミリー内で一意である必要がありますが、グローバルモデルにおいて、各要素タイプが固有の要素識別子を持つことが推奨されます。
2. 複数の三角形シェルブロックをパートの定義に使用できます。
3. 1つのブロック内に任意の数の三角形シェルを定義できます。
4. 3節点シェル4節点シェルの番号は違うものを使用することを推奨します。
5. 3節点シェル要素における座標系については、ユーザーズガイドのRadiossの座標系をご参照ください。
6. *def_orth* = 1の場合、直交異方性角度、ϕ_sは、/PLYと/PROP/TYPE19 (PLY)でのみ使用されます。

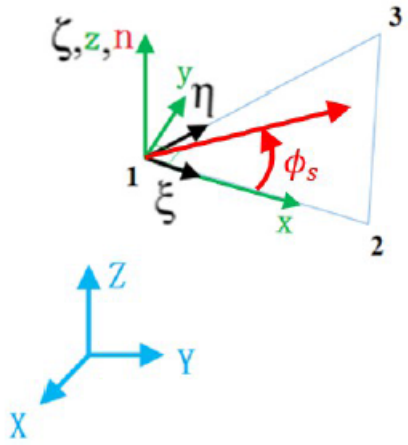


図 *16:*

See Also
Shell Elements (Theory Manual)

ソリッド要素

/BRIC20

ブロックフォーマットのキーワード
3Dソリッド要素（20節点ソリッド要素）を記述します。この2次要素はプロパティ/PROP/SOLIDで使用する必要があります。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/BRIC20/*part_ID*									
bric_ID	*node_ID*$_1$1	*node_ID*$_2$2	*node_ID*$_3$3	*node_ID*$_4$4	*node_ID*$_5$5	*node_ID*$_6$6	*node_ID*$_7$	*node_ID*$_8$	
node_ID$_9$	*node_ID*$_{10}$	*node_ID*$_{11}$	*node_ID*$_{12}$	*node_ID*$_{13}$	*node_ID*$_{14}$	*node_ID*$_{15}$	*node_ID*$_{16}$		
node_ID$_{17}$	*node_ID*$_{18}$	*node_ID*$_{19}$	*node_ID*$_{20}$						

定義

フィールド	内容	SI単位の例
part_ID	ブロックのパート識別子。 （整数、最大10桁）	
bric_ID	要素識別子 （整数）	
node_ID$_1$1	節点識別子1 （整数）	
node_ID$_2$2	節点識別子2 （整数）	
node_ID$_3$3	節点識別子3 （整数）	
node_ID$_4$4	節点識別子4 （整数）	
node_ID$_5$5	節点識別子5 （整数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
node_ID$_6$6	節点識別子6 （整数）	
node_ID$_7$	節点識別子7 （整数）	
node_ID$_8$	節点識別子8 （整数）	
node_ID$_9$	節点識別子9 （整数）	
node_ID$_{10}$	節点識別子10 （整数）	
node_ID$_{11}$	節点識別子11 （整数）	
node_ID$_{12}$	節点識別子12 （整数）	
node_ID$_{13}$	節点識別子13 （整数）	
node_ID$_{14}$	節点識別子14 （整数）	
node_ID$_{15}$	節点識別子15 （整数）	
node_ID$_{16}$	節点識別子16 （整数）	
node_ID$_{17}$	節点識別子17 （整数）	
node_ID$_{18}$	節点識別子18 （整数）	
node_ID$_{19}$	節点識別子19	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	
node_ID$_{20}$	節点識別子20 （整数）	

コメント

1. 識別子（ID）は、それぞれの要素ファミリー内で一意である必要がありますが、グローバルモデル内で各要素タイプ別に固有の要素識別子を持つことが推奨されます。
2. 20節点ソリッド要素には相互に異なる識別子を設定する必要があります。
3. 20節点ソリッド要素は、ソリッド材料およびソリッドグループ（*grbric_ID*）を使用してソリッド要素（*bric_ID*）として内部的に処理されます。
4. 節点9から20にゼロが設定される場合、対応するエッジでは線形挙動が想定されます。

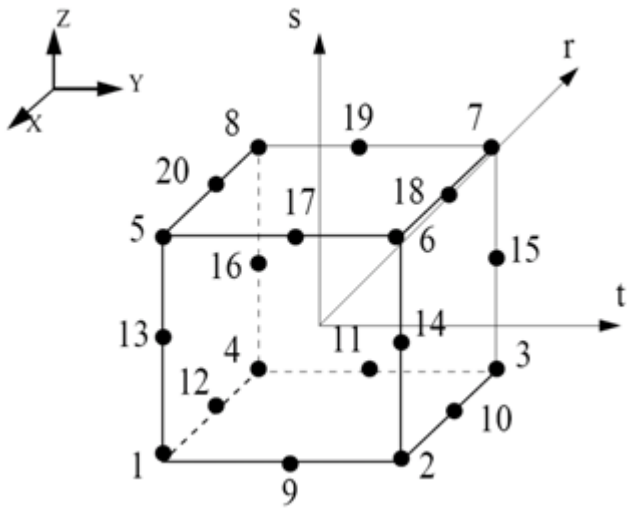


図 *17:*

See Also

RD-E:1500 ギア

RD-E:2100 カム

/BRICK

ブロックフォーマットのキーワード
6面体ソリッド要素または8節点の厚肉シェル要素を定義します。要素タイプおよび定式化は/PROPカード上で定義されます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/BRICK/*part_ID*									
brick_ID	*node_ID*$_1$1	*node_ID*$_2$2	*node_ID*$_3$3	*node_ID*$_4$4	*node_ID*$_5$5	*node_ID*$_6$6	*node_ID*$_7$	*node_ID*$_8$	

定義

フィールド	内容	SI単位の例
part_ID	ブロックのパート識別子。 （整数、最大10桁）	
brick_ID	要素識別子 （整数）	
node_ID$_1$1	節点識別子1 （整数）	
node_ID$_2$2	節点識別子2 （整数）	
node_ID$_3$3	節点識別子3 （整数）	
node_ID$_4$4	節点識別子4 （整数）	
node_ID$_5$5	節点識別子5 *= 0* 特定の定式化による四面体の場合 （整数）	
node_ID$_6$6	節点識別子6	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 0 特定の定式化による四面体の場合 （整数）	
node_ID$_7$	節点識別子7 *= 0* 特定の定式化による四面体の場合 （整数）	
node_ID$_8$	節点識別子8 *= 0* 特定の定式化による四面体の場合 （整数）	

コメント

1. 識別子（ID）は、それぞれの要素ファミリー内で一意である必要がありますが、グローバルモデル内で各要素タイプ別に固有の要素識別子を持つことが推奨されます。
2. 複数の/BRICKブロックを使用して1つのパートを定義することができます。
3. 1つの/BRICKブロック内に任意の数の要素を定義できます。
4. 要素の要素局所座標系は次のように定義されます：

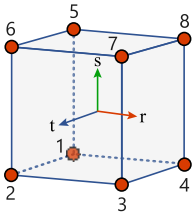


図 *18:*

5. 結合要素が割り当てられた/PROP/CONNECTは異なる要素局所座標系を擁し、これはシェル要素に似ています。直交方向tは、底（1-2-3-4）面と上（5-6-7-8）面から構成されます。この差異により、プリプロセッサはs軸方向の結合要素の要素法線を示し、これは典型的なソリッド要素に対応します。

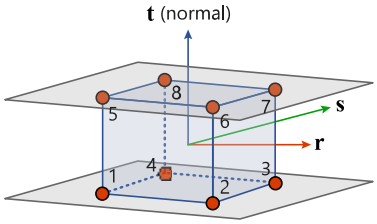
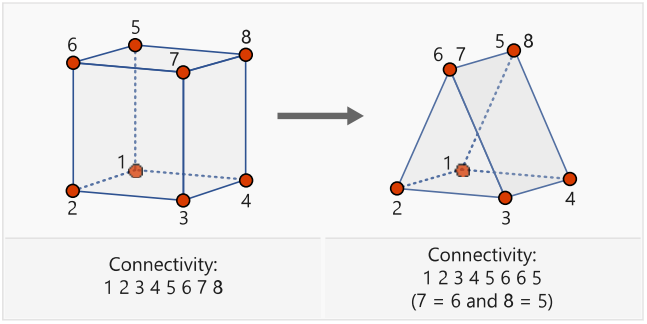
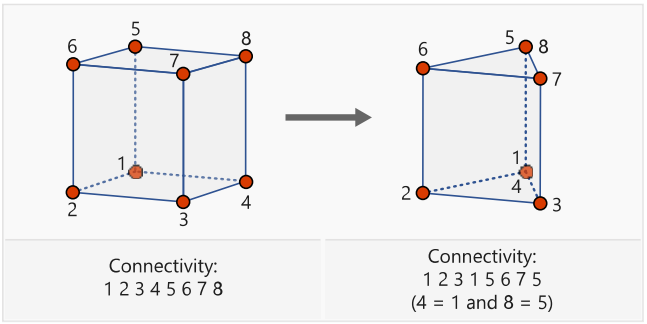
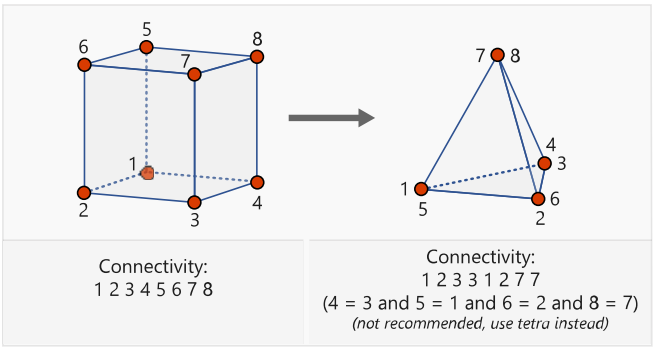


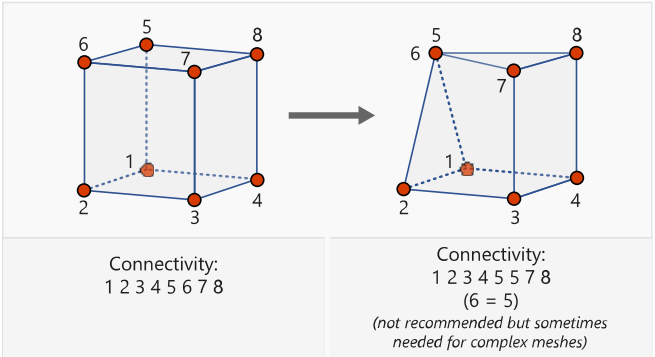
図 *19:*

6. 3Dソリッド要素は、*node_ID*入力内の節点番号を繰り返し、3Dソリッドコーナーを組み合わせて別の形状を形成することで、別の3Dソリッド要素に退化させることが可能です。最も一般的な例は次の2つの画像に示されるような三角柱六面体要素ですが、複雑なメッシュを結合する必要がある場合の別の形状もその下に示します。









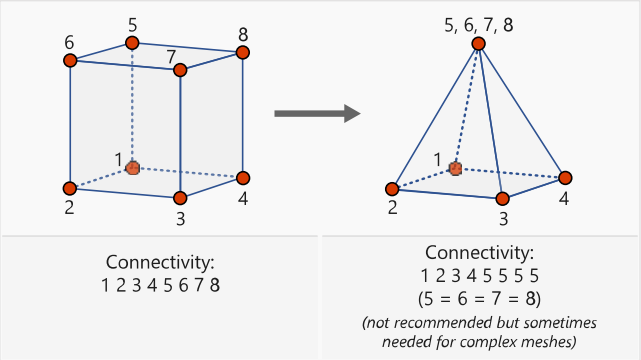


図 *20:* 退化させられた*3D*ソリッド要素の例

7. 8節点厚肉シェル要素は/BRICKで3Dソリッド要素として定義され、厚肉シェルプロパティ /PROP/TYPE20 (TSHELL)、/PROP/TYPE21 (TSH_ORTH)または/PROP/TYPE22 (TSH_COMP)で割り当てられます。

   8節点厚肉シェルは、3Dソリッド要素識別子*brick_ID*および3Dソリッドグループ識別子*grbric_ID*を使って参照されます。

8. 定式化PA6（I_{solid}*SOLID* =15）を持つこの厚肉シェル五面体要素の場合、/PENTA6要素が推奨されますが、縮退された/BRICK要素が使用されることが可能です。上部（節点1、2、3、4）および底部（節点5、6、7、8）のフェイスが三角形である要素のみが使用できます。

See Also

Radioss Coordinate System (User Guide)

/PENTA6

ブロックフォーマットのキーワード
この五面体要素は、現在は、I_{solid}*SOLID* =15の厚肉シェル要素としてのみサポートされており、`/PROP/TYPE20`(TSHELL)で使用されます。非厚肉シェルの3次元ソリッドの五面体要素の場合は、縮退 `/BRICK`要素を作成します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
`/PENTA6`/*part_ID*									
penta_ID	*node_ID*$_1$1	*node_ID*$_2$2	*node_ID*$_3$3	*node_ID*$_4$4	*node_ID*$_5$5	*node_ID*$_6$6			

定義

フィールド	内容	SI単位の例
part_ID	ブロックのパート識別子。 (整数、最大10桁)	
penta_ID	要素識別子 (整数)	
node_ID$_1$1	節点識別子1 (整数)	
node_ID$_2$2	節点識別子2 (整数)	
node_ID$_3$3	節点識別子3 (整数)	
node_ID$_4$4	節点識別子4 (整数)	
node_ID$_5$5	節点識別子5 (整数)	
node_ID$_6$6	節点識別子6 (整数)	

コメント

1. 識別子は、それぞれの要素ファミリー内で一意である必要がありますが、グローバルモデルにおいて、各要素タイプが固有の要素識別子を持つことが推奨されます。
2. このオプションは五面体を定義し、I_{solid}*SOLID* = 15（PA6厚肉シェル要素の定式化/DEF_SOLID）の場合にのみ使用できます。

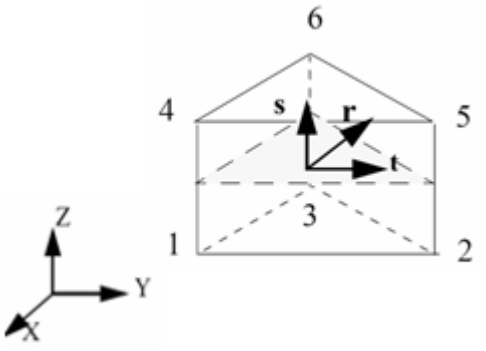


図 *21:*

/QUAD

ブロックフォーマットのキーワード
2次元ソリッド要素を記述します。QUAD要素は全体座標のYZ平面で定義する必要があります。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/QUAD/*part_ID*									
quad_ID	*node_ID*$_1$1	*node_ID*$_2$2	*node_ID*$_3$3	*node_ID*$_4$4					

定義

フィールド	内容	SI単位の例
part_ID	ブロックのパート識別子。 （整数、最大10桁）	
quad_ID	要素識別子 （整数）	
node_ID$_1$1	節点識別子1 （整数）	
node_ID$_2$2	節点識別子2 （整数）	
node_ID$_3$3	節点識別子3 （整数）	
node_ID$_4$4	節点識別子4 （整数）	

コメント

1. 識別子は、それぞれの要素ファミリー内で一意である必要がありますが、グローバルモデルにおいて、各要素タイプが固有の要素識別子を持つことが推奨されます。
2. 複数のリベットブロックを使用して1つのパートを定義することができます。
3. 1ブロック内に任意の数のソリッドを定義できます。
4. QUAD要素は、全体座標系のX方向を指す要素の法線が含まれる全体座標のYZ平面で定義する必要があります。

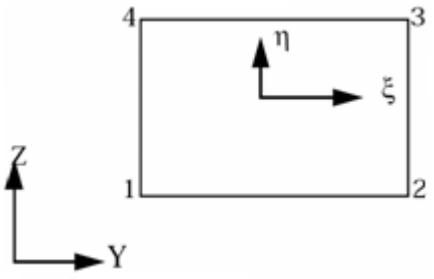


図 *22:*

See Also

RD-E:0700 振り子

RD-E:0800 Hopkinsonバー

RD-E:1900 波動伝播

RD-E:4600 TNT円筒膨張試験

/SHEL16

ブロックフォーマットのキーワード
3次元シェル要素（16節点厚肉シェル要素）を記述します。

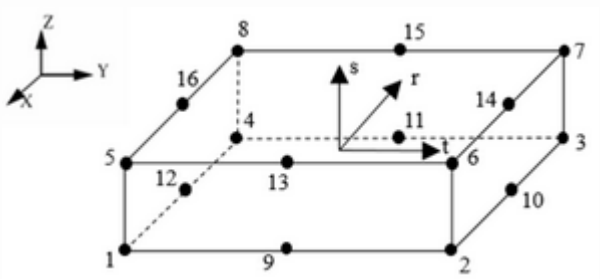
この厚肉シェル構造をモデル化するには、16節点厚肉シェル要素を使用する必要があります。この要素の定式化は厚肉シェル定式化で、厚みの中に1つの要素しか含まれない曲げ挙動（弾性と塑性）を正確に記述できます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/SHEL16/*part_ID*									
shell_ID	*node_ID*$_1$1	*node_ID*$_2$2	*node_ID*$_3$3	*node_ID*$_4$4	*node_ID*$_5$5	*node_ID*$_6$6	*node_ID*$_7$	*node_ID*$_8$	
node_ID$_9$	*node_ID*$_{10}$	*node_ID*$_{11}$	*node_ID*$_{12}$						
node_ID$_{13}$	*node_ID*$_{14}$	*node_ID*$_{15}$	*node_ID*$_{16}$						

定義

フィールド	内容	SI単位の例
part_ID	ブロックのパート識別子。 （整数、最大10桁）	
shell_ID	要素識別子 （整数）	
node_ID$_1$1	節点識別子1 （整数）	
node_ID$_2$2	節点識別子2 （整数）	
node_ID$_3$3	節点識別子3 （整数）	
node_ID$_4$4	節点識別子4 （整数）	
node_ID$_5$5	節点識別子5 （整数）	
node_ID$_6$6	節点識別子6	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	
node_ID$_7$	節点識別子7 （整数）	
node_ID$_8$	節点識別子8 （整数）	
node_ID$_9$	節点識別子9 （整数）	
node_ID$_{10}$	節点識別子10 （整数）	
node_ID$_{11}$	節点識別子11 （整数）	
node_ID$_{12}$	節点識別子12 （整数）	
node_ID$_{13}$	節点識別子13 （整数）	
node_ID$_{14}$	節点識別子14 （整数）	
node_ID$_{15}$	節点識別子15 （整数）	
node_ID$_{16}$	節点識別子16 （整数） 	

コメント

1. 識別子は、それぞれの要素ファミリー内で一意である必要がありますが、グローバルモデルにおいて、各要素タイプが固有の要素識別子を持つことが推奨されます。
2. 16節点厚肉シェル要素は、内部的には、ソリッド材料とソリッドグループ(*grbric_ID*)を使用してソリッド要素(*brick_ID*)として扱われます。
3. 16節点厚肉シェル要素は、プロパティの/PROP/TYPE20 (TSHELL)と/PROP/TYPE21 (TSH_ORTH)と共に使用する必要があります。
4. 16節点厚肉シェル要素には相互に異なる識別子を設定する必要があります。
5. "s"方向の応力は0ではありませんが、一定です。
6. 節点9から10に0が設定される場合、対応するエッジでは線形挙動が想定されます。

See Also

Radioss Coordinate System (User Guide)

RD-E:0901 ビリヤード(プール)

RD-E:1500 ギア

RD-E:2100 カム

RD-E:3700 解析梁

/TETRA10

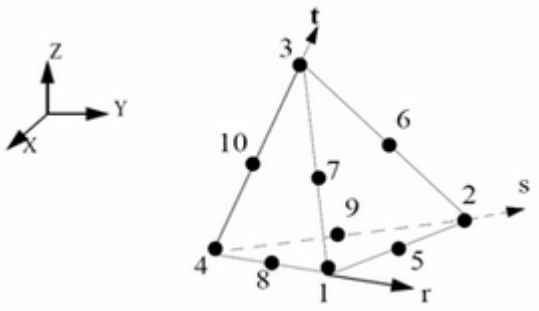
ブロックフォーマットのキーワード
10節点からなる四面体ソリッド要素を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/TETRA10/*part_ID*									
tetra_ID									
node_ID$_1$*1*	*node_ID*$_2$*2*	*node_ID*$_3$*3*	*node_ID*$_4$*4*	*node_ID*$_5$*5*	*node_ID*$_6$*6*	*node_ID*$_7$	*node_ID*$_8$	*node_ID*$_9$	*node_ID*$_{10}$

定義

フィールド	内容	SI単位の例
part_ID	ブロックのパート識別子 （整数、最大10桁）	
tetra_ID	要素識別子 （整数）	
node_ID$_1$*1*	節点識別子1 （整数）	
node_ID$_2$*2*	節点識別子2 （整数）	
node_ID$_3$*3*	節点識別子3 （整数）	
node_ID$_4$*4*	節点識別子4 （整数）	
node_ID$_5$*5*	節点識別子5 （整数）	
node_ID$_6$*6*	節点識別子6 （整数）	
node_ID$_7$	節点識別子7	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	
node_ID$_8$	節点識別子8 （整数）	
node_ID$_9$	節点識別子9 （整数）	
node_ID$_{10}$	節点識別子10 （整数） 	

コメント

1. 識別子は、それぞれの要素ファミリー内で一意である必要がありますが、グローバルモデルにおいて、各要素タイプが固有の要素識別子を持つことが推奨されます。
2. 四面体10節点要素の*part_ID*は以下と異なる必要があります:
   - ブリック要素の*part_ID*
   - 四面体4節点要素の*part_ID*
3. /DEF_SOLIDで定義するソリッド微小ひずみ定式化用のフラグ（I_{smstr}*SMSTR*）の値1、2、または3は、10節点四面体と適合性がありません。
4. 要素は4節点から9節点に縮退される場合があります。
5. 10節点四面体要素は、ソリッド材料およびソリッドグループ（*grbric_ID*）を使用してソリッド要素（*brick_ID*）として内部的に処理されます。
6. 10節点四面体要素が/SURF接触セグメントとして定義されている際、4つの三角形セグメントが各10節点四面体要素のフェイスについて生成されます。

/TETRA4

ブロックフォーマットのキーワード
4節点からなる四面体ソリッド要素を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/TETRA4/*part_ID*									
tetra_ID	*node_ID*$_1$*1*	*node_ID*$_2$*2*	*node_ID*$_3$*3*	*node_ID*$_4$*4*					

定義

フィールド	内容	SI単位の例
part_ID	ブロックのパート識別子。 （整数、最大10桁）	
tetra_ID	要素識別子 （整数）	
node_ID$_1$*1*	節点識別子1 （整数）	
node_ID$_2$*2*	節点識別子2 （整数）	
node_ID$_3$*3*	節点識別子3 （整数）	
node_ID$_4$*4*	節点識別子4 （整数）	

コメント

1. 識別子は、それぞれの要素ファミリー内で一意である必要がありますが、グローバルモデルにおいて、各要素タイプが固有の要素識別子を持つことが推奨されます。
2. 四面体4節点要素の*part_ID*は以下と異なる必要があります：
   - ブリック要素の*part_ID*
   - 四面体10節点要素の*part_ID*

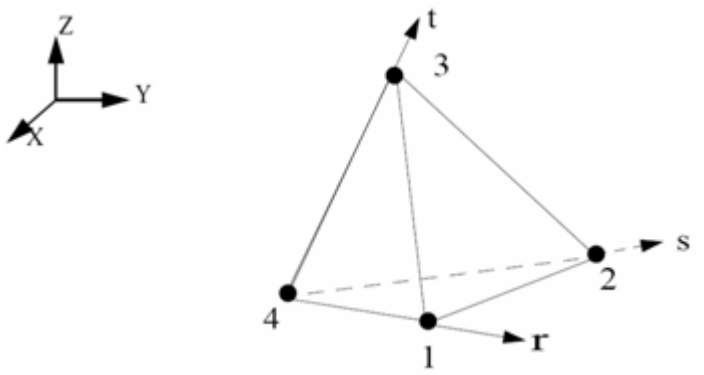


図 *23:*

4節点四面体要素は、ソリッド材料およびソリッドグループ（*grbric_ID*）を使用してソリッド要素（*brick_ID*）として内部的に処理されます。

/TRIA

ブロックフォーマットのキーワード
3節点をベースとした2Dソリッド要素を記述します。TRIA要素は全体座標のYZ平面で定義する必要があります。

この要素は、/MAT/LAW151 (MULTIFLUID)および/PROP/TYPE14(SOLID)とのみ使用されます。破壊モデルとの適合性はありません。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/TRIA/*part_ID*									
tria_ID	*node_ID*$_1$1	*node_ID*$_2$2	*node_ID*$_3$3						

定義

フィールド	内容	SI単位の例
part_ID	ブロックのパート識別子。 (整数、最大10桁)	
tria_ID	要素識別子 (整数)	
node_ID$_1$1	節点識別子1 (整数)	
node_ID$_2$2	節点識別子2 (整数)	
node_ID$_3$3	節点識別子3 (整数)	

コメント

1. 識別子は、それぞれの要素ファミリー内で一意である必要がありますが、グローバルモデルにおいて、各要素タイプが固有の要素識別子を持つことが推奨されます。
2. 複数の三角形ブロックを使用して1つのパートを定義することができます。
3. 1ブロック内に任意の数の三角形要素を定義できます。
4. TRIA要素は、全体座標系のX方向を指す要素の法線が含まれる全体座標のYZ平面で定義する必要があります。
5. パラメータ(/ANALY内)は、軸対称モデリング(N_{2D3D}=1)または平面ひずみモデリング(N_{2D3D}=2)を可能にします。
6. TRIA要素のh3d出力には、/H3D/ELEMを使用します。

See Also
/QUAD (Starter)
/ANALY (Starter)

SPH

/SPHCEL

ブロックフォーマットのキーワード
SPHセルを記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/SPHCEL/*part_ID*									
node_ID									

定義

フィールド	内容	SI単位の例
part_ID	パート識別子 （整数、最大10桁）	
node_ID	補助節点識別子 （整数）	

コメント

1. 粒子は、それぞれの補助節点と同じ識別子を持ちます。
2. 六角形のコンパクトネットまたは立方体のネットに対して粒子が分布するようにします（SPHセルの分布を参照）。

See Also

粒子法流体力学（SPH）
SPH Cell Distribution (Theory Manual)
RD-E:4900 ウィンドシールドへのバードストライク
RD-E:5500 ファンブレードの回転の初期設定と衝突

コンポーネントとパート構造

ブロックフォーマットのキーワード
このグループでは、キーワードを使用して材料とプロパティの情報を組み合わせたり(/PART)、モデルをアセンブルしたり(/SUBSET)、個別のモデルを定義(//SUBMODEL)します。

/PART

ブロックフォーマットのキーワード
材料とプロパティの情報を組み合わせたパートを定義します。オプションで、インターフェースのギャップを指定できます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/PART/*part_ID*/*unit_ID*									
part_title									
prop_ID	*mat_ID*	*subset_ID*	*Thick*						

定義

フィールド	内容	SI単位の例
part_ID	パート識別子 (整数、最大10桁)	
part_title	パートのタイトル (文字、最大100文字)	
unit_ID	単位の識別子(オプション) (整数、最大10桁)	
prop_ID	パート内の要素のプロパティ識別子 (整数)	
mat_ID	パート内の要素の材料識別子*mat_ID*は、スプリング要素とリベット要素の場合、0でなければなりません。 (整数)	
subset_ID	(オプション)パートが属するサブセットの識別子省略した場合、パートは全体モデルのサブセットに属します。 デフォルト = 全体モデル(整数)	

フィールド	内容	**SI**単位の例
Thick	(オプション)シェルの仮想板厚。 シェルの板厚を定義します。インターフェースのギャップを計算する目的でのみ使用されます。3節点シェルおよび4節点シェルを含んだパートのみで使用可能です。 (実数)	[m]

コメント

1. パートは、均質な要素アセンブリです。1つのパートでは、すべての要素が同じタイプとなります(シェル、ソリッド、ビーム、トラス、スプリング、リベットなど)。パート内の要素は、同じ材料番号(*mat_ID*)、および同じプロパティ識別子(*prop_ID*)を参照します。
2. 複数の異なるパートで同じ材料識別子を参照することができます。これは、プロパティとサブセットの識別子についても同様です。
3. /SHELLキーワードまたは/SH3Nキーワードで*Thick*フィールドの値が0と等しい場合は、シェルプロパティで定義された板厚ではなく、*Thick*フィールドで定義した仮想シェル板厚の値が使用されます。
4. シェルの仮想板厚は、インターフェースタイプ7、11、18、19、20、21、24および25のギャップの計算に使用されます。また、*IgnoreIGNORE*=2または*IgnoreIGNORE*=3でd_{search}=0の場合の、/INTER/TYPE2のd_{search}の計算にも使用されます。
5. シェルおよび厚肉シェルの複合材パートについては、材料は、/PROP/TYPE10 (SH_COMP)、/PROP/TYPE11 (SH_SANDW)、/PROP/TYPE21 (TSH_ORTH)、または/PROP/TYPE22 (TSH_COMP)を使用して、プロパティカードにおいて直接定義されます。これらの材料内で定義された破壊基準(例えば、LAW25)が考慮されます。/PARTカードで参照される材料は、時間ステップおよび接触剛性の計算にのみ使用されます。

See Also
More Options (FAQ)

/SUBSET

ブロックフォーマットのキーワード
サブセットを記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/SUBSET/*subset_ID*									
subset_title									
sub_ID1	*sub_ID2*	*sub_ID3*	*sub_ID4*	*sub_ID5*	*sub_ID6*	*sub_ID7*	*sub_ID8*	*sub_ID9*	*sub_ID10*

定義

フィールド	内容	SI単位の例
subset_ID	サブセット識別子 （整数、最大10桁）	
subset_title	サブセットのタイトル （文字、最大100文字）	
sub_ID1, *sub_ID2*, … *sub_ID10*	子サブセット識別子 （整数）	

パート定義

```
/PART/1000
extra part
200 100
/PART/1001
roof part
100 100 1
/PART/1002
door part 1
100 101 12
/PART/1003
door part 2
100 102 12
/PART/1004
head part 1
200 200 21
/PART/1005
head part 2
201 200 21
/PART/1006
legs part 1
201 200 22
```

サブセット定義

```
/SUBSET/1
car
```

```
12
/SUBSET/12
door
/SUBSET/21
head
/SUBSET/22
legs
/SUBSET/2
dummy
21 22
```

コメント

1. サブセットは不均質な要素アセンブリです。
2. 1つのサブセットは、パートのセットまたはサブセットのセット、あるいはその両方で構成されます。サブセットを構造化して階層モデルを生成できます。
3. パートが属するサブセットは、/PARTオプションで定義します。
4. 1つのサブセットに属するサブセットは、/SUBSETオプションで定義します。
5. /PARTオプションまたは/SUBSETオプションで参照する各サブセットIDは、/SUBSETオプションを使用して定義する必要があります。複数の/SUBSETオプションから同じ*subset_ID*を同時に参照することはできません。
6. どの/SUBSETオプションリスト内でも参照されていないサブセットは全体モデルサブセットの子です。
7. サブセットと要素グループ(/GRSHELや/GRBRIC)の主な違いは、サブセット階層では、まったく重複しないモデル構成が定義される点です。要素グループではモデルの1つのパートしかカバーされません。また、複数の要素が複数のグループに属していても構いません。
8. 階層構成のレベル数に制限はありません。

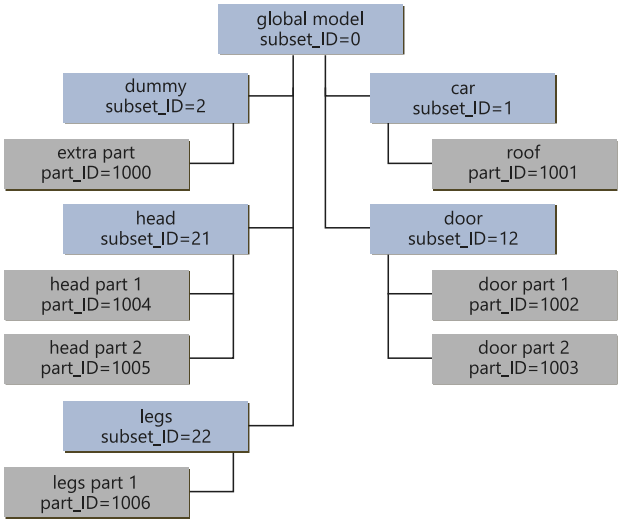


図 *24:* 階層モデル

//SUBMODEL

ブロックフォーマットのキーワード
サブモデルカードは、計算法、単位系、Radiossバージョンの個別の定義によってモデルのパートを定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
//SUBMODEL/*submodel_ID*/*unit_ID*/*Vers_number*									
submodel_title									
off_def	*off_nod*	*off_ele*	*off_part*	*off_mat*	*off_type*	*off_sub*			

定義

フィールド	内容	SI単位の例
submodel_ID	サブモデル識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。4 （整数、最大10桁）	
Vers_number	（オプション）サブモデル内部の入力デックのバージョン 5 現バージョンの場合、*Vers_number* = V2022 デフォルト = メインの入力ファイルで使用されているバージョン	
submodel_title	サブモデルのタイトル （文字、最大100文字）	
off_def	すべてのオプションのデフォルトオフセット値 デフォルト = 0（整数）	
off_nod	節点のデフォルトオフセット値 デフォルト = *off_def*（整数）	
off_ele	要素のデフォルトオフセット値 デフォルト = *off_def*（整数）	
off_part	パートのデフォルトオフセット値 デフォルト = *off_def*（整数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
off_mat	すべての材料のデフォルトオフセット値 デフォルト = *off_def*(整数)	
off_type	すべてのプロパティのデフォルトオフセット値 デフォルト = *off_def*(整数)	
off_sub	すべてのサブモデルのデフォルトオフセット値 デフォルト = *off_def*(整数)	

コメント

1. 以下のオプションは/`/SUBMODEL`と適合していません:

/ADMESH	すべてのアダプティブメッシングカード
/ALE	すべてのALEカード
/ARCH	
/CAA	
/EBCS	`/EBCS`、`/EBCS/MONVOL`、`/EBCS/INLET`、`/EBCS/FLUXOUT`
/BEM/DAA	
/INIMAP1D	
/INIMAP2D	
/FUNC_2D	
/GRTRIA	
/TRIA	
/EULER	すべてのEULERカード
/INIVOL	
/INTER	TYPE1、TYPE3、TYPE9、TYPE12、TYPE16、TYPE17、TYPE18、TYPE22、TYP `HERTZ/TYPE17`、`/LAGDT/TYPE7`
/LAGMUL	すべてのLagrange乗数法オプション
/MADYMO	`/EXFEM`、`/LINK`
/MAT	LAW18、LAW29、LAW30、LAW31、LAW52、LAW74 、LAW78、LAW80、LAW81、USERIJ 8
/PROP	TYPE15、TYPE46

/RADIATION	
/RANDOM	
/REFSTA	/REFSTAに代わって/XREFまたは/EREF
/RWALL/THERM	
/UNWIND	
/SECT	カット手法 - $I_{save} > 0$

2. 以下のオプションは//SUBMODELで定義された際は無視されます:

#RADIOSS STARTER	
#ENDDATA	
/DEF_SHELL	
/DEF_SOLID	
/DEFAULT/INTER	TYPE2、TYPE7、TYPE11、TYPE19、TYPE25
/ANALY	
/IOFLAG	
/END	
/ANIM/VERS	

3. サブモデルブロックの最後には、必ずキーワードの//ENDSUBを付加する必要があります。
4. 単位とRadiossサブモデルのバージョンは、/BEGINカード（推奨）、または//SUBMODEL行の*/Vers_number*および*unit_ID*のいずれかによって指定できます。両方の場所で定義されている場合、//SUBMODEL内の/BEGINカードで定義された単位とバージョンが、//SUBMODEL行内で定義された*Vers_number*と*unit_ID*に代わって使用されます。
5. *Vers_number*の値がある場合:

Invers	**Radioss** フォーマット **/** バージョン
V90	9.0から使用可能
V100	10.0から使用可能
V110	11.0から使用可能
V120	12.0から使用可能
V130	13.0から使用可能
V140	14.0から使用可能
V2017	2017から使用可能
V2018	2018から使用可能

Invers	**Radioss** フォーマット **/** バージョン
V2019	2019から使用可能
V2020	2020から使用可能
V2021	2021から使用可能
V2022	2022から使用可能（現在のフォーマット）

6. サブモデル内で2つ以上の/BEGINカードが指定されている場合、Radioss Starterは複数のエラーを出力します。
7. サブモデル内の入力デックのバージョンが定義されていない場合、フォーマットは、メインモデル内のカード/BEGINで定義されたものと同じであるとみなされます。
8. 材料則LAW29、LAW30、LAW31およびUSERIJは、//SUBMODELの単位系がメインファイルと同じである場合に//SUBMODEL内で使用され得ます。
9. //SUBMODELは階層をサポートします。したがって、//SUBMODELは別の//SUBMODEL内で定義が可能です。ただし、*unit_ID*と*Vers_number*は、//SUBMODELが別の//SUBMODEL内で定義されている際は使用できません。
10. //SUBMODELの階層を使用する際、//SUBMODELはRadiossの現バージョンでなければなりません。
11. Engineファイル内で節点IDやパートIDといったエンティティIDを参照する場合、エンティティIDは//SUBMODEL IDのオフセットを含んでいる必要があります。

インターフェース

ブロックフォーマットのキーワード
インターフェースにより、モデルの2つのパート間の接触/衝撃条件が求められます。Radiossではいくつかのインターフェースタイプを使用することができ、これらはさまざまな接触処理方法を使用します。

これらのインターフェースのそれぞれは特定の適用分野のために開発されましたが、それ以外の分野でも利用することはできます。それぞれのインターフェースに用いられている異なるアルゴリズムの制限内容によってその選択を決める事もできます。

インターフェースのタイプ

接触の取り扱い		タイプ	適用分野	内容
運動学的拘束	タイド	/INTER/TYPE2	メッシュ密度の変更（ソリッド）	2個のLagrange材料間のタイド結合。
ペナルティ法	スライド / ボイド	/INTER/TYPE3	TYPE7を使用することを推奨します。	ボイド開口部および2つのLagrangeサーフェス間の摩擦を伴うスライディング。 対称計算（J. Hallquistアルゴリズム）。
	スライド / ボイド	/INTER/TYPE5	TYPE7を使用することを推奨します。	ボイド開口部および2つのLagrangeサーフェス間の摩擦を伴うスライディング。 非対称計算（メイン - セカンダリアルゴリズム）。
	スライド / ボイド	/INTER/TYPE6	ユーザー定義の接触	2つの剛体サーフェス間の衝撃の接触。
	スライド / ボイド	/INTER/TYPE7	全ての速度でのソリッドの接触 / 衝撃	多目的インターフェース。 TYPE3またはTYPE5の代替として使用可能。節点対セグメントの接触。
	スライド	/INTER/TYPE8	スタンピング用途	絞りビードライン。
	タイド/ボイド	/INTER/TYPE10	特別な目的のインターフェース	タイドコンタクトとボイド開口（オプション）。
	スライド / ボイド	/INTER/TYPE11	ビーム、バー、またはスプリング	エッジ対エッジの接触。
	スライド / ボイド	/INTER/TYPE14	MADYMO-RADIOSS連成用。	超楕円対節点の接触。

接触の取り扱い		タイプ	適用分野	内容
	スライド / ボイド	/INTER/TYPE15	MADYMO-RADIOSS連成用。	超楕円対要素の接触。
	スライド / ボイド	/INTER/TYPE19	全ての速度でのソリッドの接触 / 衝撃、およびビーム、バー、またはスプリング。	一般接触のインターフェース。 節点対セグメントの接触およびエッジ対エッジの接触。 1つのインターフェースTYPE7に1つのインターフェースTYPE11を加えたものと同等。
	スライド / ボイド	/INTER/TYPE21	スタンピング	スタンピング用に設計された剛体のメインサーフェスとセカンダリサーフェス間に固有のインターフェース。
	スライド / ボイド	/INTER/TYPE23	エアバッグ	エアバッグ用の穏やかなペナルティの接触。
	スライド / ボイド	/INTER/TYPE24	このインターフェースは、インターフェースTYPE3、TYPE5、またはTYPE7に代えて使用できます。	一般接触のインターフェース。
	スライド / ボイド	/INTER/TYPE25	線形剛性を含む一般接触のインターフェース	インターフェースTYPE3、TYPE5、TYPE7、またはTYPE24に代えて使用可能な多目的インターフェース。
Lagrange乗数法	タイド	/INTER/LAGMUL/TYPE2	メッシュ密度の変更（ソリッド）	メイン節点とセカンダリ節点間のタイド接触。
	スライド / ボイド	/INTER/LAGMUL/TYPE7	全ての速度でのソリッドの接触 / 衝撃	メインサーフェスと、セカンダリ節点のリスト間の多用途衝撃インターフェース。
	スライド / ボイド	/INTER/LAGMUL/TYPE16	8節点または16節点厚肉シェル、または20節点ソリッドによるメッシュ	節点と外部サーフェス間の衝撃の接触。
	スライド / ボイド	/INTER/LAGMUL/TYPE17	8節点または16節点厚肉シェル、ま	2つの3次元ソリッドグループの外部サーフェス間における衝撃の接触。

接触の取り扱い		タイプ	適用分野	内容
			たは20節点ソリッドによるメッシュ	
自動ペナルティLagrange	スライド / ボイド	/INTER/LAGDT/TYPE7	全ての速度でのソリッドの接触 / 衝撃	一定最小時間ステップを持つTYPE7と同じ挙動。
Hertz 定式化	スライド / ボイド	/INTER/HERTZ/TYPE17	16節点厚肉シェル、または20節点ソリッドでのメッシュ。	2つの3次元ソリッドグループの外部サーフェス間における衝撃の記述にHerts接触理論を使用。
ALE	タイド	/INTER/TYPE1	流体 / 構造連成相互作用	ALE材料とLagrange材料の境界。
	スライド / ボイド	/INTER/TYPE9	流体 / 構造連成相互作用	ボイド開口部および自由サーフェスを持つALE/Lagrange。
	FLUID / FLUID	/INTER/TYPE12	流体と流体の接触	自由、タイド、または周期的オプションによって2つの流体メッシュを結合します。 ALEまたはEULERまたはLAG/ALEまたはEULERまたはLAG
	スライド / ボイド	/INTER/TYPE18	流体 / 構造連成相互作用	Lagrange材料とALE材料との連成

運動学的拘束

ブロックフォーマットのキーワード

運動学的拘束のあるインターフェースタイプ

接触の取り扱い		タイプ	適用分野	内容
運動学的拘束	タイド	/INTER/TYPE2	メッシュ密度の変更（ソリッド）	2個のLagrange材料間のタイド結合。

/INTER/TYPE2

ブロックフォーマットのキーワード
セカンダリ節点のセットをメインサーフェスに結合するTYPE2タイドインターフェースを定義します。これは粗いメッシュと細かいメッシュ、モデルのスポット溶接、リベット等を結合するために使用できます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/INTER/TYPE2/*inter_ID*/*unit_ID*									
inter_title									
grnd_ID$_s$	*surf_ID*$_{ig}$	*Ignore*	*IGNO*	*Spot*$_{flag}$	*FLA*	*Level*	*LEVEL*	*I*$_{search}$	*SEARC*	*I*$_{del2}$	*DEL2*		*d*$_{search}$

Spot$_{flag}$*FLAG*=20、21または22の場合、この入力を読み込みます：

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Rupt	*I*$_{filtr}$*FILTR*	*fct_ID*$_{sr}$	*fct_ID*$_{sn}$	*fct_ID*$_{st}$	*I*$_{sym}$*SYM*	*Max_N_Dist*		*Max_T_Dist*	
Fscale$_{stress}$		*Fscale*$_{str\_rate}$		*Fscale*$_{dist}$		*Alpha*		*Area*	

Spot$_{flag}$*FLAG*=25、27または28の場合、この入力を読み込みます：

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
StfacSTFAC		*ViscVISC*				*I*$_{stf}$*STF*			

オプション

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
I_{the}THE	K_{the}THE								I_{proj}

定義

フィールド	内容	SI単位の例
inter_ID	インターフェースの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
inter_title	インターフェースのタイトル （文字、最大100文字）	
grnd_ID$_s$s	セカンダリ節点グループ識別子 （整数）	
surf_ID$_m$m	メインサーフェスの識別子 （整数）	
IgnoreIGNORE	メインセグメントが見つからない場合にセカンダリ節点を無視することを意味するフラグ。 *= 0* /DEFAULT/INTER/TYPE2で定義した値に設定されます。 *= 1* Starter実行中にメインセグメントが見つからなかったセカンダリ節点を、インターフェースから削除します。 *= 2* d_{search} = 0の場合、新しいd_{search}の計算で、Starter実行中にメインセグメントが見つからなかったセカンダリ節点は、インターフェースから削除されます 。14 *= 3* d_{search} = 0の場合、新しいd_{search}の計算で、Starter実行中にメインセグメントが見つからなかったセカンダリ節点は、インターフェースから削除されます 。14 *= 1000* */DEFAULT/INTER/TYPE2*が定義されていない場合のデフォルトセカンダリ節点は削除されません。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）12 13	
Spot$_{flag}$FLAG	スポット溶接定式化フラグ 3 4 5 6 7 11 *= 0* /DEFAULT/INTER/TYPE2で定義した値に設定されます。 *= 1* スポット溶接またはリベットに合わせて定式化を最適化します。 *= 2* 標準の定式化と同じ定式化。階層レベルの使用時に必須です。節点時間ステップ/DT/NODA/CSTとの適合性はありません。 *=4 /CAA*が使用されている場合のデフォルト 回転の自由度は伝達されません（シェルが使用されている場合）。 節点時間ステップ/DT/NODA/CSTとの適合性はありません。 *=5v/CAA*が使用されていない場合のデフォルト 標準の定式化。 *= 20* 節点に結合しているシェルおよび3次元ソリッドフェイスを用いて応力が計算されている破壊を伴うスポット溶接。 *= 21* 節点に結合しているシェル要素を用いて応力が計算されている破壊を伴うスポット溶接。 *= 22* 節点に結合している3次元ソリッドフェイスを用いて応力が計算されている破壊を伴うスポット溶接。 *= 25* ペナルティの定式化（推奨されません）。19 *= 27* 非適合の運動条件が生じる場合、ペナルティ定式化に自動的に切り替えるSpot$_{flag}$FLAG =5に類似した運動条件定式化。20 *= 28* 非適合の運動条件が生じる場合、ペナルティ定式化に自動的に切り替えるSpot$_{flag}$FLAG =1に類似した運動条件定式化。20 *= 30* メインセグメントの3次曲率を使用した定式化。節点時間ステップ/DT/NODA/CSTとの適合性はありません。 （整数）	
LevelLEVEL	インターフェースの階層レベル （整数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
I_{search}*SEARCH*	最も近いメインセグメントを検索するための、検索定式化フラグ *= 0* */DEFAULT/INTER/TYPE2*で定義した値に設定されます。 *= 1* 古い定式化（旧バージョンのみに使用） *= 2* *`/DEFAULT/INTER/TYPE2`*が定義されていない場合のデフォルト 新しい改良された定式化 （整数）	
I_{del2}*DEL2*	節点削除フラグ。9 10 16 *= 0* `/DEFAULT/INTER/TYPE2`で定義した値に設定されます。 *= 1* メインセグメントにリンクされたすべての要素が削除された場合、セカンダリ節点への運動条件は無くなります。（セカンダリ節点はインターフェースから削除されます。） *= 2* メインセグメントが削除された場合、セカンダリ節点への運動条件は無くなります。（セカンダリ節点はインターフェースから削除されます。） *= 1000* *`/DEFAULT/INTER/TYPE2`*が定義されていない場合のデフォルト 削除しません。 （整数）	
d_{search}	最も近いメインセグメントを検索する距離 デフォルト値は、メインセグメントの平均サイズです。13 （実数）	[m]
Rupt	破壊モデル（$Spot_{flag}$*FLAG*20、21または22の場合のみ使用可能） **= 0** 2に設定 **= 1** 右記の場合、破壊；$\sqrt{\left(\frac{N\_Dist}{Max\_N\_Dist}\right)^2+\left(\frac{T\_Dist}{Max\_T\_Dist}\right)^2}>1$ **= 2**（デフォルト） *Max_N_Dist*または*Max_T_Dist*に達した時破壊。 （整数）	
I_{filtr}*FILTR*	フィルタリングフラグ。10	

フィールド	内容	SI単位の例
	= 0（デフォルト） フィルタリングなし **= 1** フィルタリングあり（alphaフィルター） （整数）	
fct_ID$_{sr}$	応力係数対応力速度関数の識別子 6 （整数）	
fct_ID$_{sn}$	最大法線応力対法線相対変位関数の識別子（*N_Dist*）。 この関数は必ず定義される必要があります。6 （整数）	
fct_ID$_{st}$	最大接線応力対接線相対変位関数の識別子（*T_Dist*）。この関数は必ず定義される必要があります。6 （整数）	
I_{sym}*SYM*	非対称破断フラグ 6 **= 0**（デフォルト） 対称破断（引張りおよび圧縮） **= 1** 非対称破断（引張りのみ、圧縮ではなし） （整数）	
Max_N_Dist	最大法線相対変位 デフォルト = 1e+20 （実数）	[m]
Max_T_Dist	最大接線相対変位 デフォルト = 1e+20 （実数）	[m]
Fscale$_{stress}$	応力スケールファクター。6 デフォルト = 1.00（実数）	[Pa]
Fscale$_{str\_rate}$	応力速度スケールファクター。6 デフォルト = 1.00（実数）	$\left[\frac{Pa}{s}\right]$
Fscale$_{dist}$	距離スケールファクター。6 デフォルト = 1.00（実数）	[m]
Alpha	応力フィルターのalpha値 デフォルト = 1（実数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
Area	セカンダリ節点側から計算された面積が0である場合や、セカンダリ節点が1次元要素のみに結合されている場合に使用されるサーフェスの面積。 デフォルト = 0.0（実数）	$[m^2]$
StfacSTFAC	剛性係数（$Spot_{flag}$*FLAG*25、27または28の場合のみ使用可能） デフォルト = 1.0（実数）	
ViscVISC	インターフェース剛性の臨界減衰係数（$Spot_{flag}$*FLAG* =25、27または28の場合のみ使用） デフォルト = 0.05（実数）	
I_{stf}*STF*	インターフェース剛性定義フラグ16 ペナルティ定式化でのみ使用されます（$Spot_{flag}$*FLAG*=25, 27または28） **= 0** `/DEFAULT/INTER/TYPE2`で定義した値に設定されます。 **= 1** ペナルティ剛性は、メイン剛性です。 **= 2** `/DEFAULT/INTER/TYPE2`が定義されていない場合のデフォルト。 **= 3** ペナルティ剛性は、メインおよびセカンダリ剛性の最大値です。 **= 4** ペナルティ剛性は、メインおよびセカンダリ剛性の最小値です。 **= 5** ペナルティ剛性は、直列のメインおよびセカンダリ剛性です。 （整数）	
I_{the}*THE*	（オプション）熱伝導フラグ **= 0**（デフォルト） 熱伝導無し。 **= 1** 接触片間の熱伝導をアクティブ化 （整数）	
K_{the}*THE*	（オプション）熱交換係数 デフォルト = 0.0	$\left[\frac{W}{m^2 \cdot K}\right]$
I_{proj}	（オプション）セカンダリ節点投影フラグ18（$Spot_{flag}$*FLAG* = 1、28および30では使用できません） **= 0** 1に設定	

フィールド	内容		SI単位の例
	= 1（デフォルト）	メインサーフェス上の負の質量を回避するため、メインセグメント上のセカンダリ質量と慣性の改善された分布。	
	= 2	セカンダリの質量 / 慣性は変更されません。	
	（整数）		

コメント

1. インターフェースタイプ2は運動条件です。セカンダリサーフェスのいずれの節点上にも、他の運動条件を設定することはできません（ $Spot_{flag}FLAG$ =25、27または28の場合を除く）
2. d_{search}は次のように計算されます（*Radioss Theory Manual*のTied Interface (TYPE2)をご参照ください）：

$$d_{search} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^{n} d_i \qquad (21)$$

ここで、

n	メインセグメントの数
d_i	すべてのメイン側セグメントの合計長

3. 1つ目のインターフェースの階層レベルが、2つ目のインターフェースの階層レベルよりも低い場合に限り、1つ目のインターフェースであるインターフェースTYPE2のメイン節点を、2つ目のインターフェースTYPE2のセカンダリ節点にすることができます。階層レベルは、$Spot_{flag}FLAG$ =2の場合のみ使用できます。$Spot_{flag}FLAG$ =0または$Spot_{flag}FLAG$ =1の場合には機能しません。

   可能な対応策として、$Spot_{flag}FLAG$=2を使用できます。これは、/DT/NODA/CSTと適合性がないことを除き、デフォルトの定式化（$Spot_{flag}FLAG$=0）に相当します。
4. $Spot_{flag}FLAG$ =2は、節点時間ステップ/DT/NODA/CSTとの適合性がないことを除き、定式化0と同等です。
5. SPH粒子をサーフェスに結合する際は、$Spot_{flag}FLAG$ =4が推奨されます（粒子法流体力学（SPH）をご参照ください）。
6. $Spot_{flag}FLAG$ = 20、21または22の場合は破壊を含み、接着結合のモデル化に使用されます。節点時間ステップ/DT/NODA/CSTとの適合性はありません。応力は、節点周囲の"等価"なサーフェスに従って、セカンダリ節点ごとに計算されます。

   この場合、セカンダリ節点の力は、下記のように計算される縮退力係数*Fac_N* (*Fac_T*)によってスケーリングされます：

$$Fac\_N = \min\left\{\sqrt{\frac{\sigma_{N\_\max^2}}{\max\left[\left(\sigma_N(t)\right)^2,\ 10^{-20}\right]}},\ 1\right\} \qquad (22)$$

$$Fac\_T = \min\left\{\sqrt{\frac{\sigma_{T\_\max^2}}{\max\left[\left(\sigma_T(t)\right)^2,\ 10^{-20}\right]}},\ 1\right\} \qquad (23)$$

縮退力が最大値と比較されます:

$\sigma_N < \sigma_{N_max}$の場合は、*Fac_N* =1となります。これは、力が減少しないことを意味します。

$\sigma_N > \sigma_{N_max}$の場合は、$Fac\_N = \sqrt{\frac{\sigma_{N\_max}^2}{\max[(\sigma_N(t))^2, 10^{-20}]}}$ となります。これは、力が減少することを意味します。

ここで、最大値は下記を利用してユーザーが定義します:

$$\sigma_{N\max} = \mathrm{Fscale}(\dot{\sigma}) \cdot \mathrm{f}_{sn}\left(\frac{\Delta X_N}{Fscale_{dist}}\right) \quad (24)$$

$$\sigma_{T\max} = \mathrm{Fscale}(\dot{\sigma}) \cdot \mathrm{f}_{st}\left(\frac{\Delta X_T}{Fscale_{dist}}\right) \quad (25)$$

$$\mathrm{Fscale}(\dot{\sigma}) = Fscale_{stress} \cdot \mathrm{f}_{sr}\left(\frac{\dot{\sigma}}{Fscale_{str\_rate}}\right) \quad (26)$$

ここで、f_{sn}、f_{st}、f_{sr}は、*fct_ID*$_{sn}$、*fct_ID*$_{st}$、*fct_ID*$_{sr}$の関数です。

破裂基準(*Rupt*によって定義)に達すると、接触は削除されます。

ここで、

- σ_{N_max} は、*fct_ID*によって定義される最大法線応力値$_{sn}$
- $\sigma_N(t)$ は、法線応力
- σ_{T_max}は、*fct_ID*によって定義される最大接線応力値$_{st}$
- $\sigma_T(t)$ は、接線応力
- *Fscale*$_{stress}$は、応力係数の入力定数
- *fct_ID*$_{sr}$ は、可変係数の入力値
- *fct_ID*$_{sn}$と*fct_ID*$_s$ は、入力される応力-変位関数
- *I*$_{sym}$*SYM*は、対称破断または非対称破断(引張り / 圧縮)のどちらかを選択できるようにします。メインサーフェスからセカンダリ節点への初期方向は、正の側(引張り)を定めます。その距離がゼロの場合(セカンダリ節点がメインサーフェス上にある)は、*I*$_{sym}$*SYM* =1でも、破断は対称になります。

この破壊オプション(*Spot*$_{flag}$*FLAG* = 20、21または22)は、陰解法では使用できません。

7. *Spot*$_{flag}$*FLAG* =30: メイン節点に対するセカンダリの質量 / 慣性 / 剛性の分布はKirschoffモデルをベースとし、線形関数(標準の定式化)の代わりに双3次形式の関数が使用されます。この場合、荷重 / モーメントの伝達で要素の形状曲率が考慮されるため、より柔らかな接触の挙動が可能になります。

   警告: この定式化は、回転自由度が必要となるため、ソリッド要素とは適合性がありません。

8. フラグ*I*$_{del2}$*DEL2* =2の場合、4節点シェル、3節点シェル、またはソリッド要素が削除されると、それがインターフェースのメイン側からも削除されます(関連セカンダリ節点上の運動条件が除去されます)。
9. オプション*I*$_{del2}$*DEL2* =1と*I*$_{del2}$*DEL2* =2オプションは、Radioss Engineでの明示的な削除(Radioss Engine入力のキーワード/DEL(`/DEL/SHELL`、`/DEL/BRICK`など)を使用)を使用してメイン要素が削除された場合に機能します。

10. I_{filtr}*FILTR*が1に設定されている場合、垂直応力と接線応力はalphaフィルタによって、下記のようにフィルタリングされます:

$$\sigma_N(t) = Alpha \cdot \sigma_N(t) + (1 - Alpha)\sigma_N(t - dt) \quad (27)$$

$$\sigma_T(t) = Alpha \cdot \sigma_T(t) + (1 - Alpha) \cdot \sigma_T(t - dt) \quad (28)$$

11. $Spot_{flag}$*FLAG* =25(ペナルティの定式化)は、実行時全体にわたってペナルティの定式化を保持します。(この接触の)セカンダリ節点を、剛体等の別の運動学的オプションのセカンダリ節点にすることもできます。

ペナルティ剛性は一定で、メインおよびセカンダリ側の平均節点剛性として計算されます。これは、必要に応じて剛性係数*StfacSTFAC*を使用して修正することができます。ペナルティ剛性には、*StfacSTFAC*を掛けます。

臨界粘性減衰係数(*Visc*)でインターフェース剛性に減衰を作用させることができます。

12. *IgnoreIGNORE* = 1、2、または3の場合、Starter実行中にメインセグメントが見つからなかったセカンダリ節点をインターフェースから削除します。

13. *IgnoreIGNORE* ≠ 1000の場合、d_{search}が使用されます。

IgnoreIGNORE = 2または3でd_{search} = 0の場合、d_{search}はそれぞれのセカンダリ節点に対して次のように計算されます:

$$\delta_1 = 0.6(thickness\_secondary\_node + thickness\_main\_segment) \quad (29)$$

$$\delta_2 = 0.05(main\_segment\_diagonal) \quad (30)$$

$$d_{search} = \max(\delta_1, \delta_2)$$

シェルの場合:

- *thickness_secondary_node* = セカンダリのシェルの板厚
- *thickness_main_segment* = セカンダリのシェルの板厚

ソリッドの場合:

- *thickness_secondary_node* = 0

IgnoreIGNORE = 2の場合:

- $thickness\_main\_segment = \frac{Element\_volume}{Segment\_area}$

IgnoreIGNORE = 3の場合:

- *thickness_main_segment* = 0

IgnoreIGNORE = 2または3の場合:

- 板厚が維持される順序は、まず/PART定義から、そして/SHELLまたは/SH3Nの定義から、そして/PROPの定義からとなります。

14. 接触は、$Spot_{flag}$*FLAG*=0の場合のみ、2次元の平面および軸対称のシミュレーションと適合性があります。ソリッド要素を$Spot_{flag}$*FLAG*=0で結合する場合は、モーメントは伝達されません。

15. I_{del2}*DEL2* =1の場合に、メインセグメントに属しているすべての4節点シェル、すべての3節点シェル、およびすべてのソリッド要素が削除されると、このセグメントはインターフェースのメイン側からも削除されます(関連セカンダリ節点上の運動条件が除去されます)。

16. $Spot_{flag}FLAG$ = 25、27または28: インターフェースのペナルティ剛性は、$I_{stf}STF$フラグに応じて、メインセグメントの剛性K_mとセカンダリ節点の剛性K_sの両方から次のように計算されます:

$I_{stf}STF$ = 1: $K_n = Stfac \cdot K_m$

$I_{stf}STF$ = 2(デフォルト): $K_n = Stfac \cdot \frac{K_m + K_s}{2}$

$I_{stf}STF$ = 3: $K_n = Stfac \cdot \max(K_m, K_s)$

$I_{stf}STF$ = 4: $K_n = Stfac \cdot \min(K_m, K_s)$

$I_{stf}STF$ = 5: $K_n = Stfac \cdot \frac{K_m \cdot K_s}{K_m + K_s}$

17. $I_{the}THE$ >1の場合、セカンダリ側およびメインの材料は、熱伝導に有限要素定式化を使用する熱材料とする必要があります(`/HEAT/MAT`)。

熱伝導は、セカンダリ節点が接触状態になった場合に計算されます。

熱交換は、メインからセカンダリ、およびセカンダリからメインの方向で計算されます:

$$\phi_{cond} = K_{the}(T_s - T_m) \tag{31}$$

18. デフォルトでは、セカンダリ節点がメイン要素の外側に投影される際に正しくない質量分布を持たないよう、I_{proj} =1が使用されます。質量と慣性は、このエッジ上のセカンダリ節点の投影に基づき、最も近いエッジ上に分布されます。Radiossバージョン14.0またはそれ以前と同じ結果を得るには、I_{proj} =2を使用します。

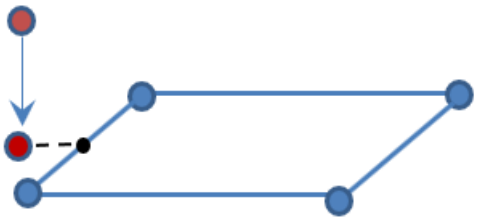


図 *25:*

19. ペナルティの定式化$Spot_{flag}FLAG$=25を使用する際、モーメントはセカンダリ節点からメインセグメントに伝えられません。したがってこれは、セカンダリ節点が回転自由度を拥する接触に使用することが推奨されます。これには、シェル-シェル、スプリング-シェル、シェルがセカンダリでソリッドがメインであるシェル-ソリッドが含まれます。この制限および運動条件定式化と比べて低いロバスト性のため、運動条件定式化とペナルティ定式化の混合$Spot_{flag}FLAG$ =27および28を使用することが推奨されます。

20. $Spot_{flag}FLAG$ =27および28は、運動条件定式化とペナルティ定式化の混合タイド接触です。デフォルトでは、運動条件定式化が使用されます。非適合の運動条件があるセカンダリ節点は、自動的にペナルティ定式化に切り替えられます。剛体、強制変位、強制速度、強制化速度、その他のタイド接触セカンダリ節点と不適合な運動条件または境界条件は、ペナルティ定式化への切り替えの要因となります。セカンダリ節点がペナルティ定式化に切り替えられると、Starter出力ファイルに警告のメッセージが出力されます。

ペナルティ定式化剛性は一定で、$I_{stf}STF$と$StfacSTFAC$の使用により計算されます。臨界粘性減衰係数 (*Visc*) でインターフェース剛性に減衰を作用させることができます。ペナルティ定式化はモーメントをセカンダリ節点からメインセグメントに伝えることができます。

21. $Spot_{flag}FLAG$ =1とは異なり、タイド接触のメインサーフェスがシェル要素である際、$Spot_{flag}FLAG$ =28は時間=0における質量を追加しません。メインサーフェスがソリッド要素である場合、多少の質量追加があるかもしれません。$Spot_{flag}FLAG$ =27が使用される場合、質量は追加されません。

See Also

タイド接触(/INTER/TYPE2)
Tied Interface (TYPE2) (Theory Manual)
Contact Interfaces (FAQ)
Kinematic Conditions (FAQ)
RD-E:4500 マルチドメイン
RD-E:4802 クラッシュボックス内のソリッドおよびスプリングスポット溶接
RD-E:4900 ウィンドシールドへのバードストライク

ペナルティ法

ブロックフォーマットのキーワード
ペナルティ法は、Radiossで使用される接触の取り扱い方法の1つです。ペナルティ法を用いたインターフェースは、メイン / セカンダリ処理に基づいています。ペナルティ法では運動学的な接触の連続は保証されませんが、接触スポットにスプリングが追加されます。

ペナルティ法を伴うインターフェースタイプ

/FRIC_ORIENT

ブロックフォーマットのキーワード
接触インターフェースTYPE7、TYPE19、TYPE24、およびTYPE25で、メインサーフェスの直交異方性接触摩擦の特定の方向を定義します。

これらの方向は、直交異方性摩擦モデルが`/FRICTION`*Idir*=1で定義されている場合に使用されます。シェル要素のみがサポートされます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
`/FRIC_ORIENT/`*fric_ID*									
friction_orientation_title									

これらの2行を繰り返し、特定のパートまたはパートのグループに異なる摩擦方向値を定義します。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
`/FRIC_ORIENT/`*fricorient_ID*									
friction_orientation_title									
grpart_ID	*part_ID*								
V_X*X*		V_Y*Y*		V_Z*Z*		*Skew_ID*	ϕ		I_{orth}*ORTH*

定義

フィールド	内容	SI単位の例
fric_ID	摩擦識別子 （整数、最大10桁）	
*friction_orientation_*	摩擦モデルのタイトル （文字、最大100文字）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
grpart_ID	パートグループの識別子/GRPART （整数）	
part_ID	パート識別子 *grpart_ID*が定義されている場合は無視されます。 （整数）	
$V_X X$	参照ベクトルのX成分 デフォルト = 1.0（実数）	
$V_Y Y$	参照ベクトルのY成分 デフォルト = 1.0（実数）	
$V_Z Z$	参照ベクトルのZ成分 デフォルト = 1.0（実数）	
Skew_ID	参照ベクトルのスキュー識別子 2 局所スキューを定義する場合は、そのX軸が全体ベクトル$\mathbf{V}$に取って代わります。 $V_X X$、$V_Y Y$、$V_Z Z$座標は無視されます。 デフォルト = 0（整数）	
ϕ	Angle 2 （実数）	$[\mathrm{deg}]$
$I_{orth}ORTH$	参照ベクトル用の直交異方性座標系定式化フラグ = *0*（デフォルト） 直交異方性の第1軸は正規直交共回転のX軸に対して一定の角度に保たれます。 = *1* 直交異方性の第1方向は変形後の要素の非正規直交座標系に対して一定に保たれます。 （整数）	

例

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FRICTION/999
test no 1
#    Ifric    Ifiltr               Xfreq     Iform
```

```
         0         0                   0         2
# default friction for rest parts which not specifically defined below
#                 C1                  C2                  C3                  C4                  C5
                  0                   0                   0                   0                   0
#                 C6                Fric                VisF
                  0                  .2                   0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#friction between part group ID 111 and ID 222
#GRpartID1 GRpartID2  PartID_1  PartID_2               Idir
       111       222         0         0                  0
#                 C1                  C2                  C3                  C4                  C5
                  0                   0                   0                   0                   0
#                 C6                Fric                VisF
                  0                  .1                   0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#friction between part ID 1 and ID 3
#GRpartID1 GRpartID2  PartID_1  PartID_2               Idir
         0         0         1         3                  0
#                 C1                  C2                  C3                  C4                  C5
                  0                   0                   0                   0                   0
#                 C6                Fric                VisF
                  0                  .2                   0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#friction between part ID 1 and ID 4; orthotropic direction considered
#GRpartID1 GRpartID2  PartID_1  PartID_2               Idir
         0         0         1         4                  1
#                 C1                  C2                  C3                  C4                  C5
                  0                   0                   0                   0                   0
#                 C6                Fric                VisF
                  0                  .4                   0
#                 C1                  C2                  C3                  C4                  C5
                  0                   0                   0                   0                   0
#                 C6                Fric                VisF
                  0                  .2                   0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#friction between part ID 1 and ID 5
#GRpartID1 GRpartID2  PartID_1  PartID_2               Idir
         0         0         1         5                  0
#                 C1                  C2                  C3                  C4                  C5
                  0                   0                   0                   0                   0
#                 C6                Fric                VisF
                  0                  .3                   0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/INTER/TYPE7/2
New INTER 2
#  Slav_id   Mast_id      Istf      Ithe      Igap                Ibag      Idel      Icurv      Iadm
         9        10         4         0         2                   0         1          0         0
#          Fscalegap             Gap_max             Fpenmax
                   0                   0                 0.8
#              Stmin               Stmax         %mesh_size              dtmin  Irem_gap   Irem_i2
                   1                   0                   0                  0         0         0
#              Stfac               Fric              Gapmin             Tstart              Tstop
                   0                .35                 2.1                  0                  0
#      IBC                         Inacti              VisS               VisF             Bumult
       000                              6                   0                  0                  0
#    Ifric    Ifiltr              Xfreq     Iform   sens_ID   fct_IDf             AscaleF   fric_ID
         0         0                   0         2         0         0                   0         0
/GRNOD/PART/9
INTER_group_9_of_SURF
         4         5
/SURF/PART/10
INTER_group_10_of_PART
         1
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FRIC_ORIENT/1
define orientation of part ID 1
# GRpartID    PartID
                  1
#                 Vx                  Vy                  Vz   skew_ID                 Phi     Iorth
                  1                   0                   1                          45
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

表 *4:* 入力例に基づくモデルで使用される摩擦

パート	I_{dir}	摩擦係数	
列挙されていないすべてのパート	-	0.2	
/GRPART/111 - /GRPART/222	0: 等方性	0.1	
part_ID1 - part_ID3	0: 等方性	0.2	
part_ID1 - part_ID4	1: 直交異方性	*Dir1* = 0.4	*Dir2* = 0.2
part_ID1 - part_ID5	0: 等方性	0.3	

この例では、パート1とパート4の間の摩擦の直交異方性方向は、/FRIC_ORIENT/1のベクトルと角度によって定義されています。

コメント

1. これらの摩擦方向で、定義されたパートのプロパティで定義されている直交異方性方向が置換されます。
2. 2つの方法による局所座標系における直交異方性:
   - *Skew_ID* =0: 全体ベクトル$\mathbf{V}$(行4で定義されている成分)と層ごとの角度ϕ (単位は度)で定義される直交方向
   - *Skew_ID* ≠0: スキュー(スキューでのX軸は全体ベクトル$\mathbf{V}$に取って代わる)と角度ϕ(単位は度)で定義される直交異方性方向。

   いずれの方法(ベクトル$\mathbf{V}$で、またはスキューで)も、ベクトル$\mathbf{V}$またはスキューのX軸のシェル要素上への投影は、ベクトル$\mathbf{V}'$になります。直交異方性方向(方向1)はベクトル$\mathbf{V}'$をϕ_i 度回転(正の方向はシェルの法線$\mathbf{n}$に基づく)。

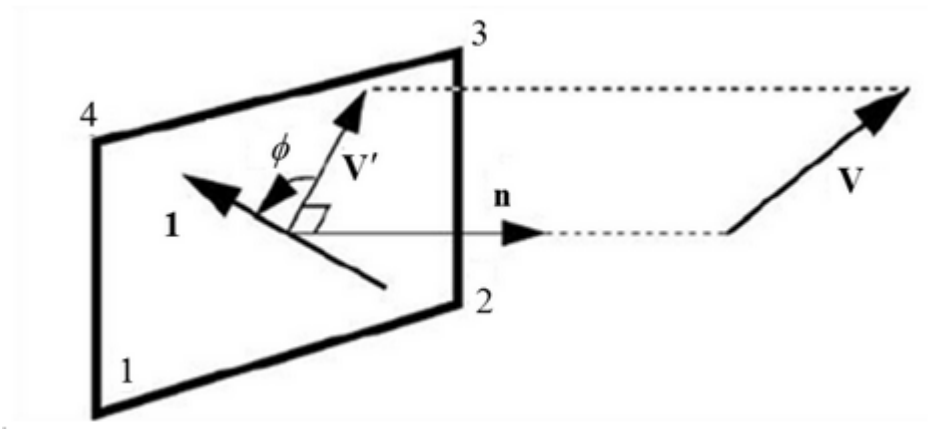


図 *26:*

/FRICTION

ブロックフォーマットのキーワード
パートのグループまたは2つのパート間の固有な接触摩擦。この摩擦定義は、定義されたインターフェースのセットについて接触インターフェース内で定義されている摩擦モデルを上書きします。

この摩擦モデルは、接触インターフェースTYPE7、TYPE11、TYPE19、TYPE24およびTYPE25と適合します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/FRICTION/*fric_ID*/*unit_ID*									
friction_title									
I_{fric}FRIC	I_{filtr}FILTR	X_{freq}freq		I_{form}FORM					

以下に特に定義されていない部品に使用されるデフォルトの摩擦値。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$C_1$1		$C_2$2		$C_3$3		$C_4$4		$C_5$5	
C_0		*Fric*		VIS_FF					

この3行を繰り返して、特定のパートまたはパートグループに対して異なる摩擦値を定義します。直交異方性摩擦*Idir* =1の場合、係数の第1のセットが第1の方向を定義し、第2のセットが第2の方向を定義する次の5行を繰り返します。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
grpart_ID1	*grpart_ID2*	*part_ID1*	*part_ID2*		*Idir*				
$C_1$1		$C_2$2		$C_3$3		$C_4$4		$C_5$5	
$C_6$6		*Fric*		VIS_FF					

Idir =1の場合、直交異方性の第2方向の摩擦を定義するために、さらに2つの行を入力します。7

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$C_1$1		$C_2$2		$C_3$3		$C_4$4		$C_5$5	
$C_6$6		*Fric*		VIS_FF					

定義

フィールド	内容	SI単位の例
fric_ID	摩擦識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
friction_title	摩擦モデルのタイトル （文字、最大100文字）	
I_{fric}*FRIC*	摩擦定式化フラグ。1 **= 0**（デフォルト）　静的なCoulomb摩擦則。 **= 1**　汎用の粘性摩擦則。 **=2**　（修正）Darmstad摩擦則。 **=3**　Renard摩擦則。 （整数）	
I_{filtr}*FILTR*	摩擦フィルタリングフラグ。5 **= 0**（デフォルト）　フィルターを使用しません。 **= 1**　単純な数値フィルター。 **= 2**　フィルタリング時間による標準の-3dBフィルター。 **= 3**　カットオフ周波数による標準の-3dBフィルター。 （整数）	
X_{freq}*freq*	フィルタリング係数。 この係数は0～1の値とする必要があります。 デフォルト = 1.0（実数）	
I_{form}*FORM*	摩擦ペナルティ定式化のタイプ。6 **=0**　1に設定 **= 1**（デフォルト）　粘性（合計）の定式化。 **= 2**　剛性（増分）の定式化。 （整数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
C_1*1*	摩擦則係数。 （実数）	
C_2*2*	摩擦則係数。 （実数）	
C_3*3*	摩擦則係数。 （実数）	
C_4*4*	摩擦則係数。 （実数）	
C_5*5*	摩擦則係数。 （実数）	
C_6*6*	摩擦則係数。 （実数）	
Fric	Coulomb摩擦。 （実数）	
VIS_F*F*	接触面摩擦の臨界減衰係数 4 デフォルト = 1.0（実数）	
grpart_ID1	パートグループの識別子。1つ目のセット用の/GRPART （整数）	
grpart_ID2	2つ目のセット用のパートグループ識別子/GRPART （整数）	
part_ID1	パート識別子1 *grpart_ID1*が定義されている場合は無視される。 （整数）	
part_ID2	パート識別子2 *grpart_ID2*が定義されている場合は無視される。 （整数）	
Idir	いくつかのパートの直交異方性摩擦。	

フィールド	内容		SI単位の例
	= 0	等方性摩擦	
	= 1	直交異方性摩擦	
	（整数）		

例

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FRICTION/999
test no 1
#    Ifric    Ifiltr               Xfreq     Iform
         0         0                   0         2
# default friction for rest parts which not specifically defined below
#                 C1                  C2                  C3                  C4                  C5
                  0                   0                   0                   0                   0
#                 C6                Fric                VisF
                  0                  .2                   0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#friction between part group ID 111 and ID 222
#GRpartID1 GRpartID2  PartID_1  PartID_2               Idir
       111       222         0         0                  0
#                 C1                  C2                  C3                  C4                  C5
                  0                   0                   0                   0                   0
#                 C6                Fric                VisF
                  0                  .1                   0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#friction between part ID 1 and ID 3
#GRpartID1 GRpartID2  PartID_1  PartID_2               Idir
         0         0         1         3                  0
#                 C1                  C2                  C3                  C4                  C5
                  0                   0                   0                   0                   0
#                 C6                Fric                VisF
                  0                  .2                   0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#friction between part ID 1 and ID 4; orthotropic direction considered
#GRpartID1 GRpartID2  PartID_1  PartID_2               Idir
         0         0         1         4                  1
#                 C1                  C2                  C3                  C4                  C5
                  0                   0                   0                   0                   0
#                 C6                Fric                VisF
                  0                  .4                   0
#                 C1                  C2                  C3                  C4                  C5
                  0                   0                   0                   0                   0
#                 C6                Fric                VisF
                  0                  .2                   0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#friction between part ID 1 and ID 5
#GRpartID1 GRpartID2  PartID_1  PartID_2               Idir
         0         0         1         5                  0
#                 C1                  C2                  C3                  C4                  C5
                  0                   0                   0                   0                   0
#                 C6                Fric                VisF
                  0                  .3                   0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/INTER/TYPE7/2
New INTER 2
#  Slav_id   Mast_id      Istf      Ithe      Igap                Ibag      Idel     Icurv      Iadm
         9        10         0         0         2                   0         1         0         0
#          Fscalegap             Gap_max             Fpenmax
                   0                   0                 0.8
#               Stmin               Stmax          %mesh_size               dtmin  Irem_gap   Irem_i2
                   1                   0                   0                   0         0         0
#               Stfac               Fric              Gapmin              Tstart              Tstop
                   0                .35                 2.1                   0                   0
#      IBC                         Inacti               VisS                VisF              Bumult
       000                              6                   0                   0                   0
#    Ifric    Ifiltr               Xfreq     Iform   sens_ID   fct_IDf             AscaleF   fric_ID
         0         0                   0         2         0         0                   0         0
/GRNOD/PART/9
INTER_group_9_of_SURF
```

```
         4         5
/SURF/PART/10
INTER_group_10_of_PART
         1
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PROP/SH_ORTH/11
PROPERTY FOR PART ID 1
#    Ishell     Ismstr      Ish3n     Idrill
        24          0          0          1
#                  hm                  hf                  hr                  dm                  dn
                    0                   0                   0                  .1                  .1
#         N                       Thick              Ashear              Ithick     Iplas
          5                         1.0                   0                   1         1
#                  Vx                  Vy                  Vz                 Phi
                    1                   0                   1                  45
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

表 *5:* 入力例に基づくモデルで使用される摩擦

パート	I_{dir}	摩擦係数	
列挙されていないすべてのパート	-	0.2	
/GRPART/111 - /GRPART/222	0:等方性	0.1	
part_ID1 - part_ID3	0:等方性	0.2	
part_ID1 - part_ID4	1:直交異方性	*Dir1* = 0.4	*Dir2* = 0.2
part_ID1 - part_ID5	0:等方性	0.3	

この例では、パート1がメイン接触サーフェスであるため、パート1とパート4の間の摩擦の直交異方性方向は、パート1のプロパティ/PROP/SH_ORTH/11によって定義されています。

コメント

1. /FRICTIONに定義されている摩擦は、接触インターフェースで定義されている摩擦より優先されます。
2. 1つ目のセクションにリストされているデフォルト値は、*grpart_ID1*、*grpart_ID2*、*part_ID1*および*part_ID2*を用いて繰り返しセクションで摩擦は特別には定義されていないパートに使用されます。
3. パート間の摩擦がモデル内で複数回定義されている場合、最後の位置で定義された摩擦が使用されます。
4. 摩擦値μは、以下のように定義されます:
   - I_{fric}*FRIC* = 0(Coulomb摩擦):

     $$\mu = Fric \tag{32}$$

   - I_{fric}*FRIC* = 1(汎用の粘性摩擦則):

     $$\mu = Fric + C_1 p + C_2 \cdot V + C_3 p \cdot V + C_4 \cdot p^2 + C_5 \cdot V^2 \tag{33}$$

     ここで、

p	メインセグメントの垂直抗力の圧力
V	セカンダリ節点の接線速度

- I_{fric}*FRIC* = 2（修正Darmstad則）：

$$\mu = Fric + C_1 e^{(C_2 V)} p^2 + C_3 e^{(C_4 V)} p + C_5 e^{(C_6 V)} \tag{34}$$

ここで、

p	メインセグメントの垂直抗力の圧力
V	セカンダリ節点の接線速度

- ◦ I_{fric}*FRIC* = 3（Renard則）：

$$\mu = C_1 + (C_3 - C_1) \cdot \frac{V}{C_5} \cdot \left(2 - \frac{V}{C_5}\right) \text{ if } V \in [0, C_5] \tag{35}$$

$$\mu = C_3 - \left((C_3 - C_4) \cdot \left(\frac{V - C_5}{C_6 - C_5}\right)^2 \cdot \left(3 - 2 \cdot \frac{V - C_5}{C_6 - C_5}\right)\right) \text{ if } V \in [C_5 C_6] \tag{36}$$

$$\mu = C_2 - \frac{1}{\frac{1}{C_2 - C_4} + (V - C_6)^2} \text{ if } V \geq C_6 \tag{37}$$

ここで、

$C_1 = \mu_s$	$C_4 = \mu_{\min}$
$C_2 = \mu_d$	$C_5 = V_{cr1}$
$C_3 = \mu_{\max}$	$C_6 = V_{cr2}$

- ◦ 第1臨界速度$V_{cr1} = C_5$は、0以外にする必要があります（$C_5 \neq 0$）。
- ◦ 第1臨界速度$V_{cr1} = C_5$は、第2臨界速度$V_{cr2} = C_6 (C_5 < C_6)$より小さくする必要があります。
- ◦ 静止摩擦係数C_1と動摩擦係数C_2は、最大摩擦C_3より小さくする必要があります（($C_1 \leq C_3$かつ$C_2 \leq C_3$）。
- ◦ 最小摩擦係数C_4は、静止摩擦係数C_1および動摩擦係数C_2より小さくする必要があります（$C_4 \leq C_1$かつ$C_4 \leq C_2$）。

表 *6:* 摩擦方程式の単位

I_{fric}*FRIC*	*Fric*	C_1*1*	C_2*2*	C_3*3*	C_4*4*	C_5*5*	C_6*6*
1		$\left[\frac{1}{\text{Pa}}\right]$	$\left[\frac{\text{s}}{\text{m}}\right]$	$\left[\frac{\text{s}}{\text{Pa} \cdot \text{m}}\right]$	$\left[\frac{1}{\text{Pa}^2}\right]$	$\left[\frac{\text{s}^2}{\text{m}^2}\right]$	
2			$\left[\frac{\text{s}}{\text{m}}\right]$		$\left[\frac{\text{s}}{\text{m}}\right]$		$\left[\frac{\text{s}}{\text{m}}\right]$
3						$\left[\frac{\text{m}}{\text{s}}\right]$	$\left[\frac{\text{m}}{\text{s}}\right]$

5. 摩擦フィルタリング

I_{filtr}FILTR ≠ 0の場合は、接線力がフィルタを使用して以下のようにスムージングされます：

$$F_t = \alpha \cdot F'_t + (1-\alpha) \cdot F'^{-1}_t \quad (38)$$

ここで、α係数は、以下のように計算されます：

- *I_{filtr}FILTR* = 1の場合：$\alpha = X_{freq}$、単純な数値フィルター
- *I_{filtr}FILTR* = 2の場合：$\alpha = \frac{2 \cdot \pi}{X_{freq}}$、標準の-3dBフィルターで、$X_{freq} = \frac{dt}{T}$、*T*はフィルタリング期間
- *I_{filtr}FILTR* = 3の場合：$\alpha = 2 \cdot \pi \cdot X_{freq} \cdot dt$標準の-3dBフィルターで、*$X_{freq}$freq* = カット周波数。

フィルタリング係数*X_{freq}freq*は、0～1の値にする必要があります。

6. 摩擦ペナルティ定式化*I_{form}FORM*：

- *I_{form}FORM* = 1（デフォルト）の粘性定式化の場合、摩擦力は次のとおりです：

$$F_t = \min(\mu F_n, F_{\text{adh}}) \quad (39)$$

このとき、粘着力は以下のように計算されます：

$$F_{\text{adh}} = C \cdot V_t \text{ with } C = VIS_F \cdot \sqrt{2Km} \quad (40)$$

- *I_{form}FORM* = 2の粘性定式化の場合、摩擦力は次のとおりです：

$$F_t^{new} = \min(\mu F_n, F_{adh}) \quad (41)$$

このとき、粘着は以下のように計算されます：

$$F_{adh} = F_t^{old} + \Delta F_t \text{ with } \Delta F_t = K \cdot V_t \cdot \delta_t \quad (42)$$

ここで、V_tは、接触接線速度です。

陰解析と低速度衝撃陽解析には、*I_{form}FORM* = 2が推奨されています。

7. *Idir* = 1の場合、シェル要素に直交異方性摩擦。

- 2セットの摩擦係数が、*Idir*を含む行の後ろに定義されなくてはなりません。
- 直交異方性方向は、メイン接触サーフェス上にのみ定義されます。
- 直交異方性摩擦方向を定義するための2つの方法
  - `/PROP/TYPE9`、`/PROP/TYPE10`、`/PROP/TYPE11`、`/PROP/TYPE17`、`/PROP/TYPE51`または`/PROP/PCOMPP`で定義されているシェル要素からの直交異方性方向を使用します。

    要素からの方向1。

    方向2は同じセグメント平面内で方向1と直交。
  - /FRIC_ORIENTで定義されているベクトル$\mathbf{V}$および角ϕから定義された方向1を使用します。
- ソリッド要素、ビーム、トラスまたはスプリング要素、またはエッジ対エッジ接触についてはサポートされません。

/INTER/TYPE3

ブロックフォーマットのキーワード
このインターフェースは、（セグメントに向きがある）2つのサーフェス間の衝撃をシミュレートするために使用されます。2つのサーフェスが単純な凸型である場合にこのインターフェースは正しく機能します。

内容

主な制限は下記のとおりです。

- セグメントの法線は、一方のサーフェスからもう一方のサーフェスの方向に向いている必要があります。
- ソリッド要素またはシェル要素に結合されたセグメントのみで機能します。
- 同一の節点を2つの衝撃サーフェスに配置することはできません。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/INTER/TYPE3/*inter_ID*/*unit_ID*									
inter_title									
surf_ID$_1$*surf_ID*$_1$	*surf_ID*$_2$*surf_ID*$_2$						I_{del}DEL		
StfacSTFAC		Fric		GapGAP		T_{start}START		T_{stop}STOP	
I_{BC}BC	I_{RS}RS	I_{Rm}RM							
						P_{tlim}			

定義

フィールド	内容	SI単位の例
inter_ID	インターフェースの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位の識別子 （整数、最大10桁）	
inter_title	インターフェースのタイトル （文字、最大100文字）	
surf_ID$_1$*surf_ID*$_1$	第1サーフェスの識別子 （整数）	
surf_ID$_2$*surf_ID*$_2$	セカンドサーフェスの識別子。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	
I_{del}*DEL*	節点およびセグメントの削除フラグ。 *= 0*（デフォルト） 削除しません。 *= 1* 1つのセグメントに関連付けられたすべての要素（4節点シェル、3節点シェル、ソリッド）が削除されると、そのセグメントはインターフェースから削除されます。このセグメントはEngineファイルでRadioss Engineキーワード/DELを使用した明示的な削除の場合にも、削除されます。 さらに、結合されていない節点もインターフェースから削除されます。 *= 2* 4節点シェル、3節点シェル、またはソリッド要素が削除されると、対応するセグメントがインターフェースから削除されます。このセグメントはEngineファイルでRadioss Engineキーワード/DELを使用した明示的な削除の場合にも、削除されます。 さらに、結合されていない節点もインターフェースから削除されます。 *= -1* 結合されていない節点をインターフェースのセカンダリ側から削除する以外は、=1と同様です。 *= -2* 結合されていない節点をインターフェースのセカンダリ側から削除する以外は、=2と同様です。 （整数）	
StfacSTFAC	インターフェース剛性スケールファクター。1.0未満でなければなりません。 デフォルト = 0.2（実数）	
Fric	Coulomb摩擦。 （実数）	
GapGAP	衝撃アクティブ化のギャップ。 （実数）	[m]
T_{start}*START*	接触衝撃を計算するための開始時間 （実数）	[s]
T_{stop}*STOP*	一時的な非アクティブ化の時間。 （実数）	[s]

フィールド	内容	**SI**単位の例
$I_{BC}BC$	接触時の境界条件の非アクティブ化フラグ （ブーリアン）	
$I_{RS}RS$	第1サーフェスのセグメントの番号付け替えフラグ *= 0* セグメントがソリッド要素に結合されている場合に法線がソリッド要素に入ると、法線が反転します（セグメントの番号が付け替えられます）。 *= 1* 法線は常に反転します（セグメント1234は2143として読み込まれます）。 *= 2* 法線の反転は発生しません（ソリッド要素に結合されたセグメントの番号付け替えは行われません）。 （整数）	
$I_{Rm}RM$	第2サーフェスのセグメントの番号付け替えフラグ（$I_{RS}RS$と同じ） *= 0* セグメントがソリッド要素に結合されている場合に法線がソリッド要素に入ると、法線が反転します（セグメントの番号が付け替えられます）。 *= 1* 法線は常に反転します（セグメント1234は2143として読み込まれます）。 *= 2* 法線の反転は発生しません（ソリッド要素に結合されたセグメントの番号付け替えは行われません）。 （整数）	
P_{tlim}	最大接線圧力 4 通常、P_{tlim}は降伏応力として定義されます。 デフォルト = 10^{30}（実数）	[Pa]

境界条件の非アクティブ化フラグ：**IBC**

(1)-1	(1)-2	(1)-3	(1)-4	(1)-5	(1)-6	(1)-7	(1)-8
					$I_{BCX}BCX$	$I_{BCY}BCY$	$I_{BCZ}BCZ$

定義

フィールド	内容	SI単位の例
I_{BCX}*BCX*	*=1* 衝撃時のX境界条件の非アクティブ化フラグ （ブーリアン）	
I_{BCY}*BCY*	*=1* 衝撃時のY境界条件の非アクティブ化フラグ （ブーリアン）	
I_{BCZ}*BCZ*	*=1* 衝撃時のZ境界条件の非アクティブ化フラグ （ブーリアン）	

コメント

1. フラグ I_{del}*DEL* = 1のCPUコストはI_{del}*DEL* = 2よりも高くなります。
2. I_{BCX}*BCX* = 1の場合、X方向の境界条件は非アクティブとなります。I_{BCY}*BCY*およびI_{BCZ}*BCZ*は、それぞれY方向とZ方向で同様の挙動を示します。
3. 境界条件は、*surf_ID*$_1$*surf_ID*$_1$でのみ非アクティブとなります。
4. 2次元解析では、接線接触力は、P_{tlim}が次の式で定義されている際に制限されます：

$$F_t \le P_{tlim}\frac{S}{\sqrt{3}} \tag{43}$$

ここで、Sは、セカンダリ節点に結合しているセグメントの外挿された長さです。

See Also

対称インターフェース（/INTER/TYPE3）
接触の取り扱い
Solid and Shell Element Contact (TYPE3) (Theory Manual)

/INTER/TYPE5

ブロックフォーマットのキーワード
このインターフェースは、メインサーフェスと、セカンダリ節点のリストとの間の衝撃をシミュレーションするために使用されます。

内容

このインターフェースの主な用途は以下のとおりです:

- サーフェス上のビームトラススプリング節点の衝撃シミュレーション
- 単純な凸型サーフェスに対する複雑な細かいメッシュの衝撃シミュレーション
- 剛壁の置き換え

このインターフェースの主な制限については、コメント1をご参照ください。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/INTER/TYPE5/*inter_ID*/*unit_ID*									
inter_title									
grnd_ID$_s$	*surf_ID*$_m$					I_{bag}*BAG*	I_{del}*DEL*		
*Stfac*STFAC		*Fric*		*Gap*GAP		T_{start}*START*		T_{stop}*STOP*	
I_{BC}*BC*		I_{Rm}*RM*	*Inacti*INACT						
I_{fric}*FRIC*	I_{filtr}*FILTR*	X_{freq}*freq*		*sens_ID*		P_{tlim}			

I_{fric}*FRIC* > 0の場合のみ、この入力を読み込みます。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
C_1*1*		C_2*2*		C_3*3*		C_4*4*		C_5*5*	

I_{fric}*FRIC* > 1の場合のみ、この入力を読み込みます。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
C_6*6*									

定義

フィールド	内容	SI単位の例
inter_ID	インターフェースの識別子	

フィールド	内容	SI単位の例
	（整数、最大10桁）	
unit_ID	単位の識別子 （整数、最大10桁）	
inter_title	インターフェースのタイトル （文字、最大100文字）	
grnd_ID$_s$s	セカンダリ節点グループ識別子 （整数）	
surf_ID$_m$m	メインサーフェスの識別子 （整数）	
I$_{bag}$BAG	接触時のエアバッグベントホール閉鎖フラグ **= 0**（デフォルト）　閉鎖無し **= 1**　閉鎖 （整数）	
I$_{del}$DEL	節点およびセグメントの削除フラグ。5 **= 0**（デフォルト）　削除しません。 **= 1**　1つのセグメントに関連付けられたすべての要素4節点シェル、3節点シェル、ソリッド）が削除されると、メイン側の面からそのセグメントを削除します。このセグメントはEngineファイルでRadioss Engineキーワード/DELを使用した明示的な削除の場合にも、削除されます。 さらに、結合されていない節点をインターフェースのセカンダリ側から削除します。 **= 2**　4節点シェル、3節点シェル、またはソリッド要素が削除されると、メイン側の面から、対応するセグメントを削除します。このセグメントはEngineファイルでRadioss Engineキーワード/DELを使用した明示的な削除の場合にも、削除されます。 さらに、結合されていない節点もインターフェースから削除されます。 **= -1**　結合されていない節点をインターフェースのセカンダリ側から削除する以外は、=1と同様です。	

フィールド	内容	SI単位の例
	= -2 結合されていない節点をインターフェースのセカンダリ側から削除する以外は、=2と同様です。 （整数）	
StfacSTFAC	インターフェース剛性スケールファクター。 デフォルト = 0.2（実数）	
Fric	Coulomb摩擦。 （実数）	
GapGAP	衝撃アクティブ化のギャップ。 （実数）	[m]
T_{start}*START*	接触衝撃を計算するための開始時間 （実数）	[s]
T_{stop}*STOP*	一時的な非アクティブ化の時間。 （実数）	[s]
I_{BC}*BC*	接触時の境界条件の非アクティブ化フラグ （ブーリアン）	
I_{Rm}*RM*	メインサーフェスセグメントのリナンバリングのフラグ。 **= 0** セグメントがソリッド要素に結合されている場合に法線がソリッド要素に入ると、法線が反転します（セグメントの番号が付け替えられます）。 **= 1** 法線は常に反転します（セグメント1234は2143として読み込まれます）。 **= 2** 法線の反転は発生しません（ソリッド要素に結合されたセグメントの番号付け替えは行われません）。 （整数）	
InactiINACTI	初期貫通の削除フラグ 12 **= 0** 処理を実行しません。 **= 3** 初期貫通が発生しないように、セカンダリ節点の座標を変更します	

フィールド	内容	SI単位の例
	= 4 初期貫通が発生しないように、メイン節点の座標を変更します （整数）	
I_{fric}*FRIC*	摩擦定式化フラグ。9 **= 0**（デフォルト） 静的なCoulomb摩擦則。 **= 1** 汎用の粘性摩擦則。 **= 2** （修正）Darmstad摩擦則。 **= 3** Renard摩擦則。 （整数）	
I_{filtr}*FILTR*	摩擦フィルタリングフラグ。10 **= 0**（デフォルト） フィルターを使用しません。 **= 1** 単純な数値フィルター。 **= 2** フィルタリング時間による標準の-3dBフィルター。 **= 3** カットオフ周波数による標準の-3dBフィルター。 （整数）	
X_{freq}*freq*	フィルタリング係数。0～1の値である必要があります。 （実数）	
sens_ID	インターフェースをアクティブ化 / 非アクティブ化するためのセンサーの識別子 識別子センサーが定義されている場合は、インターフェースのアクティブ化 / 非アクティブ化はセンサーに基づき、T_{start}*START*またはT_{stop}*STOP*には基づきません。 （整数）	
P_{tlim}	最大接線圧力 13 通常、P_{tlim}は降伏応力として定義されます。 デフォルト = 10^{30}（実数）	[Pa]
$C_1 1$ - $C_6 6$	摩擦則係数。	参照：表 7

フィールド	内容	SI単位の例
	（実数）	

境界条件の非アクティブ化フラグ：**IBC**

(1)-1	(1)-2	(1)-3	(1)-4	(1)-5	(1)-6	(1)-7	(1)-8
					I_{BCX}BCX	I_{BCY}BCY	I_{BCZ}BCZ

定義

フィールド	内容		SI単位の例
I_{BCX}BCX	**=1** （ブーリアン）	衝撃時のX境界条件の非アクティブ化フラグ	
I_{BCY}BCY	**=1** （ブーリアン）	衝撃時のY境界条件の非アクティブ化フラグ	
I_{BCZ}BCZ	**=1** （ブーリアン）	衝撃時のZ境界条件の非アクティブ化フラグ	

コメント

1. このインターフェースの主な制限を以下に示します：
   - メインセグメントの法線は、メインサーフェスからセカンダリ節点の方向に向いている必要があります。
   - メイン側のセグメントは、ソリッド要素またはシェル要素に結合されている必要があります。
   - 同一の節点を2つの衝撃サーフェスに配置することはできません。
   - 検索に関する問題（*Radioss Theory Manual*のCommon Problemsをご参照ください）。
2. メインサーフェスセグメントの法線は、すべてセカンダリサーフェスの方向を向いている必要があります。そうでない場合、法線の方向が混在していると、初期貫通が発生する可能性があります。
3. セカンダリサーフェスとメインサーフェスは位相的に異なっている必要があります。節点を同時に2つのサーフェス上に配置することはできません。
4. フラグ I_{del}DEL = 1のCPUコストはI_{del}DEL = 2よりも高くなります。
5. メイン側の剛性がセカンダリ側の剛性より大幅に低い場合、剛性係数*StfacSTFAC*を1より大きい値に増やすことができます。これ以外の場合、剛性係数は0から1の間の値にする必要があります。
6. 例えば、インターフェースの剛性バランスは、以下のように求めることができます：

$$Stfac \le \frac{E_s \cdot e_s}{E_m \cdot e_m} \tag{44}$$

ここで、

E_m	メインの剛性
e_m	メインの板厚
E_s	セカンダリの剛性
e_s	セカンダリの板厚

7. I_{BCX}*BCX* = 1の場合、X方向の境界条件は非アクティブとなります。I_{BCY}*BCY*およびI_{BCZ}*BCZ*は、それぞれY方向とZ方向で同様の挙動を示します。

8. 境界条件は、セカンダリ節点でのみ非アクティブとなります。

9. 摩擦定式化の場合：

- 摩擦フラグI_{fric}*FRIC* > 0（デフォルト）の場合は、従来の静的摩擦係数の定式化が使用されます：

  $F_T \le \mu \cdot F_N$ ここで$\mu = Fric$（クーロン摩擦）
- 摩擦フラグI_{fric}*FRIC* > 0の場合は、新しい摩擦モデルが導入されます。この場合、摩擦係数は次の関数によって設定されます：

  $$\mu = \mu(p, V) \tag{45}$$

  ここで、

p	メインセグメントの垂直抗力の圧力
V	メインセグメントに相対するセカンダリ節点の接線速度

  現時点では、以下の定式化が利用可能です：

  - I_{fric}*FRIC* = 1（汎用の粘性摩擦則）：

    $$\mu = Fric + C_1 p + C_2 \cdot V + C_3 p \cdot V + C_4 \cdot p^2 + C_5 \cdot V^2 \tag{46}$$

  - I_{fric}*FRIC* = 2（修正Darmstad則）：

    $$\mu = Fric + C_1 \cdot e^{(C_2 V)} \cdot p^2 + C_3 \cdot e^{(C_4 V)} \cdot p + C_5 \cdot e^{(C_6 V)} \tag{47}$$

  - I_{fric}*FRIC* = 3（Renard則）：

    $$\mu = C_1 + (C_3 - C_1) \cdot \frac{V}{C_5} \cdot \left(2 - \frac{V}{C_5}\right) \tag{48}$$

    の、$V \in [0, C_5]$

    $$\mu = C_3 - \left((C_3 - C_4) \cdot \left(\frac{V - C_5}{C_6 - C_5}\right)^2 \cdot \left(3 - 2 \cdot \frac{V - C_5}{C_6 - C_5}\right)\right) \tag{49}$$

    、右記の場合；$V \in [C_5, C_6]$

$$\mu = C_2 - \frac{1}{\frac{1}{C_2 - C_4} + (V - C_6)^2} \qquad (50)$$

、右記の場合；$V \geq C_6$

ここで、

$C_1 = \mu_s$

$C_2 = \mu_d$

$C_3 = \mu_{\max}$

$C_4 = \mu_{\min}$

$C_5 = V_{cr1}$

$C_6 = V_{cr2}$

第1臨界速度$V_{cr1} = C_5$は、0以外にする必要があります（$C_5 \neq 0$）。

第1臨界速度$V_{cr1} = C_5$は、第2臨界速度$V_{cr2} = C_6 (C_5 < C_6)$より小さくする必要があります。

静止摩擦係数C_1*1*と動摩擦係数C_2*2*は、最大摩擦C_3*3*より小さくする必要があります（$C_1 \leq C_3$かつ$C_2 \leq C_3$）。

最小摩擦係数C_4*4*は、静止摩擦係数C_1*1*および動摩擦係数C_2*2*より小さくする必要があります（$C_4 \leq C_1$かつ$C_4 \leq C_2$）。

表 *7:* 摩擦定式化の単位

I_{fric}*FRIC*	*Fric*	C_1*1*	C_2*2*	C_3*3*	C_4*4*	C_5*5*	C_6*6*
1		$\left[\frac{1}{\text{Pa}}\right]$	$\left[\frac{\text{s}}{\text{m}}\right]$	$\left[\frac{\text{s}}{\text{Pa}\cdot\text{m}}\right]$	$\left[\frac{1}{\text{Pa}^2}\right]$	$\left[\frac{\text{s}^2}{\text{m}^2}\right]$	
2		$\left[\frac{1}{\text{Pa}^2}\right]$	$\left[\frac{\text{s}}{\text{m}}\right]$	$\left[\frac{1}{\text{Pa}}\right]$	$\left[\frac{\text{s}}{\text{m}}\right]$		$\left[\frac{\text{s}}{\text{m}}\right]$
3						$\left[\frac{\text{m}}{\text{s}}\right]$	$\left[\frac{\text{m}}{\text{s}}\right]$

10. I_{filtr}*FILTR*フラグが0以外の場合は、接線力が次のようにフィルターを使用してスムージングされます：

$$F_T = \alpha \cdot F'_T + (1 - \alpha) \cdot F'^{-1}_T \qquad (51)$$

ここで、α係数は、以下のように計算されます：

I_{filtr}*FILTR* = 1 ➤ $\alpha = X_{freq}$の場合、単純な数値フィルター

I_{filtr}*FILTR* = 2 ➤ $\alpha = \frac{2 \cdot \pi}{X_{freq}}$の場合、標準の-3dBフィルター。ここで、$X_{freq} = \frac{dt}{T}$で、*T*はフィルタリング期間

I_{filtr}*FILTR* = 3 ➤ $\alpha = 2 \cdot \pi \cdot X_{freq} \cdot dt$の場合、カット周波数$X_{freq}$*freq*を使用する標準の-3dBフィルター

11. 係数C_1*1*～C_6*6*を使用して、新しい摩擦定式化の可変摩擦係数μを定義しています。

12. 座標の変更は元に戻せないため、この操作は特に慎重に行う必要があります。これは、下記のような可能性があるためです:

- インターフェースに複数のサーフェス層が定義されている場合、他の初期貫通が発生する
- 節点がスプリング要素に属している場合に、初期エネルギーが発生する

InactiINACTI = 3または4は、小規模な初期貫通の場合にのみ推奨されます。

13. 2次元解析では、接線接触力は、P_{tlim}が次の式で定義されている際に制限されます:

$$F_t \le P_{tlim}\frac{S}{\sqrt{3}} \tag{52}$$

ここで、Sは、セカンダリ節点に結合しているセグメントの外挿された長さです。

See Also

非対称インターフェース(/INTER/TYPE5)
接触の取り扱い
General Purpose Contact (TYPE5) (Theory Manual)
RD-E:0700 振り子

/INTER/TYPE6

ブロックフォーマットのキーワード
このインターフェースを使用して、接触力の表形式入力を使用した2つの剛体間の接触をシミュレートします。このインターフェースはインターフェースTYPE3と同様に機能します。これらのボディ間の接触力は、最大貫通の関数として入力できます。このインターフェースを使用すると、除荷するための力の関数を入力することもできます。

内容

このインターフェースでは、以下の条件が満たされる必要があります。

- 2つの接触サーフェスのセグメントは相互に向かい合っている必要があります（例：サーフェス法線は一方のサーフェスからもう一方のサーフェスに向いている必要があります）。
- このインターフェースは、ソリッド要素またはシェル要素に結合されているセグメントでのみ機能します。したがって、2つの接触サーフェスは同じ節点を共有していてはいけません（2つの異なる剛体の一部である必要があります）。
- ユーザー定義のインターフェース剛性によって時間ステップを短縮できます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/INTER/TYPE6/*inter_ID*/*unit_ID*									
inter_title									
surf_ID$_1$*surf*	*surf_ID*$_2$*surf_*								
Sfric		*Fric*		*GapGAP*		T_{start}*START*		T_{stop}*STOP*	
	I_{RS}*RS*	I_{Rm}*RM*	*InactiINACT*	*fct_ID*$_{ff}$	*fct_ID*$_{fv}$	$Ascale_f$		$Ascale_v$	
fct_ID$_{Id}$	I_{form}*FORM*	$Ascale_x$		$Fscale_{Id}$		*Icor*			
fct_ID$_{ul}$		*Stiff*		$Fscale_{ul}$					
ViscVISC		*fct_ID*$_{dv}$	*fct_ID*$_{df}$	$Fscale_v$					

定義

フィールド	内容	SI単位の例
inter_ID	インターフェースの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位の識別子 （整数、最大10桁）	
inter_title	インターフェースのタイトル （文字、最大100文字）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
surf_ID$_1$*surf_ID*$_1$	剛体サーフェス1の識別子 （整数）	
surf_ID$_2$*surf_ID*$_2$	剛体サーフェス2の識別子 （整数）	
Sfric	静的摩擦力 （実数）	[N]
Fric	Coulomb摩擦。 （実数）	
GapGAP	衝撃アクティブ化のギャップ。 （実数）	[m]
T_{start}*START*	インターフェースのアクティブ化時間 デフォルト = 0.0（実数）	[s]
T_{stop}*STOP*	インターフェースの非アクティブ化時間 デフォルト = 1.0e30（実数）	[s]
I_{RS}*RS*	第1サーフェスのセグメントの番号付け替えフラグ *= 0* セグメントがソリッド要素に結合されている場合に法線がソリッド要素に入ると、法線が反転します（セグメントの番号が付け替えられます）。 *= 1* 法線は常に反転します（セグメント1234は2143として読み込まれます）。 *= 2* 法線の反転は発生しません（ソリッド要素に結合されたセグメントの番号付け替えは行われません）。 （整数）	
I_{Rm}*RM*	第2サーフェスのセグメントの番号付け替えフラグ（I_{RS}*RS*と同じ） *= 0* セグメントがソリッド要素に結合されている場合に法線がソリッド要素に入ると、法線が反転します（セグメントの番号が付け替えられます）。 *= 1* 法線は常に反転します（セグメント1234は2143として読み込まれます）。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 2 法線の反転は発生しません（ソリッド要素に結合されたセグメントの番号付け替えは行われません）。 （整数）	
InactiINACTI	初期貫通時の剛性の非アクティブ化フラグ *= 0* 処理を実行しません。 *= 5* ギャップは時間とともに変化し、初期ギャップは次のように調整されます： $gap_0 = Gap - P_0$ ここで、P_0は初期貫通 7 （整数）	
fct_ID$_{ff}$	摩擦増倍係数関数と垂直抗力の比率 （整数）	
fct_ID$_{fv}$	摩擦増倍係数関数とスライディング速度の比率 （整数）	
Ascale$_f$	速度の関数の横軸スケールファクター（*fct_ID$_{ff}$*および*fct_ID$_{dv}$*） （実数）	$\left[\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\right]$
Ascale$_v$	力の関数の横軸スケールファクター（*fct_IDff*および*fct_IDdv*） （実数）	$[\mathrm{N}]$
fct_ID$_{Id}$	荷重対貫通曲線関数の識別子 この関数は、荷重と変位の両方で正でなければなりません。 （整数）	
I$_{form}$FORM	接触定式化フラグ 1 *= 0* 非線形弾性 *= 1* 定義されていなくてはならない除荷曲線を伴う非線形弾塑性 *= 2* 分離硬化を伴う非線形弾塑性	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	
$Ascale_x$	fct_ID_{Id}とfct_ID_{ul}の横軸スケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	$[\mathrm{m}]$
$Fscale_{Id}$	fct_ID_{Id}の縦軸スケールファクタ デフォルト = 1.0（実数）	$[\mathrm{N}]$
Icor	初期交差に起因する力の調整フラグ 2 *= 0* オフ *= 1* オン （整数）	
fct_ID_{ul}	荷重対貫通曲線の除荷関数の識別子 この関数は、荷重と変位の両方で正で、かつ、載荷曲線より常に下でなければなりません。 $I_{form}FORM$ = 2の場合は使用しません。 （整数）	
Stiff	曲線間を移動する際は、載荷 / 除荷剛性を使用。 $I_{form}FORM$ = 1、2の場合、入力が必要	$\left[\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}\right]$
$Fscale_{ul}$	除荷fct_ID_{ul}の縦軸スケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	$[\mathrm{N}]$
ViscVISC	減衰係数。 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{Ns}}{\mathrm{m}}\right]$
fct_ID_{dv}	減衰力関数と貫通速度の比率 （整数）	
fct_ID_{df}	減衰増倍係数関数と垂直抗力の比率 （整数）	
$Fscale_v$	fct_ID_{dv}の縦軸スケールファクタ （実数）	$[\mathrm{N}]$

コメント

1. 載荷曲線*fct_ID*$_{Id}$を常に指定する必要があります。

   I_{form}*FORM* =0の場合は、除荷曲線は考慮されず、載荷と除荷では同じ曲線*fct_ID*$_{Id}$が使用されます。

   I_{form}*FORM* =1の場合は、除荷曲線*fct_ID*$_{ul}$が考慮されて、以下のようになります:

   - 除荷曲線*fct_ID*$_{ul}$が定義されていない場合は、載荷は*fct_ID*$_{Id}$に従い、除荷は、傾き*Stiff*の直線を0まで下り、そのまま0を維持します。再度載荷すると、Radiossは傾き*Stiff*の直線に沿って0から載荷関数*fct_ID*$_{Id}$にジャンプします。
   - 載荷曲線と除荷曲線の両方が定義されている場合は(除荷曲線は載荷曲線より下方に位置する必要があります)、除荷時にRadiossは傾き*Stiff*の直線に沿って載荷曲線から除荷曲線にジャンプします。再度載荷すると、Radiossは傾き*Stiff*の直線に沿って除荷曲線*fct_ID*$_{ul}$から載荷曲線*fct_ID*$_{Id}$にジャンプします。

   いくつかのケースを以下に示します。

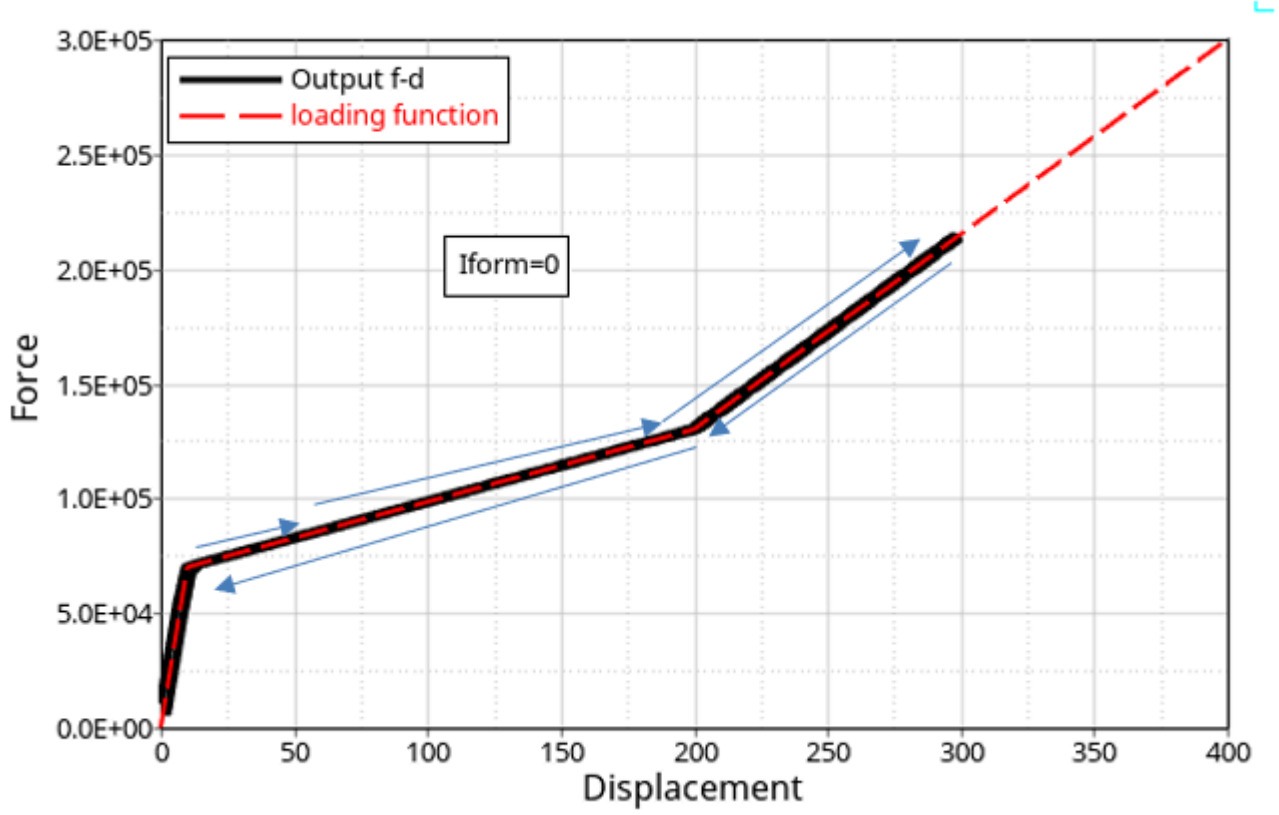


図 *27: I_{form}FORM = 0*

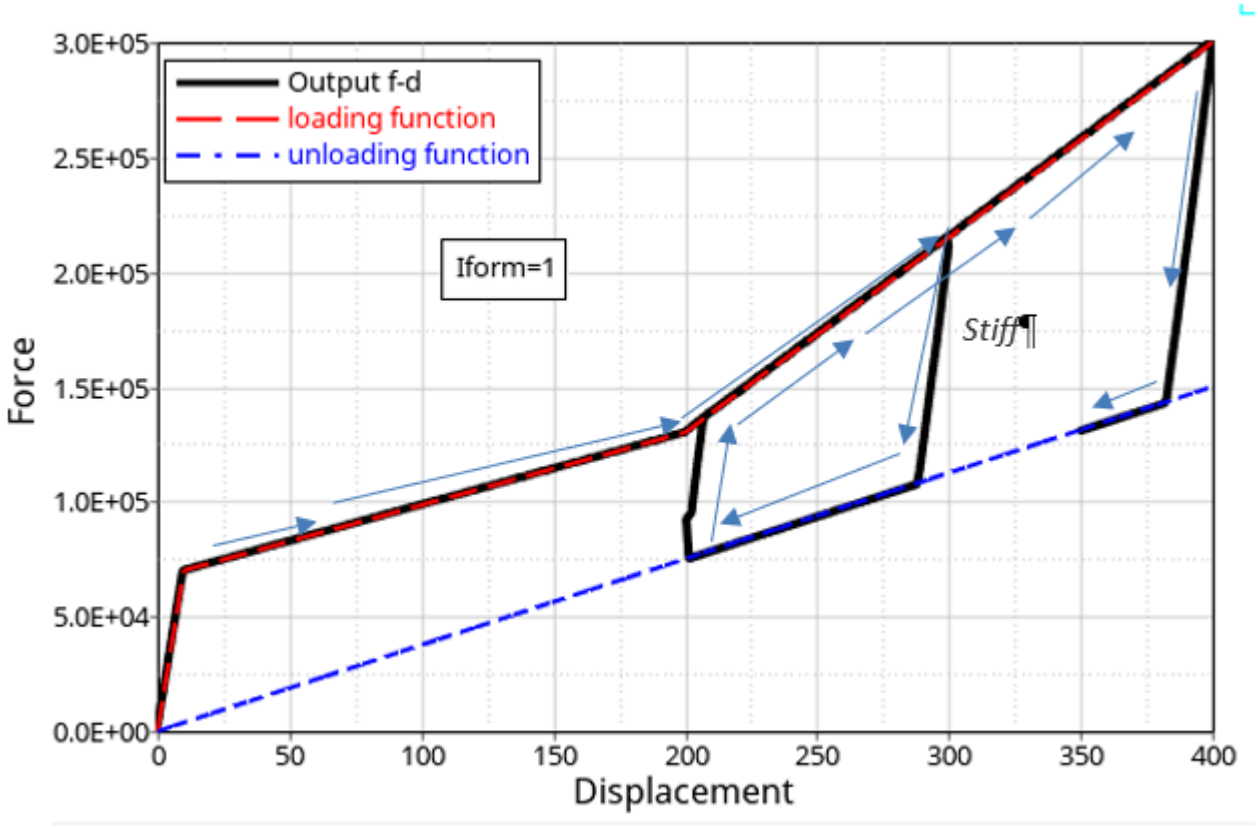


図 *28: I_{form}FORM = 1*

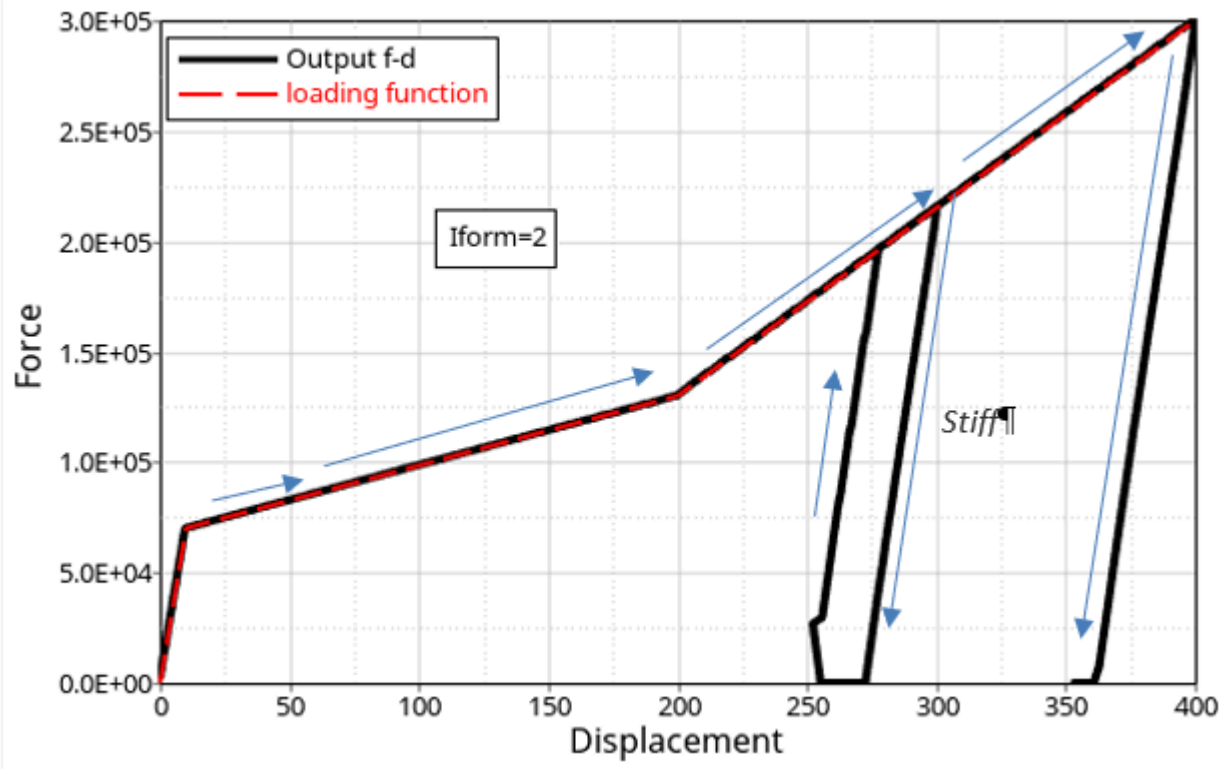


図 *29: I_{form}FORM = 2*

2. I_{form}*FORM* =1および*Icor* =1の場合は、t=0におけるインターフェース力は、除荷関数*fct_ID*$_{ul}$から得られる値（初期貫通に対応する値）に設定されます。除荷関数が定義されていない場合は、初期荷重は0に設定されます。
3. 接線摩擦力F_tは以下のように計算されます：

$$F_t = Sfric + \mu(F_n, F_t) \cdot F_t \tag{53}$$

ここで、

F_n	節点力
$\mu(F_n, F_t$、	次のように定義される動摩擦係数

$$\mu(F_n, F_t) = Fric \cdot \mathrm{f}_{ff}(F_n) \cdot \mathrm{f}_{fv}(v_t) \tag{54}$$

ここで、

v_t	スライディング速度
f_{ff} および f_{fv}	*fct_ID*$_{ff}$および*fct_ID*の関数$_{fv}$

4. 減衰荷重F_{damp}は下記のように定義されます：

$$F_{damp} = \mathrm{f}_{df}(F_n) \cdot (Visc + \mathrm{f}_{dv}(v_n)) \tag{55}$$

ここで、

v_n	貫通速度
f_{df} および f_{dv}	*fct_ID*$_{df}$および*fct_ID*の関数$_{dv}$

See Also

接触の取り扱い
インターフェースタイプ 6（/INTER/TYPE6）
Solid and Shell Element Contact (TYPE3) (Theory Manual)
General Purpose Contact (TYPE5) (Theory Manual)

/INTER/TYPE7

ブロックフォーマットのキーワード
インターフェースTYPE7は、メインサーフェスとセカンダリ節点グループ間の接触をモデル化する多用途衝撃インターフェースです。熱伝導および熱摩擦を考慮することもできます。

内容

インターフェースTYPE3、TYPE4、およびTYPE5で課せられていたすべての制限が、このインターフェースでは解決されています。

- 1つの節点を同時にセカンダリ節点とメイン節点にすることができます。
- 各セカンダリ節点は、現在のセグメントに結合しているメインセグメントを除き、各メインセグメントに衝撃を与えることができます。
- 1つの節点が複数のセグメントに衝撃を与えることができます。
- また、1つの節点が、各セグメントの2つの側面、エッジ、およびコーナーに衝撃を与えることができます。
- 制約なしの高速検索アルゴリズムです。

このインターフェースの主な制限を以下に示します。

- 高衝撃速度または小規模ギャップを伴う接触の場合は、時間ステップが短縮されます。
- 高衝撃速度での剛体または小規模ギャップを伴う剛体で使用すると、正しく機能しません。
- エッジ間接触は解決されません（これを解決するには、/INTER/TYPE11をTYPE7と一緒に使用する必要があります）。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/INTER/TYPE7/*inter_ID*/*unit_ID*									
inter_title									
grnd_ID$_s$	*surf_ID*$_m$	I_{stf}*STF*	I_{the}*THE*	I_{gap}*GAP*		I_{bag}*BAG*	I_{del}*DEL*	I_{curv}*CURV*	I_{adm}*ADM*
$Fscale_{gap}$		Gap_{max}*max*		*Fpenmax*				I_{TIED}*TIED*	
St_{min}*MIN*		St_{max}*MAX*		*%mesh_size*		*dtmin*		*Irem_gap*	*Irem_i2*

I_{curv}*CURV* = 1または2の場合挿入

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
node_ID$_1$1	*node_ID*$_2$2								

必要なフィールド

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
*Stfac*STFAC		*Fric*		*Gap*$_{min}$*min*		*T*$_{start}$*START*		*T*$_{stop}$*STOP*	
I$_{BC}$*BC*		*Inacti*INACT		*VIS*$_s$*s*		*VIS*$_F$*F*		*Bumult*BMULT	
I$_{fric}$*FRIC*	*I*$_{filtr}$*FILTR*	*X*$_{freq}$*freq*		*I*$_{form}$*FORM*	*sens_ID*	*fct_ID*$_F$	*Ascale*$_F$*F*		*fric_ID*

I$_{fric}$*FRIC* > 0の場合

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
C$_1$*1*		*C*$_2$*2*		*C*$_3$*3*		*C*$_4$*4*		*C*$_5$*5*	

I$_{fric}$*FRIC* > 1の場合

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
C$_6$*6*									

I$_{adm}$*ADM* = 2の場合

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
NR$_{adm}$	*P*$_{adm}$		*Angl*$_{adm}$						

I$_{the}$*THE* = 1の場合

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
K$_{the}$*THE*		*fct_ID*$_K$		*T*$_{int}$*INT*	*I*$_{the\_form}$*the_fc*		*Ascale*$_K$*K*		
F$_{rad}$*RAD*		*D*$_{rad}$*RAD*		*Fheat*$_s$		*Fheat*$_m$			

定義

フィールド	内容	SI単位の例
inter_ID	インターフェースの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	*unit_ID*。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数、最大10桁）	
inter_title	インターフェースのタイトル （文字、最大100文字）	
grnd_ID$_s$*s*	セカンダリ節点グループ識別子 （整数）	
surf_ID$_m$*m*	メインサーフェスの識別子 （整数）	
I_{stf}*STF*	インターフェース剛性定義フラグ 3 SPHでは、I_{stf}*STF*=0、1および1000のみ可能。 *= 0* /DEFAULT/INTER/TYPE7で定義した値に設定されます。 *= 1* インターフェース剛性は、*StfacSTFAC*として入力されます。 *= 2* インターフェース剛性は、メインおよびセカンダリ剛性の平均です。 *= 3* インターフェース剛性は、メインおよびセカンダリ剛性の最大値です。 *= 4* インターフェース剛性は、メインおよびセカンダリ剛性の最小値です。 *= 5* インターフェース剛性は、直列のメインおよびセカンダリ剛性です。 *= 1000* */DEFAULT/INTER/TYPE7*が定義されていない場合のデフォルト インターフェース剛性はメイン側の剛性のみに基づきます。 （整数）	
I_{the}*THE*	熱接触フラグ。 **=0** 熱伝導も熱摩擦もなし **=1** 熱伝導または熱摩擦がアクティブ （整数）	
I_{gap}*GAP*	ギャップ/要素オプションフラグ 11 *= 0* /DEFAULT/INTER/TYPE7で定義した値に設定されます。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 1 可変ギャップは被衝撃メインサーフェスおよび衝撃セカンダリ節点の特性に応じて変化します。 *= 2* 計算するギャップの可変ギャップ + ギャップスケール補正 *= 3* 可変ギャップ+算出されたギャップのギャップスケール修正+自己接触中の初期貫通回避のために考慮されるメッシュサイズ *= 1000* */DEFAULT/INTER/TYPE7*が定義されていない場合のデフォルト 一定のギャップ；最小ギャップGap_{min}*min*と一致 （整数）	
I_{bag}*BAG*	接触時のエアバッグベントホール閉鎖フラグ このフラグは、対応するソリッド要素が接触している場合にSol2SPH粒子をアクティブにするためにも使用されます。 *= 0* /DEFAULT/INTER/TYPE7で定義した値に設定されます。 *= 1* 閉鎖 *= 2* */DEFAULT/INTER/TYPE7*が定義されていない場合のデフォルト 閉鎖なし （整数）	
I_{del}*DEL*	節点およびセグメントの削除フラグ。 *= 0* /DEFAULT/INTER/TYPE7で定義した値に設定されます。 *= 1* 1つのセグメントに関連付けられたすべての要素4節点シェル、3節点シェル、ソリッド）が削除されると、メイン側の面からそのセグメントを削除します。このセグメントはEngineファイルでRadioss Engineキーワード/DELを使用した明示的な削除の場合にも、削除されます。 さらに、結合されていない節点をインターフェースのセカンダリ側から削除します。 *= 2* 4節点シェル、3節点シェル、またはソリッド要素が削除されると、メイン側の面から、対応するセグメントを削除します。このセグメントはEngineファイルでRadioss Engineキーワード/DELを使用した明示的な削除の場合にも、削除されます。 さらに、結合されていない節点をインターフェースのセカンダリ側から削除します。	

フィールド	内容	SI単位の例
	= *1000* */DEFAULT/INTER/TYPE7*が定義されていない場合のデフォルト 削除しません。 = *-1* 結合されていない節点をインターフェースのセカンダリ側から削除する以外は、=1と同様です。 = *-2* 結合されていない節点をインターフェースのセカンダリ側から削除する以外は、=2と同様です。 （整数） 注: I_{del}*DEL*=1および-1は、I_{del}*DEL*=2および-2と比較してCPUコストが高くなります。	
I_{curv}*CURV*	曲率を伴うギャップエンベロープ 5 **= 0**（デフォルト） 曲率なし。 **=1** 球面。 **=2** 円筒面。 **=3** 自動双3次曲面。 （整数）	
I_{adm}*ADM*	アダプティブメッシュでの局所曲率計算フラグ。6 7 8 **= 0**（デフォルト） 非アクティブ。 **=1** メッシュサイズに応じたインターフェース更新。 **=2** メッシュサイズ、貫通、および角度に応じたインターフェース更新。 （整数）	
$Fscale_{gap}$	ギャップスケールファクター（I_{gap}*GAP* = 2および3の場合にのみ使用） デフォルト = 1.0（実数）	
Gap_{max}*max*	最大ギャップ（I_{gap}*GAP* = 2および3の場合にのみ使用） （実数）	[m]
Fpenmax	初期貫通の最大比率。13 （実数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
I_{TIED}*TIED*	Tie接触節点フラグ。 *= 0*（デフォルト） 時間ステップのため節点同士は結合されていません。 *=1* 接触時間ステップが、接触で定義された/DT/INTER/DELまたは*dtmin*未満の場合、セカンダリ節点は結合され、リバウンド可能です。 *=2* 接触時間ステップが、接触で定義された/DT/INTER/DELまたは*dtmin*未満の場合、セカンダリ節点は結合され、リバウンドはしません。 （整数）	
St_{min}*MIN*	最小剛性（I_{stf}*STF* = 2、3、4または5の場合にのみ使用されます） （実数）	$\left[\frac{N}{m}\right]$
St_{max}*MAX*	最大剛性（I_{stf}*STF* = 2、3、4または5の場合にのみ使用されます） デフォルト = 10^{30}（実数）	$\left[\frac{N}{m}\right]$
%mesh_size	メッシュサイズのパーセンテージ（I_{gap}*GAP* = 3の場合にのみ使用） デフォルト = 0.4（実数）	
dtmin	最小インターフェース時間ステップ 23 （実数）	[s]
Irem_gap	自己接触において要素サイズがギャップ値より小さい場合にセカンダリ節点を非アクティブ化するためのフラグ。 14 *= 0* /DEFAULT/INTER/TYPE7で定義した値に設定されます。 *= 1* */DEFAULT/INTER/TYPE7*が定義されていない場合のデフォルト セカンダリ節点の非アクティブ化なし *= 2* セカンダリ節点の非アクティブ化あり （整数）	
Irem_i2	インターフェースTYPE2で同じ接触ペア（節点）が定義されている場合に、セカンダリ節点を非アクティブにするためのフラグ。 *= 0* /DEFAULT/INTER/TYPE7で定義した値に設定されます。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 1 /INTER/TYPE2タイド接触内のセカンダリ節点は、この接触から削除されます。 *= 3* */DEFAULT/INTER/TYPE7*が定義されていない場合のデフォルトセカンダリ節点に変更なし。	
node_ID$_1$*1*	第1節点識別子 （整数）	
node_ID$_2$*2*	第2節点識別子（I_{curv}*CURV* = 1の場合は無視されます） （整数）	
StfacSTFAC	インターフェースのメイン側に適用される剛性スケールファクター（I_{stf}*STF* ≠ 1の場合） デフォルト = 1.0（実数）	
	インターフェース剛性（I_{stf}*STF* = 1の場合） デフォルト = 1.0（実数）	$\left[\frac{N}{m}\right]$
Fric	Coulomb摩擦（*fct_ID*$_F$ = 0の場合） デフォルト = 0.0（実数）	
	クーロン摩擦のスケールファクター（*fct_ID*$_F$ ≠ 0の場合）20 デフォルト = 1.0（実数）	
Gap$_{min}$*min*	衝撃アクティブ化の最小ギャップ デフォルト値については、10を参照のこと（実数）	[m]
T_{start}*START*	開始時間。 （実数）	[s]
T_{stop}*STOP*	一時的な非アクティブ化の時間。 （実数）	[s]
I_{BC}*BC*	接触時の境界条件の非アクティブ化フラグ （ブーリアン）	
InactiINACTI	初期貫通時の剛性の非アクティブ化フラグ 13 *= 0* /DEFAULT/INTER/TYPE7で定義した値に設定されます。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 1 節点の剛性を非アクティブ化します。 *= 2* 要素の剛性を非アクティブ化します。 *= 3* 初期貫通が発生しないように、節点の座標を変更します。 *= 5* ギャップは時間とともに変化し、初期ギャップは次のように調整されます: $gap_0 = Gap - P_0$ここでP_0は初期貫通 *= 6* ギャップは時間とともに変化しますが、初期ギャップは次のように調整されます(節点の貫通が少し解除されます): $gap_0 = Gap - P_0 - 5\% \cdot (Gap - P_0)$ *= 1000* */DEFAULT/INTER/TYPE7*が定義されていない場合のデフォルト操作は行われません。 (整数)	
VIS_S *S*	インターフェース剛性の臨界減衰係数 デフォルトは0.05に設定されます(実数)	
VIS_F *F*	接触インターフェース摩擦の臨界減衰係数。22 デフォルトは1.0に設定されます(実数)	
Bumult	ソート係数はソートアルゴリズムの高速化に使用されます。また、マシンによって異なります。 デフォルトは0.20に設定されます(実数)	
I_fric *FRIC*	摩擦定式化フラグ。1617 *fric_ID*が定義されていない場合のみ使用されます。 **= 0**(デフォルト) 静的なCoulomb摩擦則。 **= 1** 汎用の粘性摩擦則。 **= 2** (修正)Darmstad摩擦則。 **= 3** Renard摩擦則。 (整数)	
I_filtr *FILTR*	摩擦フィルタリングフラグ。18	

フィールド	内容		SI単位の例
	= 0（デフォルト）	フィルターを使用しません。	
	= 1	単純な数値フィルター。	
	= 2	フィルタリング時間による標準の-3dBフィルター。	
	= 3	カットオフ周波数による標準の-3dBフィルター。	
	（整数）		
X_{freq}*freq*	フィルタリング係数。 デフォルト値はI_{filtr}*FILTR*に依存します（実数）		
I_{form}*FORM*	摩擦ペナルティ定式化のタイプ。19 *= 0* `/DEFAULT/INTER/TYPE7`で定義した値に設定されます。 *= 1* */DEFAULT/INTER/TYPE7*が定義されていない場合のデフォルト粘性（合計）の定式化。 *= 2* 剛性（増分）の定式化。 （整数）		
sens_ID	インターフェースをアクティブ化 / 非アクティブ化するためのセンサーの識別子 24 識別子センサーが定義されている場合は、インターフェースのアクティブ化 / 非アクティブ化はセンサーに基づき、T_{start}*START*またはT_{stop}*STOP*には基づきません。 （整数）		
fct_ID$_F$	温度による摩擦係数の関数識別子 デフォルト = 0（整数）		
Ascale$_F$*F*	*fct_ID*$_F$の横軸のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）		
fric_ID	選択されたパートのペアについての摩擦定義の摩擦識別子		
	= 0（デフォルト）	このインターフェース内で定義されている摩擦パラメータを使用します。	
	≠ 0	`/FRICTION/`*fric_ID*を使用します。	

フィールド	内容	SI単位の例
	（整数）	
$C_1 1$ - $C_6 6$	摩擦則係数。 （実数）	参照：表 8
K_{the}THE	熱交換係数（fct_ID_K = 0の場合） デフォルト = 0.0	$\left[\frac{W}{m^2K}\right]$
	熱交換係数（fct_ID_K ≠ 0の場合）20 デフォルト = 1.0（実数）	
fct_ID_K	接触圧力に対する熱交換定義の関数識別子 デフォルト = 0（整数）	
$Ascale_K$K	fct_ID_Kの横軸のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	[Pa]
T_{int}INT	インターフェース温度 20 （実数）	[K]
I_{the_form}the_form	熱接触定式化フラグ **= 0**（デフォルト）　インターフェース（一定温度）とシェル（セカンダリ側）の間のみで交換 **= 1**　すべての接触片間の熱交換 （整数）	
NR_{adm}	90度の半径を経由する要素の数 （整数）	
P_{adm}	貫通の割合に関する基準 デフォルト = 1.0（実数）	
$Angl_{adm}$	角度基準 （実数）	[deg]
F_{rad}RAD	放射係数 （実数）	$\left[\frac{W}{m^2K^4}\right]$
D_{rad}RAD	放射計算の最大距離	[m]

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（実数）	
$Fheat_s$	セカンダリの摩擦加熱ファクター 21 （実数）	
$Fheat_m$	セカンダリの摩擦加熱ファクター 21 （実数）	

境界条件の非アクティブ化フラグ：**IBC**

(1)-1	**(1)-2**	**(1)-3**	**(1)-4**	**(1)-5**	**(1)-6**	**(1)-7**	**(1)-8**
					$I_{BCX}BCX$	$I_{BCY}BCY$	$I_{BCZ}BCZ$

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
$I_{BCX}BCX$	*=1* 衝撃時のX境界条件の非アクティブ化フラグ （ブーリアン）	
$I_{BCY}BCY$	*=1* 衝撃時のY境界条件の非アクティブ化フラグ （ブーリアン）	
$I_{BCZ}BCZ$	*=1* 衝撃時のZ境界条件の非アクティブ化フラグ （ブーリアン）	

コメント

1. SPMDの場合、*surf_ID*$_m$*m*によって定義される各メインセグメントを1つの要素に関連付ける必要があります（ボイド要素の場合もあります）。
2. フラグ$I_{bag}BAG$については、モニター体積オプション（モニター体積（エアバッグ））をご参照ください。
3. 接触剛性*K*は以下のように計算されます：

   $I_{stf}STF$ =1の場合：

$$K = Stfac \tag{56}$$

$I_{stf}STF$ = 2、3、4または5の場合：

$$K = \max\left[St_{\min}, \min\left(St_{\max}, K_n\right)\right] \tag{57}$$

$I_{stf}STF$ =1000の場合：

$$K = K_m \tag{58}$$

ここで、K_nは、メインセグメントの剛性K_mとセカンダリ節点の剛性K_sの両方から計算されます：

$I_{stf}STF$ = 2、$K_n = \dfrac{K_m + K_s}{2}$

$I_{stf}STF$ = 3、$K_n = \max\left(K_m, K_s\right)$

$I_{stf}STF$ = 4、$K_n = \min\left(K_m, K_s\right)$

$I_{stf}STF$ = 5、$K_n = \dfrac{K_m \cdot K_s}{K_m + K_s}$

K_m はメインセグメントの剛性で、次のように計算されます：

メインセグメントがシェル上に存在するか、シェルとソリッドによって共有されている場合：

$$K_m = Stfac \cdot 0.5 \cdot E \cdot t \tag{59}$$

メインセグメントがソリッド上に存在する場合：

$$K_m = Stfac \cdot B \cdot \frac{S^2}{V} \tag{60}$$

ここで、

S	セグメント面積
V	ソリッドの体積
B	体積弾性率

K_s はインターフェースTYPE7として考慮される相当節点剛性で、次のように計算されます：

節点がシェル要素に結合されている場合：

$$K_s = \frac{1}{2} \cdot E \cdot t \tag{61}$$

節点がソリッド要素に結合されている場合：

$$K_s = B \cdot \sqrt[3]{V} \tag{62}$$

剛性スケールファクターの値に対する制限はありません（ただし、値が1.0より大きいと、初期時間ステップが短くなる場合があります）。

/PROP/VOIDと/MAT/VOIDを使用する際、ボイド材料の材料プロパティと板厚が入力されなければなりません。そうしないと、ボイド要素の接触合成はゼロになります。シェル要素の剛性が接触計算に使用されるため、これは、ボイドシェル要素がソリッド要素と要素を共有する場合に特に重要です。

4. $I_{stf}STF$ = 2、3、4または5は、SPH定式化と適合性がありません。

5. $I_{curv}CURV$ = 1の場合は、$node\_ID_1 1$（球の中心）を使用してギャップの球形曲率が定義されます。

$I_{curv}CURV$ = 2の場合は（円筒形の軸上にある）$node_ID_1 1$と$node_ID_2 2$を使用してギャップの円筒曲率が定義されます。

$I_{curv}CURV$ = 3の場合は、メインサーフェスの形状が、座標の連続性とセグメント間の法線に配慮した双三次補間を使用して取得されます。曲率の変化が速くて大きい場合は、この定式化が不安定になる可能性があります（将来のバージョンで改善される予定です）。

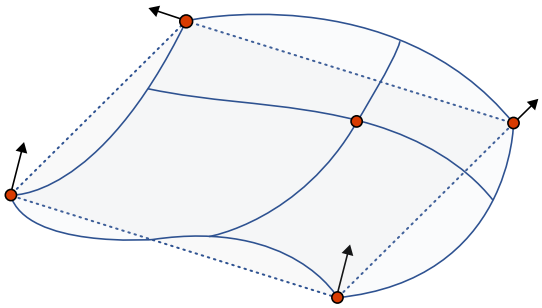


図 *30:*

6. アダプティブメッシングと$I_{adm}ADM$ = 1の場合：

曲率半径が要素サイズ（セカンダリ側）未満のゾーン（メイン側）で接触が発生した場合は、セカンダリ側の要素が分割されます（最大レベルに到達していない場合）。

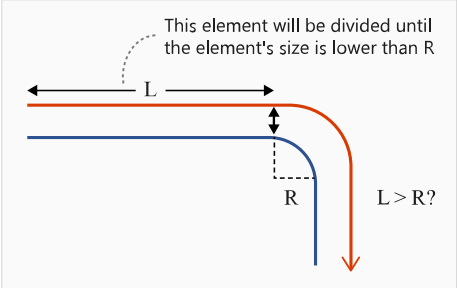


図 *31:*

7. アダプティブメッシングと$I_{adm}ADM$ = 2の場合：

曲率半径が要素サイズのNR_{adm}倍（セカンダリ側）未満のゾーン（メイン側）で接触が発生した場合は、セカンダリ側の要素が分割されます（最大レベルに到達していない場合）。

法線間の角度が$Angl_{adm}$を超えており、貫通の割合がP_{adm}を超えているゾーン（メイン側）で接触が発生した場合は、セカンダリ側の要素が分割されます（最大レベルに到達していない場合）。

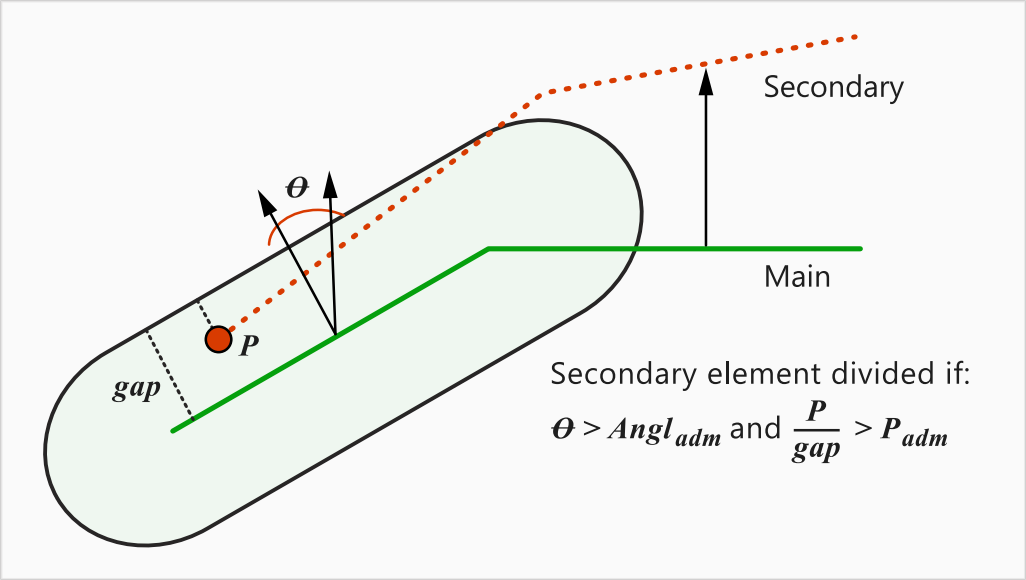


図 *32:*

8. 係数NR_{adm}、P_{adm}および$Angl_{adm}$は、アダプティブメッシングと$I_{adm}ADM$=2の場合にのみ使用されます。
9. $Gap_{max}max$=0の場合、ギャップの最大値が存在しません。
10. $Gap_{min}min$=0または空白の場合、デフォルト値は以下のように計算されます:

    メインセグメントがシェルおよびソリッド要素である場合、$Gap_{min}min$ = min (t_m, $\frac{l_{\min}}{2}$)。

    ここで、

t_m	メインシェル要素の平均板厚($I_{gap}GAP$=0の場合)
t_m	メインシェル要素の最小板厚($I_{gap}GAP$=1、2または3の場合)
$l_{\min}$	すべてのメインセグメント(シェルまたは3次元ソリッド)の中の最小辺長

    メインセグメントがすべてソリッド要素である場合、$Gap_{min}min$ = $\frac{l_{\min}}{10}$

    ここで、$l_{\min}$は、すべてのメイン3次元ソリッドセグメントの中で最小の辺です。
11. 可変ギャップ

    $I_{gap}GAP$ = 1の場合、可変ギャップは次のように計算されます:

    $$\max\left[Gap_{\min}, \left(g_s + g_m\right)\right] \tag{63}$$

    $I_{gap}GAP$ = 2の場合、可変ギャップは次のように計算されます:

    $$\max\left\{Gap_{\min}, \min\left[Fscale_{gap} \cdot \left(g_s + g_m\right), Gap_{\max}\right]\right\} \tag{64}$$

    $I_{gap}GAP$ = 3の場合、可変ギャップは自己接触に対して次のように計算されます:

    $$\max\left\{Gap_{\min}, \min\left[Fscale_{gap} \cdot \left(g_s + g_m\right), \%mesh\_size \cdot \left(g_{s\_l} + g_{m\_l}\right), Gap_{\max}\right]\right\} \tag{65}$$

ここで、

- g_m: メイン要素のギャップ

  $g_m = \frac{t}{2}$: ここでtは、シェル要素に対するメイン要素の板厚

  $g_m = 0$: 3次元ソリッド要素の場合
- g_s: セカンダリ節点のギャップ

  $g_s = 0$: セカンダリ節点がどの要素にも結合されていないか、3次元ソリッド要素またはスプリング要素にのみ結合されている場合

  $g_s = \frac{t}{2}$: ここでtは、セカンダリ節点に結合されているシェル要素の最大板厚です。

  $g_s = \frac{1}{2}\sqrt{S}$: トラスおよびビーム要素の場合。ここで、$S$はトラスおよびビーム要素の断面
- g_{m_l}: 要素の短いエッジの長さ
- g_{s_l}: セカンダリ要素に結合された要素の短いエッジ長さ

セカンダリ節点が複数のシェルおよび/またはビームまたはトラスに結合されている場合は、計算された中で最も大きいセカンダリギャップが使用されます。

可変ギャップは常に*Gap*$_{min}$*min*以上です。

12. 境界条件の非アクティブ化は、セカンダリ節点グループ(*grnd_ID*$_s$*s*)に適用されます。

13. 節点がスプリング要素に属している場合に*InactiINACTI* = 3であると、初期エネルギーが発生することがあります。

インターフェースに対する高周波数の影響を回避するためには、*InactiINACTI* =5ではなく、*InactiINACTI* = 6が推奨されます。

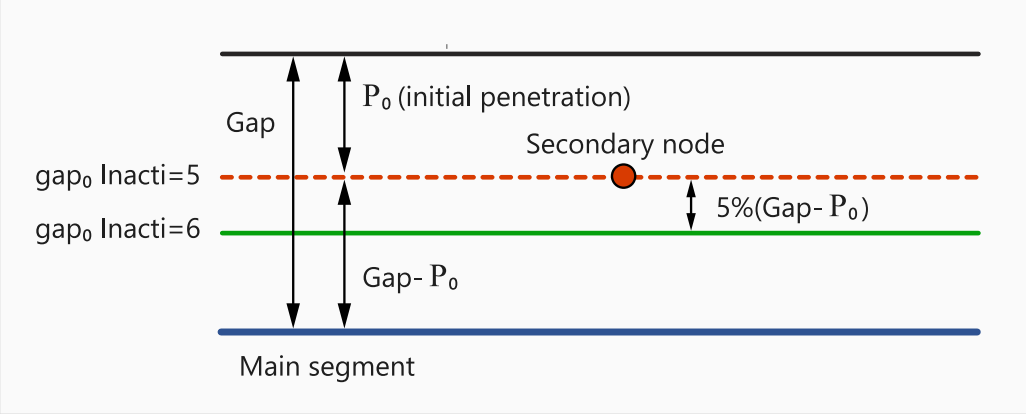


図 *33:*

*Fpenmax*が0でない場合、次の条件が満たされると、節点剛性は非アクティブになります:

$Penetration \geq Fpenmax \cdot Gap$ これは*InactiINACTI*の値に左右されません。

14. *Irem_gap* = 2を使用すると、要素サイズをギャップ値よりも小さくできます:

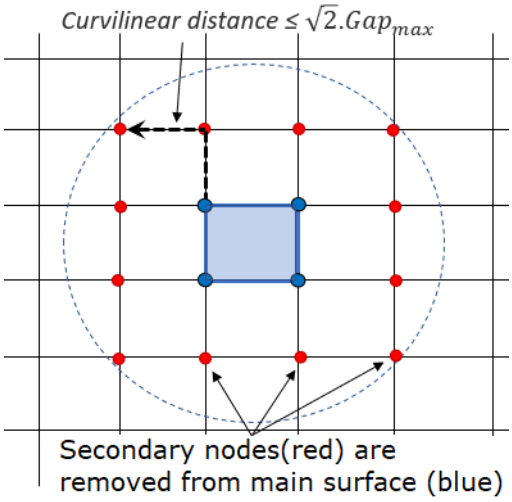


図 *34:* 節点対サーフェス接触から消去されたセカンダリ節点

自己接触では、Curvilinear Distance（メインセグメントの節点からセカンダリ節点まで）が$\sqrt{2}\cdot Gap$よりも小さい場合（初期構成において）、このスセカンダリ節点はこのメインセグメントで考慮されず、他のメインセグメントの接触からは削除されません。

15. 1つの節点が2つのサーフェスに同時に属することができます。

16. *fric_ID*が定義されている場合、接触摩擦は/FRICTIONで定義され、この入力カード内の摩擦入力（I_{fric}*FRIC*、C_1*1*など）使用されません。

摩擦定式化の場合：

摩擦フラグI_{fric}*FRIC*=0（デフォルト）の場合は、従来の静的摩擦係数の定式化が使用されます：

$F_t \le \mu \cdot F_n$ ここで、μ（は、クーロン摩擦係数）

- *fct_ID*$_F$ = 0の場合：

  I_{fric}*FRIC*はCoulomb摩擦。

  $$\mu = Fric \tag{66}$$

- *fct_ID*$_F$ ≠ 0の場合：

  *Fric*は、温度に依存するクーロン摩擦係数のスケールファクターになります。

  $$\mu = Fric \cdot \mathrm{f}_F\left(Ascale_F, T_{interface}\right) \tag{67}$$

ここで、$T_{interface}$は、セカンダリとメインの平均温度として取得される温度：

$$T_{interface} = \frac{T_{secondary} + T_{main}}{2} \tag{68}$$

フラグI_{fric}*FRIC* > 0の場合、新しい摩擦モデルが導入されます。この場合、摩擦係数は関数によって設定されます。$\mu = \mu(\rho, V)$

ここで、

ρ	メインセグメントの垂直抗力の圧力
V	メインセグメントに相対するセカンダリ節点の接線速度

17. 現在は、係数$C_1 1 \sim C_6 6$を使用して、新しい摩擦定式化の可変摩擦係数μを定義しています。

以下の定式化を使用できます：

- I_{fric}*FRIC* = 1（汎用の粘性摩擦則）：

$$\mu = Fric + C_1 p + C_2 \cdot V + C_3 p \cdot V + C_4 \cdot p^2 + C_5 \cdot V^2 \tag{69}$$

- I_{fric}*FRIC* = 2（修正Darmstad則）：

$$\mu = Fric + C_1 e^{(C_2 V)} p^2 + C_3 e^{(C_4 V)} p + C_5 e^{(C_6 V)} \tag{70}$$

- I_{fric}*FRIC* = 3（Renard則）：

$$\mu = C_1 + (C_3 - C_1) \cdot \frac{V}{C_5} \cdot \left(2 - \frac{V}{C_5}\right) \quad \text{if} \quad V \in [0, C_5] \tag{71}$$

$$\mu = C_3 - \left((C_3 - C_4) \cdot \left(\frac{V - C_5}{C_6 - C_5}\right)^2 \cdot \left(3 - 2 \cdot \frac{V - C_5}{C_6 - C_5}\right)\right) \quad \text{if} \quad V \in [C_5 C_6] \tag{72}$$

$$\mu = C_2 - \frac{1}{\frac{1}{C_2 - C_4} + (V - C_6)^2} \quad \text{if} \quad V \geq C_6 \tag{73}$$

ここで、I_{fric}*FRIC*=3の場合：

$C_1 = \mu_s$、静摩擦係数、右記である必要があります；$\mu_{\min} < \mu_s < \mu_{\max}$

$C_2 = \mu_d$、動摩擦係数、右記である必要があります；$\mu_{\min} < \mu_d < \mu_{\max}$

$C_3 = \mu_{\max}$、最大摩擦係数

$C_4 = \mu_{\min}$、最小摩擦係数

$C_5 = V_{cr1}$、第1臨界速度、> 0である必要があります

$C_6 = V_{cr2}$、第2臨界速度、右記である必要があります；$> V_{cr1}$

表 *8:* 摩擦定式化の単位

I_{fric}*FRIC*	*Fric*	$C_1 1$	$C_2 2$	$C_3 3$	$C_4 4$	$C_5 5$	$C_6 6$
1		$\left[\frac{1}{\text{Pa}}\right]$	$\left[\frac{\text{s}}{\text{m}}\right]$	$\left[\frac{\text{s}}{\text{Pa} \cdot \text{m}}\right]$	$\left[\frac{1}{\text{Pa}^2}\right]$	$\left[\frac{\text{s}^2}{\text{m}^2}\right]$	
2		$\left[\frac{1}{\text{Pa}^2}\right]$	$\left[\frac{\text{s}}{\text{m}}\right]$	$\left[\frac{1}{\text{Pa}}\right]$	$\left[\frac{\text{s}}{\text{m}}\right]$		$\left[\frac{\text{s}}{\text{m}}\right]$
3						$\left[\frac{\text{m}}{\text{s}}\right]$	$\left[\frac{\text{m}}{\text{s}}\right]$

18. 摩擦フィルタリング：

I_{filtr}*FILTR*フラグ ≠ 0の場合は、接線力がフィルタを使用して以下のようにスムージングされます：

$$\mathbf{F}_{Tf} = \alpha \mathbf{F}_T(t) + (1 - \alpha)\mathbf{F}_{Tf}(t - dt) \tag{74}$$

ここで、

$\mathbf{F}_{Tf}$	フィルタリングされた接線力。
$\mathbf{F}_{T}(t)$	フィルター前の時間tにおける計算された接線力。
$\mathbf{F}_{Tf}(t-dt)$	前の時間ステップでフィルタリングされた接線力
t	現在のシミュレーション時間
dt	現在のシミュレーション時間ステップ
α	フィルタリング係数

ここで、α係数は、以下のように計算されます：

- *I*filtr*FILTR* = 1の場合：$\alpha = X_{freq}$、単純な数値フィルターで、値の範囲は0～1です。
- *I*filtr*FILTR* = 2の場合：$\alpha = \frac{2 \cdot \pi}{X_{freq}}$、標準の-3dBフィルターで、フィルター処理する時間ステップ数は$X_{freq} = \frac{dt}{T}$として定義されます。Tはフィルター処理周期です。
- *I*filtr*FILTR* = 3の場合：$\alpha = 2 \cdot \pi \cdot X_{freq} \cdot dt$標準の-3dBフィルターで、*X*freq*freq* = カット周波数。

19. 摩擦ペナルティ定式化*I*form*FORM*：

- *I*form*FORM* = 1（デフォルト）の粘性定式化の場合、摩擦力は次のとおりです：

$$F_t = \min\left(\mu F_n, F_{\text{adh}}\right) \tag{75}$$

このとき、粘着力は以下のように計算されます：

$$F_{\text{adh}} = C \cdot V_t \text{ with } C = VIS_F \cdot \sqrt{2Km} \tag{76}$$

- *I*form*FORM* = 2の粘性定式化の場合、摩擦力は次のとおりです：

$$F_t^{new} = \min\left(\mu F_n, F_{adh}\right) \tag{77}$$

このとき、粘着は以下のように計算されます：

$F_{adh} = F_t^{old} + \Delta F_t$ ここで、$\Delta F_t = K \cdot V_t \cdot dt$

V_tは、メインセグメントに相対するセカンダリ節点の接線速度

陰解析と陽解析には、*I*form*FORM* = 2が推奨されています。

20. 熱交換：

*I*the*THE*=1（熱伝導をアクティブ化）にすることで、接触の熱交換と熱摩擦を考慮します。

- *I*the_form*the_form* = 0の場合、熱交換はシェルと一定温度接触*T*int*INT*の間で行われます。
- *I*the_form*the_form* = 1の場合、熱交換はすべての接触片間で行われます。

*T*int*INT*は*I*the_form*the_form*=0の場合にのみ使用されます。この場合、メイン側の温度は一定（*T*int*INT*に等しい）と想定されます。*I*the_form*the_form*=1の場合、*T*int*INT*は考慮されません。このため、メイン側の節点温度が考慮されます。

熱交換係数：

- *fct_ID*$_K$ = 0の場合、K_{the}*THE*は熱交換係数で、熱交換は熱交換サーフェスのみに依存します。

- *fct_ID*$_K$ ≠ 0の場合、K_{the}*THE*はスケールファクターで、熱交換は接触圧力に依存します：

$$\mathrm{K} = K_{the} \cdot \mathrm{f}_K(Ascale_K, P) \tag{78}$$

- ここで、f_Kは*fct_ID*$_K$の関数です。

21. 熱摩擦：

- インターフェースでI_{the}*THE* > 0である場合、摩擦エネルギーは熱に変換されます。
- *Fheat*$_s$と*Fheat*$_m$は摩擦エネルギーの比率で、エネルギーがこの比率でそれぞれセカンダリ側とメイン側に分配されます。したがって一般的に：

$$Fheat_s + Fheat_m \leq 1.0 \tag{79}$$

Fheat$_s$と*Fheat*$_m$がいずれも0であると、摩擦スライディングエネルギーから熱への変換はアクティブになりません。

- 摩擦熱Q_{Fric}は、以下のように定義されます：
  - I_{form}*FORM*= 2の場合（剛性定式化）：

    セカンダリ側：

$$Q_{Fric} = Fheat_s \cdot \frac{(F_{adh} - F_t)}{K} \cdot F_t \tag{80}$$

    メイン側：

$$Q_{Fric} = Fheat_m \cdot \frac{(F_{adh} - F_t)}{K} \cdot F_t \tag{81}$$

    （I_{the_form}*the_form*=1）
  - I_{form}*FORM*= 1の場合（ペナルティ定式化）：

    セカンダリ側：

$$Q_{Fric} = Fheat_s \cdot C \cdot V_t^2 \cdot dt \tag{82}$$

    メイン側：

$$Q_{Fric} = Fheat_m \cdot C \cdot V_t^2 \cdot dt \tag{83}$$

    （I_{the_form}*the_form*=1）

22. 放射：

放射が接触で考慮されるのは、$F_{rad} \neq 0$で、セカンダリ節点のメインセグメントまでの距離、dが次の場合です：

$$Gap < d < D_{rad} \tag{84}$$

ここで、D_{rad}は放射計算の最大距離です。D_{rad}のデフォルト値は、以下の最大値として計算されます：

- 全節点中のGapの上限値（時間0における）
- セカンダリ要素の最小辺長

D_{rad}の値は、Radioss Engineのパフォーマンスの減少を引き起こすかもしれないため、高すぎる値に設定しないことを推奨します。

熱伝導の放射は以下のように計算されます：

$$h_{rad} = F_{rad}\left(T_m^2 + T_s^2\right)\cdot\left(T_m + T_s\right) \tag{85}$$

ここで、

$$F_{rad} = \frac{\sigma}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1} \tag{86}$$

ここで、

$\sigma = 5.669 \times 10^{-8}\left[\frac{\mathrm{W}}{\mathrm{m^2K^4}}\right]$	シュテファンボルツマン定数
ε_1	セカンダリサーフェスの輻射率
ε_2	メインサーフェスの輻射率

23. この接触内のセカンダリ節点の時間ステップが*dtmin*より小さくなると、セカンダリ節点は接触から消去され、警告のメッセージが出力ファイルに書き出されます。この*dtmin*値は、`/DT/INTER/DEL`内に入力されるあらゆるモデルインターフェースの最小タイムステップより優先されます。

24. インターフェースのアクティブ化 / 非アクティブ化のために*sens_ID*が定義されている場合、T_{start}*START*およびT_{stop}*STOP*は考慮されません。

25. SOL2SPH定式化(/PROP/TYPE14(SOLID))を使用するパートでは、オプションI_{del}*DEL*= -1または-2をアクティブにする必要があります。

See Also

汎用インターフェース(/INTER/TYPE7)
接触の取り扱い
General Purpose Contact (TYPE7) (Theory Manual)
Contact Interface TYPE7 (FAQ)
RD-E:0300 S字型ビームの圧壊
RD-E:0901 ビリヤード(プール)
RD-E:2000 アイスキューブ
RD-E:2100 カム
RD-E:2300 ブレーキ
RD-E:4200 ゴムのリング: クラッシュとスライドの例題
RD-E:5300 熱解析

/INTER/TYPE8

ブロックフォーマットのキーワード
このインターフェースは絞りビードのシミュレートに用いられます。主に製造業の金属成形のモデル化に用いられます。

絞りビードは金属帯板がスタンピングプロセスで滑るのを防ぐために用いられます。メインセグメントの法線は、セカンダリ節点の方向に向かっている必要があります（ソートされていないグループ）。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/INTER/TYPE8/*inter_ID*/*unit_ID*									
inter_title									
grnd_ID$_s$*s*	*surf_ID*$_m$*m*		*I*$_{form}$*FORM*						
F$_n$		*F*$_t$		*DEPTH*		*T*$_{start}$*START*		*T*$_{stop}$*STOP*	
空白のフォーマット									

定義

フィールド	内容	SI単位の例
inter_ID	インターフェースの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
inter_title	インターフェースのタイトル （文字、最大100文字）	
grnd_ID$_s$*s*	ソートされていないセカンダリ節点グループ識別子 （整数）	
surf_ID$_m$*m*	メインサーフェスの識別子 （整数）	
I$_{form}$*FORM*	摩擦ペナルティ定式化のタイプ。 *= 1* 粘性（合計）の定式化。 *= 2*（デフォルト） 剛性（増分）の定式化。荷重速度が低速の場合は、推奨されます。	

フィールド	内容	SI単位の例
	（整数）	
F_n	単位長さあたりのドロービード垂直抗力 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}\right]$
F_t	単位長さあたりのドロービード拘束力 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}\right]$
DEPTH	ドロービードの深さ （実数）	$[\mathrm{m}]$
T_{start}*START*	接触衝撃を計算するための開始時間 （実数）	$[\mathrm{s}]$
T_{stop}*STOP*	一時的な非アクティブ化の時間 （実数）	$[\mathrm{s}]$

コメント

1. セカンダリサーフェスの節点グループは、ソートされていないグループ（/GRNOD）とする必要があります。
2. オプション/ADMESH/GLOBALで*Idt* =1を使用する場合、I_{form}*FORM* =1は使用できません。
3. F_n ≠ 0の場合は、垂直抗力が計算されます。垂直抗力は、ダイ上でバインダーが閉じて絞りビードの方向へブランクが曲がることによって生じます。総接触力は、拘束力と垂直抗力の合計となります。
4. *Fn*は、限界値を表します。垂直抗力は、ブランクとドロービードラインの間の距離*d*がドロービードの深さ（*DEPTH*）よりも短くなるときに発生し始めます。ドロービードがブランクに近づくと（深さと同じ距離）、この垂直抗力は安定状態F_nに達します。垂直抗力の値は、下図で示すように、貫通に応じて異なります。

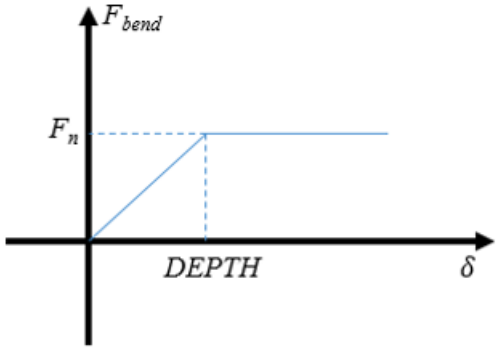


図 *35:*

ここで、$\delta = DEPTH - d + \frac{Thickness_{Blank}}{2}$.

5. *DEPTH* = 0または$\frac{F_n}{DEPTH} > Stiffness_{Blank}$の剛性の場合は、安定性を保証するために垂直抗力なしの場合と同じ時間ステップが使用されるよう、曲線の線形部の勾配がブランクの剛性にリセットされます。

See Also

接触の取り扱い

ドロービードインターフェース（/INTER/TYPE8）

/INTER/TYPE10

ブロックフォーマットのキーワード
このインターフェースはボイドがあるタイドコンタクトです。

内容

/INTER/TYPE7の機能と類似していますが、

- インターフェースの剛性は一定です。
- 時間ステップは、接触全体にわたり一定に保持されます。
- 荷重計算は増分計算です。
- ギャップより小さい場合は初期貫通が許容されます。
- 衝撃後にセカンダリ節点がメインサーフェスに結合されます。
- リバウンドが許容される場合は、ユーザーが使用可能なフラグが定義されます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/INTER/TYPE10/*inter_ID*/*unit_ID*									
inter_title									
grnd_ID$_s$*s*	*surf_ID*$_m$*m*						I_{del}*DEL*		
*Stfac**STFAC*				*Gap**GAP*		T_{start}*START*		T_{stop}*STOP*	
		I_{TIED}*TIED*	*Inacti**INACT*	VIS_s*s*				*Bumult**BMULT*	

定義

フィールド	内容	SI単位の例
inter_ID	インターフェースの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
inter_title	インターフェースのタイトル （文字、最大100文字）	
grnd_ID$_s$*s*	セカンダリ節点グループ識別子 （整数）	
surf_ID$_m$*m*	メインサーフェスの識別子	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	
I_{del}*DEL*	節点およびセグメントの削除フラグ。 *= 0*（デフォルト） 削除しません。 *= 1* 1つのセグメントに関連付けられたすべての要素4節点シェル、3節点シェル、ソリッド）が削除されると、メイン側の面からそのセグメントを削除します。このセグメントはEngineファイルでRadioss Engineキーワード/DELを使用した明示的な削除の場合にも、削除されます。 さらに、結合されていない節点をインターフェースのセカンダリ側から削除します。 *= 2* 4節点シェル、3節点シェル、またはソリッド要素が削除されると、メイン側の面から、対応するセグメントを削除します。このセグメントはEngineファイルでRadioss Engineキーワード/DELを使用した明示的な削除の場合にも、削除されます。 さらに、結合されていない節点をインターフェースのセカンダリ側から削除します。 *= -1* 結合されていない節点をインターフェースのセカンダリ側から削除する以外は、=1と同様です。 *= -2* 結合されていない節点をインターフェースのセカンダリ側から削除する以外は、=2と同様です。 注: I_{del}*DEL*=1および-1は、I_{del}*DEL*=2および-2と比較してCPUコストが高くなります。 （整数）	
*Stfac*STFAC	インターフェース剛性スケールファクター。 デフォルト = 0.2（実数）	
*Gap*GAP	衝撃アクティブ化のギャップ。 （実数）	[m]
T_{start}*START*	開始時間 （実数）	[s]
T_{stop}*STOP*	一時的な非アクティブ化の時間。	[s]

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（実数）	
I_{TIED}*TIED*	タイドオプションフラグ *= 0* セカンダリ節点は衝撃時に結合され、リバウンド可能です。 *= 1* セカンダリ節点は衝撃後に結合され、リバウンドはしません。 （整数）	
InactiINACTI	剛性非アクティブ化フラグ *= 0* 処理を実行しません。 *= 1* 節点の剛性を非アクティブ化します。 *= 2* 要素の剛性を非アクティブ化します。 *= 3* 初期貫通が発生しないように、節点の座標を変更します。 （整数）	
VIS_s*s*	インターフェース剛性の臨界減衰係数 デフォルトは0.05に設定されます（実数）	
BumultBMULT	ソート係数。 デフォルトは0.20に設定されます（実数）	

コメント

1. SPMDの場合、$surf\_ID_m$*m*によって定義される各メインセグメントを1つの要素に関連付ける必要があります（ボイド要素の場合もあります）。
2. フラグ I_{del}*DEL* = 1のCPUコストはI_{del}*DEL* = 2よりも高くなります。
3. 剛性係数の値に制限はありません（ただし、値が1.0より大きいと、最初の時間ステップが短くなる場合があります）。
4. デフォルトのギャップは、インターフェースのシェルの最小板厚です。
5. 1つの節点が2つのサーフェスに同時に属することができます。
6. メインとセカンダリの間にてこが作用する距離が存在する場合（*GapGAP* > 0）、タイドインターフェースタイプ10では運動量のバランスが保証されません。

See Also

タイドインターフェース（/INTER/TYPE10）

/INTER/TYPE11

ブロックフォーマットのキーワード
このインターフェースは、エッジ間またはライン間の衝撃をシミュレートします。ラインは、ビームやトラス要素、またはシェルのエッジやスプリング要素です。

インターフェースのプロパティは以下のとおりです:

- 衝撃はメインラインとセカンダリラインの間で発生します。
- セカンダリラインは、1つまたは複数のメインラインに衝撃を与えることができます。
- 1つのラインは、メイン側およびセカンダリ側に属することができます。これにより自己接触が可能になります。
- このインターフェースをインターフェース/INTER/TYPE7に追加して使用すると、インターフェースTYPE7のエッジ対エッジの制限を解消することができます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/INTER/TYPE11/*inter_ID*/*unit_ID*									
inter_title									
line_ID$_s$	*line_ID*$_m$	*I*$_{stf}$*STF*	*I*$_{the}$*THE*	*I*$_{gap}$*GAP*		*Irem_gap*	*I*$_{del}$*DEL*		
St$_{min}$*MIN*		*St*$_{max}$*MAX*		*%mesh_size*		*dtmin*		*I*$_{form}$*FORM*	*sens_ID*
*Stfac**STFAC*		*Fric*		*Gap*$_{min}$*min*		*T*$_{start}$*START*		*T*$_{stop}$*STOP*	
I$_{BC}$*BC*		*InactiINACT*		*VIS*$_s$*s*		*VIS*$_F$*F*		*BumultBMULT*	
									fric_ID

I$_{the}$*THE* > 0の場合、この入力を読み込みます。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
K$_{the}$*THE*		*fct_ID*$_K$	*Ascale*$_K$*K*		*T*$_{int}$*INT*	*I*$_{the\_form}$*the_fc*			
F$_{rad}$*RAD*		*D*$_{rad}$*RAD*							

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
inter_ID	インターフェースの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数、最大10桁）	
inter_title	インターフェースのタイトル （文字、最大100文字）	
line_ID$_s$	セカンダリラインの識別子 3 （整数）	
line_ID$_m$	メインラインの識別子 3 *= 0* 接触は、*line_ID$_s$*で定義されたラインを用いた自己接触。 （整数）	
I$_{stf}$STF	剛性定義フラグ *= 0* /DEFAULT/INTER/TYPE11で定義した値に設定されます。 *= 1* インターフェース剛性は、*StfacSTFAC*として入力されます。 *= 2* インターフェース剛性は、メインおよびセカンダリ剛性の平均です。 *= 3* インターフェース剛性は、メインおよびセカンダリ剛性の最大値です。 *= 4* インターフェース剛性は、メインおよびセカンダリ剛性の最小値です。 *= 5* */DEFAULT/INTER/TYPE11*が定義されていない場合のデフォルト インターフェース剛性は、直列のメインおよびセカンダリ剛性です。 （整数）	
I$_{the}$THE	熱伝導フラグ *= 0*（デフォルト） 熱伝導なし *= 1* 熱伝導はアクティブ。 （整数）	
I$_{gap}$GAP	ギャップ/要素オプションフラグ *= 0* /DEFAULT/INTER/TYPE11で定義した値に設定されます。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 1 ギャップは被衝撃メインラインおよび衝撃セカンダリ節点の特性に応じて変化します。 *= 3* ギャップは被衝撃メインラインおよび衝撃セカンダリ節点の特性に応じて変化し、ギャップは要素のサイズで考慮されます。 *= 1000* `/DEFAULT/INTER/TYPE11`が定義されていない場合のデフォルト ギャップは一定で、Gap_{min}*min*と一致 （整数）	
Irem_gap	自己接触において要素サイズがギャップ値より小さい場合に隣接セカンダリラインを非アクティブ化するためのフラグ。18 *= 0* `/DEFAULT/INTER/TYPE11`で定義した値に設定されます。 *= 1* `/DEFAULT/INTER/TYPE19`が定義されていない場合のデフォルト。 セカンダリラインセグメントの非アクティブ化なし。 *= 2* セカンダリラインセグメントの非アクティブ化なし。	
St_{min}*MIN*	最小剛性（I_{stf}*STF* ≠ 1の場合にのみ使用） （実数）	$\left[\frac{N}{m}\right]$
St_{max}*MAX*	最大剛性（I_{stf}*STF* ≠ 1の場合にのみ使用） デフォルト = 10^{30}（実数）	$\left[\frac{N}{m}\right]$
%mesh_size	メッシュサイズのパーセンテージ（I_{gap}*GAP* = 3の場合にのみ使用） デフォルト = 0.4（実数）	
dtmin	最小インターフェース時間ステップ 12 （実数）	[s]
I_{form}*FORM*	摩擦ペナルティ定式化のタイプ。14 *= 0* `/DEFAULT/INTER/TYPE11`で定義した値に設定されます。 *= 1* `/DEFAULT/INTER/TYPE19`が定義されていない場合のデフォルト。 粘性（合計）の定式化。 *= 2* 剛性（増分）の定式化。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	
sens_ID	インターフェースをアクティブ化 / 非アクティブ化するためのセンサーID 13 IDセンサーが定義されている場合は、インターフェースのアクティブ化 / 非アクティブ化はセンサーに基づき、T_{start}*START*、T_{stop}*STOP*には基づきません。 （整数）	
I_{del}*DEL*	節点およびセグメントの削除フラグ。4 *= 0* `/DEFAULT/INTER/TYPE11`で定義した値に設定されます。 *= 1* 1つのセグメントに関連付けられたすべての要素（4節点シェル、3節点シェル、ソリッド、ビーム、トラス、スプリング）が削除されると、そのセグメントはインターフェースから削除されます。このセグメントはEngineファイルでRadioss Engineキーワード/DELを使用した明示的な削除の場合にも、削除されます。 さらに、結合されていない節点もインターフェースから削除されます。 *= 2* 要素（4節点シェル、3節点シェル、ソリッド、ビーム、トラス、スプリング）が削除されると、対応するセグメントがインターフェースから削除されます。このセグメントはEngineファイルでRadioss Engineキーワード/DELを使用した明示的な削除の場合にも、削除されます。 さらに、結合されていない節点もインターフェースから削除されます。 *= -1* 結合されていない節点をインターフェースのセカンダリ側から削除する以外は、=1と同様です。 *= -2* 結合されていない節点をインターフェースのセカンダリ側から削除する以外は、=2と同様です。 *= 1000* *`/DEFAULT/INTER/TYPE11`*が定義されていない場合のデフォルト 削除しません。 （整数）	
StfacSTFAC	インターフェースのメイン側に適用される剛性スケールファクター（I_{stf}*STF* ≠ 1の場合） デフォルト = 1.0（実数）	
	インターフェース剛性（I_{stf}*STF* = 1の場合）	$\left[\frac{N}{m}\right]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
	デフォルト = 1.0（実数）	
Fric	Coulomb摩擦。 （実数）	
Gap$_{min}$*min*	衝撃アクティブ化の最小ギャップ （実数）	[m]
T$_{start}$*START*	開始時間 （実数）	[s]
T$_{stop}$*STOP*	一時的な非アクティブ化の時間 （実数）	[s]
I$_{BC}$*BC*	接触時の境界条件の非アクティブ化フラグ （ブーリアン）	
InactiINACTI	非アクティブ化剛性フラグ 11 *= 0* /DEFAULT/INTER/TYPE11で定義した値に設定されます。 *= 1* 節点の剛性を非アクティブ化します。 *= 2* 要素の剛性を非アクティブ化します。 *= 3* 初期貫通が発生しないように、節点の座標を変更します。 *= 5* ギャップは時間と共に変化し、初期ギャップは次のように計算されます： $gap_0 = Gap - P_0$ ここでP_0は初期貫通 *= 6* ギャップは時間経過により変化し、初期貫通は下記のように計算されます（節点がわずかに貫通を受けます）： $gap_0 = Gap - P_0 - 5\% \cdot (Gap - P_0)$ *= 1000* */DEFAULT/INTER/TYPE11*が定義されていない場合のデフォルト 操作は行われません。 （整数）	
VIS$_s$*s*	インターフェース剛性の臨界減衰係数	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	デフォルト = 0.05（実数）	
VIS_FF	接触面摩擦の臨界減衰係数 デフォルト = 1.0（実数）	
BumultBMULT	ソート係数。12 13 デフォルト = 0.20（実数）	
fric_ID	選択されたパートのペアについての摩擦定義の摩擦識別子 *= 0*（デフォルト） このインターフェース内で定義されている摩擦パラメータを使用します。 *≠ 0* /FRICTION/*fric_ID*を使用します。 （整数）	
K_{the}*THE*	熱交換係数（fct_ID_K = 0の場合）15 デフォルト = 0.0（実数）	$\left[\frac{W}{m^2K}\right]$
	熱交換スケールファクター（fct_ID_K ≠ 0の場合）15 デフォルト = 1.0（実数）	
fct_ID_K	接触圧力に対する熱交換定義の識別子 デフォルト = 0（整数）	
$Ascale_K$*K*	fct_ID_Kの横軸のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	[Pa]
T_{int}*INT*	インターフェース温度 15 （実数）	[K]
I_{the_form}*the_form*	熱接触定式化フラグ *= 0*（デフォルト） インターフェースとシェル（セカンダリ側）における一定温度の交換。 *= 1* 接触片間の熱交換。 （整数）	
F_{rad}*RAD*	放射係数 15	$\left[\frac{W}{m^2K^4}\right]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（実数）	
D_{rad}*RAD*	放射計算の最大距離 15 （実数）	[m]

境界条件の非アクティブ化フラグ：**IBC**

(1)-1	**(1)-2**	**(1)-3**	**(1)-4**	**(1)-5**	**(1)-6**	**(1)-7**	**(1)-8**
					I_{BCX}*BCX*	I_{BCY}*BCY*	I_{BCZ}*BCZ*

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
I_{BCX}*BCX*	衝撃時のX境界条件の非アクティブ化フラグ *= 0* フリー自由度 *= 1* 固定自由度 （ブーリアン）	
I_{BCY}*BCY*	衝撃時のY境界条件の非アクティブ化フラグ *= 0* フリー自由度 *= 1* 固定自由度 （ブーリアン）	
I_{BCZ}*BCZ*	衝撃時のZ境界条件の非アクティブ化フラグ *= 0* フリー自由度 *= 1* 固定自由度 （ブーリアン）	

コメント

1. ラインがスプリング要素である場合は、ゼロ以外のGap_{min}*min*値を入力する必要があります。
2. SPMDの場合、$line_ID_m$によって定義される各メインセグメントを1つの要素に関連付ける必要があります（ボイド要素の場合もあります）。
3. セカンダリおよびメインラインはラインを用いて定義されます。自己衝撃接触は、$line\_ID_s$ > 0および$line_ID_m$ = 0の際に定義されます。
4. フラグ I_{del}*DEL* = 1のCPUコストはI_{del}*DEL* = 2よりも高くなります。
5. Gap_{min}*min*のデフォルト値は、次のように計算されます：

$$Gap_{\min} = g_{m\_\min} + g_{s\_\min} \tag{87}$$

このとき、

$g_{m\_\min} = \min\left(\frac{t}{2}, \frac{l}{20}, \frac{\sqrt{S}}{2}\right)$ メインサーフェスのギャップ

t シェル要素に対するメイン要素の平均板厚

l ソリッド要素の最小辺の長さ。

S ビーム要素とトラス要素の最小断面。

$g_{s\_\min}$ セカンダリサーフェスのギャップ：スレーブ側要素に適用されることを除いて、$g_{m_\min}$と同じ計算。

6. 可変ギャップ
   - I_{gap}*GAP* = 1000の場合、ギャップは一定で、Gap_{min}*min*と同じです。
   - I_{gap}*GAP* = 1の場合、ギャップは可変で、衝撃ごとに以下のように計算されます：

$$g_m + g_s \tag{88}$$

   - I_{gap}*GAP* = 3の場合、ギャップは可変で、衝撃ごとに以下のように計算されます：

$$\max\left\{Gap_{\min}, \min\left[\left(g_s + g_m\right), \%mesh\_size \cdot \left(g_{s\_l} + g_{m\_l}\right)\right]\right\} \tag{89}$$

ここで、

g_m メイン要素のギャップ

$g_m = \frac{t}{2}$ ここで、t：シェル要素に対するメイン要素の板厚

$g_m = \frac{l}{10}$ lはソリッド要素の最小辺の長さ

$g_m = \frac{\sqrt{S}}{2}$ Sはトラスおよびビーム要素の断面

$g_m = 0$ スプリング要素の場合

g_s セカンダリ側要素に適用されることを除いて、同様に計算されます

g_{m_l} 要素の短いエッジの長さ

g_{s_l} セカンダリ要素に結合された要素の短いエッジ長さ

可変ギャップは常に*Gap*$_{min}$*min*以上です。

7. 接触剛性

剛性係数の値に制限はありません(ただし、値が1.0より大きいと、最初の時間ステップが短くなる場合があります)。シェル、ソリッドおよびビーム要素の接触剛性は次のように計算されます:

I$_{stf}$*STF* =1の場合:

$$K = Stfac \tag{90}$$

I$_{stf}$*STF* = 2、3、4または5の場合:

$$K = \max\left[St_{\min}, \min\left(St_{\max}, K_n\right)\right] \tag{91}$$

ここで、

- K_n は、*I*$_{stf}$*STF* ≠ 1の場合、メインセグメントの剛性K_mとセカンダリセグメントの剛性K_sの両方から、次のように計算されます:

  I$_{stf}$*STF* = 2、$K_n = \frac{K_m + K_s}{2}$

  I$_{stf}$*STF* = 3、$K_n = \max\left(K_m, K_s\right)$

  I$_{stf}$*STF* = 4、$K_n = \min\left(K_m, K_s\right)$

  I$_{stf}$*STF* = 5、$K_n = \frac{K_m \cdot K_s}{K_m + K_s}$

- ここで、K_mはメインセグメントの剛性で、次のように計算されます:

  メインセグメントがシェル上に存在するか、シェルとソリッドによって共有されている場合

  $$K_m = Stfac \cdot 0.5 \cdot E \cdot t \tag{92}$$

  メインセグメントがソリッド上に存在する場合。

  $$K_m = Stfac \cdot B \cdot \frac{S^2}{V} \tag{93}$$

  ここで、

  S セグメント面積

  V ソリッドの体積

  B 体積弾性率

- K_s は考慮される相当節点剛性:

  節点がシェル要素に結合されている場合:

  $$K_s = \frac{1}{2} \cdot E \cdot t \tag{94}$$

  節点がソリッド要素に結合されている場合:

$$K_s = B \cdot \sqrt[3]{V} \tag{95}$$

/PROP/VOIDと/MAT/VOIDを使用する際、ボイド材料の材料プロパティと板厚が入力されなければなりません。そうしないと、ボイド要素の接触合成はゼロになります。シェル要素の剛性が接触計算に使用されるため、これは、ボイドシェル要素がソリッド要素と要素を共有する場合に特に重要です。

他の要素に結合されていないスプリング要素には、I_{stf}*STF*=1を使用し、*StfacSTFAC*を用いて接触剛性を指定します。それ以外の場合、接触は検出されません。

8. 境界条件の非アクティブ化は、サーフェス1の節点に適用されます。
9. 節点がスプリング要素に属している場合に*InactiINACTI* = 3であると、初期エネルギーが発生することがあります。

   インターフェースに対する高周波数の影響を回避するためには、*InactiINACTI* =5ではなく、*InactiINACTI* = 6が推奨されます。

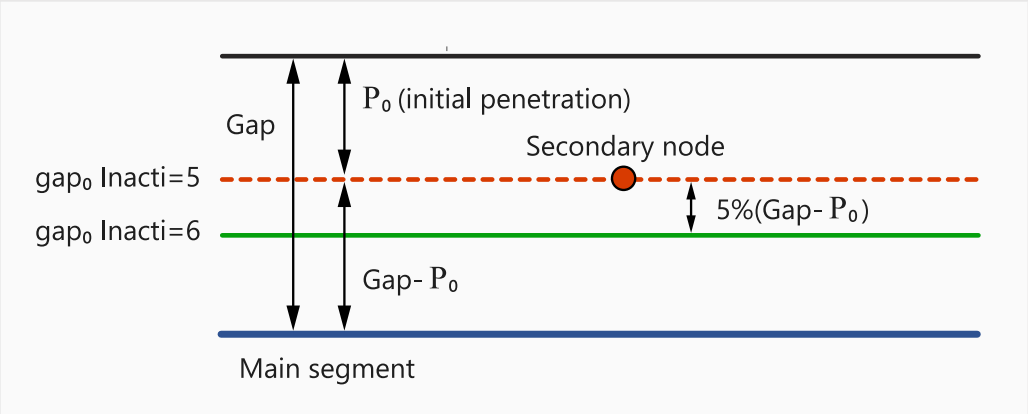


図 *36:*

10. ソートアルゴリズムを高速化するには、ソート係数*BumultBMULT*を使用します。
11. *BumultBMULT*のデフォルト値は、150万個を超える節点を持つモデルでは0.30に、250万個を超える節点を持つモデルでは0.40に自動的に増やされます。
12. この接触内のセカンダリ節点の時間ステップが*dtmin*より小さくなると、セカンダリ節点は接触から消去され、警告のメッセージが出力ファイルに書き出されます。この*dtmin*値は、/DT/INTER/DEL内に入力されるあらゆるモデルインターフェースの最小タイムステップより優先されます。
13. インターフェースのアクティブ化 / 非アクティブ化のために*sens_ID*が定義されている場合、T_{start}*START*およびT_{stop}*STOP*は考慮されません。
14. *fric_ID*が定義されている場合、接触摩擦は/FRICTIONで定義され、この入力カード内の摩擦入力*Fric*は使用されません。

    摩擦定式化の場合:

    摩擦ペナルティ定式化I_{form}*FORM*

    - I_{form}*FORM* = 1(デフォルト)の粘性定式化の場合、摩擦力は次のとおりです:

      $$F_t = \min\left(\mu F_n, F_{adh}\right) \tag{96}$$

      このとき、粘着力は以下のように計算されます:

      $F_{adh} = C \cdot V_t$ ここで、 $C = VIS_F \cdot \sqrt{2Km}$

- I_{form}*FORM* = 2の粘性定式化の場合、摩擦力は次のとおりです:

$$F_t^{new} = \min\left(\mu F_n, F_{adh}\right) \tag{97}$$

このとき、粘着力は以下のように計算されます:

$F_{adh} = F_t^{old} + \Delta F_t$ ここで、 $\Delta F_t = K \cdot V_t \cdot dt$

V_tは、メインセグメントに相対するセカンダリ節点の接線速度

陰解析と低速度衝撃陽解析には、I_{form}*FORM* = 2が推奨されています。

15. 熱交換:

I_{the}*THE*=1(熱伝導をアクティブ化)にすることで、接触の熱交換と熱摩擦を考慮します。

- I_{the}*THE* = 0の場合、熱交換はシェルと一定温度接触T_{int}*INT*の間で行われます。
- I_{the_form}*the_form* = 1の場合、熱交換はすべての接触片間で行われます。

T_{int}*INT*はI_{the_form}*the_form*=0の場合にのみ使用されます。この場合、メイン側の温度は一定(T_{int}*INT*に等しい)と想定されます。I_{the_form}*the_form*=1の場合、T_{int}*INT*は考慮されません。このため、メイン側の節点温度が考慮されます。

I_{the}*THE* > 1の場合、セカンダリ側の材料は、熱伝導に有限要素定式化を使用する熱材料とする必要があります(/HEAT/MAT)。

熱交換係数:

- *fct_ID*$_K$ = 0の場合、K_{the}*THE*は熱交換係数で、熱交換は熱交換サーフェスのみに依存します。
- *fct_ID*$_K$ ≠ 0の場合、K_{the}*THE*はスケールファクターで、熱交換は接触圧力に依存します:

$$\mathrm{K} = K_{the} \cdot \mathrm{f}_K\left(Ascale_K, P\right) \tag{98}$$

ここで、$\mathbf{f}_K$は*fct_ID*$_K$の関数です。

16. 熱伝導は、セカンダリ節点がギャップ内に入った場合に計算されます。

17. 放射が接触で考慮されるのは、$F_{rad} \neq 0$で、セカンダリ節点のメインセグメントまでの距離、dが次の場合です:

$$Gap < d < D_{rad} \tag{99}$$

ここで、D_{rad}は放射計算の最大距離です。D_{rad}のデフォルト値は、以下の最大値として計算されます:

- 全節点中のGapの上限値(時間0における)
- セカンダリ要素の最小辺長

D_{rad}の値は、Radioss Engineのパフォーマンスの減少を引き起こすかもしれないため、高すぎる値に設定しないことを推奨します。熱交換は、メインからセカンダリの方向のみで計算されます。

熱伝導の放射は以下のように計算されます:

$$h_{rad} = F_{rad}\left(T_m 2 + T_s 2\right) \cdot \left(T_m + T_s\right) \tag{100}$$

ここで、

$$F_{rad} = \frac{\sigma}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1} \tag{101}$$

ここで、

$\sigma = 5.669 \times 10^{-8}\left[\frac{W}{m^2K^4}\right]$	シュテファンボルツマン定数
ε_1	セカンダリサーフェスの輻射率
ε_2	メインサーフェスの輻射率

18. 要素サイズが接触のギャップより小さく自己接触がある場合、近傍のセカンダリラインとの物理的な接触は起こり得ません。自己接触の場合、*Irem_gap*=2を使用すると、隣接するセカンダリラインセグメントとの接触が取り除かれます。

各メインラインについて、要素の結合性を用いて近傍のラインを決定します。続いて、少なくとも1つの節点の曲線距離が$\sqrt{2} \cdot Gap$(初期設定で)より小さいセカンダリラインが、このメインラインと共に接触から消去されます。メインラインとセカンダリラインとの間の実際の距離も、近傍のすべてのラインが消去されたかを検証するためにチェックされます。

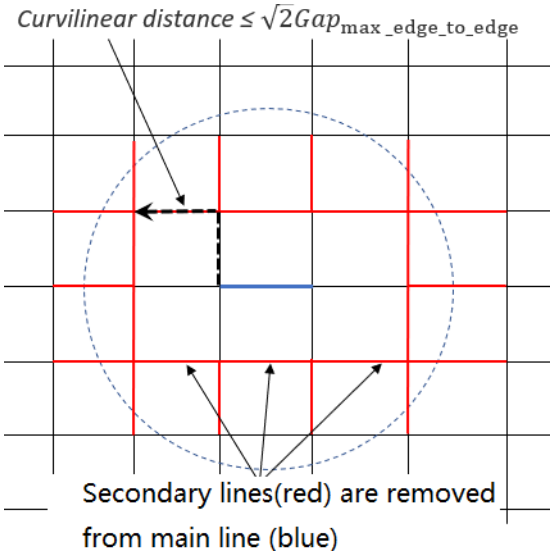


図 *37:* エッジ対エッジ接触から消去されたセカンダリライン

See Also

エッジ間接触インターフェース(/INTER/TYPE11)
接触の取り扱い
Contact Interfaces (FAQ)
RD-E:1200 ジャンプする自転車
RD-E:1700 ボックスビーム

/INTER/TYPE14

ブロックフォーマットのキーワード
このインターフェースは、超楕円剛体のメインサーフェスと一群のセカンダリ節点との接触をシミュレーションします。超楕円サーフェスは、解析的なサーフェスとして扱われます（超楕円サーフェスはポスト処理でのみ離散化されます）。

通常、このインターフェースには、メインサーフェスの最小半軸より細かいサイズのメッシュが使用されます。メインサーフェスは、MADYMO超楕円サーフェスまたはRadioss超楕円サーフェスとする必要があります。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/INTER/TYPE14/*inter_ID*/*unit_ID*									
inter_title									
grnd_ID$_s$	*surf_ID*$_m$*m*	*fct_ID*$_{ld}$	*fct_ID*$_f$	*fct_ID*$_{d1}$	*fct_ID*$_{d2}$				
Stif		*Fric*		*ViscVISC*		*GapGAP*			

定義

フィールド	内容	SI単位の例
inter_ID	インターフェースの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
inter_title	インターフェースのタイトル （文字、最大100文字）	
grnd_ID$_s$*s*	セカンダリ節点グループ識別子 （整数）	
surf_ID$_m$*m*	メインサーフェスの識別子 （整数）	
fct_ID$_{ld}$	弾性荷重対貫通関数の識別子 （整数）	
fct_ID$_f$	摩擦係数対弾性荷重関数の識別子 デフォルト = 1（整数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
fct_ID$_{d1}$	減衰係数対法線速度関数の識別子 デフォルト = 1(整数)	
fct_ID$_{d2}$	減衰係数対弾性荷重関数の識別子 デフォルト = 1(整数)	
Stif	面剛性 デフォルトなし(実数)	$\left[\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}\right]$
Fric	摩擦係数 デフォルトなし(実数)	
ViscVISC	法線粘性係数 デフォルトなし(実数)	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{s}}\right]$
GapGAP	衝撃アクティブ化のギャップ。 デフォルトなし(実数)	$[\mathrm{m}]$

コメント

1. 弾性荷重は次のように定義されます:

$$F_e^{total} = \sum F_e^{local} = Stif \cdot f_{ld}(Penetration_{\max}) \qquad (102)$$

このとき、

$F_e^{total} = Stif \cdot Penetration$、*fct_ID*$_{ld}$が0の場合

$F_e^{total} = Stif \cdot \mathrm{f}_{ld}(Penetration_{\max}) \cdot \frac{Penetration}{\sum Penetrations}$、それ以外の場合、$\mathrm{f}_{ld}$は*fct_ID*の関数$_{ld}$

2. 接線力は次のように定義されます:

$$F_t \le Fric \cdot \mathrm{f}_f\left(F_e^{local}\right) \cdot F_e^{local} \qquad (103)$$

ここで、f_fは*fct_ID*の関数$_f$

3. 減衰荷重は下記のように定義されます:

$$F_d = C \cdot V_n \qquad (104)$$

Vはセカンダリ節点の法線速度です:

$$C = Visc \cdot \mathrm{f}_{d1}(V_n) \cdot \mathrm{f}_{d2}(F_{elocal}) \qquad (105)$$

f_{d1}とf_{d2}は*fct_ID*$_{d1}$と*fct_ID*$_{d2}$の関数です。

See Also
Ellipsoidal Surface to Node Contact (TYPE14) (Theory Manual)

/INTER/TYPE15

ブロックフォーマットのキーワード
このインターフェースは、楕円サーフェス対要素の接触です。これは、減衰なしのペナルティ接触インターフェースです。このインターフェースは、特にメッシュが楕円体サイズより粗い場合にインターフェースTYPE14に代わって使用されます。

セカンダリサーフェスは、3節点または4節点セグメントのセット（すなわち、ELLIPSおよびMDELLIPSサーフェスを除く任意の種類のサーフェス）とする必要があります。メインサーフェスは、MADYMO超楕円サーフェスまたはRadioss超楕円サーフェスである必要があり、インターフェースでは楕円体の半分までの貫通は許容されません。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/INTER/TYPE15/*inter_ID*/*unit_ID*									
inter_title									
surf_ID$_s$*s*	*surf_ID*$_m$*m*								
Stif		*Fric*							

定義

フィールド	内容	SI単位の例
inter_ID	インターフェースの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	*unit_ID*。 （整数、最大10桁）	
inter_title	インターフェースのタイトル （文字、最大100文字）	
surf_ID$_s$*s*	セカンダリサーフェスの識別子 （整数）	
surf_ID$_m$*m*	メインサーフェスの識別子 （整数）	
Stif	剛性係数 デフォルトなし（実数）	$\left[\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}\right]$
Fric	摩擦係数	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	デフォルトなし（実数）	

コメント

1. インターフェース剛性は、貫通の非線形増加関数です。*Stif*は、要素が超楕円体に入るとき（つまり貫通がゼロのとき）のインターフェース剛性です。

See Also

接触の取り扱い

Ellipsoidal Surface to Segment Contact (TYPE15) (Theory Manual)

/INTER/TYPE19

ブロックフォーマットのキーワード
これは、2つの対称性インターフェースTYPE7と1つのTYPE11インターフェースを組み合わせたもので、同じセカンダリ / メインサーフェスに基づく共通の入力を持ちます。インターフェースTYPE7のセカンダリ節点グループ、および同等のTYPE11のインターフェースで使用されるセカンダリおよびメインのラインセグメントは、これらの入力サーフェスから実質的に生成されます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/INTER/TYPE19/*inter_ID*/*unit_ID*									
inter_title									
*surf_ID_s*s	*surf_ID_m*m	*I_stf*STF	*I_the*THE	*I_gap*GAP	*I_edge*EDGE	*I_bag*BAG	*I_del*DEL	*I_curv*CURV	
Fscale_gap		*Gap_max*max							
*St_min*MIN		*St_max*MAX		*%mesh_size*		*dtmin*		*Irem_gap*	*Irem_i2*

*I_curv*CURV = 1または2の場合挿入

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
*node_ID_1*1	*node_ID_2*2								

必要なフィールド

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
*Stfac*STFAC		*Fric*		*Gap_min*min		*T_start*START		*T_stop*STOP	
*I_BC*BC		*Inacti*INACT		*VIS_s*s		*VIS_F*F		*Bumult*BMULT	
*I_fric*FRIC	*I_filtr*FILTR	*X_freq*freq		*I_form*FORM	*sens_ID*				*fric_ID*

> 0の場合挿入

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
*C_1*1		*C_2*2		*C_3*3		*C_4*4		*C_5*5	

*I_fric*FRIC > 1の場合のみ、この入力を読み込みます。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$C_6$6									

I_{the}THE = 1の場合、この入力を読み込みます。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
K_{the}THE		fct_ID_K		T_{int}INT	I_{the_form}the_fc		$Ascale_K$		
F_{rad}RAD		D_{rad}RAD		$Fheat_s$		$Fheat_m$			

定義

フィールド	内容	SI単位の例
inter_ID	インターフェースの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
inter_title	インターフェースのタイトル （文字、最大100文字）	
$surf_ID_s$s	セカンダリサーフェスの識別子 （整数）	
$surf_ID_m$m	メインサーフェスの識別子 （整数）	
I_{stf}STF	剛性定義フラグ 8 *= 0* /DEFAULT/INTER/TYPE19内の値を使用。 *= 1* インターフェース剛性は、*StfacSTFAC*として入力されます。 *= 2* インターフェース剛性は、メインおよびセカンダリ剛性の平均です。 *= 3* インターフェース剛性は、メインおよびセカンダリ剛性の最大値です。 *= 4* インターフェース剛性は、メインおよびセカンダリ剛性の最小値です。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 5 インターフェース剛性は、直列のメインおよびセカンダリ剛性です。 *= 1000* */DEFAULT/INTER/TYPE19*が定義されていない場合のデフォルト 節点-サーフェス接触の場合、インターフェース剛性はメイン剛性にのみ基づきます。 エッジ－エッジ接触の場合、インターフェース剛性は、直列のメインおよびセカンダリ剛性です。 （整数）	
I_{the}*THE*	熱接触フラグ。25 *= 0*（デフォルト） 熱伝導も熱摩擦もなし *= 1* 熱伝導または熱摩擦がアクティブ （整数）	
I_{gap}*GAP*	ギャップ/要素オプションフラグ 6 7 *= 0* /DEFAULT/INTER/TYPE19内の値を使用。 *= 1* ギャップは被衝撃メインサーフェスおよび衝撃セカンダリ節点の特性に応じて変化します。 *= 3* 可変ギャップ+算出されたギャップのギャップスケール修正+初期貫通回避のために考慮されるメッシュサイズ *= 4* 要素サイズ < ギャップである場合、節点-サーフェス接触は、可変ギャップ + 算出されたギャップのギャップスケール修正 + 近傍のセカンダリ節点の非アクティブ化を使用します。エッジ接触は、Gap_{min}を使用します。 *= 1000* */DEFAULT/INTER/TYPE19*が定義されていない場合のデフォルト ギャップは一定で、最小ギャップと一致します。 （整数）	
I_{edge}*EDGE*	エッジとエッジの接触のフラグ 24 *= 0* /DEFAULT/INTER/TYPE19内の値を使用	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 1 *surf_ID$_s$*s*と**surf_ID$_m$*m*の外部エッジのみが生成されます *= 2* */DEFAULT/INTER/TYPE19*が定義されていない場合のデフォルト *surf_ID$_s$*s*と**surf_ID$_m$*m*のすべてのセグメントエッジが生成されます （整数）	
I_{bag}BAG	接触時のエアバッグベントホール閉鎖フラグ *= 0* /DEFAULT/INTER/TYPE19内の値を使用。 *= 1* 閉鎖 *= 2* */DEFAULT/INTER/TYPE19*が定義されていない場合のデフォルト 閉鎖なし （整数）	
I_{del}DEL	節点およびセグメントの削除フラグ。5 *= 0* /DEFAULT/INTER/TYPE19内の値を使用。 *= 1* 1つのセグメントに関連付けられたすべての要素4節点シェル、3節点シェル、ソリッド）が削除されると、メイン側の面からそのセグメントを削除します。このセグメントはEngineファイルでRadioss Engineキーワード/DELを使用した明示的な削除の場合にも、削除されます。 さらに、結合されていない節点をインターフェースのセカンダリ側から削除します。 *= 2* 4節点シェル、3節点シェル、またはソリッド要素が削除されると、メイン側の面から、対応するセグメントを削除します。このセグメントはEngineファイルでRadioss Engineキーワード/DELを使用した明示的な削除の場合にも、削除されます。 さらに、結合されていない節点をインターフェースのセカンダリ側から削除します。 *= -1* 結合されていない節点をインターフェースのセカンダリ側から削除する以外は、=1と同様です。 *= -2* 結合されていない節点をインターフェースのセカンダリ側から削除する以外は、=2と同様です。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 1000 */DEFAULT/INTER/TYPE19*が定義されていない場合のデフォルト 削除しません。 （整数）	
I_{curv}*CURV*	曲率のあるセカンダリギャップ 11 12 13 *= 0* 曲率なし。 *= 1* 球面。 *= 2* 円筒面。 *= 3* 自動双3次曲面。 （整数）	
$Fscale_{gap}$	ギャップスケールファクター（I_{gap}*GAP* = 3の際にのみ使用） デフォルト = 1.0（実数）	
Gap_{max}*max*	最大ギャップ（I_{gap}*GAP* = 3の際にのみ使用） *= 0* ギャップの最大値が存在しません。 （実数）	[m]
St_{min}*MIN*	最小剛性 （実数）	$\left[\frac{N}{m}\right]$
St_{max}*MAX*	最大剛性 デフォルト = 10^{30}（実数）	$\left[\frac{N}{m}\right]$
%mesh_size	メッシュサイズのパーセンテージ（I_{gap}*GAP* = 3の場合にのみ使用） デフォルト = 0.4（実数）	
dtmin	最小インターフェース時間ステップ 23 （実数）	[s]
Irem_gap	自己接触において要素サイズがギャップ値より小さい場合にセカンダリ節点またはファインを非アクティブ化するためのフラグ 15	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 0 /DEFAULT/INTER/TYPE19で定義した値に設定されます。 *= 1* */DEFAULT/INTER/TYPE19*が定義されていない場合のデフォルト。 セカンダリ節点またはラインの非アクティブ化なし *= 2* セカンダリ節点またはラインの非アクティブ化あり （整数）	
Irem_i2	/INTER/TYPE2で同じ接触ペア（節点）が定義されている場合に、セカンダリ節点を非アクティブにするためのフラグ。 *= 0* /DEFAULT/INTER/TYPE19で定義した値に設定されます。 *= 1* /INTER/TYPE2タイド接触内のセカンダリ節点は、この接触から削除されます。 *= 2* */DEFAULT/INTER/TYPE19*が定義されていない場合のデフォルト セカンダリ節点に変更なし。	
node_ID$_1$*1*	第1節点識別子 （整数）	
node_ID$_2$*2*	第2節点識別子 （整数）	
StfacSTFAC	インターフェース剛性（I_{stf}*STF* = 1の場合） デフォルト = 1.0（実数）	$\left[\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}\right]$
	インターフェースの剛性スケールファクター（I_{stf}*STF* ≠ 1の場合） デフォルト = 0.0（実数）	
Fric	Coulomb摩擦。 （実数）	
Gap$_{min}$*min*	衝撃アクティブ化の最小ギャップ 7 （実数）	$[\mathrm{m}]$
T_{start}*START*	開始時間 （実数）	$[\mathrm{s}]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
T_{stop}*STOP*	一時的な非アクティブ化の時間。 （実数）	[s]
I_{BC}*BC*	接触時の境界条件の非アクティブ化フラグ （ブーリアン）	
InactiINACTI	初期貫通時の剛性の非アクティブ化フラグ 14 *= 0* `/DEFAULT/INTER/TYPE19`内の値を使用。 *= 1* 節点の剛性を非アクティブ化します。 *= 2* 要素の剛性を非アクティブ化します。 *= 3* 初期貫通が発生しないように、節点の座標を変更します。 *= 5* ギャップは時間と共に変化し、初期ギャップは次のように計算されます： $gap_0 = Gap - P_0$、ここでP_0は初期貫通 *= 6* ギャップは時間経過により変化し、初期貫通は下記のように計算されます（節点がわずかに貫通を受けます）： $gap_0 = Gap - P_0 - 5\% \cdot (Gap - P_0)$ *= 1000* *`/DEFAULT/INTER/TYPE19`*が定義されていない場合のデフォルト 処理なし （整数）	
VIS_s*s*	インターフェース剛性の臨界減衰係数 デフォルトは0.05に設定されます（実数）	
VIS_F*F*	接触面摩擦の臨界減衰係数 デフォルトは1.0に設定されます（実数）	
BumultBMULT	ソート係数。 デフォルトは0.20に設定されます（実数）	
I_{fric}*FRIC*	摩擦定式化フラグ。19 20 *fric_ID*が定義されていない場合のみ使用されます。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 0（デフォルト） 静的なCoulomb摩擦則。 *= 1* 汎用の粘性摩擦則。 *= 2* （修正）Darmstad摩擦則。 *= 3* Renard摩擦則。 （整数）	
I_{filtr}*FILTR*	摩擦フィルタリングフラグ。21 *= 0* フィルターを使用しません。 *= 1* 単純な数値フィルター。 *= 2* フィルタリング時間による標準の-3dBフィルター。 *= 3* カットオフ周波数による標準の-3dBフィルター。 （整数）	
X_{freq}*freq*	フィルタリング係数。21 （実数）	
I_{form}*FORM*	摩擦ペナルティ定式化のタイプ。 *= 0* `/DEFAULT/INTER/TYPE19`内の値を使用。 *= 1* */DEFAULT/INTER/TYPE19*が定義されていない場合のデフォルト。 粘性（合計）の定式化。 *= 2* 剛性（増分）の定式化。 （整数）	
sens_ID	インターフェースをアクティブ化 / 非アクティブ化するためのセンサーの識別子 2 識別子センサーが定義されている場合は、インターフェースのアクティブ化 / 非アクティブ化はセンサーに基づき、T_{start}*START*またはT_{stop}*STOP*には基づきません。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	
fric_ID	選択されたパートのペアについての摩擦定義の摩擦識別子 *= 0*（デフォルト） このインターフェース内で定義されている摩擦パラメータを使用します。 *≠ 0* /FRICTION/*fric_ID*を使用します。 （整数）	
$C_1 1$ - $C_6 6$	摩擦則係数。 （実数）	参照：表 9
K_{the}*THE*	熱交換係数（fct_ID_K = 0の場合） デフォルト = 0.0（実数）	$\left[\frac{W}{m^2K}\right]$
	熱交換スケールファクター（fct_ID_K ≠ 0の場合） デフォルト = 1.0（実数）25	
fct_ID_K	接触圧力に対する熱交換定義の関数識別子 デフォルト = 0（整数）	
T_{int}*INT*	インターフェース温度 25 （実数）	[K]
I_{the_form}*the_form*	熱接触定式化フラグ *= 0*（デフォルト） インターフェース（一定温度）とシェル（セカンダリ側）の間のみで交換 *= 1* すべての接触片間の熱交換 （整数）	
$Ascale_K$	fct_ID_Kの横軸のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	[Pa]
F_{rad}*RAD*	放射係数 27 （実数）	$\left[\frac{W}{m^2K^4}\right]$
D_{rad}*RAD*	放射計算の最大距離	[m]

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（実数）	
$Fheat_s$	セカンダリの摩擦加熱ファクター 26 （実数）	
$Fheat_m$	セカンダリの摩擦加熱ファクター （実数）	

境界条件の非アクティブ化フラグ：**IBC**

(1)-1	**(1)-2**	**(1)-3**	**(1)-4**	**(1)-5**	**(1)-6**	**(1)-7**	**(1)-8**
					$I_{BCX}BCX$	$I_{BCY}BCY$	$I_{BCZ}BCZ$

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
$I_{BCX}BCX$	衝撃時のX境界条件の非アクティブ化フラグ *= 0* フリー自由度 *= 1* 固定自由度 （ブーリアン）	
$I_{BCY}BCY$	衝撃時のY境界条件の非アクティブ化フラグ *= 0* フリー自由度 *= 1* 固定自由度 （ブーリアン）	
$I_{BCZ}BCZ$	衝撃時のZ境界条件の非アクティブ化フラグ *= 0* フリー自由度 *= 1* 固定自由度	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	(ブーリアン)	

コメント

1. 接触のメインおよびセカンダリサーフェスは次の方法で定義されます。

   単一のサーフェス自己接触およびエッジ-エッジ自己接触

   - $surf\_ID_s$ > 0および$surf_ID_m$ = 0
   - $surf\_ID_s$ = 0および$surf_ID_m$ > 0

   対称性サーフェス-サーフェスおよびエッジ-エッジ接触

   - $surf\_ID_s$ > 0および$surf_ID_m$ > 0
2. インターフェースのアクティブ化 / 非アクティブ化のために*sens_ID*が定義されている場合、T_{start}*START*およびT_{stop}*STOP*は考慮されません。
3. SPMDの場合、$surf\_ID_m$*m*によって定義される各メインセグメントを1つの要素に関連付ける必要があります(ボイド要素の場合もあります)。
4. フラグI_{bag}*BAG*については、モニター体積オプション(モニター体積(エアバッグ))をご参照ください。
5. フラグ I_{del}*DEL* = 1のCPUコストはI_{del}*DEL* = 2よりも高くなります。
6. 可変ギャップは次のように計算されます:
   - I_{gap}*GAP* = 1の場合:

     $$\max\left[Gap_{\min}, \left(g_s + g_m\right)\right] \tag{106}$$

   - I_{gap}*GAP* = 3の場合:

     $$\max\left\{Gap_{\min}, \min\left[Fscale_{gap} \cdot \left(g_s + g_m\right), \%mesh\_size \cdot \left(g_{s\_l} + g_{m\_l}\right), Gap_{\max}\right]\right\} \tag{107}$$

   - I_{gap}*GAP* = 4の場合:

     節点-サーフェス接触は、可変ギャップを使用します。

     $$\max\left\{Gap_{\min}, \min\left[Fscale_{gap} \cdot \left(g_s + g_m\right), Gap_{\max}\right]\right\} \tag{108}$$

     自己接触の場合、要素サイズがギャップ値より小さいと、セカンダリ節点は近傍のメインセグメントについて非アクティブ化されます。これあれは、`/INTER/TYPE7`, *Irem_gap* = 2の使用と同じです。エッジーエッジ接触は、Gap_{min}に定義される一定ギャップを使用します。
   - ここで、
     - g_m: メイン要素のギャップ

       $g_m = \frac{t}{2}$ここで、t シェル要素に対するメイン要素の板厚

       g_m = 0(3次元ソリッド要素の場合)
     - g_s: セカンダリ節点のギャップ: g_s = 0(セカンダリ節点がどの要素にも結合されていないか、3次元ソリッド要素またはスプリング要素にのみ結合されている場合)

$g_s = \frac{t}{2}$、ここで、t: セカンダリ節点に結合されているシェルの最大板厚

$g_s = \frac{1}{2}\sqrt{S}$（トラスおよびビーム要素の場合）。ここで、$S$は要素の断面とします。

- g_{m_l}: 要素の短いエッジの長さ

  セカンダリ節点が複数のシェルおよび/またはビームまたはトラスに結合されている場合は、計算された中で最も大きいセカンダリギャップが使用されます。
  可変ギャップは常に$Gap_{min}min$以上です。

7. $Gap_{min}min$のデフォルト値は、次のように計算されます:

$$Gap_{\min} = g_{m\_\min} + g_{s\_\min} \qquad (109)$$

このとき、

$g_{m\_\min} = \min\left(t, \frac{l}{20}, \frac{l_{\min}}{2}\right)$ メインサーフェスのギャップ

t シェル要素に対するメイン要素の平均板厚

l メインソリッド要素の平均辺長

$l_{\min}$ すべてのメインセグメント（シェルまたは3次元ソリッド）の中の最小辺長

$g_{s\_\min}$ セカンダリサーフェスのギャップ。

セカンダリ側要素に適用されることを除いて、$g_{m_\min}$と同じ計算。

8. 接触剛性:

節点対3節点および4節点セグメントまたは2節点セグメント対2節点セグメントの接触の計算は、以下のようになります:

$$K = \max\left[St_{min}, min\left(St_{\max}, K_n\right)\right] \qquad (110)$$

ここで、

- K_n は、メインセグメントの剛性K_mとセカンダリ節点の剛性K_sの両方から計算されます:

  $I_{stf}STF$ = 2、$K_n = \frac{K_m + K_s}{2}$

  $I_{stf}STF$ = 3、$K_n = \max\left(K_m, K_s\right)$

  $I_{stf}STF$ = 4、$K_n = \min\left(K_m, K_s\right)$

  $I_{stf}STF$ = 5、$K_n = \frac{K_m \cdot K_s}{K_m + K_s}$

- K_m はメインセグメントの剛性で、次のように計算されます:

  メインセグメントがシェル上に存在するか、シェルとソリッドによって共有されている場合

  $$K_m = Stfac \cdot 0.5 \cdot E \cdot t \qquad (111)$$

メインセグメントがソリッド上に存在する場合。

$$K_m = Stfac \cdot B \cdot \frac{S^2}{V} \qquad (112)$$

ここで、

S	セグメント面積
V	ソリッドの体積
B	体積弾性率

- K_s はインターフェースTYPE7として考慮される相当節点剛性で、次のように計算されます：

  節点がシェル要素に結合されている場合：

  $$K_s = \frac{1}{2} \cdot E \cdot t \qquad (113)$$

  節点がソリッド要素に結合されている場合：

  $$K_s = B \cdot \sqrt[3]{V} \qquad (114)$$

剛性係数*StfacSTFAC*の値に制限はありません（ただし、値が1.0より大きいと、最初の時間ステップが短くなる場合があります）。

`/PROP/VOID`と`/MAT/VOID`を使用する際、ボイド材料の材料プロパティと板厚が入力されなければなりません。そうしないと、ボイド要素の接触合成はゼロになります。シェル要素の剛性が接触計算に使用されるため、これは、ボイドシェル要素がソリッド要素と要素を共有する場合に特に重要です。

9. I_{gap}*GAP* ≠ 3の場合、行4で指定された値は無視されます。
10. I_{stf}*STF* < 1の場合、行5で指定された値は無視されます。
11. 球面曲率（I_{curv}*CURV* = 1）は、*node_ID*$_1$*1*（球の中心）を使用して定義されます。
12. I_{curv}*CURV* = 1の場合、行6で指定された*node_ID*$_2$*2*は無視されます。
13. 円筒曲率（I_{curv}*CURV* = 2）は、（円筒形の軸上にある）*node_ID*$_1$*1*および*node_ID*$_2$*2*を使用して定義されます。
14. 節点がスプリング要素に属している場合に*InactiINACTI* = 3であると、初期エネルギーが発生することがあります。

    インターフェースに対する高周波数の影響を回避するためには、*InactiINACTI* =5ではなく、*InactiINACTI* = 6が推奨されます。

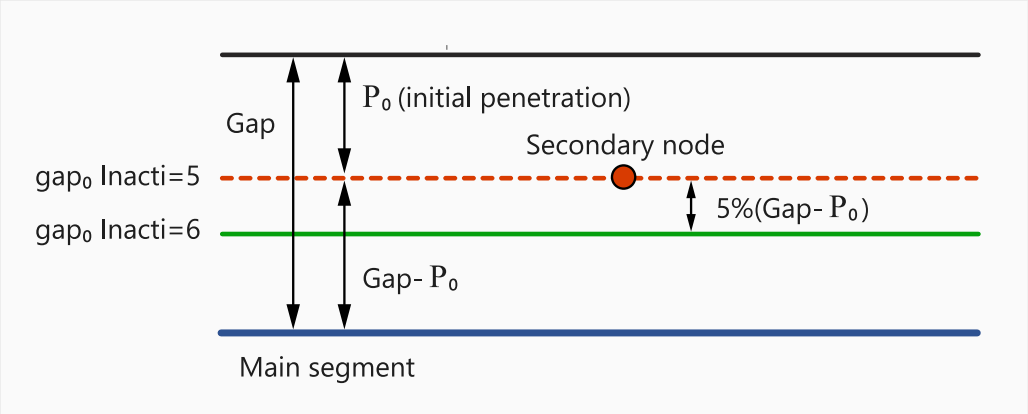


図 *38:*

15. *Irem_gap* = 2を使用すると、要素サイズをギャップ値よりも小さくできます:

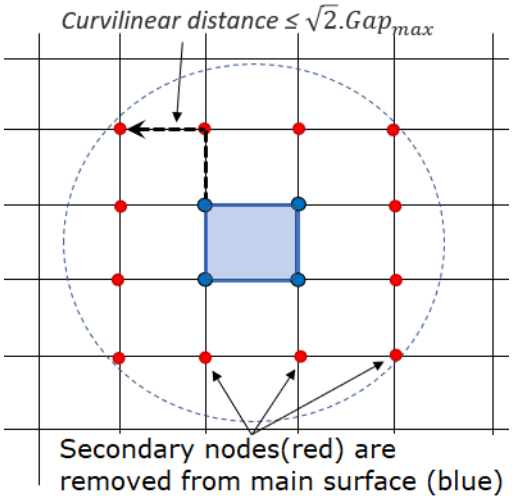


図 *39:* 節点対サーフェス接触から消去されたセカンダリ節点

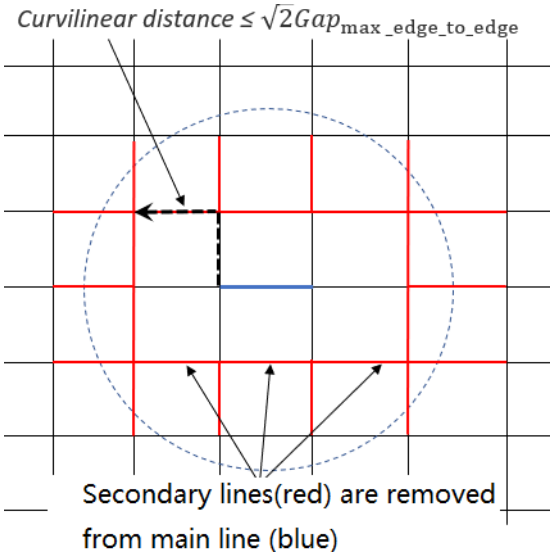


図 *40:* エッジ対エッジ接触から消去されたセカンダリライン

自己接触の場合、Curvilinearが$\sqrt{2}\cdot Gap$より小さい場合（初期構成において）、このセカンダリエンティティ（節点 / ライン）はこのメインエンティティ（サーフェス / ライン）で考慮されません。セカンダリエンティティは、他のメインエンティティの接触からは削除されません。これは/INTER/TYPE7および/INTER/TYPE11のコメントに記載されているとおり、節点対サーフェスとエッジ対エッジ接触にも当てはまります。

16. ソートアルゴリズムを高速化するには、ソート係数*BumultBMULT*を使用します。

17. ソート係数*BumultBMULT*はマシンによって異なります。

18. 1つの節点が2つのサーフェスに同時に属することができます。

19. *fric_ID*が定義されている場合、接触摩擦は/FRICTIONで定義され、この入力カード内の摩擦入力（I_{fric}*FRIC*、C_1*1*など）使用されません。

摩擦定式化の場合：

- 摩擦のフラグI_{fric}*FRIC*がどうであれ、TYPE11インターフェースで使用されるクーロン摩擦係数は：

$$\mu = Fric \tag{115}$$

- 摩擦のフラグI_{fric}*FRIC*はTYPE7インターフェースにのみ適用されます。
- 摩擦フラグI_{fric}*FRIC* = 0（デフォルト）の場合は、従来の静的摩擦係数の定式化が使用されます：

$$F_t \le \mu \cdot F_n \tag{116}$$

ここで、$\mu = Fric$、μはクーロン摩擦係数。

- フラグI_{fric}*FRIC* > 0の場合、新しい摩擦モデルが導入されます。この場合、摩擦係数は関数$\mu = \mu(\rho, V)$によって設定されます。

ここで、

ρ	メインセグメントの垂直抗力の圧力
V	メインセグメントに相対するセカンダリ節点の接線速度

20. 現在は、係数C_1*1*～C_6*6*を使用して、新しい摩擦定式化の可変摩擦係数μを定義しています。

- I_{fric}*FRIC* = 1（汎用の粘性摩擦則）：

$$\mu = Fric + C_1 \cdot p + C_2 \cdot V + C_3 \cdot p \cdot V + C_4 \cdot p^2 + C_5 \cdot V^2 \tag{117}$$

- I_{fric}*FRIC* = 2（修正Darmstad則）：

$$\mu = Fric + C_1 \cdot e^{(C_2 V)} \cdot p^2 + C_3 \cdot e^{(C_4 V)} \cdot p + C_5 \cdot e^{(C_6 V)} \tag{118}$$

- I_{fric}*FRIC* = 3（Renard則）：

$\mu = C_1 + (C_3 - C_1) \cdot \frac{V}{C_5} \cdot \left(2 - \frac{V}{C_5}\right)$ の、$V \in [0, C_5]$

$\mu = C_3 - \left((C_3 - C_4) \cdot \left(\frac{V - C_5}{C_6 - C_5}\right)^2 \cdot \left(3 - 2 \cdot \frac{V - C_5}{C_6 - C_5}\right)\right)$、右記の場合；$V \in [C_5, C_6]$

$\mu = C_2 - \frac{1}{\frac{1}{C_2 - C_4} + (V - C_6)^2}$、右記の場合；$V \ge C_6$

ここで、

$$C_1 = \mu_s \qquad C_4 = \mu_{\min}$$

$$C_2 = \mu_d \qquad C_5 = V_{cr1}$$

$$C_3 = \mu_{\max} \qquad C_6 = V_{cr2}$$

- 第1臨界速度$V_{cr1} = C_5$は、0以外にする必要があります($C_5 \neq 0$)。
- 第1臨界速度$V_{cr1} = C_5$は、第2臨界速度$V_{cr2} = C_6$より小さくする必要があります($C_5 < C_6$)。
- 静止摩擦係数C_1と動摩擦係数C_2は、最大摩擦C_3より小さくする必要があります($C_1 \leq C_3$かつ$C_2 \leq C_3$)。
- 最小摩擦係数C_4は、静止摩擦係数C_1および動摩擦係数C_2より小さくする必要があります($C_4 \leq C_1$かつ$C_4 \leq C_2$)。

表 *9:* 摩擦定式化の単位

***I*fricFRIC**	***Fric***	***C*11**	***C*22**	***C*33**	***C*44**	***C*55**	***C*66**
1		$\left[\frac{1}{\mathrm{Pa}}\right]$	$\left[\frac{\mathrm{s}}{\mathrm{m}}\right]$	$\left[\frac{\mathrm{s}}{\mathrm{Pa}\cdot\mathrm{m}}\right]$	$\left[\frac{1}{\mathrm{Pa}^2}\right]$	$\left[\frac{\mathrm{s}^2}{\mathrm{m}^2}\right]$	
2		$\left[\frac{1}{\mathrm{Pa}^2}\right]$	$\left[\frac{\mathrm{s}}{\mathrm{m}}\right]$	$\left[\frac{1}{\mathrm{Pa}}\right]$	$\left[\frac{\mathrm{s}}{\mathrm{m}}\right]$		$\left[\frac{\mathrm{s}}{\mathrm{m}}\right]$
3						$\left[\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\right]$	$\left[\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\right]$

21. 摩擦フィルタリング:

*I*filtrFILTR ≠ 0の場合は、接線力がフィルタを使用して以下のようにスムージングされます:

$$F_t = \alpha \cdot F'_t + (1-\alpha) \cdot F_t^{-1} \qquad (119)$$

ここで、α係数は、以下のように計算されます:

- *I*filtrFILTR = 1の場合:$\alpha = X_{freq}$、単純な数値フィルター
- *I*filtrFILTR = 2の場合:$\alpha = \frac{2 \cdot \pi}{X_{freq}}$、標準の-3dBフィルターで、$X_{freq} = \frac{dt}{T}$、と$T$はフィルタリング期間
- *I*filtrFILTR = 3の場合:$\alpha = 2 \cdot \pi \cdot X_{freq} \cdot dt$、標準の-3dBフィルターで、$X_{freq}$はカット周波数。

  フィルタリング係数X_{freq}は、0～1の値にする必要があります。

22. 摩擦ペナルティ定式化*I*formFORM

- *I*formFORM = 1(デフォルト)の粘性定式化の場合、摩擦力は次のとおりです:

$$F_t = \min\left(\mu F_n, F_{adh}\right) \qquad (120)$$

このとき、粘着力は以下のように計算されます:

$F_{adh} = C \cdot V_t$ ここで、$C = VIS_F \cdot \sqrt{2Km}$

- *I*formFORM = 2の粘性定式化の場合、摩擦力は次のとおりです:

$$F_t^{new} = \min\left(\mu F_n, F_{adh}\right) \tag{121}$$

このとき、粘着力は以下のように計算されます：

$F_{adh} = F_t^{old} + \Delta F_t$ ここで、$\Delta F_t = K \cdot V_t \cdot dt$

V_tは、メインセグメントに相対するセカンダリ節点の接線速度

23. この接触内のセカンダリ節点の時間ステップが*dtmin*より小さくなると、セカンダリ節点は接触から消去され、警告のメッセージが出力ファイルに書き出されます。この*dtmin*値は、`/DT/INTER/DEL`内に入力されるあらゆるモデルインターフェースの最小タイムステップより優先されます。

24. エッジ-エッジの接触のフラグI_{edge}*EDGE*：

- I_{edge}*EDGE* = 1：外部エッジのみが、シェルパートで定義された接触サーフェスから生成されます。これは、最適化されたパフォーマンスに推奨されます。サーフェスにソリッドパートしか含まれていない場合、空白の行が発生し、エラーメッセージが出力されるため、使用できません。

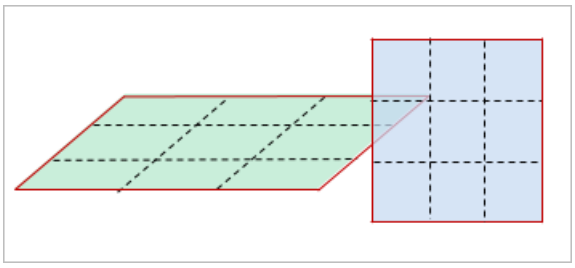


図 *41:*

- I_{edge}*EDGE* = 2：すべてのエッジは接触サーフェスから生成されます。

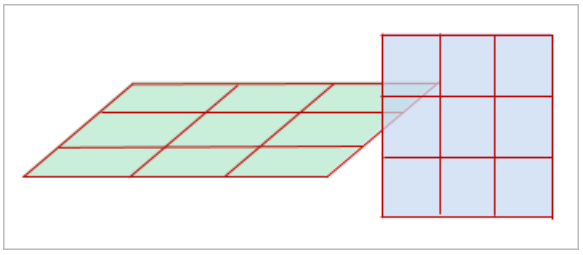


図 *42:*

25. 熱交換：

I_{the}*THE*=1（熱伝導をアクティブ化）にすることで、接触の熱交換と熱摩擦を考慮します。

- I_{the_form}*the_form* = 0の場合、熱交換はシェルと一定温度接触T_{int}*INT*の間で行われます。
- I_{the_form}*the_form* = 1の場合、熱交換はすべての接触片間で行われます。

  T_{int}*INT*はI_{the_form}*the_form*=0の場合にのみ使用されます。この場合、メイン側の温度は一定（T_{int}*INT*に等しい）と想定されます。I_{the_form}*the_form*=1の場合、T_{int}*INT*は考慮されません。このため、メイン側の節点温度が考慮されます。

熱交換係数：

- *fct_ID*$_K$ = 0の場合、K_{the}*THE*は熱交換係数で、熱交換は熱交換サーフェスのみに依存します。
- *fct_ID*$_K$ ≠ 0の場合、K_{the}*THE*はスケールファクターで、熱交換は接触圧力に依存します：

$$\mathrm{K} = K_{the} \cdot \mathrm{f}_K(Ascale_K, P) \tag{122}$$

- ここで、f_Kは*fct_ID*$_K$の関数です。

26. 熱摩擦:

- インターフェースでI_{the}*THE* > 0である場合、摩擦エネルギーは熱に変換されます。
- *Fheat*$_s$と*Fheat*$_m$は摩擦エネルギーの比率で、エネルギーがこの比率でそれぞれセカンダリ側とメイン側に分配されます。したがって一般的に:

$$Fheat_s + Fheat_m \leq 1.0 \tag{123}$$

Fheat$_s$と*Fheat*$_m$がいずれも0であると、摩擦スライディングエネルギーから熱への変換はアクティブになりません。

- 摩擦熱Q_{Fric}は、以下のように定義されます:
  - I_{form}*FORM*= 2の場合(剛性定式化):

    セカンダリ側:

$$Q_{Fric} = Fheat_s \cdot \frac{(F_{adh} - F_t)}{K} \cdot F_t \tag{124}$$

    メイン側:

$$Q_{Fric} = Fheat_m \cdot \frac{(F_{adh} - F_t)}{K} \cdot F_t \tag{125}$$

    (I_{the_form}*the_form*=1)
  - I_{form}*FORM*= 1の場合(ペナルティ定式化):

    セカンダリ側:

$$Q_{Fric} = Fheat_s \cdot C \cdot V_t^2 \cdot dt \tag{126}$$

    メイン側:

$$Q_{Fric} = Fheat_m \cdot C \cdot V_t^2 \cdot dt \tag{127}$$

    (I_{the_form}*the_form*=1)

27. 放射:

放射が接触で考慮されるのは、$F_{rad} \neq 0$で、セカンダリ節点のメインセグメントまでの距離、dが次の場合です:

$$Gap < d < D_{rad} \tag{128}$$

ここで、D_{rad}は放射計算の最大距離です。D_{rad}のデフォルト値は、以下の最大値として計算されます:

- 全節点中のGapの上限値(時間0における)
- セカンダリ要素の最小辺長

D_{rad}の値は、Radioss Engineのパフォーマンスの減少を引き起こすかもしれないため、高すぎる値に設定しないことを推奨します。

熱伝導の放射は以下のように計算されます:

$$h_{rad} = F_{rad}(T_m^2 + T_s^2) \cdot (T_m + T_s) \tag{129}$$

ここで、

$$F_{rad} = \frac{\sigma}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1} \tag{130}$$

ここで、

$\sigma = 5.669 \times 10^{-8} \left[\frac{\mathrm{W}}{\mathrm{m^2 K^4}}\right]$	シュテファンボルツマン定数
ε_1	セカンダリサーフェスの輻射率
ε_2	メインサーフェスの輻射率

See Also

汎用インターフェース（/INTER/TYPE7）
エッジ間接触インターフェース（/INTER/TYPE11）
接触の取り扱い
General Purpose Contact (TYPE7) (Theory Manual)
Contact Interface TYPE7 (FAQ)
Contact Interfaces (FAQ)

/INTER/TYPE21

ブロックフォーマットのキーワード
スタンピング用に設計された剛体のメインサーフェスとセカンダリサーフェス間に固有のインターフェース。メインサーフェスの全ての節点は剛体に属する必要があります。

内容

このインターフェースの機能は以下のとおりです:

- 1つの節点を同時にセカンダリ節点とメイン節点にすることはできません。
- メインセグメントの法線は、セカンダリサーフェスの方向に向かっている必要があります。
- 衝撃が1つのセグメントから隣接のセグメントにスライドするときに、垂直抗力および接線力の継続性が保証されるように、セカンダリ節点ごとの単一の衝撃は保持されます。
- ギャップは、セカンダリ側のシェルおよび3節点シェルの板厚の変化に応じて、変化する可能性があります。
- 高速検索アルゴリズム。
- SPMDバージョンによる高速化。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/INTER/TYPE21/*inter_ID*/*unit_ID*									
inter_title									
surf_ID_s	*surf_ID_m*	*I_stf* STF	*I_the* THE	*I_gap* GAP			*I_del* DEL	Invn	*I_adm* ADM
Fscale_gap		*Gap_max* max		DEPTH		*P_max* MAX		*I_Tlim*	
St_min MIN		*St_max* MAX				*P_skid*			
StfacSTFAC		Fric		*Gap_min* min		*T_start* START		*T_stop* STOP	
I_BC BC			InactiINACT	*VIS_s*				BumultBMULT	
I_fric FRIC	*I_filtr* FILTR	*X_freq* freq			sens_ID	*fct_ID_F*	*Ascale_F* F		
*C_1*1		*C_2*2		*C_3*3		*C_4*4		*C_5*5	
*C_6*6									
NR_adm	*P_adm*		*Angl_adm*						
K_the THE		*fct_ID_K*	*Ascale_K* K		*T_int* INT	*I_the_form* the_fc			
F_rad RAD		*D_rad* RAD		Fheat			*fct_ID_c*	Dcond	
ID_rby	*ID_ref*	Damp		*Damp_r*					

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
inter_ID	インターフェースの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
inter_title	インターフェースのタイトル （文字、最大100文字）	
surf_ID$_s$s	セカンダリサーフェスの識別子 （整数）	
surf_ID$_m$m	メインサーフェスの識別子 （整数）	
I$_{stf}$STF	剛性定義フラグ *= 0* *StfacSTFAC*は剛性スケールファクターで、剛性はセカンダリ側の特性に応じて計算されます。 *= 1* *StfacSTFAC*は剛性値です。 （整数）	
I$_{the}$THE	熱伝導フラグ *= 0* 熱伝導なし。 *= 1* 熱伝導がアクティブになり、ツールの温度は一定とみなされます（T_{main} = *T$_{int}$INT*）。 *= 2* 熱伝導がアクティブになり、温度はメインサーフェス上で経時的に変化可能となります。 （整数）	
I$_{gap}$GAP	ギャップ/要素オプションフラグ 2 *= 0* ギャップは一定で、最小ギャップと一致します。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 1 ギャップは被衝撃セカンダリ節点の特性に応じて計算されます。ギャップではシェルおよび3節点シェルの板厚の経時的な変化は考慮されません。 *=2* ギャップは被衝撃セカンダリ節点の特性に応じて計算されます。さらに、ギャップはセカンダリ側のシェルおよび3節点シェルの板厚の変化に応じて経時的に変化します。 （整数）	
I_{del}*DEL*	セカンダリ節点削除フラグ。 *= 0*（デフォルト） セカンダリ節点は削除されません。 *=1* 1つのセカンダリ節点に関連付けられたすべての要素（4節点シェル、3節点シェル、ソリッド）が削除されると、メイン側の面からそのセカンダリ節点を削除します。 （整数）	
Invn	反転されたメイン法線のテストフラグ 21 *= 0*（デフォルト） メイン法線の方向はチェックされません。 *= 1* メイン法線の方向はチェックされます。 （整数）	
I_{adm}*ADM*	アダプティブメッシュでの局所曲率計算フラグ。3 （整数）	
$Fscale_{gap}$	ギャップスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	
Gap_{max}*max*	最大ギャップ （実数）	[m]
DEPTH	ドロービードの深さ 4 （実数）	[m]
P_{max}*MAX*	板厚増による最大接触圧力 5	[Pa]

フィールド	内容	**SI**単位の例
	デフォルト = 10^{30}（実数）	
I_{Tlim}	接線力の制限のアクティブ化 5 = *0*（デフォルト） 接線力はP_{max}*MAX*を用いて制限されます = *1* 接線力の制限を非アクティブにします （整数）	
St_{min}*MIN*	最小剛性 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}\right]$
St_{max}*MAX*	最大剛性 デフォルト = 10^{30}（実数）	$\left[\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}\right]$
P_{skid}	スキッドライン出力（`/H3D/NODA/SKID_LINE`）について接線力を定義するために使用される最大接触圧力 デフォルト = 10^{30}（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
StfacSTFAC	インターフェース剛性（I_{stf}*STF* = 1の場合） デフォルトは0.0に設定されます（実数）	$\left[\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}\right]$
	インターフェースの剛性スケールファクター（I_{stf}*STF* = 0の場合） デフォルトは1.0に設定されます（実数）	
Fric	Coulomb摩擦（*fct_ID*$_F$ = 0の場合） デフォルト = 0.0（実数）	
	クーロン摩擦のスケールファクター（*fct_ID*$_F \neq 0$の場合） デフォルト = 1.0（実数）	
Gap_{min}*min*	衝撃アクティブ化の最小ギャップ （実数）	$[\mathrm{m}]$
T_{start}*START*	開始時間 （実数）	$[\mathrm{s}]$
T_{stop}*STOP*	一時的な非アクティブ化の時間。 （実数）	$[\mathrm{s}]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
I_{BC}*BC*	接触時の境界条件の非アクティブ化フラグ （ブーリアン）	
InactiINACTI	初期貫通時の剛性の非アクティブ化フラグ 9 *= 0* 処理を実行しません。 *= 1* 節点の剛性を非アクティブ化します。 *= 5* ギャップは時間と共に変化し、初期ギャップは次のように計算されます： $gap_0 = Gap - P_0$、ここでP_0は初期貫通 *= 6* ギャップは時間経過により変化し、初期貫通は下記のように計算されます（節点がわずかに貫通を受けます）： $gap_0 = Gap - P_0 - 5\% \cdot (Gap - P_0)$ （整数）	
VIS_s*s*	インターフェース剛性の臨界減衰係数 デフォルトは1.0に設定されます（実数）	
BumultBMULT	ソート係数はソートアルゴリズムの高速化に使用されます。10 デフォルトは0.20に設定されます（実数）	
I_{fric}*FRIC*	摩擦定式化フラグ。12 13 *= 0*（デフォルト） 静的なCoulomb摩擦則。 *= 1* 汎用の粘性摩擦則。 *= 2* （修正）Darmstad摩擦則。 *= 3* Renard摩擦則。 （整数）	
I_{filtr}*FILTR*	摩擦フィルタリングフラグ。15 *= 0*（デフォルト） フィルターを使用しません。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 1 単純な数値フィルター。 *= 2* フィルタリング時間による標準の-3dBフィルター。 *= 3* カットオフ周波数による標準の-3dBフィルター。 （整数）	
X_{freq}*freq*	フィルタリング係数。15 （実数）	
sens_ID	インターフェースをアクティブ化 / 非アクティブ化するためのセンサーの識別子 20 識別子センサーが定義されている場合は、インターフェースのアクティブ化 / 非アクティブ化はセンサーに基づき、T_{start}*START*またはT_{stop}*STOP*には基づきません。 （整数）	
fct_ID$_F$	温度による摩擦係数の関数識別子 デフォルト = 0（整数）	
Ascale$_F$*F*	*fct_ID*$_F$の横軸のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	$[\mathrm{K}]$
C_1*1* - C_6*6*	摩擦則係数。 （実数）	参照：表 10
NR_{adm}	90°の半径を経由する要素の数（I_{adm}*ADM* = 2の時のみ用いられます）。 デフォルト = 3（整数）	
P_{adm}	貫通の割合に関する基準 デフォルト = 1.0（実数）	
Angl$_{adm}$	角度基準 （実数）	$[\mathrm{deg}]$
K_{the}*THE*	伝導熱交換係数（*fct_ID*$_K$ = 0の場合） デフォルト = 0.0（実数）	$\left[\frac{\mathrm{W}}{\mathrm{m^2K}}\right]$
	熱交換スケールファクター（*fct_ID*$_K$≠ 0の場合）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	デフォルト = 0.0（実数）	
fct_ID$_K$	接触圧力に対する熱交換定義の関数識別子 デフォルト = 0（整数）	
Ascale$_K$*K*	*fct_ID*$_K$の横軸のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	[Pa]
T_{int}*INT*	インターフェース温度 （実数）	[K]
I_{the_form}*the_form*	熱接触定式化フラグ *=0* インターフェース（一定温度）とシェル（セカンダリ側）の間のみで交換 *=1* すべての接触片間の熱交換 *≠ 0* I_{the}*THE*は2と等しい必要があります。 （整数）	
F_{rad}*RAD*	放射係数 17 （実数）	$\left[\frac{W}{m^2K^4}\right]$
D_{rad}*RAD*	放射計算の最大距離 （実数）	[m]
Fheat	摩擦加熱ファクター 18 （実数）	
fct_ID$_c$	距離の関数としての伝導熱交換係数定義の関数識別子。19 デフォルト = 0（整数）22	
Dcond	伝導熱交換の最大距離。23 デフォルト = 0.0（実数）	[m]
ID$_{rby}$	剛体の識別子 （整数）	
ID$_{ref}$	減衰のTYPE21 ID 参照インターフェースの識別子	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	=0 減衰は実験値からもたらされます。そうでない場合、インターフェースID$_{ref}$のメインサーフェスの相対速度が減衰されます。 （整数）	
Damp	並進臨界減衰係数 19 （実数）	
Damp$_r$	回転臨界減衰係数 （実数）	

コメント

1. SPMDの場合、*surf_ID$_m$m*によって定義される各メインセグメントを1つの要素に関連付ける必要があります（ボイド要素の場合もあります）。
2. 接触ギャップ
   - *I$_{gap}$GAP* = 0（接触ギャップ）の場合、

     ギャップはセカンダリサーフェス上、および経時的に一定になり、*Gap$_{min}$min*と同じになります。さらに、*Gap$_{min}$min*のデフォルト値は$t/2$として計算されます。ここで、tはセカンダリシェル要素の平均板厚です。

     ギャップが一定の場合、*Gap$_{max}$max*および*Fscale$_{gap}$*は使用されません。

     入力/PARTでパートの接触板厚が定義されていない場合：
   - *I$_{gap}$GAP* = 1の場合、セカンダリサーフェス上の可変ギャップは次のように計算されます：

     $$\max\left[Gap_{\min}, \min\left(Fscale_{gap}\cdot g_s, Gap_{\max}\right)\right] \quad (131)$$
   - *I$_{gap}$GAP* = 2の場合、セカンダリサーフェス上の経時的な可変ギャップは、次のように計算されます：

     $$\max\left[Gap_{\min}, \min\left(Fscale_{gap}\cdot g_s, Gap_{\max}\right)\right] \quad (132)$$

     また、セカンダリ側のシェルおよび3節点シェルの板厚の変化に応じて、経時的に変化します。

     入力/PARTでパートの接触板厚が定義されている場合：
   - *I$_{gap}$GAP* = 1の場合、可変ギャップは次のように計算されます：

     $$\max\left[Gap_{\min}, \min\left(Fscale_{gap}\cdot \frac{t_{part}}{2}, Gap_{\max}\right)\right] \quad (133)$$
   - *I$_{gap}$GAP* = 2の場合、可変ギャップは次のように計算されます：

     $$\max\left[Gap_{\min}, \min\left(Fscale_{gap}\cdot \frac{t-t_0-t_{part}}{2}, Gap_{\max}\right)\right] \quad (134)$$

     ここで、
     - g_s：セカンダリ節点のギャップ

$g_s = \frac{t}{2}$ ここで、*t*は、シェル要素に対するセカンダリ要素の板厚。

$g_s = 0$ 3次元ソリッド要素の場合。

- t_{part} は、パートの接触板厚。
- t_0 は、セカンダリ節点の初期板厚。

I_{gap}*GAP* = 1または2の場合、可変ギャップは常にGap_{max}*max*以下になり、Gap_{max}*max*のデフォルト値は10^{30}に設定され、常にGap_{min}*min*以上になります（ただし、Gap_{max}*max*にデフォルト値はありません）。

3. アダプティブメッシングの場合：

- I_{adm}*ADM* = 1：

  曲率半径が要素サイズ（セカンダリ側）未満のゾーン（メイン側）で接触が発生した場合は、セカンダリ側の要素が分割されます（最大レベルに到達していない場合）。

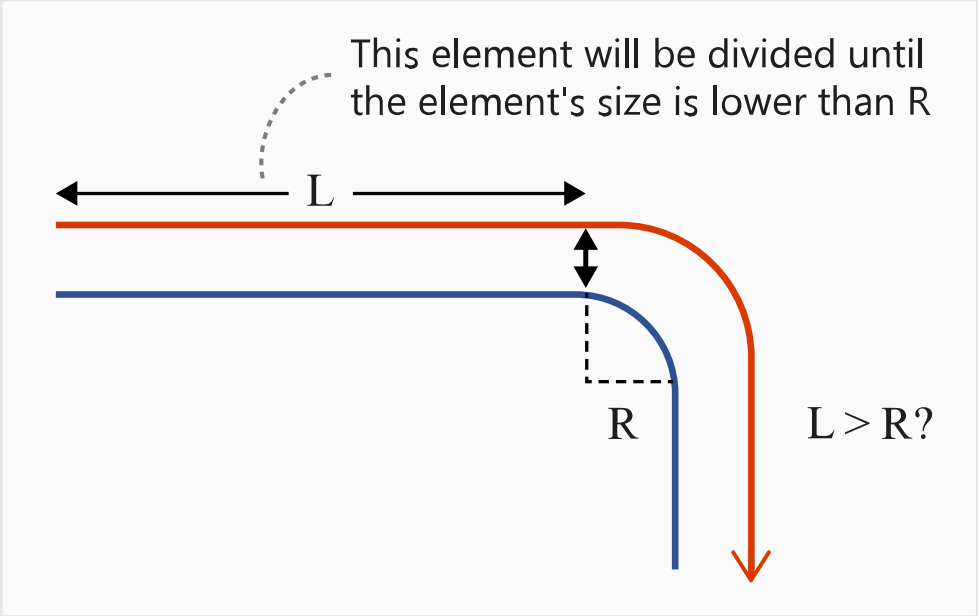


図 *43:*

- I_{adm}*ADM* = 2：

  曲率半径が要素サイズのNR_{adm}倍（セカンダリ側）未満のゾーン（メイン側）で接触が発生した場合は、セカンダリ側の要素が分割されます（最大レベルに到達していない場合）。

  法線間の角度が$Angl_{adm}$を超えており、貫通の割合がP_{adm}を超えているゾーン（メイン側）で接触が発生した場合は、セカンダリ側の要素が分割されます（最大レベルに到達していない場合）。

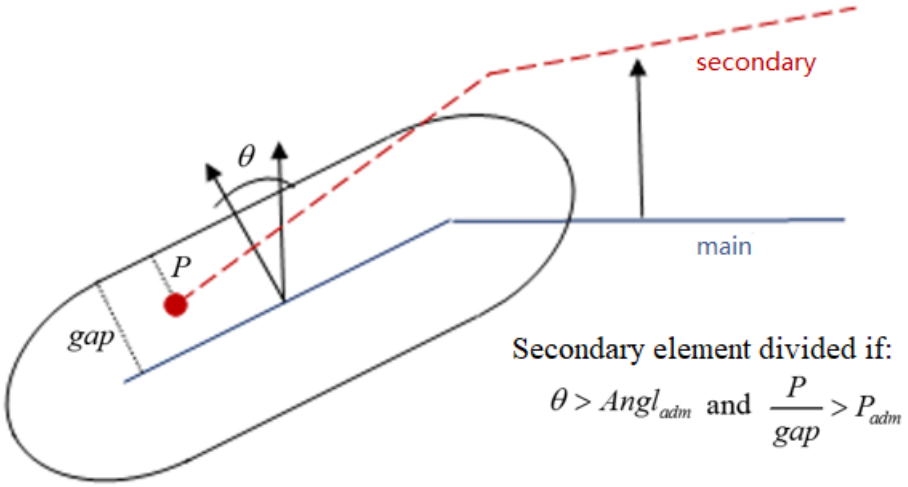


図 *44:*

4. インターフェースでは、セカンダリ節点とメインサーフェスとの交差が許容されます。セカンダリ節点が*DEPTH*よりも遠い距離からメインサーフェスに入り込んだ場合、節点上の接触力は計算されません。

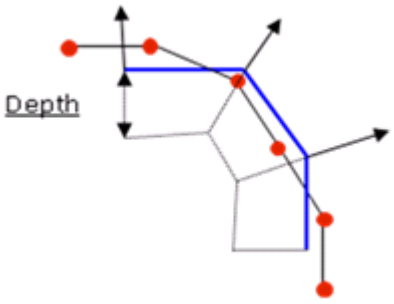


図 *45:*

*DEPTH*のデフォルト値は、以下の最大値として計算されます:

- 全節点中のギャップの上限値(時間0における)
- セカンダリ要素の最小辺長

入力値が0以外の場合、*DEPTH*は全節点中のギャップの上限値(時間0における)まで引き上げられます。

*DEPTH*が大きすぎると、接触の検索アルゴリズムのパフォーマンスが低下します。

5. 板厚増による最大接触圧力。P_{max} は$I_{gap}GAP$=2の場合にのみ使用されます。
   - これは、板厚増が発生した場合に、接触力を制限するために使用できます。
   - これは、次の方程式に従って板厚増が発生した場合に、垂直接触力を制限するために使用できます:

$$F_n \le P_{\max} \cdot S \qquad (135)$$

   - 接線接触力も、フラグI_{Tlim} = 0の際に、次の方程式に従って制限されます:

$$F_t \le P_{\max} \cdot \frac{S}{\sqrt{3}} \qquad (136)$$

6. $F = K$

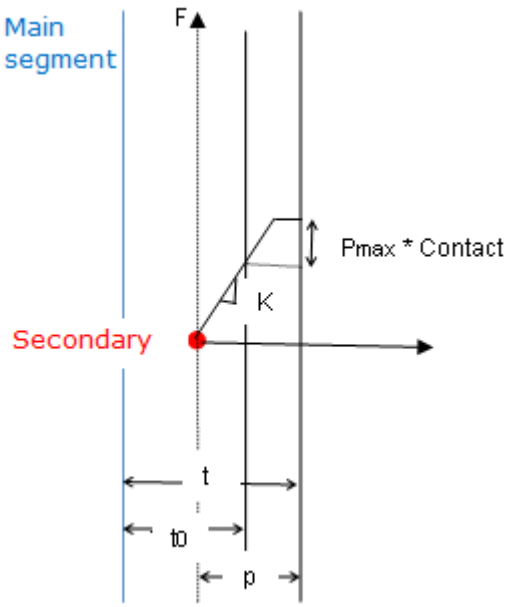


図 *46:*

7. *StfacSTFAC*は1.0より大きい値であることが可能です。
8. 境界条件の非アクティブ化は、セカンダリ節点に適用されます。
9. 節点がスプリング要素に属している場合に*InactiINACTI* = 3であると、初期エネルギーが発生することがあります。

   InactiINACTI = 5または*InactiINACTI* = 6の場合、ギャップはまず縮小され、セカンダリ節点の逆貫通に従って計算値が回復されます。

   インターフェースに対する高周波数の影響を回避するためには、*InactiINACTI* =5ではなく、*InactiINACTI* = 6が推奨されます。

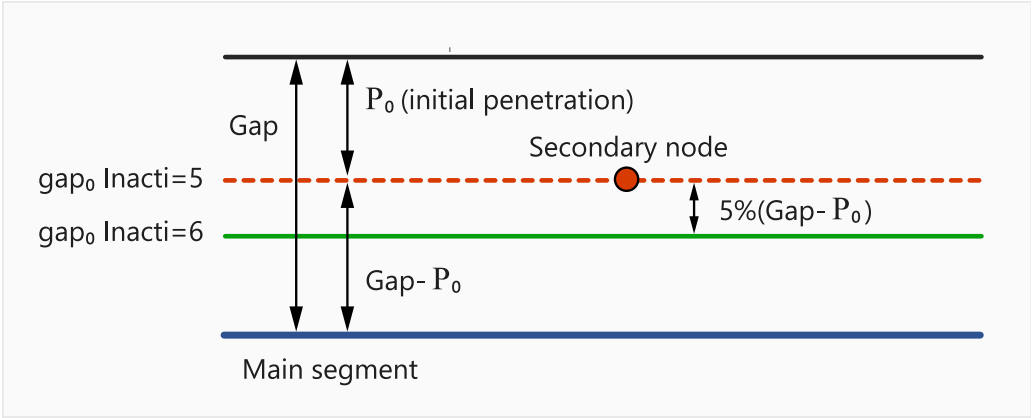


図 *47:*

10. *BumultBMULT*のデフォルト値は、150万個を超える節点を持つモデルでは0.30に、250万個を超える節点を持つモデルでは0.40に自動的に増やされます。
11. 剛性係数の値に制限はありません（ただし、値が1.0より大きいと、最初の時間ステップが短くなる場合があります）。
12. 摩擦定式化の場合
    - 摩擦フラグI_{fric}*FRIC* = 0（デフォルト）の場合は、従来の静的摩擦係数の定式化が使用されます：

$F_t \le \mu \cdot F_n$ ここで、μはクーロン摩擦係数。

- *fct_ID*$_F$ = 0の場合

  *Fric*はCoulomb摩擦

  $\mu = Fric$

- *fct_ID*$_F$ ≠ 0の場合

  *Fric*は、温度に依存するクーロン摩擦係数のスケールファクターになります。

  $$\mu = Fric \cdot \mathrm{f}_F\left(Ascale_F, T_{interface}\right) \quad (137)$$

  ここで、$T_{interface}$は、セカンダリとメインの平均温度として取得されるインターフェース温度:

  $$T_{interface} = \frac{T_{secondary} + T_{main}}{2} \quad (138)$$

- フラグ*I*$_{fric}$*FRIC* > 0の場合、新しい摩擦モデルが導入されます。この場合、摩擦係数は次の関数によって設定されます:

  $$\mu = \mu(\rho, V) \quad (139)$$

  ここで、

p	メインセグメントの垂直抗力の圧力
V	メインセグメントに相対するセカンダリ節点の接線速度

13. 現時点では、新しい摩擦定式化の可変摩擦係数μを定義するには、*C*$_1$*1*から*C*$_6$*6*までが使用され(*I*$_{fric}$*FRIC* = 0の場合)、*C*$_6$*6*は使用されません(*I*$_{fric}$*FRIC* = 1の場合)。

以下の定式化を使用できます:

- *I*$_{fric}$*FRIC* = 1(汎用の粘性摩擦則):

  $$\mu = Fric + C_1 \cdot p + C_2 \cdot V + C_3 \cdot p \cdot V + C_4 \cdot p^2 + C_5 \cdot V^2 \quad (140)$$

- *I*$_{fric}$*FRIC* = 2(修正Darmstad則):

  $$\mu = Fric + C_1 \cdot e^{(C_2 V)} \cdot p^2 + C_3 \cdot e^{(C_4 V)} \cdot p + C_5 \cdot e^{(C_6 V)} \quad (141)$$

- *I*$_{fric}$*FRIC* = 3(Renard則):

  $\mu = C_1 + (C_3 - C_1) \cdot \frac{V}{C_5} \cdot \left(2 - \frac{V}{C_5}\right)$ の、$V \in [0, C_5]$

  $\mu = C_3 - \left((C_3 - C_4) \cdot \left(\frac{V - C_5}{C_6 - C_5}\right)^2 \cdot \left(3 - 2 \cdot \frac{V - C_5}{C_6 - C_5}\right)\right)$、右記の場合; $V \in [C_5, C_6]$

  $\mu = C_2 - \frac{1}{\frac{1}{C_2 - C_4} + (V - C_6)^2}$、右記の場合; $V \ge C_6$

  ここで、

  $C_1 = \mu_s \; C_2 = \mu_d$

  $C_3 = \mu_{\max} \; C_4 = \mu_{\min}$

$C_5 = V_{cr1} C_6 = V_{cr2}$

- 第1臨界速度$V_{cr1} = C_5$は、0以外にする必要があります($C_5 \neq 0$)。
- 第1臨界速度$V_{cr1} = C_5$は、第2臨界速度$V_{cr2} = C_6$より小さくする必要があります($C_5 < C_6$)。
- 静止摩擦係数C_1と動摩擦係数C_2は、最大摩擦C_3より小さくする必要があります(($C_1 \leq C_3$かつ$C_2 \leq C_3$)。
- 最小摩擦係数C_4は、静止摩擦係数C_1および動摩擦係数C_2より小さくする必要があります($C_4 \leq C_1$かつ$C_4 \leq C_2$)。

表 *10:* 摩擦定式化の単位

I_{fric}FRIC	Fric	$C_1$1	$C_2$2	$C_3$3	$C_4$4	$C_5$5	$C_6$6
1		$\left[\frac{1}{\mathrm{Pa}}\right]$	$\left[\frac{\mathrm{s}}{\mathrm{m}}\right]$	$\left[\frac{\mathrm{s}}{\mathrm{Pa}\cdot\mathrm{m}}\right]$	$\left[\frac{1}{\mathrm{Pa}^2}\right]$	$\left[\frac{\mathrm{s}^2}{\mathrm{m}^2}\right]$	
2		$\left[\frac{1}{\mathrm{Pa}^2}\right]$	$\left[\frac{\mathrm{s}}{\mathrm{m}}\right]$	$\left[\frac{1}{\mathrm{Pa}}\right]$	$\left[\frac{\mathrm{s}}{\mathrm{m}}\right]$		$\left[\frac{\mathrm{s}}{\mathrm{m}}\right]$
3						$\left[\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\right]$	$\left[\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\right]$

14. 摩擦の定式化は、剛性(増分)の定式化であり、摩擦力は次のように計算されます:

$$F_t^{new} = \min\left(\mu F_n, F_{adh}\right) \tag{142}$$

このとき、粘着力は以下のように計算されます:

$F_{adh} = F_t^{old} + \Delta F_t$ ここで、 $\Delta F_t = K \cdot V_t \cdot dt$

ここで、V_tは、メインセグメントがあるセカンダリ節点の接線相対速度

15. 摩擦フィルタリング:

I_{filtr}FILTR ≠ 0の場合は、接線力がフィルタを使用して以下のようにスムージングされます:

$$F_t = \alpha \cdot F_t' + (1-\alpha) \cdot F_t'^{-1} \tag{143}$$

ここで、α係数は、以下のように計算されます:

- I_{filtr}FILTR = 1の場合:$\alpha = X_{freq}$、単純な数値フィルター
- I_{filtr}FILTR = 2の場合:$\alpha = \frac{2 \cdot \pi}{X_{freq}}$、標準の-3dBフィルターで、$X_{freq} = \frac{dt}{T}$、と$T$はフィルタリング期間
- I_{filtr}FILTR = 3の場合:$\alpha = 2 \cdot \pi \cdot X_{freq} \cdot dt$、標準の-3dBフィルターで、$X_{freq}$freqはカット周波数。

フィルタリング係数X_{freq}freqは、0～1の値にする必要があります。

16. 熱交換

I_{the}THE= 1(熱伝導をアクティブ化)にすることで、接触の熱交換と熱摩擦を考慮します。

- I_{the_form}the_form = 0の場合、熱交換はシェルと一定温度接触T_{int}INTの間で行われます。
- I_{the_form}the_form = 1の場合、熱交換はすべての接触片間で行われます。

*T_{int}INT*は*I_{the_form}the_form*=0の場合にのみ使用されます。この場合、メイン側の温度は一定(*T_{int}INT*に等しい)と想定されます。*I_{the_form}the_form*=1の場合、*T_{int}INT*は考慮されません。このため、メイン側の節点温度が考慮されます。

I_{the}THE = 2の場合、熱伝導は熱伝導係数*K_{the}THE*を使用して、セカンダリ側のみ計算されます。メイン側の温度は一定とはみなされず、各メイン節点で定義された温度場から計算されます。これらの節点温度は、/IMPTEMPを使用して定義された時間と空間によって変化する可能性があります。

熱伝導

I_{the}THE = 1の場合、セカンダリ側の材料は、熱伝導に有限要素定式化を使用する熱材料とする必要があります(/HEAT/MAT)。

熱伝導は、セカンダリ節点がギャップ状態になった場合に計算されます。

$$gap = \max\left[Gap_{\min}, \min\left(Fscale_{gap} \cdot g_s, Gap_{\max}\right)\right] \tag{144}$$

熱交換係数

- *fct_ID$_K$* = 0の場合、*K_{the}THE*は熱交換係数で、熱交換は熱交換サーフェスのみに依存します。
- *fct_ID$_K$* ≠ 0の場合、*K_{the}THE*はスケールファクターで、熱交換は接触圧力に依存します:

$$\mathrm{K} = K_{the} \cdot \mathrm{f}_K\left(Ascale_K, P\right) \tag{145}$$

ここで、f_Kは*fct_ID$_K$*の関数です。

17. 放射:

放射が接触で考慮されるのは、$F_{rad} \neq 0$で、セカンダリ節点のメインセグメントまでの距離、dが次の場合です:

$$Gap < d < D_{rad} \tag{146}$$

ここで、D_{rad}は放射計算の最大距離です。D_{rad}のデフォルト値は、以下の最大値として計算されます:

- 全節点中のGapの上限値(時間0における)
- セカンダリ要素の最小辺長

D_{rad}の値は、Radioss Engineのパフォーマンスの減少を引き起こすかもしれないため、高すぎる値に設定しないことを推奨します。

熱伝導の放射は以下のように計算されます:

$$h_{rad} = F_{rad}\left(T_m{}^2 + T_s{}^2\right) \cdot \left(T_m + T_s\right) \tag{147}$$

ここで、

$$F_{rad} = \frac{\sigma}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1} \tag{148}$$

ここで、

$\sigma = 5.669 \times 10^{-8}\left[\frac{\mathrm{W}}{\mathrm{m}^2\mathrm{K}^4}\right]$	シュテファンボルツマン定数
ε_1	セカンダリサーフェスの輻射率
ε_2	メインサーフェスの輻射率

18. 熱摩擦

- インターフェースでI_{the}*THE* > 0である場合、摩擦エネルギーは熱に変換されます。
- *Fheat*は、熱に変換されてセカンダリ側に伝達される、このエネルギーの一部として定義されます。
- 熱摩擦Q_{Fric}は、剛性定式化のために次のように定義されます:

$$Q_{Fric} = Fheat \cdot \frac{(F_{adh} - F_t)}{K} \cdot F_t \qquad (149)$$

19. 臨界減数係数によって、特に荷重が適用されるツールに対して、動的効果を軽減できます。これは油圧系プレスシステムのモデル化に使用できます。

減衰荷重(同様にトルク)は、下記のようにツールに適用されます。

$F_d = -Cv$ (同様に) $m_d = -C_r v_r$

ここで、$C = Damp \cdot \sqrt{2 \cdot mass \cdot K}$ 同様に $C_r = Damp_r \cdot \sqrt{2 \cdot I \cdot K_r}$

ここで、

C はツール質量*mass*(同様に慣性I)における臨界減衰のパーセンテージです。

K は全インターフェース剛性(同様に回転剛性K_r)です。

v (同様にv_r)は、ID_{ref}が0に等しい場合はツールの併進(同様に回転)速度であり、そうでない場合は、インターフェースID_{ref}のツールに関する相対速度です。

20. インターフェースのアクティブ化 / 非アクティブ化のために*sens_ID*が定義されている場合、T_{start}*START*およびT_{stop}*STOP*は考慮されません。

21. *Invn* = 1の場合、Radiossは、メイン法線が空白の方向を向いているか否かをチェックします。正しく方向付けされていない法線は、大きなペナルティと誤った結果をもたらす可能性があります。これが起こってしまった場合、この問題が検出されたときに計算を停止することが重要です。このオプションは、最初の衝撃の際にセカンダリ節点が正しい側(図 48)からのメインセグメントを含んでいるか動かをチェックします。そうでない場合、エラーメッセージが出て計算は停止されます。

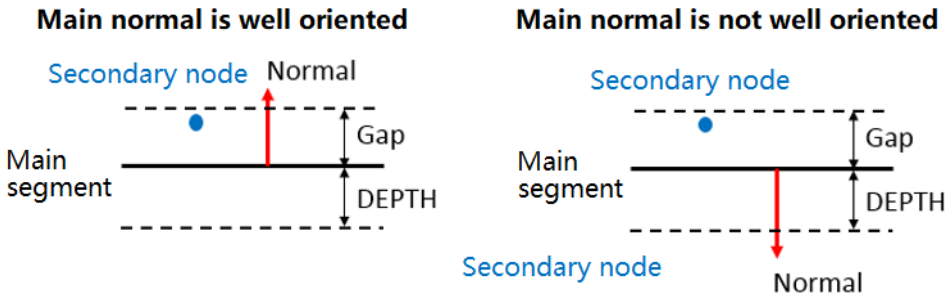


図 *48:*

- メイン法線の方向が正しい場合: 1つ目の衝撃は正しい側からです(ペナルティはGapより小さい)。
- メイン法線の方向が正しくない場合:1つ目の衝撃は正しくない側からです(ペナルティは*DEPTH*とほとんど等しい)。

このオプションはシェル要素にのみ使用でき、特別な注意を払って使用されるべきです。法線が正しい方向を向いていても、大きな初期ペナルティがある場合は計算は停止されます。

22. *fct_ID*$_c$ ≠0の場合、*Gap* < *d* ≤ *Dcond*のときは、熱伝達係数は距離dの関数として変化することができます。

この関数の横軸と縦軸は0から1の間である必要があります。

熱伝達係数は以下のように計算されます：

$$K = K_{the}(P=0) * fct\_ID_c\left(\frac{d-Gap}{Dcond-Gap}\right) \quad (150)$$

K_{the}*THE*が一定の場合、Kの最大値はK_{the}*THE*の値と等しくなります。そうでなければ、K_{the}*THE*が圧力に依存する場合、接触圧力P=0に対して最大値はK_{the}*THE*の値に等しくなります。

K は、距離が*Dcond*に等しい場合、ゼロに低下します。

23. *fct_ID*$_c$≠0の場合、熱伝達は以下として計算されます：

- 伝導熱伝達（*d* < *Gap*の場合）
- 伝導および放射熱伝達（*Gap* < *d* ≤ *Dcond*の場合）
- 放射熱伝達（*Dcond* < *d* ≤ *Drad*の場合）

24. *fct_ID*$_c$ ≠ 0および*Dcond* = 0の場合、*Dcond*=*Drad*となります。

Frad ≠ 0、*fct_ID*$_c$ ≠ 0、および*Drad* = 0の場合、*Drad* = *Dcond*となります。

/INTER/TYPE23

ブロックフォーマットのキーワード
エアバッグ用の接触インターフェースを定義し、エアバッグに属することになるメインサーフェスとセカンダリサーフェスの間の接触をモデル化します。

これは、折りたたまれたエアバッグのメッシュによく見られる貫通および交差を扱うことができる、穏やかなペナルティ接触です。このインターフェースは自己接触に使用できます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/INTER/TYPE23/*inter_ID*/*unit_ID*									
inter_title									
surf_ID$_s$	*surf_ID*$_m$	*I*$_{stf}$*STF*		*I*$_{gap}$*GAP*		*I*$_{bag}$*BAG*	*I*$_{del}$*DEL*		
Fscale$_{gap}$		*Gap*$_{max}$*max*		*Fpenmax*					
St$_{min}$*MIN*		*St*$_{max}$*MAX*							
StfacSTFAC		*Fric*		*Gap*$_{min}$*min*		*T*$_{start}$*START*		*T*$_{stop}$*STOP*	
I$_{BC}$*BC*		*InactiINACT*		*VIS*$_s$*s*				*BumultBMULT*	
I$_{fric}$*FRIC*	*I*$_{filtr}$*FILTR*	*X*$_{freq}$*freq*							

I$_{fric}$*FRIC* > 0の場合のみ、この入力を読み込みます。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
C$_1$*1*		*C*$_2$*2*		*C*$_3$*3*		*C*$_4$*4*		*C*$_5$*5*	

I$_{fric}$*FRIC* > 1の場合のみ、この入力を読み込みます。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
C$_6$*6*									
空白									
空白									
空白									

定義

フィールド	内容	SI単位の例
inter_ID	インターフェースの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
inter_title	インターフェースのタイトル （文字、最大100文字）	
surf_ID$_s$s	セカンダリサーフェスの識別子 （整数）	
surf_ID$_m$m	メインサーフェスの識別子 （整数）	
I$_{stf}$STF	剛性定義フラグ **= 0** *StfacSTFAC*は剛性スケールファクターで、剛性はセカンダリ側の特性に応じて計算されます。 **= 1** *StfacSTFAC*は剛性値です。 （整数）	
I$_{gap}$GAP	ギャップ/要素オプションフラグ 3 **= 0** ギャップは一定で、最小ギャップと一致します。 **= 1** 可変ギャップは被衝撃メインサーフェスおよび衝撃セカンダリ節点の特性に応じて変化します。 （整数）	
I$_{bag}$BAG	接触時のエアバッグベントホール閉鎖フラグ **= 0**（デフォルト） 閉鎖無し **= 1** 閉鎖 （整数）	
I$_{del}$DEL	節点削除フラグ。 **= 0**（デフォルト） 削除しません。	

フィールド	内容	SI単位の例
	= 1 結合されていない節点をインターフェースのセカンダリ側から削除します。 （整数）	
$Fscale_{gap}$	ギャップスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	
$Gap_{max}max$	最大ギャップ **= 0** ギャップの最大値が存在しません。 （実数）	[m]
Fpenmax	初期貫通の最大比率。4 （実数）	
$St_{min}MIN$	最小剛性 （実数）	$\left[\frac{N}{m}\right]$
$St_{max}MAX$	最大剛性 デフォルト = 10^{30}（実数）	$\left[\frac{N}{m}\right]$
StfacSTFAC	インターフェース剛性（$I_{stf}STF$ = 1の場合） デフォルトは0.0に設定されます（実数）	$\left[\frac{N}{m}\right]$
	インターフェースの剛性スケールファクター（$I_{stf}STF$ = 0の場合） デフォルト = 1.0（実数）	
Fric	Coulomb摩擦。 （実数）	
$Gap_{min}min$	衝撃アクティブ化の最小ギャップ （実数）	[m]
$T_{start}START$	開始時間 （実数）	[s]
$T_{stop}STOP$	一時的な非アクティブ化の時間。 （実数）	[s]
$I_{BC}BC$	接触時の境界条件の非アクティブ化フラグ	

フィールド	内容	SI単位の例
	（ブーリアン）	
InactiINACTI	初期貫通時の剛性の剛性非アクティブ化フラグ 4 **= 0** 処理を実行しません。 **= 1** 節点の剛性を非アクティブ化します。 **= 5** ギャップは時間と共に変化し、初期ギャップは次のように計算されます： $gap_0 = Gap - P_0$ ここでP_0は初期貫通 **= 6** ギャップは時間経過により変化し、初期貫通は下記のように計算されます（節点がわずかに貫通を受けます）： $gap_0 = Gap - P_0 - 5\% \cdot (Gap - P_0)$。 （整数）	
VIS$_s$s	インターフェース剛性の臨界減衰係数 デフォルトは1.0に設定されます（実数）	
BumultBMULT	ソート係数。5 6 デフォルトは0.20に設定されます（実数）	
I$_{fric}$FRIC	摩擦定式化フラグ。8 9 **= 0**（デフォルト） 静的なCoulomb摩擦則。 **= 1** 汎用の粘性摩擦則。 **= 2** （修正）Darmstad摩擦則。 **= 3** Renard摩擦則。 （整数）	
I$_{filtr}$FILTR	摩擦フィルタリングフラグ。10 **= 0**（デフォルト） フィルターを使用しません。 **= 1** 単純な数値フィルター。 **= 2** フィルタリング時間による標準の-3dBフィルター。 **= 3** カットオフ周波数による標準の-3dBフィルター。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	
$X_{freq}freq$	フィルタリング係数。 0から1の間の値にする必要があります。 （実数）	
C_11 - C_66	（オプション）摩擦則係数。 （実数）	参照：表 11

境界条件の非アクティブ化フラグ：**IBC**

(1)-1	**(1)-2**	**(1)-3**	**(1)-4**	**(1)-5**	**(1)-6**	**(1)-7**	**(1)-8**	**(1)-9**	**(1)-10**
							$I_{BCX}BCX$	$I_{BCY}BCY$	$I_{BCZ}BCZ$

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
$I_{BCX}BCX$	衝撃時のX境界条件の非アクティブ化フラグ *= 0* フリー自由度 *= 1* 固定自由度 （ブーリアン）	
$I_{BCY}BCY$	衝撃時のY境界条件の非アクティブ化フラグ *= 0* フリー自由度 *= 1* 固定自由度 （ブーリアン）	
$I_{BCZ}BCZ$	衝撃時のZ境界条件の非アクティブ化フラグ *= 0* フリー自由度 *= 1* 固定自由度	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（ブーリアン）	

コメント

1. 接触剛性の場合：

   $K = Stfac \cdot K_s$ *Istf*STF = 0の場合

   このとき、

   K_s はセカンダリ成分の等価節点剛性で、次のように計算されます：

   $K_s = Stfac \cdot 0.5 \cdot E \cdot t$ 節点がシェル要素に結合されている場合。

   ここで、

E	ヤング率
B	セカンダリ成分の体積弾性率
t	シェル厚
V	ソリッド要素の体積

2. *Gap*$_{min}$*min*が指定されなかった場合または0に設定された場合は、デフォルト値がt（セカンダリシェル要素の平均板厚）の最小値として計算されます。
3. *Igap*GAP = 1の場合、可変ギャップは次のように計算されます：

   $$\max\left[Gap_{\min}, \min\left(Fscale_{gap} \cdot g_s, Gap_{\max}\right)\right] \quad (151)$$

   このとき、

   g_s：セカンダリ節点のギャップ：

   $g_s = \frac{t}{2}$ ここでtは、セカンダリ節点に結合されているシェル要素の最大板厚です。

   セカンダリ節点が複数のシェルに結合されている場合は、計算された中で最も大きいセカンダリギャップが使用されます。

   可変ギャップは常に*Gap*$_{min}$*min*以上です。
4. 膨張前にインターフェースに対する数値（高周波数）の影響を回避するためには、*InactiINACTI* = 6が推奨されます。

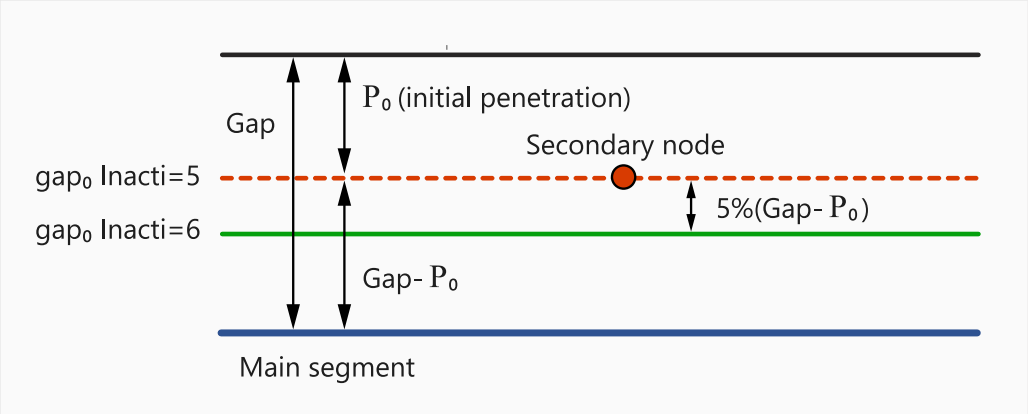


図 *49:*

InactiINACTI = 5または6で、かつ*Fpenmax*が0でない場合、次の条件が満たされると、節点剛性は非アクティブになります:

$$Penetration \geq Fpenmax \cdot Gap \qquad (152)$$

5. ソートアルゴリズムを高速化するには、ソート係数*BumultBMULT*を使用します。
6. ソート係数*BumultBMULT*はマシンによって異なります。
7. 1つの節点が2つのサーフェスに同時に属することができます。
8. 摩擦定式化の場合
   - 摩擦フラグI_{fric}*FRIC* = 0(デフォルト)の場合は、従来の静的摩擦係数の定式化が使用されます:
     $F_t \leq \mu \cdot F_n$ ここで、$\mu = Fric$(μは、クーロン摩擦係数)
   - フラグI_{fric}*FRIC* > 0の場合、新しい摩擦モデルが導入されます。この場合、摩擦係数は次の関数によって設定されます: $\mu = \mu(\rho, V)$
     ここで、

p	メインセグメントの垂直抗力の圧力
V	メインセグメントに相対するセカンダリ節点の接線速度

9. 現在は、係数C_1*1*～C_6*6*を使用して、新しい摩擦定式化の可変摩擦係数μを定義しています。
   以下の定式化を使用できます:
   - I_{fric}*FRIC* = 1(汎用の粘性摩擦則):
     $$\mu = Fric + C_1 \cdot p + C_2 \cdot V + C_3 \cdot p \cdot V + C_4 \cdot p^2 + C_5 \cdot V^2 \qquad (153)$$
   - I_{fric}*FRIC* = 2(修正Darmstad則):
     $$\mu = Fric + C_1 \cdot e^{(C_2 V)} \cdot p^2 + C_3 \cdot e^{(C_4 V)} \cdot p + C_5 \cdot e^{(C_6 V)} \qquad (154)$$
   - I_{fric}*FRIC* = 3(Renard則):
     $\mu = C_1 + (C_3 - C_1) \cdot \frac{V}{C_5} \cdot \left(2 - \frac{V}{C_5}\right)$ の、$V \in [0, C_5]$
     $\mu = C_3 - \left((C_3 - C_4) \cdot \left(\frac{V - C_5}{C_6 - C_5}\right)^2 \cdot \left(3 - 2 \cdot \frac{V - C_5}{C_6 - C_5}\right)\right)$、右記の場合; $V \in [C_5, C_6]$

$$\mu = C_2 - \frac{1}{\frac{1}{C_2 - C_4} + (V - C_6)^2}$$ 、右記の場合; $V \geq C_6$

ここで、

$C_1 = \mu_s$	$C_4 = \mu_{\min}$
$C_2 = \mu_d$	$C_5 = V_{cr1}$
$C_3 = \mu_{\max}$	$C_6 = V_{cr2}$

- 第1臨界速度$V_{cr1} = C_5$は、0以外にする必要があります($C_5 \neq 0$)。
- 第1臨界速度$V_{cr1} = C_5$は、第2臨界速度$V_{cr2} = C_6$より小さくする必要があります($C_5 < C_6$)。
- 静止摩擦係数C_1と動摩擦係数C_2は、最大摩擦C_3より小さくする必要があります($C_1 \leq C_3$かつ$C_2 \leq C_3$)。
- 最小摩擦係数 C_4

表 *11:* 摩擦定式化の単位

I_{fric}FRIC	Fric	$C_1$1	$C_2$2	$C_3$3	$C_4$4	$C_5$5	$C_6$6
1		$\left[\frac{1}{\mathrm{Pa}}\right]$	$\left[\frac{\mathrm{s}}{\mathrm{m}}\right]$	$\left[\frac{\mathrm{s}}{\mathrm{Pa \cdot m}}\right]$	$\left[\frac{1}{\mathrm{Pa}^2}\right]$	$\left[\frac{\mathrm{s}^2}{\mathrm{m}^2}\right]$	
2		$\left[\frac{1}{\mathrm{Pa}^2}\right]$	$\left[\frac{\mathrm{s}}{\mathrm{m}}\right]$	$\left[\frac{1}{\mathrm{Pa}}\right]$	$\left[\frac{\mathrm{s}}{\mathrm{m}}\right]$		$\left[\frac{\mathrm{s}}{\mathrm{m}}\right]$
3						$\left[\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\right]$	$\left[\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\right]$

10. 摩擦フィルタリング

I_{filtr}*FILTR* ≠ 0の場合は、接線力がフィルタを使用して以下のようにスムージングされます:

$$F_t = \alpha \cdot F'_t + (1 - \alpha) \cdot F'^{-1}_t \tag{155}$$

ここで、α係数は、以下のように計算されます:

- I_{filtr}*FILTR* = 1の場合:$\alpha = X_{freq}$、単純な数値フィルター
- I_{filtr}*FILTR* = 2の場合:$\alpha = \frac{2 \cdot \pi}{X_{freq}}$、標準の-3dBフィルターで、$X_{freq} = \frac{dt}{T}$、と$T$はフィルタリング期間
- I_{filtr}*FILTR* = 3の場合:$\alpha = 2 \cdot \pi \cdot X_{freq} \cdot dt$、標準の-3dBフィルターで、$X_{freq}$*freq*はカット周波数。

  フィルタリング係数X_{freq}*freq*は、0～1の値にする必要があります。

11. 摩擦ペナルティ定式化タイプは、増分剛性定式化に基づきます。

摩擦力は次のとおりです:

$$F_t^{new} = \min(\mu F_n, F_{adh}) \tag{156}$$

このとき、粘着力は以下のように計算されます:

$F_{adh} = F_t^{old} + \Delta F_t$ ここで、$\Delta F_t = K \cdot V_t \cdot dt$

V_tは、メインセグメントに相対するセカンダリ節点の接線速度

/INTER/TYPE24

ブロックフォーマットのキーワード
TYPE24は、ペナルティ法を使用した一般的な節点対サーフェスの接触インターフェースです。

ペナルティ剛性は一定であるため、時間ステップの影響は受けません（標準ペナルティ剛性の場合）。ソリッド要素にはゼロのギャップが割り当てられます。単一サーフェス、サーフェス対サーフェス、または節点対サーフェスという3種類の入力接触を定義できます。このインターフェースは、インターフェースTYPE3、TYPE5、またはTYPE7に代えて使用できます。陰解法の場合、このインターフェースTYPE24はSMPのみで使用できます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/INTER/TYPE24/*inter_ID*/*unit_ID*									
inter_title									
surf_ID$_1$*surf*	*surf_ID*$_2$*surf_*	I_{stf}*STF*			*Irem_i2*		I_{del}*DEL*		
grnd_ID$_s$*s*			I_{edge}*EDGE*	*Edge_angle*		*Gap_max_s*		*Gap_max_m*	
St_{min}*MIN*		St_{max}*MAX*		I_{gap0}*GAP0*	I_{pen0}	*Ipen_max*			

必要なフィールド

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
*Stfac*STFAC		*Fric*				T_{start}*START*		T_{stop}*STOP*	
I_{BC}*BC*		*InactiINAC1*		*VIS*$_s$*s*				*Tpressfit*	
I_{fric}*FRIC*	I_{filtr}*FILTR*	X_{freq}*freq*			*sens_ID*				*fric_ID*

I_{fric}*FRIC* > 0の場合のみ、この入力を読み込みます。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
C_1*1*		C_2*2*		C_3*3*		C_4*4*		C_5*5*	

I_{fric}*FRIC* > 1の場合のみ、この入力を読み込みます。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
C_6*6*									

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
inter_ID	インターフェースの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
inter_title	インターフェースのタイトル （文字、最大100文字）	
surf_ID$_1$*surf_ID*$_1$	第1サーフェスの識別子 1 （整数）	
surf_ID$_2$*surf_ID*$_2$	セカンドサーフェスの識別子。 （整数）	
I_{stf}*STF*	インターフェース剛性定義フラグ 2 3 *= 0* /DEFAULT/INTER/TYPE24で定義した値に設定されます。 *= 2* インターフェース剛性は、メインおよびセカンダリ剛性の平均です。 *= 3* インターフェース剛性は、メインおよびセカンダリ剛性の最大値です。 *= 4* インターフェース剛性は、メインおよびセカンダリ剛性の最小値です。 *= 5* インターフェース剛性は、直列のメインおよびセカンダリ剛性です。 *= 6* インターフェース剛性は、陰解法解析で収束を向上させるために特別な調整が施されたメインおよびセカンダリ剛性の最小値です。 *= 12* Nitsche法は、メインおよびセカンダリ剛性の平均で使用されます。 *= 13* Nitsche法は、メインおよびセカンダリ剛性の最大値で使用されます。 *= 14* Nitsche法は、メインおよびセカンダリ剛性の最小値で使用されます。 *= 1000* */DEFAULT/INTER/TYPE24*が定義されていない場合のデフォルト インターフェース剛性はメイン側の剛性のみに基づきます。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	
Irem_i2	インターフェースTYPE2で同じ接触ペア（節点 / セグメント）が定義されている場合に、セカンダリ節点を非アクティブにするためのフラグ。 *=0* /DEFAULT/INTER/TYPE24で定義した値に設定されます。 *= 1* */DEFAULT/INTER/TYPE24*が定義されていない場合のデフォルト /INTER/TYPE2タイド接触内のセカンダリ節点は、この接触から削除されます。 *=3* セカンダリ節点に変更なし。	
I_{del}*DEL*	節点およびセグメントの削除フラグ。 *= 0* /DEFAULT/INTER/TYPE24で定義した値に設定されます。 *= 1* 1つのセグメントに関連付けられたすべての要素4節点シェル、3節点シェル、ソリッド）が削除されると、メイン側の面からそのセグメントを削除します。このセグメントはEngineファイルでRadioss Engineキーワード/DELを使用した明示的な削除の場合にも、削除されます。 さらに、結合されていない節点をインターフェースのセカンダリ側から削除します。 *= 2* 4節点シェル、3節点シェル、またはソリッド要素が削除されると、メイン側の面から、対応するセグメントを削除します。このセグメントはEngineファイルでRadioss Engineキーワード/DELを使用した明示的な削除の場合にも、削除されます。 さらに、結合されていない節点をインターフェースのセカンダリ側から削除します。 *= 1000* */DEFAULT/INTER/TYPE24*が定義されていない場合のデフォルト 削除しません。 注: I_{del}*DEL*を使用すると、CPUコストが高くなります。	
grnd_ID$_s$*s*	節点グループの識別子 1 定義されている場合、節点グループはセカンダリ節点として追加されます。 （整数）	
I_{edge}*EDGE*	エッジとエッジの接触のフラグ	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 0（デフォルト） /DEFAULT/INTER/TYPE24で定義した値に設定されます。 *= 1* エッジとエッジの接触は、*surf_ID*$_1$*surf_ID*$_1$および*surf_ID*$_2$*surf_ID*$_2$からの外部境界エッジおよび接触セグメント間の鋭角エッジを使用してアクティブ化されます。9 *= 1000* */DEFAULT/INTER/TYPE24*が定義されていない場合のデフォルト エッジとエッジの接触なし。 （整数）	
Edge_angle	エッジ角度 *I*$_{edge}$*EDGE* =1の場合のみ使用同じエッジを共有する2つのセグメント間の角度が*Edge_angle*の値より小さい場合、鋭角エッジがエッジ接触に含まれます。9 デフォルト = 135°（実数）	$[\mathrm{deg}]$
Gap_max_s	セカンダリの最大ギャップ。4 デフォルト = 10^{30}（実数）	$[\mathrm{m}]$
Gap_max_m	メインの最大ギャップ。4 デフォルト = 10^{30}（実数）	$[\mathrm{m}]$
St$_{min}$*MIN*	最小剛性（*I*$_{stf}$*STF* > 1かつ*I*$_{stf}$*STF* < 7の場合にのみ使用されます）2 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}\right]$
St$_{max}$*MAX*	最大剛性（*I*$_{stf}$*STF* > 1かつ*I*$_{stf}$*STF* < 7の場合にのみ使用されます）2 デフォルト = 10^{30}（実数）	$\left[\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}\right]$
I$_{gap0}$*GAP0*	フリーエッジ上のセカンダリシェル節点のギャップ修正フラグ。 *= 0*（デフォルト） /DEFAULT/INTER/TYPE24で定義した値に設定されます。 *= 1* セカンダリシェル節点のギャップを0に設定します。 *= 1000* */DEFAULT/INTER/TYPE24*が定義されていない場合のデフォルト 変更なし。 （整数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
I_{pen0}	初期貫通検出フラグ 8 = *0*（デフォルト） `/DEFAULT/INTER/TYPE24`で定義した値に設定されます。 = *1* 各パートでの自己接触を含む = *1000* */DEFAULT/INTER/TYPE24*が定義されていない場合のデフォルト 各パートでの自己接触は除外 （整数）	
Ipen_max	最大初期貫通 7 デフォルト = 0（実数）	[m]
StfacSTFAC	インターフェース剛性スケールファクター。2 デフォルト = 1.0（実数）	
Fric	Coulomb摩擦。5 （実数）	
T_{start}*START*	開始時間。9 （実数）	[s]
T_{stop}*STOP*	一時的な非アクティブ化の時間 9 デフォルト = 10^{30}（実数）	[s]
I_{BC}*BC*	接触時の境界条件の非アクティブ化フラグ （ブーリアン）	
InactiINACTI	初期貫通フラグ 7 = *0*（デフォルト） `/DEFAULT/INTER/TYPE24`で定義した値に設定されます。 = *-1* すべての初期貫通が考慮されます。 = *5* メインセグメントは初期貫通値P_0でシフトされます。 $P \geq P_0$の場合は、$P' = P - P_0$になります。ここで、P_0は初期貫通です。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= *1000* */DEFAULT/INTER/TYPE24*が定義されていない場合のデフォルト ごく小さい初期貫通のみが考慮されます。 （整数）	
VIS_s*s*	インターフェース剛性の臨界減衰係数 デフォルト = 0.05（実数）	
Tpressfit	初期貫通による接触力を適用する時間（圧入）。*InactiINACTI*=-1設定時の陰解法でのみ使用可能です。 デフォルト = 10000サイクルに相当する時間（実数）	[s]
I_{fric}*FRIC*	摩擦定式化フラグ。5 *fric_ID*が定義されていない場合のみ使用されます。 = *0*（デフォルト） 静的なCoulomb摩擦則。 = *1* 汎用の粘性摩擦則。 = *2* （修正）Darmstad摩擦則。 = *3* Renard摩擦則。 （整数）	
I_{filtr}*FILTR*	摩擦フィルタリングフラグ。6 = *0*（デフォルト） フィルターを使用しません。 = *1* 単純な数値フィルター。 = *2* フィルタリング時間による標準の-3dBフィルター。 = *3* カットオフ周波数による標準の-3dBフィルター。 （整数）	
X_{freq}*freq*	フィルタリング係数。6 デフォルト = 1.0（実数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
sens_ID	インターフェースをアクティブ化 / 非アクティブ化するためのセンサーの識別子 9 （整数）	
fric_ID	選択されたパートのペアについての摩擦定義の摩擦識別子 *= 0*（デフォルト） このインターフェース内で定義されている摩擦パラメータを使用します。 *≠ 0* /FRICTION/*fric_ID*を使用します。 （整数）	
$C_1 1$ - $C_6 6$	摩擦則係数。5 （実数）	参照：表 12

境界条件の非アクティブ化フラグ：**IBC**

(1)-1	**(1)-2**	**(1)-3**	**(1)-4**	**(1)-5**	**(1)-6**	**(1)-7**	**(1)-8**
					I_{BCX}BCX	I_{BCY}BCY	I_{BCZ}BCZ

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
I_{BCX}BCX	衝撃時のX境界条件の非アクティブ化フラグ *=0* フリー自由度 *=1* 固定自由度 （ブーリアン）	
I_{BCY}BCY	衝撃時のY境界条件の非アクティブ化フラグ *=0* フリー自由度 *=1* 固定自由度 （ブーリアン）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
I_{BCZ}*BCZ*	衝撃時のZ境界条件の非アクティブ化フラグ *=0* フリー自由度 *=1* 固定自由度 （ブーリアン）	

コメント

1. 接触メイン / セカンダリペアは以下の3つの方法で定義できます：
   - 1つの自己接触サーフェスのみ：*surf_ID*$_1$*surf_ID*$_1$ > 0,および*surf_ID*$_2$*surf_ID*$_2$ = 0
   - 対称的なサーフェス対サーフェス：*surf_ID*$_1$*surf_ID*$_1$ > 0および*surf_ID*$_2$*surf_ID*$_2$ > 0
   - 節点対サーフェス：*grnd_ID*$_s$*s* > 0、*surf_ID*$_1$*surf_ID*$_1$ = 0、および*surf_ID*$_2$*surf_ID*$_2$ > 0

   grnd_ID$_s$*s* > 0は、節点対サーフェス接触タイプを定義するために使用されますが、他の接触タイプでも使用できます。その場合、節点グループは、単純に補足的セカンダリ節点として追加されます。これは、ユーザーがスプリング要素節点、剛体のメイン節点などを接触に（セカンダリ節点として）追加する場合に役立ちます。

   サーフェスがシェルを使用して定義されている場合は、反対の法線方向を持つ2つの接触セグメント（半分の板厚（t）でシフトされたもの）が生成されます：

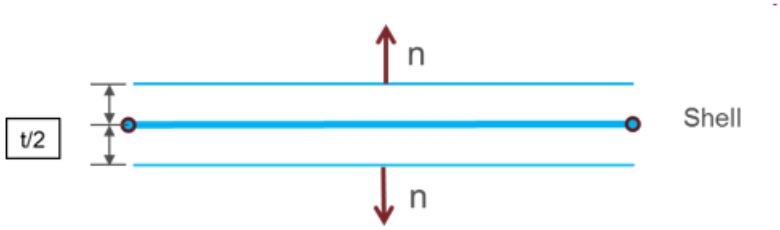


   図 *50:*

   SPMDの場合、*surf_IDi*（*i*=1, 2）によって定義される各メインセグメントを1つの要素に関連付ける必要があります（ボイド要素の場合もあります）。

   サーフェス定義`/SURF/PART/ALL`は、TYPE24では使用できません。

2. 接触剛性*K*は以下のように定義されます：

$$K = \max\left[St_{\min}, \min\left(St_{\max}, K_n\right)\right] \qquad (157)$$

   ここで、K_nはI_{stf}*STF*に依存

   - I_{stf}*STF* = 1000の場合、$K_n = K_m$（デフォルトの剛性）
   - I_{stf}*STF* = 2、$K_n = \frac{K_m + K_s}{2}$
   - I_{stf}*STF* = 3、$K_n = \max\left(K_m, K_s\right)$
   - I_{stf}*STF* = 4、$K_n = \min\left(K_m, K_s\right)$

- I_{stf}*STF* = 5、$K_n = \frac{K_m \cdot K_s}{K_m + K_s}$
- I_{stf}*STF* = 6、$K_n = \min(K_m, K_s)$、

  柔らかい剛性。このオプションは陰解法のみで使用可能です。

  各接点について、非線形反復収束をより簡単にするために、より小さい初期剛性が使用されます。接触パート（増大する貫通または反発を伴うもの）の反作用の関数用に剛性は調整されますが、常に入力剛性より小さなものになります。
- I_{stf}*STF* = 12、Nitsche法：$K_n = \frac{K_m + K_s}{2}$
- I_{stf}*STF* = 13、Nitsche法：$K_n = \max(K_m, K_s)$
- I_{stf}*STF* = 14、Nitsche法：$K_n = \min(K_m, K_s)$

K_m：メインセグメントの剛性

- $K_m = Stfac \cdot 0.5 \cdot E \cdot t$、メインセグメントがシェル上にある場合
- $K_m = \max\left(Stfac \cdot 0.5 \cdot E \cdot t, Stfac \cdot B \cdot \frac{S^2}{V}\right)$、メインセグメントがシェルとソリッドによって共有されている場合
- $K_m = Stfac \cdot B \cdot \frac{S^2}{V}$メインセグメントがソリッド上に存在する場合。

K_s：セカンダリ節点剛性は、インターフェースTYPE24として考慮される相当節点剛性で、次のように計算されます：

- $K_s = Stfac \cdot 0.5 \cdot E \cdot t$、節点がシェル要素に結合されている場合
- $K_s = Stfac \cdot B \cdot \sqrt[3]{V}$、節点がソリッド要素に結合されている場合

ここで、

S	セグメント面積
V	ソリッドの体積
B	体積弾性率
t	シェルの板厚

*StfacSTFAC*の値は1.0より大きい値であることが可能です。剛性係数の値に制限はありません（値が1.0より大きいと、最初の時間ステップが短くなる場合があります）。

/PROP/VOIDと/MAT/VOIDを使用する際、ボイド材料の材料プロパティと板厚が入力されなければなりません。そうしないと、ボイド要素の接触合成はゼロになります。シェル要素の剛性が接触計算に使用されるため、これは、ボイドシェル要素がソリッド要素と要素を共有する場合に特に重要です。

陰解法解析が検討される場合（/IMPLICITで定義）、デフォルト値はI_{stf}*STF*= 4ですが、弾性構造や曲げ主体の構造についてはI_{stf}*STF* = 6が推奨されます。

3. Nitsche法[3]は、接触方程式を解くために使用する接触アルゴリズムです。この手法は、従来のペナルティ接触法の代わりに使用できます。Nitsche法の方が、接触での貫通を防止できる点で優れています。特に、ゴムと金属との接触のように、材料剛性が異なるコンポーネントどうしの接触で効果的です。このようなケースでは、ペナルティ剛性の選択が困難です。最小の剛性を使用すると、大きい貫通が発生する可能性があり、最大の接触剛性を使用すると、要素が大きく変形して時間ステップが短くなる可能性があるからです。Nitsche法では、接触剛性、貫通、要素の応

力を使用して接触力を計算するので、このような問題のモデル化を改善できます。Nitsche法は、ソリッド間の単一サーフェス接触またはサーフェス間接触にのみ使用でき、エッジ間接触には使用できません。

4. ギャップは衝撃ごとに次のように自動計算されます（TYPE7のI_{gap}*GAP* = 1可変ギャップと同様）：

$$gap = g_m + g_s \tag{158}$$

このとき、

- g_m: メイン要素のギャップ：

  $g_m = \frac{t}{2}$、ここでtは、シェル要素に対するメイン要素の板厚

  $g_m = 0$、3次元ソリッド要素の場合

- g_s: セカンダリ節点のギャップ：

  $g_s = 0$、セカンダリ節点がどの要素にも結合されていないか、3次元ソリッド要素またはスプリング要素にのみ結合されている場合

  $g_s = \frac{t}{2}$、セカンダリ節点がシェル要素に接続されている場合。ここで、tは、セカンダリ節点に結合されているシェル要素の最大板厚

  $g_s = \frac{\sqrt{S}}{2}$、セカンダリ節点がトラス要素またはビーム要素に結合されている場合。ここで、S は1次元要素の断面

セカンダリ節点が複数のシェルおよび/またはビームまたはトラスに結合されている場合は、計算された中で最も大きいセカンダリギャップが使用されます。

g_m とg_sは、ギャップの計算前に*Gap_max_m*と*Gap_max_s*によって別々に制限されます。

I_{gap0}*GAP0*=1についての制限：

自由エッジ上のセカンダリシェル節点のギャップ修正フラグは、セカンダリ節点がオプションの節点グループ（*grnd_IDs*）で定義されている場合は何の影響も及ぼしません。

5. *fric_ID*が定義されている場合、接触摩擦は`/FRICTION`で定義され、この入力カード内の摩擦入力（I_{fric}*FRIC*、C_1*1*など）使用されません。

摩擦力は次のとおりです：

$$F_t^{new} = \min\left(\mu F_n, F_{adh}\right) \tag{159}$$

このとき、粘着力は以下のように計算されます：

$F_{adh} = F_t^{old} + \Delta F$ ここで、$\Delta F_t = K \cdot V_t \cdot dt$

ここで、μはクーロン摩擦で、以下のように定義されます：

- フラグI_{fric}*FRIC*の場合（デフォルト）：

  $\mu = Fric$ ここで$F_T \le \mu \cdot F_N$（クーロン摩擦）

- フラグI_{fric}*FRIC* > 1の場合、新しい摩擦モデルが導入されます。この場合、摩擦係数は次の関数によって設定されます：

  $\mu = \mu(\rho, V)$

  ここで、

ρ	メインセグメントの垂直抗力の圧力
V	メインセグメントに相対するセカンダリ節点の接線速度

現在は、係数$C_1 1 \sim C_6 6$を使用して、新しい摩擦定式化の可変摩擦係数μを定義しています。

以下の定式化を使用できます：

- I_{fric}FRIC = 1（汎用の粘性摩擦則）：

$$\mu = Fric + C_1 \cdot p + C_2 \cdot V + C_3 \cdot p \cdot V + C_4 \cdot p^2 + C_5 \cdot V^2 \quad (160)$$

- I_{fric}FRIC = 2（修正Darmstad則）：

$$\mu = Fric + C_1 \cdot e^{(C_2 V)} \cdot p^2 + C_3 \cdot e^{(C_4 V)} \cdot p + C_5 \cdot e^{(C_6 V)} \quad (161)$$

- I_{fric}FRIC = 3（Renard則）：

$\mu = C_1 + (C_3 - C_1) \cdot \frac{V}{C_5} \cdot \left(2 - \frac{V}{C_5}\right)$ の、$V \in [0, C_5]$

$\mu = C_3 - \left((C_3 - C_4) \cdot \left(\frac{V - C_5}{C_6 - C_5}\right)^2 \cdot \left(3 - 2 \cdot \frac{V - C_5}{C_6 - C_5}\right)\right)$、右記の場合；$V \in [C_5, C_6]$

$\mu = C_2 - \frac{1}{\frac{1}{C_2 - C_4} + (V - C_6)^2}$、右記の場合；$V \geq C_6$

ここで、

$C_1 = \mu_s$	$C_4 = \mu_{\min}$
$C_2 = \mu_d$	$C_5 = V_{cr1}$
$C_3 = \mu_{\max}$	$C_6 = V_{cr2}$

  - 第1臨界速度$V_{cr1} = C_5$は、0以外にする必要があります（$C_5 \neq 0$）。
  - 第1臨界速度$V_{cr1} = C_5$は、第2臨界速度$V_{cr2} = C_6 (C_5 < C_6)$より小さくする必要があります。
  - 静止摩擦係数C_1と動摩擦係数C_2は、最大摩擦C_3より小さくする必要があります（($C_1 \leq C_3$かつ$C_2 \leq C_3$）。
  - 最小摩擦係数C_4は、静止摩擦係数C_1および動摩擦係数C_2より小さくする必要があります（$C_4 \leq C_1$かつ$C_4 \leq C_2$）。

表 *12:* 摩擦定式化の単位

I_{fric}FRIC	Fric	$C_1 1$	$C_2 2$	$C_3 3$	$C_4 4$	$C_5 5$	$C_6 6$
1		$\left[\frac{1}{\text{Pa}}\right]$	$\left[\frac{\text{s}}{\text{m}}\right]$	$\left[\frac{\text{s}}{\text{Pa} \cdot \text{m}}\right]$	$\left[\frac{1}{\text{Pa}^2}\right]$	$\left[\frac{\text{s}^2}{\text{m}^2}\right]$	

I_{fric}FRIC	Fric	$C_1$1	$C_2$2	$C_3$3	$C_4$4	$C_5$5	$C_6$6
2		$\left[\frac{1}{Pa^2}\right]$	$\left[\frac{s}{m}\right]$	$\left[\frac{1}{Pa}\right]$	$\left[\frac{s}{m}\right]$		$\left[\frac{s}{m}\right]$
3						$\left[\frac{m}{s}\right]$	$\left[\frac{m}{s}\right]$

6. 摩擦フィルタリング

I_{filtr}FILTR = 1、2または3の場合は、接線力がフィルタを使用して以下のようにスムージングされます:

$$F_t = \alpha \cdot F'_t + (1-\alpha) \cdot F'^{-1}_t \qquad (162)$$

ここで、α係数は、以下のように計算されます:

- I_{filtr}FILTR = 1の場合:α = X_{freq}freq、単純な数値フィルター
- I_{filtr}FILTR = 2の場合: $\alpha = \frac{2 \cdot \pi}{X_{freq}}$、標準の-3dBフィルターで、$X_{freq} = \frac{dt}{T}$、$T$はフィルタリング期間
- I_{filtr}FILTR = 3の場合:$\alpha = 2 \cdot \pi \cdot X_{freq} \cdot dt$標準の-3dBフィルターで、$X_{freq}$freq = カット周波数。

フィルタリング係数X_{freq}freqは、0～1の値にする必要があります。

7. *InactiINACTI*および*Ipen_max*、初期貫通の取り扱い:

- *InactiINACTI* = 1000:初期貫通が無視されます。接触力は加えられませんが、節点は接触から非アクティブ化されません。節点が接触しなくなり、後で接触し直した場合は、そのときに接触力が加えられます。

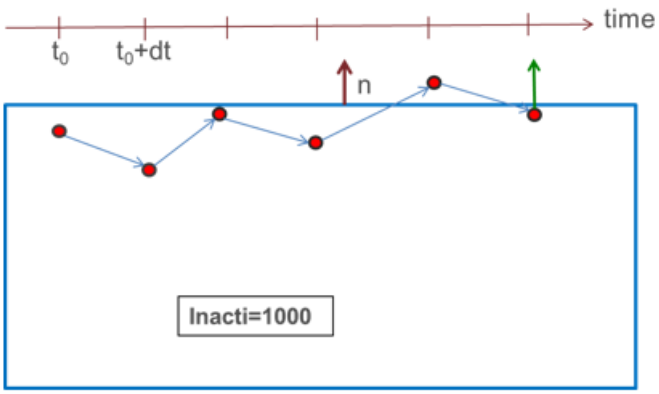


図 *51:*

- *InactiINACTI* = -1:初期荷重はすべての貫通節点上に加えられます。高い初期貫通は回避する必要があります。これにより、大きな接触力が生じ、計算開始時に高エネルギーエラーとなる可能性があるからです。初期貫通による接触力は、T_{start}*START*または*sens_ID*で定義される接触のアクティブ化時間においてゼロから増加され、接触のアクティブ化後の最大値Tpressfitまでに増加されます。初期貫通による接触力の増加により、モデルの圧入状態をシミュレートすることができます。動的効果を避けるため、*Tpressfit*を小さすぎる値に設定しないでください。デフォルトでは、*Tpressfit*は、10000サイクルに相当する時間です。
- *InactiINACTI* = 5:= 5: メインセグメントは初期貫通値(P_0)でシフトされるため、時間0においては初期荷重は付与されません。

メインセグメントの位置が復元されるのは、P_0より大きい反発の場合のみです。

逆に、セカンダリ節点が引き続き貫通する場合は、貫通は以下のように計算されます：

$$P' = P - P_0 \tag{163}$$

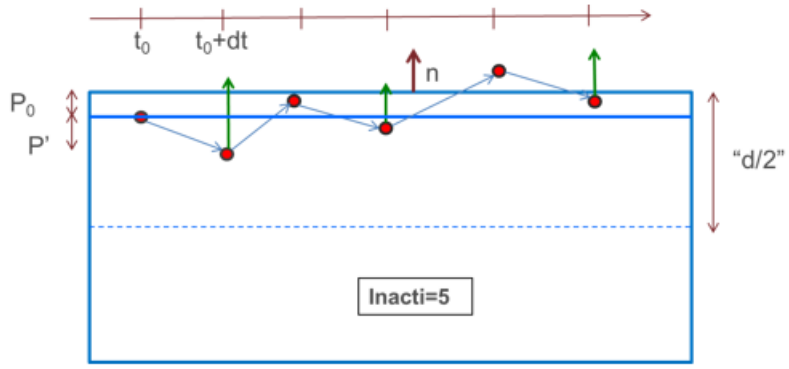


図 *52:*

- 交差および大きい初期貫通（*InactiINACTI*= -1および5）：

  シェルおよび厚いシェル：初期交差は回避する必要があります。これにより、接触力方向に誤りが生じ、セカンダリ節点の固定につながる可能性があるからです。

  ソリッド：デフォルトで、初期貫通の検索で考慮される距離は、以下のように計算されます：

$$d = \frac{\sum_{mainsegments} \frac{1}{2} \min\left[\frac{V}{A}, \max_{edge=1,4}(L_{edge})\right]}{N\_m\_seg} \tag{164}$$

  このとき、各メインセグメントについて、

V	結合されたソリッド要素の体積
A	セグメント面積
L_{edge}	$edge$= 1～4）は、セグメントのエッジの長さ
N_m_seg	メインセグメントの数
$\min\left[\frac{V}{A}, \max_{edge=1,4}(L_{edge})\right]$	セグメントに結合しているソリッド要素の深さの予測（セグメントのサイズに制限されます）

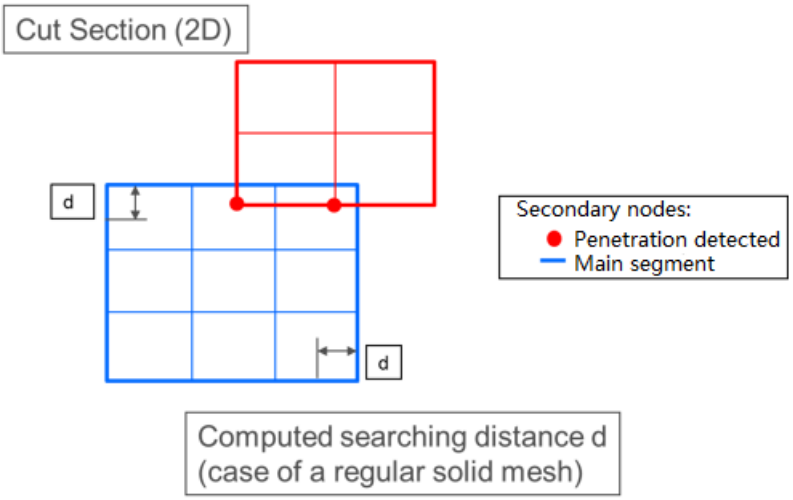


図 *53:*

最大初期貫通*Ipen_max*:

- *Ipen_max*に非ゼロの値が入力された場合、このデフォルト値は省略され、初期貫通が*Ipen_max*内で検索されます。
- 検索距離に大きな値を入力すると、Radioss Starterのパフォーマンスが低下したり、メモリ割り当てエラーが発生する可能性があります。したがって、*Ipen_max*に大きすぎる値を設定しないことが推奨されます。
- ただし、以下のように、*Ipen_max*を使用して、計算された(デフォルトの)検索距離より大きい貫通を取得することができます(図 54参照):

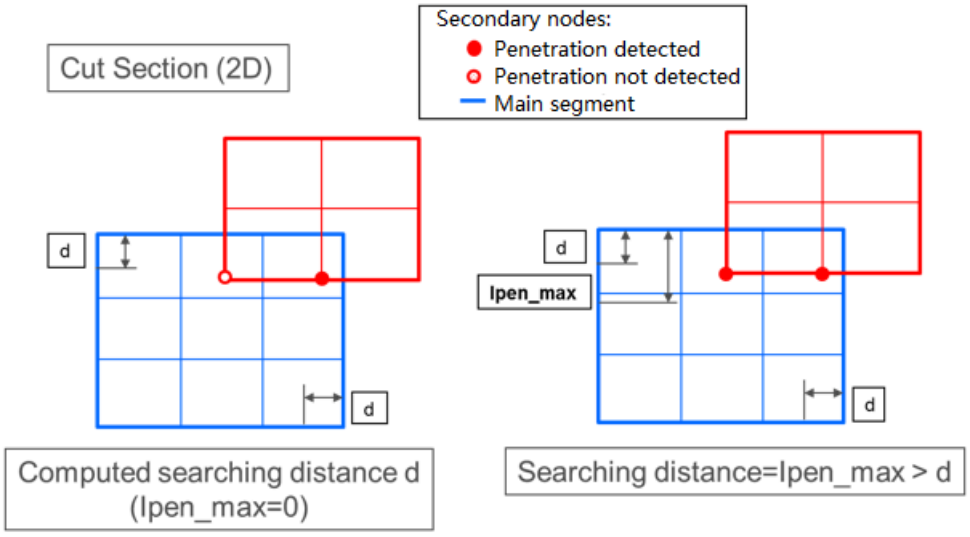


図 *54:*

8. *Ipen0*、初期貫通検出フラグ:

- デフォルトでは、各パート(シェル要素とソリッド要素のみ)の自己接触での貫通の検出は常に除外されます(*surf_ID*$_1$*surf_ID*$_1$が単独で定義され、*InactiINACTI* =-1が設定されている場合でも同様です)。
- *Ipen0* = 1 初期貫通は、各パートの自己接触で考慮され、初期荷重が設定されますが、一部の複雑な状況では、正しくない初期貫通が計算されることがあります。

9. インターフェースのアクティブ化 / 非アクティブ化のために*sens_ID*が定義されている場合、T_{start}*START*およびT_{stop}*STOP*は考慮されません。

10. エッジ間接触がI_{edge} =1を用いてアクティブ化される際、エッジ間接触は対称性で、接触に使用されるエッジは、定義されている単一サーフェス(*surf_ID*$_1$)またはサーフェス間接触(*surf_ID*$_1$と*surf_ID*$_2$)から自動的に生成されます:

- ソリッドおよびシェルの場合

  エッジは、同じエッジを共有する2つの外部セグメント間の角度が*Edge_angle*の値(デフォルトでは135°)より小さいあらゆる箇所で考慮されます。

- シェルの場合

  エッジは、シェルパートの外周境界で考慮されます。

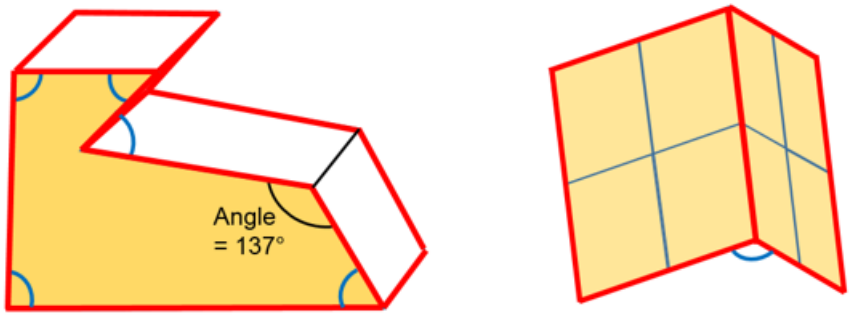


図 *55:*

11. 出力される力について:

接触タイプが非対称的なサーフェス対サーフェスの場合、これら2つのサーフェスが適切に分離されていれば、時刻歴内の出力法線接触力が正しく計算されます。

12. 陰解法について:

- インターフェースTYPE24はSMPのみで使用できます。
- I_{stf}*STF*のデフォルトは4に設定されます(弾性構造や曲げ主体の構造に推奨されるI_{stf}*STF*=6を使用できます)。
- *InactiINACTI*のデフォルトは-1に設定されます。

3. Chouly, Franz, and Yves Renard."Explicit Verlet time-integration for a Nitsche-based approximation of elastodynamic contact problems."*Advanced Modeling and Simulation in Engineering Sciences* 5, no. 1 (2018): 31

/INTER/TYPE25

ブロックフォーマットのキーワード

TYPE25は、ペナルティ法を使用した一般的な節点対サーフェスの接触インターフェースです。ペナルティ剛性は一定であるため、時間ステップの影響は受けません。

ソリッド要素は、ゼロ接触ギャップ板厚を擁します。単一サーフェス、サーフェス対サーフェス、または節点対サーフェスとして接触入力を定義できます。

この接触インターフェースは、インターフェースTYPE3、TYPE5、TYPE7、TYPE19またはTYPE24に代えて使用できます。

このオプションは陰解法解析では使用できません。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/INTER/TYPE25/*inter_ID*/*unit_ID*									
inter_title									
surf_ID$_1$*surf_*	*surf_ID*$_2$*surf_*	I_{stf}*STF*	I_{the}*THE*	I_{gap}*GAP*	*Irem_i2*		I_{del}*DEL*	I_{edge}*EDGE*	
grnd_ID$_s$*s*		*Gap_scale*		*%mesh_size*		*Gap_max_s*		*Gap_max_m*	
St_{min}*MIN*		St_{max}*MAX*		I_{gap0}*GAP0*	I_{shape}	*Edge_angle*			
StfacSTFAC		*Fric*				T_{start}*START*		T_{stop}*STOP*	
I_{BC}*BC*		*IVIS2*	*InactiINACT*	*VIS*$_s$*s*					
I_{fric}*FRIC*	I_{filtr}*FILTR*	X_{freq}*freq*		*sens_ID*					*fric_ID*

I_{fric}*FRIC* > 0の場合のみ、この入力を読み込みます。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
C_1*1*		C_2*2*		C_3*3*		C_4*4*		C_5*5*	

I_{fric}*FRIC* > 1の場合のみ、この入力を読み込みます。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
C_6*6*									

IVIS2 = -1の場合のみ、この入力を読み込みます。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
ViscFluid		*SigMaxAdh*		*ViscAdhFact*					

I_{the}*THE* > 0の場合のみ、この入力を読み込みます。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
K_{the}*THE*			*fct_ID*$_K$	T_{int}*INT*		I_{the_form}*the_fc*		*Ascale*$_K$*K*	
F_{rad}*RAD*		D_{rad}*RAD*		*Fheat*$_s$		*Fheat*$_m$			*fct_ID*$_F$
	fct_ID$_c$	*Dcond*							

定義

フィールド	内容	SI単位の例
inter_ID	インターフェースの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
inter_title	インターフェースのタイトル （文字、最大100文字）	
surf_ID$_1$*surf_ID*$_1$	第1サーフェスの識別子 1 （整数）	
surf_ID$_2$*surf_ID*$_2$	セカンドサーフェスの識別子。 （整数）	
I_{stf}*STF*	インターフェース剛性定義フラグ 2 *=0* /DEFAULT/INTER/TYPE25で定義した値に設定されます。 *=2* インターフェース剛性は、メインおよびセカンダリ剛性の平均です。 *=3* インターフェース剛性は、メインおよびセカンダリ剛性の最大値です。 *=4* インターフェース剛性は、メインおよびセカンダリ剛性の最小値です。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	=5 インターフェース剛性は、直列のメインおよびセカンダリ剛性です。 *= 1000* */DEFAULT/INTER/TYPE25*が定義されていない場合のデフォルト インターフェース剛性はメイン側の剛性のみに基づきます。 （整数）	
I_{the}*THE*	熱伝導フラグ *= 0* 熱伝導なし *= 1* 熱伝導はアクティブ エッジ間では熱交換はできません。 （整数）	
I_{gap}*GAP*	ギャップ/要素オプションフラグ 3 *=0* /DEFAULT/INTER/TYPE25で定義した値を使用します。 *= 1* */DEFAULT/INTER/TYPE25*が定義されていない場合のデフォルト 可変ギャップは被衝撃メインサーフェスおよび衝撃セカンダリ節点の特性に応じて変化します。 *=2* 自己衝撃接触において要素サイズがギャップ値より小さい場合の、可変ギャップ（ I_{gap}*GAP*=1と同様）およびセカンダリ節点の非アクティブ化 *=3* メッシュのサイズ（*%mesh_size*で定義される）が自己接触での初期貫通を回避するために考慮される可変ギャップ。	
Irem_i2	インターフェースTYPE2で同じ接触ペア（節点）が定義されている場合に、セカンダリ節点を非アクティブにするためのフラグ。 *=0* /DEFAULT/INTER/TYPE25で定義した値を使用します。 *= 1* */DEFAULT/INTER/TYPE25*が定義されていない場合のデフォルト /INTER/TYPE2タイド接触内のセカンダリ節点は、この接触から削除されます。 *=3* セカンダリ節点に変更なし。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
I_{del}*DEL*	節点およびセグメントの削除フラグ。 *=0* /DEFAULT/INTER/TYPE25で定義した値を使用します。 *=1* 1つのセグメントに関連付けられたすべての要素4節点シェル、3節点シェル、ソリッド）が削除されると、メイン側の面からそのセグメントを削除します。このセグメントはEngineファイルでRadioss Engineキーワード/DELを使用した明示的な削除の場合にも、削除されます。 さらに、結合されていない節点をインターフェースのセカンダリ側から削除します。 *=2* 4節点シェル、3節点シェル、またはソリッド要素が削除されると、メイン側の面から、対応するセグメントを削除します。このセグメントはEngineファイルでRadioss Engineキーワード/DELを使用した明示的な削除の場合にも、削除されます。 さらに、結合されていない節点をインターフェースのセカンダリ側から削除します。 *= 1000* */DEFAULT/INTER/TYPE25*が定義されていない場合のデフォルト 削除しません。	
I_{edge}*EDGE*	エッジ接触オプション。*surf_ID*$_1$と*surf_ID*$_2$から自動的に抽出されるメインエッジとセカンダリエッジの間で接触が発生します。外部ソリッドフェイスの鋭角エッジは、角度*Edge_angle*を使用して定義されます。 *= 0* /DEFAULT/INTER/TYPE25で定義した値に設定されます。 *= 1* セカンダリエッジとメインエッジは、シェルセグメントの外部境界エッジです。ソリッド要素のエッジ接触はありません。 *= 11* セカンダリエッジは、外部ソリッドセグメントの鋭角エッジとシェルセグメントの外部境界エッジです。メインエッジは、外部ソリッドセグメントのすべてのエッジとシェルセグメントの外部境界エッジです。 *= 13* セカンダリエッジは、外部ソリッドセグメントの鋭角エッジとシェルセグメントの外部境界エッジです。メインエッジは、外部ソリッドセグメントとすべてのシェルセグメントのすべてのエッジです。 *= 22* セカンダリエッジとメインエッジは、外部ソリッドセグメントのすべてのエッジとシェルセグメントのすべてのエッジです。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= *1000* *`/DEFAULT/INTER/TYPE25`*が定義されていない場合のデフォルト エッジとエッジの接触なし。 （整数）	
grnd_ID$_s$s	節点グループの識別子 1 定義されている場合、節点グループはセカンダリ節点として追加されます。 （整数）	
Gap_scale	すべての*I_{gap}GAP*オプションについてのギャップスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	
%mesh_size	メッシュサイズのパーセンテージ（*I_{gap}GAP* = 3の場合にのみ使用） デフォルト = 0.4（実数）	
Gap_max_s	セカンダリの最大ギャップ。3 デフォルト = 10^{30}（実数）	[m]
Gap_max_m	メインの最大ギャップ。3 デフォルト = 10^{30}（実数）	[m]
St$_{min}$MIN	最小剛性（*I_{stf}STF* > 1かつ*I_{stf}STF* < 7の場合にのみ使用されます）2 （実数）	$\left[\frac{N}{m}\right]$
St$_{max}$MAX	最大剛性（*I_{stf}STF* > 1かつ*I_{stf}STF* < 7の場合にのみ使用されます）2 デフォルト = 10^{30}（実数）	$\left[\frac{N}{m}\right]$
I_{gap0}GAP0	自由エッジまたはシェル要素上のセカンダリシェル節点のギャップ修正フラグ。3 *=0* `/DEFAULT/INTER/TYPE25`で定義した値に設定されます。 *=1* 自由エッジ上にあるセカンダリシェル節点のギャップを0に設定します。シェルエッジ接触の場合、エッジがシェルセグメントからはみ出さないように、自由エッジがシフトされます。 = *1000* *`/DEFAULT/INTER/TYPE25`*が定義されていない場合のデフォルト 変更なし。 （整数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
I_{shape}	節点-サーフェス接触のサーフェス外部境界に沿ったギャップの形状を定義するフラグ。 *=0* `/DEFAULT/INTER/TYPE25`で定義した値に設定されます。 *= 1* *`/DEFAULT/INTER/TYPE25`*が定義されていない場合のデフォルト 正方形ギャップ *=2* 円形ギャップ （整数）	
Edge_angle	エッジ角度 I_{edge}*EDGE* =11、13でのみ使用。同じエッジを共有する2つのセグメント間の角度が*Edge_angle*の値より小さい場合、鋭角エッジがエッジ接触に含まれます。 デフォルト = 135°（実数）	[deg]
StfacSTFAC	インターフェース剛性スケールファクター。2 デフォルト = 1.0（実数）	
Fric	クーロン摩擦（*fct_ID*$_F$= 0の場合） クーロン摩擦のスケールファクター（*fct_ID*$_F$≠ 0の場合） デフォルト = 0.0（実数）	
T_{start}*START*	開始時間。10 （実数）	[s]
T_{stop}*STOP*	一時的な非アクティブ化の時間 10 デフォルト = 10^{30}（実数）	[s]
I_{BC}*BC*	接触時の境界条件の非アクティブ化フラグ （ブーリアン）	
InactiINACTI	初期貫通フラグ *=0* `/DEFAULT/INTER/TYPE25`で定義した値に設定されます。 *=-1* すべての初期貫通が考慮されます。 *=5* メインセグメントは初期貫通値P_0でシフトされます。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	$P \geq P_0$の場合は、$P' = P - P_0$になります。ここで、P_0は初期貫通です。 *= 1000* */DEFAULT/INTER/TYPE25*が定義されていない場合のデフォルト ごく小さい初期貫通のみが考慮されます。 （整数）	
VIS_ss	インターフェース剛性の臨界減衰係数 デフォルト = 0.05（実数）	
I_{fric}FRIC	摩擦定式化フラグ。 *fric_ID*が定義されていない場合のみ使用されます。 *= 0*（デフォルト） 静的Coulomb摩擦則 *= 1* 汎用の粘性摩擦則 *= 2* （修正）Darmstad摩擦則 *= 3* Renard摩擦則 エッジ間接触の場合、静的Coulomb摩擦則のみが使用可能です。 （整数）	
I_{filtr}FILTR	摩擦フィルタリングフラグ。 *= 0*（デフォルト） フィルターを使用しません。 *= 1* 単純な数値フィルター。 *= 2* フィルタリング時間による標準の-3dBフィルター。 *= 3* カットオフ周波数による標準の-3dBフィルター。 （整数）	
X_{freq}freq	フィルタリング係数。 デフォルト = 1.0（実数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
sens_ID	インターフェースをアクティブ化 / 非アクティブ化するためのセンサーの識別子 （整数）	
fric_ID	選択されたパートのペアについての摩擦定義の摩擦識別子 *= 0*（デフォルト） このインターフェース内で定義されている摩擦パラメータを使用します。 *≠ 0* /FRICTION/*fric_ID*を使用します。 エッジ間接触の場合、等方性摩擦のみが考慮されます。対応するモデルが直交異方性である場合、接触したパートの方向1の係数のみが、エッジ間接触に考慮されます。 （整数）	
$C_1 1$ - $C_6 6$	摩擦則係数。5 （実数）	参照: 表 13
IVIS2	インターフェース粘着フラグ 12 *= 0*（デフォルト） 粘着インターフェース荷重なし *=-1* 横方向粘着および接線方向の粘性力を有効化 （整数）	
ViscFluid	インターフェースにおける流体の密度 12 （実数）	$[\mathrm{Pa \cdot s}]$
SigMaxAdh	インターフェースにおける横方向の最大粘着応力 12 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
ViscAdhFact	接線方向の粘性抵抗力 12 （実数）	
K_{the}*THE*	伝導熱交換係数（fct_ID_K = 0の場合） デフォルト = 0.0（実数）	$\left[\frac{\mathrm{W}}{\mathrm{m^2 K}}\right]$
	熱交換スケールファクター（$fct\_ID_K \neq$ 0の場合） デフォルト = 0.0（実数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
fct_ID_K	接触圧力に対する熱交換定義の関数識別子 デフォルト = 0（整数）	
$Ascale_K$*K*	*fct_ID*$_K$の横軸のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
T_{int}*INT*	インターフェース温度 （実数）	$[\mathrm{K}]$
I_{the_form}*the_form*	熱接触定式化フラグ *= 0* インターフェース（一定温度）とシェル（セカンダリ側）の間のみで交換 *= 1* すべての接触片間の熱交換 （整数）	
F_{rad}*RAD*	放射係数 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{W}}{\mathrm{m^2K^4}}\right]$
D_{rad}*RAD*	放射計算の最大距離 （実数）	$[\mathrm{m}]$
fct_ID_c	距離の関数としての伝導熱交換係数定義の関数識別子。 デフォルト = 0（整数）	
Dcond	伝導熱交換の最大距離。 デフォルト = 0.0（実数）	$[\mathrm{m}]$
$Fheat_s$	セカンダリの摩擦加熱ファクター （実数）	
$Fheat_m$	セカンダリの摩擦加熱ファクター （実数）	
fct_ID_F	温度による摩擦係数の関数識別子 デフォルト = 0（整数）	

境界条件の非アクティブ化フラグ：**IBC**

(1)-1	(1)-2	(1)-3	(1)-4	(1)-5	(1)-6	(1)-7	(1)-8
					I_{BCX}BCX	I_{BCY}BCY	I_{BCZ}BCZ

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
I_{BCX}BCX	衝撃時のX境界条件の非アクティブ化フラグ *=0* フリー自由度 *=1* 固定自由度 （ブーリアン）	
I_{BCY}BCY	衝撃時のY境界条件の非アクティブ化フラグ *=0* フリー自由度 *=1* 固定自由度 （ブーリアン）	
I_{BCZ}BCZ	衝撃時のZ境界条件の非アクティブ化フラグ *=0* フリー自由度 *=1* 固定自由度 （ブーリアン）	

コメント

1. 接触メイン / セカンダリペアは以下の3つの方法で定義できます：
   - 1つの自己接触サーフェスのみ：$surf\_ID_1surf\_ID_1 > 0$,および$surf_ID_2surf_ID_2 = 0$
   - 対称的なサーフェス対サーフェス：$surf_ID_1surf_ID_1 > 0$および$surf_ID_2surf_ID_2 > 0$
   - 節点対サーフェス：$grnd\_ID_ss > 0$、$surf\_ID_1surf\_ID_1 = 0$、および$surf_ID_2surf_ID_2 > 0$

   $grnd_ID_ss > 0$は、節点対サーフェス接触タイプを定義するために使用されますが、他の接触タイプでも使用できます。その場合、節点グループは、単純に補足的セカンダリ節点として追加されます。これは、ユーザーがスプリング要素節点、剛体のメイン節点などを接触に（セカンダリ節点として）追加する場合に役立ちます。

サーフェスがシェルを使用して定義されている場合は、反対の法線方向を持つ2つの接触セグメント（半分の板厚（t）でシフトされたもの）が生成されます：

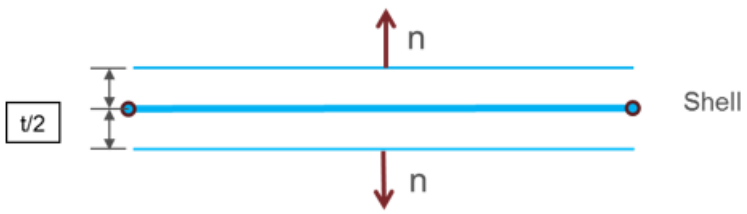


図 *56:*

SPMDの場合、*surf_IDi* (*i*=1, 2)によって定義される各メインセグメントを1つの要素に関連付ける必要があります（ボイド要素の場合もあります）。

2次要素が使用されている場合は、2次要素の中間節点が接触処理で使用されるため、`/SURF/PART/EXT`を使用してサーフェスを定義することが推奨されます。

サーフェス定義`/SURF/PART/ALL`は、TYPE25では使用できません。

2. 接触剛性Kは以下のように計算されます：

$$K = \max\left[St_{\min}, \min\left(St_{\max}, K_n\right)\right] \tag{165}$$

ここで、K_nはI_{stf}*STF*に依存：

- I_{stf}*STF* = 1000、$K_n = K_m$
- I_{stf}*STF* = 2、$K_n = \frac{K_m + K_s}{2}$
- I_{stf}*STF* = 3、$K_n = \max\left(K_m, K_s\right)$
- I_{stf}*STF* = 4、$K_n = \min\left(K_m, K_s\right)$
- I_{stf}*STF* = 5、$K_n = \frac{K_m \cdot K_s}{K_m + K_s}$

K_m：メインセグメントの剛性で、次のように計算されます：

- $K_m = Stfac \cdot 0.5 \cdot E \cdot t$、メインセグメントがシェル上に存在する場合。
- $K_m = Stfac \cdot B \cdot \frac{S^2}{V}$メインセグメントがソリッド上に存在する場合。
- $K_m = \max\left(Stfac \cdot 0.5 \cdot E \cdot t, Stfac \cdot B \cdot \frac{S^2}{V}\right)$、メインセグメントがシェルとソリッドによって共有されている場合

K_s：セカンダリ節点剛性は、インターフェースTYPE25として考慮される相当節点剛性で、次のように計算されます：

- $K_m = Stfac \cdot 0.5 \cdot E \cdot t$、節点がシェル要素に結合されている場合
- $K_s = Stfac \cdot B \cdot \sqrt[3]{V}$、節点がソリッド要素に結合されている場合

ここで、

S	セグメント面積
V	ソリッドの体積

B	体積弾性率
t	シェルの板厚

*StfacSTFAC*の値は1.0より大きい値であることが可能です。剛性係数の値に制限はありません（値が1.0より大きいと、最初の時間ステップが短くなる場合があります）。

/PROP/VOIDと/MAT/VOIDを使用する際、ボイド材料の材料プロパティと板厚が入力されなければなりません。そうしないと、ボイド要素の接触合成はゼロになります。シェル要素の剛性が接触計算に使用されるため、これは、ボイドシェル要素がソリッド要素と要素を共有する場合に特に重要です。

3. ギャップは衝撃のそれぞれに対して次のように自動的に計算されます：

- I_{gap}*GAP* = 1の場合、可変ギャップは次のように計算されます：

$$\min(g_s, Gap\_\max\_s) + \min(g_m, Gap\_\max\_m) \tag{166}$$

- I_{gap}*GAP* = 2の場合、可変ギャップは次のように計算されます：

$$\min(g_s, Gap\_\max\_s) + \min(g_m, Gap\_\max\_m) \tag{167}$$

ここで、要素サイズがギャップ値よりも小さい場合、セカンダリ節点の非アクティブ化：

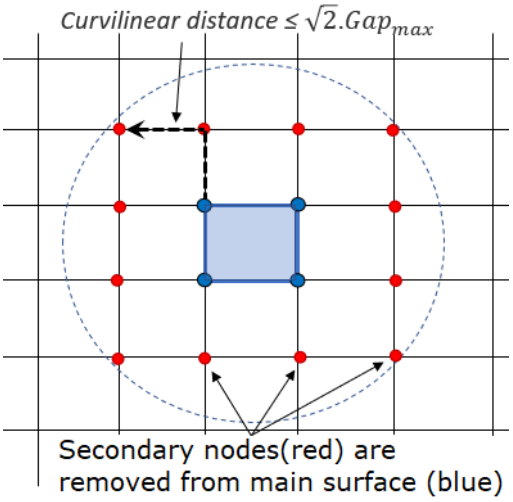


図 *57:*

自己接触では、Curvilinear Distance（メインセグメントの節点からセカンダリ節点まで）が$\sqrt{2} \cdot Gap$よりも小さい場合（初期構成において）、このスセカンダリ節点はこのメインセグメントで考慮されず、他のメインセグメントの接触からは削除されません。

- I_{gap}*GAP* = 3の場合、可変ギャップは次のように計算されます：

$$\min\left[\min(g_s, Gap\_\max\_s) + \min(g_m, Gap\_\max\_m), \%mesh\_size \cdot \left(g_{s\_l} + g_{m\_l}\right)\right] \tag{168}$$

ここで、

- g_m: メイン要素のギャップ：

  $g_m = Gap\_scale * \frac{t}{2}$、ここで$t$は、シェル要素に対するメイン要素の板厚

  $g_m = 0$、3次元ソリッド要素の場合

- g_s: セカンダリ節点のギャップ:

  $g_s = 0$、セカンダリ節点がどの要素にも結合されていないか、3次元ソリッド要素またはスプリング要素にのみ結合されている場合

  $g_s = Gap\_scale * \frac{t}{2}$、セカンダリ節点がシェル要素に接続されている場合。ここで、tは、セカンダリ節点に結合されているシェル要素の最大板厚

  $g_s = Gap\_scale * \frac{\sqrt{S}}{2}$、セカンダリ節点がトラス要素またはビーム要素に結合されている場合。ここで、S は1次元要素の断面

  自由エッジ上のセカンダリシェル節点のギャップ修正フラグI_{gap0}*GAP0*が1に設定されている場合:セカンダリ節がセカンダリサーフェスの自由エッジ上にある場合、g_sは0にリセットされます。自由エッジ上のセカンダリシェル節点のギャップ修正フラグは、セカンダリ節点がオプションの節点グループ(*grnod_ID*)で定義されている場合は何の影響も及ぼしません。

  セカンダリ節点が複数のシェルおよび/またはビームまたはトラスに結合されている場合は、計算された中で最も大きいセカンダリギャップが使用されます。

- gm_l: メインセグメントの最も短いエッジの長さ
- gs_l: セカンダリ節点がメインサーフェスに属している場合、gs_lはそのセカンダリ節点に結合しているメインセグメントの最も短いエッジの長さ、そうでない場合はgs_l=1E+30。

  いかなる場合でも、g_mとg_sは、ギャップの計算前に*Gap_max_m*と*Gap_max_s*によって別々に制限されます。

  セカンダリ節点がメインサーフェスに属していない場合、ギャップは下記のままとなります

$$\min(g_s, Gap\_\max\_s) + \min(g_m, Gap\_\max\_m) \qquad (169)$$

4. 節点-サーフェス接触の場合、ギャップがサーフェス外部境界からセカンダリ節点のギャップを超えて広がることはありません。I_{shape} は、このギャップの形状が正方形または円形で接触力(法線)方向であるかどうかを決定します。I_{shape} は、エッジ間接触の場合、ギャップとその形状には影響しません。

I_{shape}に応じた、メインサーフェス外部境界での接触に使用されるギャップと、結果として生じる力の方向。

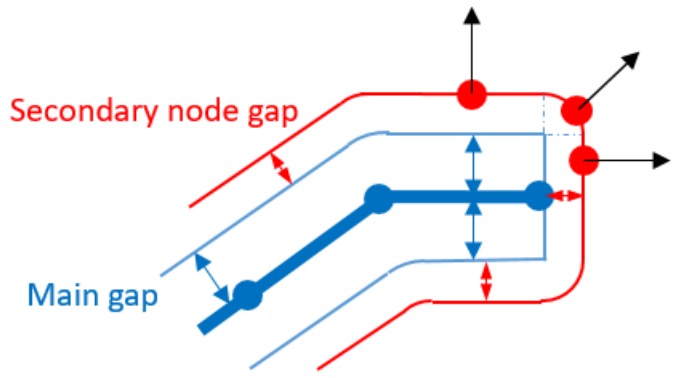


図 *58: I_{shape}=1*(正方形ギャップ)

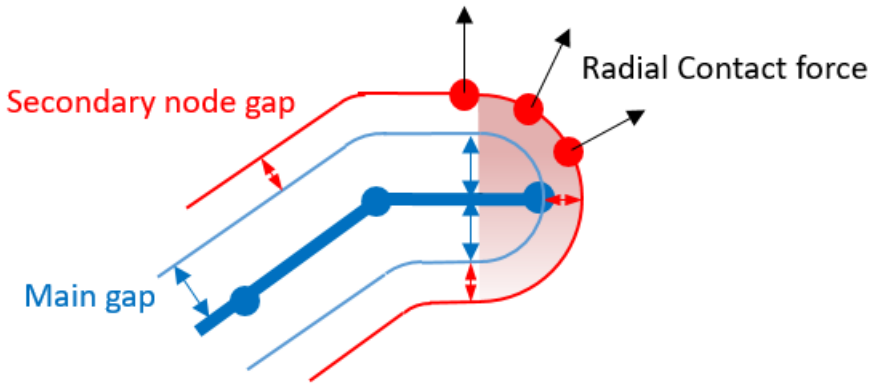


図 *59:* I_{shape}=2（円形ギャップ）

I_{shape} =1はI_{gap}*GAP* =3とは使用できず、I_{shape} =2にリセットされます。

5. シェル要素のエッジ間接触の場合、ギャップは円形になります。エッジがシェルセグメントからはみ出さないように、自由エッジ上のメイン側接触ギャップがシフトされます。

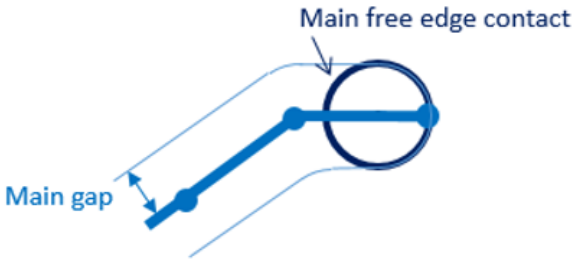


図 *60:* エッジ接触（メイン側）

図xyzに示すように、自由エッジの動作におけるセカンダリ側の接触ギャップは、I_{gap0}*GAP0*の値に依存します。

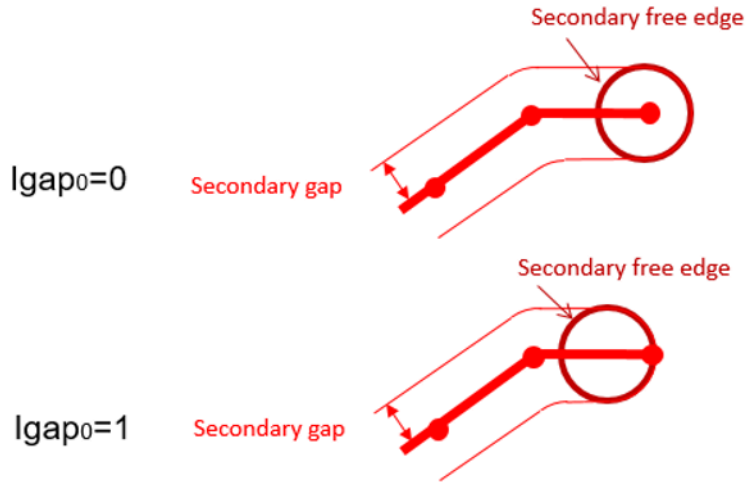


図 *61:* エッジ接触（セカンダリ側）

6. I_{edge}*EDGE*=11およびI_{edge}*EDGE*=13のソリッド要素の場合、セカンダリ側は、角度が*Edge_angle*よりも小さい鋭角エッジのみで構成されます。I_{edge}*EDGE*=22の場合、ソリッド要素のすべてのエッジがセカンダリ側で考慮されます。メイン側では、3つのI_{edge}*EDGE*のケースすべてについて、ソリッド要素のすべてのエッジが含まれています。

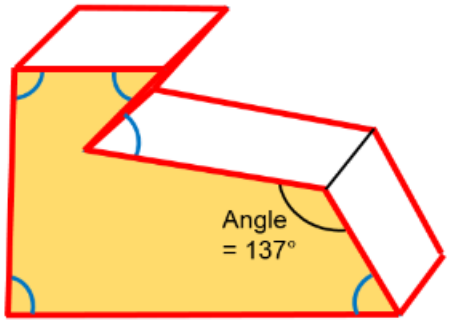


図 62: I_{edge}EDGE=11およびI_{edge}EDGE=13の場合のセカンダリ側のエッジ

7. *fric_ID*が定義されている場合、接触摩擦は/FRICTIONで定義され、この入力カード内の摩擦入力（I_{fric}FRIC、$C_1$1など）使用されません。

摩擦力は次のとおりです：

$$F_t^{new} = \min\left(\mu F_n, F_{adh}\right) \tag{170}$$

このとき、粘着力は以下のように計算されます：

$F_{adh} = F_t^{old} + \Delta F$ ここで、$\Delta F_t = K \cdot V_t \cdot dt$

ここで、μはクーロン摩擦で、以下のように定義されます：

- フラグI_{fric}FRICの場合（デフォルト）：

  $\mu = Fric$ ここで$F_T \le \mu \cdot F_N$（クーロン摩擦）
- フラグI_{fric}FRIC > 1の場合、新しい摩擦モデルが導入されます。この場合、摩擦係数は次の関数によって設定されます：

  $\mu = \mu(\rho, V)$

  ここで、

  ρ メインセグメントの垂直抗力の圧力

  V メインセグメントに相対するセカンダリ節点の接線速度

現在は、係数$C_1$1～$C_6$6を使用して、新しい摩擦定式化の可変摩擦係数μを定義しています。

以下の定式化を使用できます：

- I_{fric}FRIC = 1（汎用の粘性摩擦則）：

  $$\mu = Fric + C_1 \cdot p + C_2 \cdot V + C_3 \cdot p \cdot V + C_4 \cdot p^2 + C_5 \cdot V^2 \tag{171}$$
- I_{fric}FRIC = 2（修正Darmstad則）：

  $$\mu = Fric + C_1 \cdot e^{(C_2 V)} \cdot p^2 + C_3 \cdot e^{(C_4 V)} \cdot p + C_5 \cdot e^{(C_6 V)} \tag{172}$$
- I_{fric}FRIC = 3（Renard則）：

  $\mu = C_1 + (C_3 - C_1) \cdot \frac{V}{C_5} \cdot \left(2 - \frac{V}{C_5}\right)$ の、$V \in [0, C_5]$

$$\mu = C_3 - \left((C_3 - C_4) \cdot \left(\frac{V - C_5}{C_6 - C_5} \right)^2 \cdot \left(3 - 2 \cdot \frac{V - C_5}{C_6 - C_5} \right) \right)$$ 、右記の場合；$V \in [C_5, C_6]$

$$\mu = C_2 - \frac{1}{\frac{1}{C_2 - C_4} + (V - C_6)^2}$$ 、右記の場合；$V \geq C_6$

ここで、

$C_1 = \mu_s$、静摩擦係数、右記である必要があります；$\mu_{\min} < \mu_s < \mu_{\max}$

$C_2 = \mu_d$、動摩擦係数、右記である必要があります；$\mu_{\min} < \mu_d < \mu_{\max}$

$C_3 = \mu_{\max}$、最大摩擦係数

$C_4 = \mu_{\min}$、最小摩擦係数

$C_5 = V_{cr1} \neq 0$、第1臨界速度、> 0である必要があります

$C_6 = V_{cr2}$、第2臨界速度、右記である必要があります；$> V_{cr1}$

- 第1臨界速度$V_{cr1} = C_5$は、第2臨界速度$V_{cr2} = C_6 (C_5 < C_6)$より小さくする必要があります。
- 静止摩擦係数C_1と動摩擦係数C_2は、最大摩擦C_3より小さくする必要があります（($C_1 \leq C_3$かつ$C_2 \leq C_3$）。
- 最小摩擦係数C_4は、静止摩擦係数C_1および動摩擦係数C_2より小さくする必要があります（$C_4 \leq C_1$かつ$C_4 \leq C_2$）。

表 *13:* 摩擦定式化の単位

I_{fric}FRIC	Fric	$C_1$1	$C_2$2	$C_3$3	$C_4$4	$C_5$5	$C_6$6
1		$\left[\frac{1}{\mathrm{Pa}}\right]$	$\left[\frac{\mathrm{s}}{\mathrm{m}}\right]$	$\left[\frac{\mathrm{s}}{\mathrm{Pa} \cdot \mathrm{m}}\right]$	$\left[\frac{1}{\mathrm{Pa}^2}\right]$	$\left[\frac{\mathrm{s}^2}{\mathrm{m}^2}\right]$	
2		$\left[\frac{1}{\mathrm{Pa}^2}\right]$	$\left[\frac{\mathrm{s}}{\mathrm{m}}\right]$	$\left[\frac{1}{\mathrm{Pa}}\right]$	$\left[\frac{\mathrm{s}}{\mathrm{m}}\right]$		$\left[\frac{\mathrm{s}}{\mathrm{m}}\right]$
3						$\left[\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\right]$	$\left[\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\right]$

8. 摩擦フィルタリング

I_{filtr}*FILTR* = 1、2または3の場合は、接線力がフィルタを使用して以下のようにスムージングされます：

$$F_t = \alpha \cdot F'_t + (1 - \alpha) \cdot F'^{-1}_t \tag{173}$$

ここで、α係数は、以下のように計算されます：

- I_{filtr}*FILTR* = 1の場合：α = X_{freq}*freq*、単純な数値フィルター
- I_{filtr}*FILTR* = 2の場合：$\alpha = \frac{2 \cdot \pi}{X_{freq}}$、標準の-3dBフィルターで、$X_{freq} = \frac{dt}{T}$、*T*はフィルタリング期間
- I_{filtr}*FILTR* = 3の場合：$\alpha = 2 \cdot \pi \cdot X_{freq} \cdot dt$標準の-3dBフィルターで、$X_{freq}$*freq* = カット周波数。

フィルタリング係数X_{freq}*freq*は、0～1の値にする必要があります。

9. *InactiINACTI*および*Ipen_max*、初期貫通の取り扱い：

- *InactiINACTI* = 1000：初期貫通が無視されます。接触力は加えられませんが、節点は接触から非アクティブ化されません。節点が接触しなくなり、後で接触し直した場合は、そのときに接触力が加えられます。

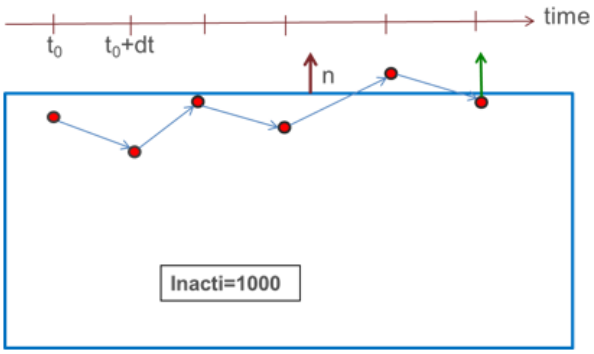


図 *63:*

- *InactiINACTI* = -1：初期荷重はすべての貫通節点上に加えられます。高い初期貫通は回避する必要があります。これにより、大きな接触力が生じ、計算開始時に高エネルギーエラーとなる可能性があるからです。
- *InactiINACTI* = 5：= 5：メインセグメントは初期貫通値（P_0）でシフトされるため、時間0においては初期荷重は付与されません。

メインセグメントの位置が復元されるのは、P_0より大きい反発の場合のみです。

逆に、セカンダリ節点が引き続き貫通する場合は、貫通は以下のように計算されます：

$$P' = P - P_0 \tag{174}$$

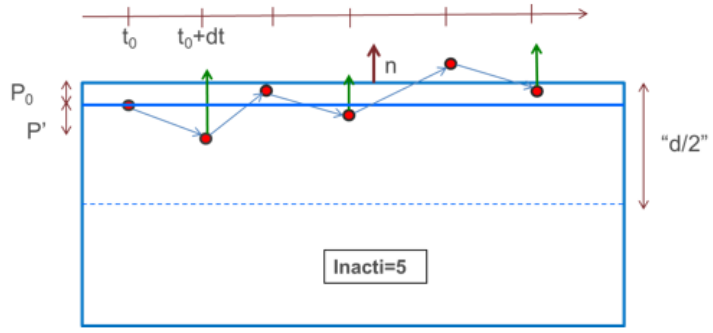


図 *64:*

- 交差および大きい初期貫通（*InactiINACTI*= -1および5）：

  シェル：初期交差は回避する必要があります。これにより、接触力方向に誤りが生じ、セカンダリ節点の固定につながる可能性があるからです。

10. インターフェースのアクティブ化 / 非アクティブ化のために*sens_ID*が定義されている場合、T_{start}*START*およびT_{stop}*STOP*は考慮されません。

11. 出力される力について：

接触タイプが非対称的なサーフェス対サーフェスの場合、これら2つのサーフェスが適切に分離されていれば、時刻歴内の出力法線接触力が正しく計算されます。

12. *IVIS2*=-1は、法線方向に接着を、接線方向に粘性抵抗力を加えるために用いられます。これは、熱塑性複合材成形のモデル化に使用できます。

使用される際、接触ギャップの半分は接着領域、残りの半分は物理的な接触領域とみなされます。したがって、同じ物理的接触ギャップを保つには、接触板厚は*Gap_scale*を用いて2倍にされる必要があります。

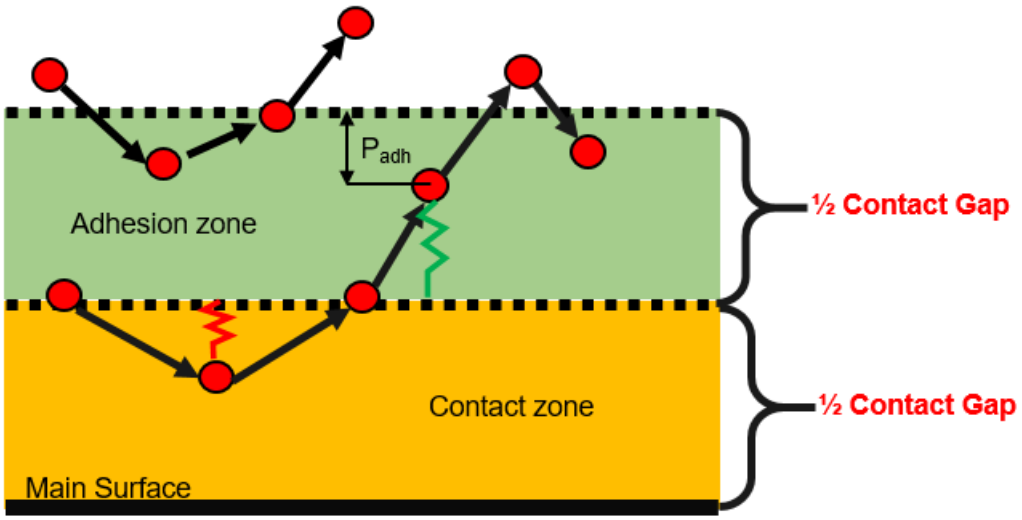


図 *65:*

接着力は、セカンダリ節点が物理的接触領域に入り、接着領域に戻った後でのみ適用されます。接着力は、節点が接着領域からはみ出してしまうことを防ぐよう機能し、法線方向に適用されます。

$$F_N = \frac{SigMaxAdh \cdot Area}{\frac{1}{2}Gap}(\frac{1}{2}Gap - P_{adh}) \qquad (175)$$

ここで、

$Area$	セカンダリサーフェスの面積
P_{adh}	接着領域への貫通
Gap	コメントにあるとおり計算された接触ギャップ 3

接着スプリングは節点が接着領域から出ると破断し、節点が再度接着領域に入ると再生されます。

粘性抵抗力は、セカンダリ節点が接着領域に入った際に、接線方向に適用されます。反接線方向の粘着力は摩擦力の代わりに適用され、次のように計算されます:

$$F_T = -(ViscAdhFact)\frac{ViscFluid \cdot Area}{\frac{1}{2}Gap}V_{rel} \qquad (176)$$

ここで、

$Area$	セカンダリサーフェスの面積
V_{rel}	接着領域への貫通
Gap	接触ギャップ

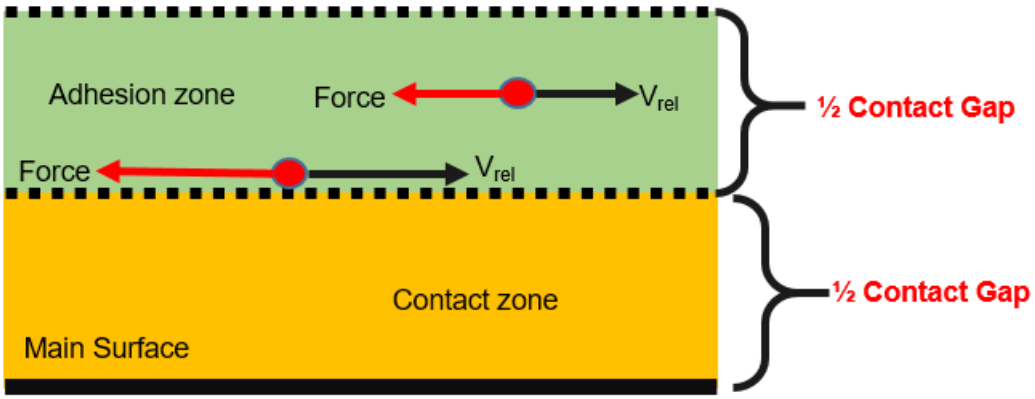


図 66:

13. 熱交換

I_{the}*THE*=1（熱伝導をアクティブ化）にすることで、接触の熱交換と熱摩擦を考慮します。

- I_{the_form}*the_form*=0の場合、熱交換はセカンダリ節点と一定温度接触T_{int}*INT*の間で行われます。
- I_{the_form}*the_form*=1の場合、熱交換はすべての接触片間で行われます。

この場合、T_{int}*INT*はI_{the_form}*the_form*=0の場合にのみ使用されます。メイン側の温度は一定（T_{int}*INT*に等しい）と想定されます。I_{the_form}*the_form*=1の場合、T_{int}*INT*は考慮されません。このため、メイン側の節点温度が考慮されます。

接触熱交換には、以下が含まれます：

- 熱伝導

  I_{the}*THE* = 1の場合、セカンダリ側の材料は、熱伝導に有限要素定式化を使用する熱材料とする必要があります（/HEAT/MAT）。

  熱伝導は、セカンダリ節点がギャップ状態になった場合に計算されます。

  $$gap = \max\left[Gap_{\min}, \min\left(Fscale_{gap} \cdot g_s, Gap_{\max}\right)\right] \quad (177)$$

  熱交換係数

  - fct_ID_K = 0の場合、K_{the}*THE*は熱交換係数で、熱交換は熱交換サーフェスのみに依存します。
  - fct_ID_K ≠ 0の場合、K_{the}*THE*はスケールファクターで、熱交換は接触圧力に依存します：

    $$\mathrm{K} = K_{the} \cdot \mathrm{f}_K\left(Ascale_K, P\right) \quad (178)$$

    ここで、f_Kはfct_ID_Kの関数です。

- 熱伝導と熱放射

  fct_ID_c ≠ 0の場合、$Gap < d \le D_{cond}$のときは、熱伝達係数は距離dの関数として変化することができます。この領域では、伝導性および放射性の熱伝達流束が考慮されます。

  この関数fct_ID_cの横軸と縦軸は0から1の間である必要があります。

  熱伝達係数は以下のように計算されます：

$$K = K_{the}(P=0)\cdot \mathrm{f}_c\left(\frac{d-Gap}{Dcond-Gap}\right) \quad (179)$$

*K_{the}THE*が一定の場合、Kの最大値は*K_{the}THE*の値と等しくなります。そうでなければ、*K_{the}THE*が圧力に依存する場合、接触圧力$P=0$に対して最大値は*K_{the}THE*の値に等しくなります。Kは、距離が*Dcond*に等しい場合、ゼロに低下します。

- 熱放射

  放射が接触で考慮されるのは、$F_{rad}\neq 0$で、セカンダリ節点のメインセグメントまでの距離、dが次の場合です:

  $$Gap < d < D_{rad} \quad (180)$$

  ここで、*D_{rad}RAD*は放射計算の最大距離です。*D_{rad}RAD*のデフォルト値は、以下の最大値として計算されます:

  - 全節点中のGapの上限値(時間0における)
  - セカンダリ要素の最小辺長

  > **注:** *D_{rad}RAD*の値は、Radioss Engineのパフォーマンスの減少を引き起こすかもしれないため、高すぎる値に設定しないことを推奨します。

  熱伝導の放射は以下のように計算されます:

  $$h_{rad} = F_{rad}\left(T_{m2}+T_{s2}\right)\cdot\left(T_m+T_s\right) \quad (181)$$

  ここで、

  $$F_{rad} = \frac{\sigma}{\frac{1}{\varepsilon_1}+\frac{1}{\varepsilon_2}-1} \quad (182)$$

  ここで、

$\sigma = 5.669\times 10^{-8}\left[\frac{W}{m^2K^4}\right]$	シュテファンボルツマン定数
ε_1	セカンダリサーフェスの輻射率
ε_2	メインサーフェスの輻射率

14. 熱摩擦

インターフェースで*I_{the}THE* > 0である場合、摩擦エネルギーを熱に変換できます。

- *$Fheat_s$*は、熱に変換されてセカンダリ側に伝達される、このエネルギーの一部として定義されます。
- *$Fheat_m$*は、熱に変換されてセカンダリ側に伝達される、このエネルギーの一部として定義されます。

摩擦熱Q_{Fric}は、剛性定式化のために次のように定義されます:

$$Q_{Fric} = Fheat\cdot\frac{\left(F_{adh}-F_t\right)}{K}\cdot F_t \quad (183)$$

Lagrange乗数法

ブロックフォーマットのキーワード

Lagrange乗数法は、Radiossで使用される接触の取り扱い方法の1つで、純粋に数学的であるため、接触のモデル化に物理的な要素（スプリング）は必要としません。Lagrange乗数マトリックスは、計算サイクルごとに逆行列を必要とするので、計算時のCPU時間が増加しますが、高いインターフェース剛性のため、時間ステップの破壊は起こりません。

表 *14: Lagrange*乗数を伴うインターフェースタイプ

接触の取り扱い		タイプ	適用分野	内容
Lagrange乗数法	タイド	/INTER/LAGMUL/TYPE2	メッシュ密度の変更（ソリッド）	メイン節点とセカンダリ節点間のタイド接触。
	スライド / ボイド	/INTER/LAGMUL/TYPE7	全ての速度でのソリッドの接触 / 衝撃	メインサーフェスと、セカンダリ節点のリスト間の多用途衝撃インターフェース。
	スライド / ボイド	/INTER/LAGMUL/TYPE16	8節点か16節点厚肉シェル、または20節点ソリッド	節点と外部サーフェス間の衝撃の接触。
	スライド / ボイド	/INTER/LAGMUL/TYPE17	8節点か16節点厚肉シェル、または20節点ソリッド	2つの3次元ソリッドグループの外部サーフェス間における衝撃の接触。

コメント

1. Lagrange乗数のインターフェースは、すべてのLagrange乗数運動条件と適合性があります。
2. Lagrange乗数のインターフェースは、他の運動条件との適合性はありません。
3. Lagrange乗数のインターフェースは、SPMD並列バージョンとの適合性はありません。

/INTER/LAGMUL/TYPE2

ブロックフォーマットのキーワード
Lagrange乗数のインターフェースTYPE2を記述します。

内容

Lagrange乗数定式化が使用される場合、次のようになります。

- 標準の運動条件との非適合性は、Starterで自動的に確認されます。
- 物理的な非適合性が存在しない限り、他のLagrange乗数条件をメイン節点およびセカンダリ節点に適用できます。
- メイン節点に対する付加質量はありません。
- 運動条件はセカンダリ節点およびメイン節点に適用されます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/INTER/LAGMUL/TYPE2/*inter_ID*/*unit_ID*									
inter_title									
grnd_ID$_s$	*surf_ID*$_m$				*I*$_{search}$*SEARC*			*d*$_{search}$	

定義

フィールド	内容	SI単位の例
inter_ID	インターフェースの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
inter_title	インターフェースのタイトル （文字、最大100文字）	
grnd_ID$_s$	セカンダリ節点グループ識別子 （整数）	
surf_ID$_m$	メインサーフェスの識別子 （整数）	
I$_{search}$*SEARCH*	最も近いメインセグメントを検索するための、検索定式化フラグ = *0*（デフォルト） 2に設定	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 1 旧定式化 *= 2* 新しい改良された定式化 （整数）	
d_{search}	最も近いメインセグメントを検索する距離 デフォルト値は、メインセグメントの平均サイズです。 （実数）	[m]

コメント

1. d_{search}は次のように計算されます：

$$d_{search} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} d_i \qquad (184)$$

See Also
Interfaces (Theory Manual)

/INTER/LAGMUL/TYPE7

ブロックフォーマットのキーワード
メインサーフェスとセカンダリ節点のリスト間の多用途衝撃インターフェースであるLagrange乗数のインターフェースTYPE7を記述します。

内容

インターフェースTYPE3およびTYPE5で課せられていたすべての制限が、このインターフェースでは解決されています。

- 1つの節点を同時にセカンダリ節点とメイン節点にすることができます。
- 各セカンダリ節点は、現在のセグメントに結合しているメインセグメントを除き、各メインセグメントに衝撃を与えることができます。
- 1つの節点が複数のセグメントに衝撃を与えることができます。
- また、1つの節点が、各セグメントの2つの側面、エッジ、およびコーナーに衝撃を与えることができます。
- 制約なしの高速検索アルゴリズム。時間ステップは短縮されません。

主な制限は下記のとおりです。

- 現時点では、摩擦モデルはまだ装備されていません。
- 標準の運動条件との適合性はありません。
- SPMD並列バージョンとの適合性はありません。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/INTER/LAGMUL/TYPE7/*inter_ID*									
inter_title									
grnd_ID	*s*	*surf_ID*	*m*						
空白のフォーマット									
空白のフォーマット									
				Gap	*min*				*min*
								Bumult	*BMULT*
空白のフォーマット									

定義

フィールド	内容	SI単位の例
inter_ID	インターフェースの識別子 （整数、最大10桁）	
inter_title	インターフェースのタイトル	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（文字、最大100文字）	
grnd_ID$_s$*s*	セカンダリ節点グループ識別子 （整数）	
surf_ID$_m$*m*	メインサーフェスの識別子 （整数）	
Gap$_{min}$*min*	衝撃アクティブ化の最小ギャップ （実数）	
BumultBMULT	ソート係数 - ソートアルゴリズムの高速化に使用できます。 デフォルトは0.20に設定されます（実数）	

コメント

1. 定義済みの節点の質量はゼロ以外にする必要があります。
2. *Gap*$_{min}$*min*は、非Lagrangeのインターフェースタイプ7より小さい値が可能です。これは、セカンダリ節点が接触しているかどうかの判定に使用されます。
3. *BumultBMULT*のデフォルト値は、150万個を超える節点を持つモデルでは0.30に、250万個を超える節点を持つモデルでは0.40に自動的に増やされます。

See Also
RD-E:2100 カム

/INTER/LAGMUL/TYPE16

ブロックフォーマットのキーワード
このインターフェースは、節点と3次元ソリッドの外部サーフェス間の衝撃をシミュレートします。外部サーフェスは、16節点厚肉シェル要素、20節点3次元ソリッド要素、8節点3次元ソリッド要素、または8節点厚肉シェル要素のいずれかが可能です。

このインターフェースでは、Lagrange乗数運動条件が使用されます。これらの運動条件は、他のLagrange乗数運動条件とのみ適合性があります。このインターフェース定式化は、SPMD並列バージョンとの適合性がありません。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/INTER/LAGMUL/TYPE16/*inter_ID*/*unit_ID*									
inter_title									
$grnd\_ID_s$	$grbrc\_ID_m$								
		I_{TIED} TIED							

定義

フィールド	内容	SI単位の例
inter_ID	インターフェースの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
inter_title	インターフェースのタイトル （文字、最大100文字）	
$grnd\_ID_s$	セカンダリ節点グループ識別子 （整数）	
$grbrc\_ID_m$	メイン3次元ソリッド要素の識別子 （整数）	
I_{TIED} TIED	タイドオプションフラグ *= 0* スライディング *= 1* タイド - セカンダリ節点は衝撃時に結合され、リバウンド可能です。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	

コメント

1. 3次元ソリッド要素（8節点、20節点）の場合、接触は面1-2-3-4および5-6-7-8上でのみ考慮されます。
2. 厚肉シェル要素（8節点、16節点）の場合、接触は上面または底面のサーフェス（1-2-3-4および5-6-7-8）でのみ発生します。
3. 定義済みの節点の質量はゼロ以外にする必要があります。
4. 以下の運動条件を、Lagrange乗数と共に使用することができます：
   - インターフェースTYPE16
   - インターフェースTYPE17
   - インターフェースTYPE2
   - インターフェースTYPE7
   - 境界条件
   - 剛体
   - 強制速度
   - 剛壁
   - 一般的なジョイント
   - 多点拘束

See Also

2次曲面接触（/INTER/LAGMUL/TYPE16 & /INTER/LAGMUL/TYPE17）
接触の取り扱い
RD-E：0700 振り子
RD-E：0900 ビリヤード（プール）
RD-E：1500 ギア
RD-E：2000 アイスキューブ
RD-E：2100 カム

/INTER/LAGMUL/TYPE17

ブロックフォーマットのキーワード
このインターフェースは、2つの3次元ソリッドグループの外部サーフェス間における衝撃をシミュレートします。外部サーフェスには16点厚肉シェル(/SHEL16)要素のみが可能です。このインターフェースでは、Lagrange乗数条件が使用されます。

これらの運動条件は、他のLagrange乗数運動条件とのみ適合性があります。このインターフェース定式化は、SPMD並列バージョンとの適合性がありません。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/INTER/LAGMUL/TYPE17/*inter_ID*/*unit_ID*									
inter_title									
$grbrc\_ID_1$	$grbrc\_ID_2$								
		I_{TIED}TIED							

定義

フィールド	内容	SI単位の例
inter_ID	インターフェースの識別子 (整数、最大10桁)	
unit_ID	単位識別子。 (整数、最大10桁)	
inter_title	インターフェースのタイトル (文字、最大100文字)	
$grbrc\_ID_1$	第1の3次元ソリッドグループの識別子(16点厚肉シェルグループ) (整数)	
$grbrc\_ID_2$	第2の3次元ソリッドグループの識別子(16節点厚肉シェルグループ) (整数)	
I_{TIED}TIED	タイドオプションフラグ *= 0* スライディング *= 1* タイド - セカンダリ節点は衝撃時に結合され、リバウンド可能です。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	

コメント

1. 両サーフェスは、サーフェスIDではなく、2つの3次元ソリッドIDで定義されます。
2. これらの運動条件は、他のLagrange乗数運動条件とのみ適合性があります。
   - インターフェースTYPE16
   - インターフェースTYPE17
   - インターフェースTYPE2
   - インターフェースTYPE7
   - 境界条件
   - 剛体
   - 強制速度
   - 剛壁
   - 一般的なジョイント
   - 多点拘束

See Also

2次曲面接触（/INTER/LAGMUL/TYPE16 & /INTER/LAGMUL/TYPE17）

接触の取り扱い

RD-E：0900 ビリヤード（プール）

RD-E：1500 ギア

自動ペナルティ**Lagrange**

ブロックフォーマットのキーワード
インターフェースTYPE7と同じ挙動ですが、一定最小時間ステップ(/DT/INTER/CSTで定義)に達した場合は、Lagrange乗数定式化への切り替えが可能です。

表 *15:* 自動ペナルティ*Lagrange*を伴うインターフェースタイプ

接触の取り扱い		タイプ	適用分野	内容
自動ペナルティLagrange	スライド / ボイド	/INTER/LAGDT/TYPE7	全ての速度でのソリッドの接触 / 衝撃	一定最小時間ステップを持つTYPE7と同じ挙動。

コメント

1. 定式化がLagrange乗数に切り替わると、同じ制限が適用されます。
   - Lagrange乗数のインターフェースは、すべてのLagrange乗数運動条件と適合性があります。
   - Lagrange乗数のインターフェースは、他の運動条件との適合性はありません。
   - Lagrange乗数のインターフェースは、SPMD並列バージョンとの適合性はありません。

/INTER/LAGDT/TYPE7

ブロックフォーマットのキーワード
一定最小時間ステップを持つインターフェースTYPE7を記述します。インターフェースTYPE7と同じ挙動ですが、最小時間ステップ(/DT/INTER/CSTで定義)に達した場合は、Lagrange乗数定式化への切り替えが可能です。

内容

主な制限は下記のとおりです。

- Lagrange乗数定式化を伴うインターフェース TYPE7と同じ制限を持ちます。
- Lagrange乗数定式化への切り替え後は摩擦が機能しません。
- SPMDとの適合性はまだありません。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/INTER/LAGDT/TYPE7/*inter_ID*/*unit_ID*									
inter_title									
grnd_ID$_s$	*surf_ID*$_m$	*I*$_{stf}$*STF*		*I*$_{gap}$*GAP*		*I*$_{bag}$*BAG*	*I*$_{del}$*DEL*		
Fscale$_{gap}$		*Gap*$_{max}$*max*							
St$_{min}$*MIN*		*St*$_{max}$*MAX*							
StfacSTFAC		*Fric*		*Gap*$_{min}$*min*		*T*$_{start}$*START*		*T*$_{stop}$*STOP*	
I$_{BC}$*BC*		*InactiINACT*		*VIS*$_s$*S*		*VIS*$_F$*F*		*BumultBMULT*	
I$_{fric}$*FRIC*	*I*$_{filtr}$*FILTR*	*X*$_{freq}$*freq*		*I*$_{form}$*FORM*					

I$_{fric}$*FRIC* > 0の場合のみ、この入力を読み込みます。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
C$_1$*1*		*C*$_2$*2*		*C*$_3$*3*		*C*$_4$*4*		*C*$_5$*5*	

I$_{fric}$*FRIC* > 1の場合のみ、この入力を読み込みます。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
C$_6$*6*									

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
inter_ID	インターフェースの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
inter_title	インターフェースのタイトル （文字、最大100文字）	
grnd_ID$_s$s	セカンダリ節点グループ識別子 （整数）	
surf_ID$_m$m	メインサーフェスの識別子 （整数）	
I$_{stf}$STF	剛性定義フラグ 4 *= 0* *StfacSTFAC*は剛性スケールファクターで、剛性はメイン側の特性に応じて計算されます。 *= 1* *StfacSTFAC*は剛性値です。 *= 2、3、4*および*5* メインおよびセカンダリの両方の特性から*StfacSTFAC*および剛性を計算します。 （整数）	
I$_{gap}$GAP	ギャップ/要素オプションフラグ *= 0* ギャップは一定で、最小ギャップと一致します。 *= 1* ギャップは被衝撃メインサーフェスおよび衝撃セカンダリ節点の特性に応じて変化します。 *= 2* 計算するギャップの可変ギャップ + ギャップスケール補正 （整数）	
I$_{bag}$BAG	接触時のエアバッグベントホール閉鎖フラグ	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 0（デフォルト） 閉鎖無し *= 1* 閉鎖 （整数）	
I_{del}*DEL*	節点およびセグメントの削除フラグ。2 *= 0*（デフォルト） 削除しません。 *= 1* 1つのセグメントに関連付けられたすべての要素4節点シェル、3節点シェル、ソリッド）が削除されると、メイン側の面からそのセグメントを削除します。このセグメントはEngineファイルでRadioss Engineキーワード/DELを使用した明示的な削除の場合にも、削除されます。 さらに、結合されていない節点をインターフェースのセカンダリ側から削除します。 *= 2* 4節点シェル、3節点シェル、またはソリッド要素が削除されると、メイン側の面から、対応するセグメントを削除します。このセグメントはEngineファイルでRadioss Engineキーワード/DELを使用した明示的な削除の場合にも、削除されます。 さらに、結合されていない節点をインターフェースのセカンダリ側から削除します。 *= -1* 結合されていない節点をインターフェースのセカンダリ側から削除する以外は、=1と同様です。 *= -2* 結合されていない節点をインターフェースのセカンダリ側から削除する以外は、=2と同様です。 （整数）	
$Fscale_{gap}$	ギャップスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	
Gap_{max}*max*	最大ギャップ *= 0* ギャップの最大値が存在しません。 （実数）	$[\mathrm{m}]$
St_{min}*MIN*	最小剛性	$\left[\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}\right]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（実数）	
St_{max}*MAX*	最大剛性 デフォルト = 10^{30}（実数）	$\left[\frac{N}{m}\right]$
StfacSTFAC	インターフェース剛性、I_{stf}*STF* = 1の場合。 デフォルト = 0（実数）	$\left[\frac{N}{m}\right]$
	インターフェースの剛性スケールファクター、I_{stf}*STF* = 0の場合。 デフォルト = 1.0（実数）	
Fric	Coulomb摩擦。 （実数）	
Gap_{min}*min*	衝撃アクティブ化の最小ギャップ （実数）	$[m]$
T_{start}*START*	開始時間 （実数）	$[t]$
T_{stop}*STOP*	一時的な非アクティブ化の時間。 （実数）	$[t]$
I_{BC}*BC*	接触時の境界条件の非アクティブ化フラグ （ブーリアン）	
InactiINACTI	初期貫通時の剛性の非アクティブ化フラグ 8 *= 0* 処理を実行しません。 *= 1* 節点の剛性を非アクティブ化します。 *= 2* 要素の剛性を非アクティブ化します。 *= 3* 初期貫通が発生しないように、節点の座標を変更します。 *= 5* ギャップは時間と共に変化し、初期ギャップは次のように計算されます。 $gap_0 = Gap - P_0$ ここで、P_0は初期貫通	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 6 ギャップは時間経過により変化し、初期貫通は下記のように計算されます（節点がわずかに貫通を受けます）。 $gap_0 = Gap - P_0 - 5\% \cdot (Gap - P_0)$。 （整数）	
VIS$_s$s	インターフェース剛性の臨界減衰係数 デフォルトは0.05に設定されます（実数）	
VIS$_F$F	接触面摩擦の臨界減衰係数 16 デフォルトは1.0に設定されます（実数）	
BumultBMULT	ソート係数。11 12 デフォルトは0.20に設定されます（実数）	
I$_{fric}$FRIC	摩擦定式化フラグ。15 *= 0*（デフォルト） 静的なCoulomb摩擦則。 *= 1* 汎用の粘性摩擦則。 *= 2* （修正）Darmstad摩擦則。 *= 3* Renard摩擦則。 （整数）	
I$_{filtr}$FILTR	摩擦フィルタリングフラグ。16 *= 0*（デフォルト） フィルターを使用しません。 *= 1* 単純な数値フィルター。 *= 2* フィルタリング時間による標準の-3dBフィルター。 *= 3* カットオフ周波数による標準の-3dBフィルター。 （整数）	
X$_{freq}$freq	フィルタリング係数。 0～1の値である必要があります。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（実数）	
I_{form}*FORM*	摩擦ペナルティ定式化のタイプ。 = *1*（デフォルト） 粘性（合計）の定式化。 = *2* 剛性（増分）の定式化。 （整数）	
C_1*1*	摩擦則係数。 （実数）	
C_2*2*	摩擦則係数。 （実数）	
C_3*3*	摩擦則係数。 （実数）	
C_4*4*	摩擦則係数。 （実数）	
C_5*5*	摩擦則係数。 （実数）	
C_6*6*	摩擦則係数。 （実数）	

境界条件の非アクティブ化フラグ：**IBC**

(1)-1	**(1)-2**	**(1)-3**	**(1)-4**	**(1)-5**	**(1)-6**	**(1)-7**	**(1)-8**
					I_{BCX}*BCX*	I_{BCY}*BCY*	I_{BCZ}*BCZ*

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
I_{BCX}*BCX*	衝撃時のX境界条件の非アクティブ化フラグ	

フィールド	内容	SI単位の例
	= 0 フリー自由度 *= 1* 固定自由度 （ブーリアン）	
I_{BCY}*BCY*	衝撃時のY境界条件の非アクティブ化フラグ *= 0* フリー自由度 *= 1* 固定自由度 （ブーリアン）	
I_{BCZ}*BCZ*	衝撃時のZ境界条件の非アクティブ化フラグ *= 0* フリー自由度 *= 1* 固定自由度 （ブーリアン）	

コメント

1. フラグI_{bag}*BAG*については、モニター体積オプション（モニター体積（エアバッグ））をご参照ください。
2. フラグ I_{del}*DEL* = 1のCPUコストはI_{del}*DEL* = 2よりも高くなります。
3. I_{gap}*GAP* = 2の場合、可変ギャップは次のように計算されます：

$$\max\left\{Gap_{\min}, \min\left[Fscale_{gap}\cdot\left(g_s+g_m\right), Gap_{\max}\right]\right\} \quad (185)$$

   I_{gap}*GAP* ≠ 2の場合、行4で指定された値は無視されます。
4. 接触剛性は以下のように計算されます：
   - I_{stf}*STF* = 0の場合の剛性

     $K = K_m$
   - I_{stf}*STF* > 1の場合の剛性

$$K = \max\left[St_{\min}, \min\left(St_{\max}, K_n\right)\right] \quad (186)$$

     ここで、
     - K_n は右記の両方から次のように計算されます；メインセグメントの剛性K_mとセカンダリ節点の剛性 K_s

       I_{stf}*STF* = 2、$K_n = \frac{K_m + K_s}{2}$

$I_{stf}STF$ = 3、$K_n = \max(K_m, K_s)$

$I_{stf}STF$ = 4、$K_n = \min(K_m, K_s)$

$I_{stf}STF$ = 5、$K_n = \frac{K_m \cdot K_s}{K_m + K_s}$

- K_m はメインセグメントの剛性で、次のように計算されます：

  メインセグメントがシェル上に存在するか、シェルとソリッドによって共有されている場合

  $$K_m = Stfac \cdot 0.5 \cdot E \cdot t \qquad (187)$$

  メインセグメントがソリッド上に存在する場合。

  $$K_m = B \cdot \frac{S^2}{V} \qquad (188)$$

  ここで、

S	セグメント面積
V	ソリッドの体積
B	体積弾性率
K_s	インターフェースTYPE7として考慮される相当節点剛性で、次のように計算されます： ・ 節点がシェル要素に結合されている場合： $K_s = Stfac \cdot \frac{1}{2} \cdot E \cdot t$ (189) ・ 節点がソリッド要素に結合されている場合： $K_s = Stfac \cdot B \cdot \sqrt[3]{V}$ (190)

  剛性係数の値に対する制限はありません（ただし、値が1.0より大きいと、初期時間ステップが短くなる場合があります）。

5. $I_{stf}STF$ < 1の場合、行5で指定された値は無視されます。
6. Gap_{min}*min*のデフォルト値は、下記の最大値として計算されます：

   $$Gap_{\min} = \min\left(t, \frac{l}{10}, \frac{l_{\min}}{2}\right) \qquad (191)$$

   ここで、

t	メインシェル要素の平均板厚
l	メインソリッド要素の平均辺長
$l_{\min}$	すべてのメインセグメント（シェルまたは3次元ソリッド）の中の最小辺長

7. ギャップは衝撃のそれぞれに対して下記の式で計算されます：

   $$Fscale_{gap} \cdot (g_s + g_m) \qquad (192)$$

ここで、

- g_m: メイン要素のギャップ:

$$g_m = \frac{t}{2} \tag{193}$$

ここで、t: シェル要素に対するメイン要素の板厚

g_m = 0（3次元ソリッド要素の場合）

- g_s: セカンダリ節点のギャップ:

g_s = 0（セカンダリ節点がどの要素にも結合されていないか、3次元ソリッド要素またはスプリング要素にのみ結合されている場合）

$$g_s = \frac{t}{2} \tag{194}$$

ここで*t*は、セカンダリ節点に結合されているシェル要素の最大板厚です。

$g_s = \frac{1}{2}\sqrt{S}$（トラスおよびビーム要素の場合）。ここで、$S$は要素の断面とします。

セカンダリ節点が複数のシェルおよび/またはビームまたはトラスに結合されている場合は、計算された中で最も大きいセカンダリギャップが使用されます。

可変ギャップは常にGap_{min}*min*以上です。

8. 境界条件の非アクティブ化は、セカンダリ節点グループ（$grnd\_ID_s$*s*）に適用されます。

9. 節点がスプリング要素に属している場合に*InactiINACTI* = 3であると、初期エネルギーが発生することがあります。

InactiINACTI = 5は、エアバッグシミュレーション展開に推奨されています。

インターフェースに対する高周波数の影響を回避するためには、*InactiINACTI* =5ではなく、*InactiINACTI* = 6が推奨されます。

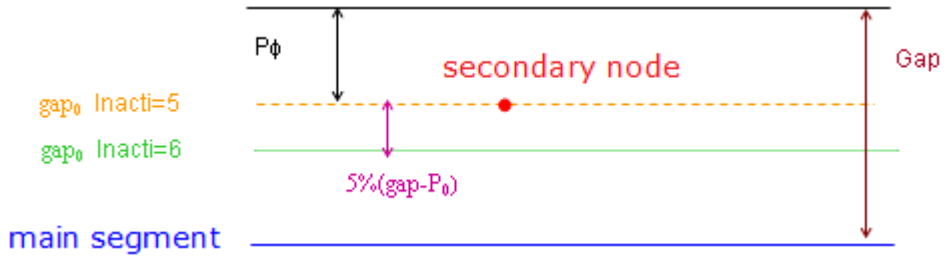


図 *67:*

10. ソートアルゴリズムを高速化するには、ソート係数*BumultBMULT*を使用します。

11. *BumultBMULT*のデフォルト値は、150万個を超える節点を持つモデルでは0.30に、250万個を超える節点を持つモデルでは0.40に自動的に増やされます。

12. 1つの節点が2つのサーフェスに同時に属することができます。

13. 剛性係数の値に制限はありません（ただし、値が1.0より大きいと、最初の時間ステップが短くなる場合があります）。

14. 摩擦定式化の場合

- 摩擦フラグI_{fric}*FRIC* = 0（デフォルト）の場合は、従来の静的摩擦係数の定式化が使用されます:

$F_t \le \mu \cdot F_n$ここで、$\mu = Fric$（μは、クーロン摩擦係数）

- フラグI_{fric}*FRIC* > 0の場合、新しい摩擦モデルが導入されます。この場合、摩擦係数は次の関数によって設定されます: $\mu = \mu(\rho, V)$

  ここで、

ρ	メインセグメントの垂直抗力の圧力
V	セカンダリ節点の接線速度

15. 現在は、係数C_1*1*～C_6*6*を使用して、新しい摩擦定式化の可変摩擦係数μを定義しています。

以下の定式化を使用できます:

- I_{fric}*FRIC* = 1(汎用の粘性摩擦則):

$$\mu = Fric + C_1 \cdot p + C_2 \cdot V + C_3 \cdot p \cdot V + C_4 \cdot p^2 + C_5 \cdot V^2 \tag{195}$$

- I_{fric}*FRIC* = 2(Darmstad則):

$$\mu = C_1 \cdot e^{(C_2 V)} \cdot p^2 + C_3 \cdot e^{(C_4 V)} \cdot p + C_5 \cdot e^{(C_6 V)} \tag{196}$$

- I_{fric}*FRIC* = 3(Renard則):

$$\mu = C_1 + (C_3 - C_1) \cdot \frac{V}{C_5} \cdot \left(2 - \frac{V}{C_5}\right) \quad \text{if} \quad V \in [0, C_5] \tag{197}$$

$$\mu = C_3 - \left((C_3 - C_4) \cdot \left(\frac{V - C_5}{C_6 - C_5}\right)^2 \cdot \left(3 - 2 \cdot \frac{V - C_5}{C_6 - C_5}\right)\right) \quad \text{if} \quad V \in [C_5, C_6] \tag{198}$$

$$\mu = C_2 - \frac{1}{\frac{1}{C_2 - C_4} + (V - C_6)^2} \quad \text{if} \quad V \geq C_6 \tag{199}$$

ここで、

$C_1 = \mu_s$

$C_2 = \mu_d$

$C_3 = \mu_{\max}$

$C_4 = \mu_{\min}$

$C_5 = V_{cr1}$

$C_6 = V_{cr2}$

- 第1臨界速度$V_{cr1} = C_5$ = は0以外にする必要があります(C_5*5* ≠ 0)。
- 第1臨界速度$V_{cr1} = C_5$は、第2臨界速度$V_{cr2} = C_6 (C_5 < C_6)$より小さくする必要があります。
- 静止摩擦係数C_1*1*と動摩擦係数のC_2*2*は、最大摩擦係数C_2*2*より小さくする必要があります(C_4*4* ≤ C_1*1*かつC_4*4* ≤ C_2*2*)。

16. 摩擦フィルタリング

I_{filtr}*FILTR* ≠ 0の場合は、接線力がフィルタを使用して以下のようにスムージングされます:

$$F_t = \alpha \cdot F'_t + (1 - \alpha) \cdot F'_{t-1} \tag{200}$$

ここで、α係数は、以下のように計算されます:

- *Ifiltr*FILTR = 1 ➤ $\alpha = X_{freq}$の場合、単純な数値フィルター
- *Ifiltr*FILTR = 2 ➤ $\alpha = \frac{2 \cdot \pi}{X_{freq}}$の場合、標準の-3dBフィルター。ここで、$X_{freq} = \frac{dt}{T}$で、$T$はフィルタリング期間
- *Ifiltr*FILTR = 3 ➤ $\alpha = 2 \cdot \pi \cdot X_{freq} \cdot dt$の場合、カット周波数*Xfreq*freqを使用する標準の-3dBフィルター

フィルタリング係数*Xfreq*freqは、0～1の値にする必要があります。

17. 摩擦ペナルティ定式化*Iform*FORM

- *Iform*FORM = 1（デフォルト）の粘性定式化の場合、摩擦力は次のとおりです：

$$F_t = \min(\mu F_n, F_{\text{adh}}) \tag{201}$$

- このとき、粘着力は以下のように計算されます：

$$F_{adh} = C \cdot V_t \text{ with } C = VIS_F \cdot \sqrt{2Km} \tag{202}$$

- *Iform*FORM = 2の粘性定式化の場合、摩擦力は次のとおりです：

$$F_t^{new} = \min(\mu F_n, F_{adh}) \tag{203}$$

- このとき、粘着力は以下のように計算されます：

$$F_{adh} = F_t^{old} + \Delta F_t \text{ with } \Delta F_t = K \cdot V_t \cdot \delta_t \tag{204}$$

ここで、V_tは、接触接線速度です。

Hertz定式化

ブロックフォーマットのキーワード
この定式化はペナルティ定式化と似ていますが、Hertz接触理論に基づく物理的なペナルティ剛性があります。

表 *16: Hertz*定式化を伴うインターフェースタイプ

接触の取り扱い		タイプ	適用分野	内容
Hertz定式化	スライド / ボイド	/INTER/HERTZ/TYPE17	16節点厚肉シェルまたは20節点ソリッドによるメッシュ。	2つの3次元ソリッドグループの外部サーフェス間における衝撃の記述にHerts接触理論を使用。

/INTER/HERTZ/TYPE17

ブロックフォーマットのキーワード
このインターフェースは、2つの3次元ソリッドグループの外部サーフェス間における衝撃をシミュレートします。外部サーフェスには16点厚肉シェル(/SHEL16)要素のみが可能です。

このインターフェースでは、Hertz接触理論が使用されます。このインターフェースではLagrange乗数運動条件を使用しません。また、すべての運動条件と適合性があります。定式化はペナルティ定式化のようなものですが、Hertz接触理論に基づく物理的なペナルティ剛性があります。

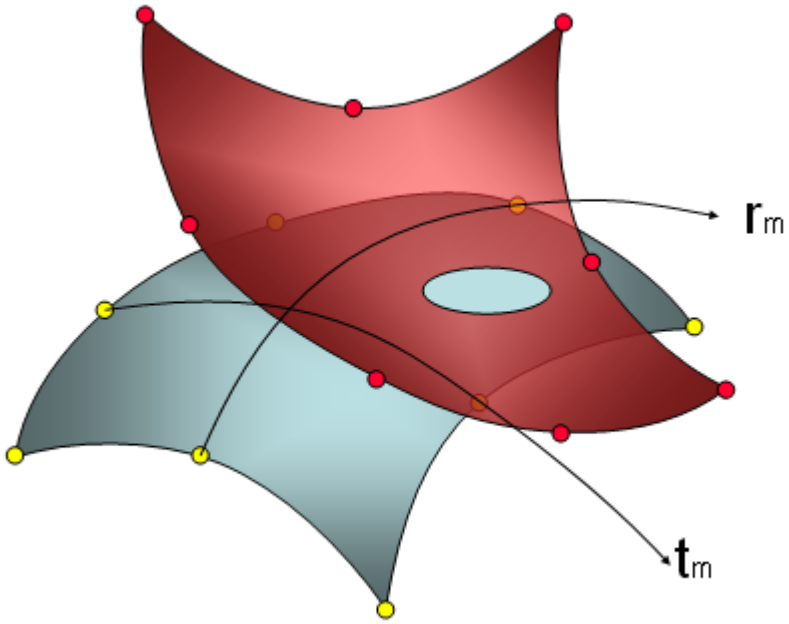


図 *68:*

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/INTER/HERTZ/TYPE17/*inter_ID*/*unit_ID*									
inter_title									
$grbrc\_ID_1$	$grbrc\_ID_2$								
Fric									

定義

フィールド	内容	SI単位の例
inter_ID	インターフェースの識別子 (整数、最大10桁)	

フィールド	内容	**SI**単位の例
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
inter_title	インターフェースのタイトル （文字、最大100文字）	
grbrc_ID$_1$	第1の3次元ソリッドグループの識別子（16点厚肉シェルグループ） （整数）	
grbrc_ID$_2$	第2の3次元ソリッドグループの識別子（16節点厚肉シェルグループ） （整数）	
Fric	Coulomb摩擦。 （実数）	

コメント

1. 両サーフェスは、サーフェスIDではなく、2つの3次元ソリッドIDで定義されます。

ALEインターフェース

ブロックフォーマットのキーワード

Radiossには、特定のALEインターフェースがいくつか用意されています。これらのインターフェースは、流体-構造連成相互作用（Lagrangian要素と相互作用するArbitrary Lagrangian Eulerian要素）または流体間相互作用で使用でき、2つのALEサーフェス間で流れの伝達に使用されます。

ALEインターフェースのタイプ

接触の取り扱い		タイプ	適用分野	内容
ALE	タイド	TYPE1	流体-構造連成相互作用	ALE材料とLagrange材料の境界。
	スライド / ボイド	TYPE9	流体-構造連成相互作用	ボイド開口部および自由サーフェスを持つALE/Lagrange。
	FLUID / FLUID	TYPE12	流体と流体の接触	自由、タイド、または周期的オプションによって2つの流体メッシュを結合します。 ALEまたはEULERまたはLAG/ALEまたはEULERまたはLAG
	スライド / ボイド	TYPE18	流体-構造連成相互作用	Lagrange材および料とALE材料との連成
	スライド / ボイド	TYPE22	流体-構造連成相互作用	Lagrange材および料とALE材料との連成

/INTER/TYPE1

ブロックフォーマットのキーワード
ALE境界節点は、流体構造相互作用を構築するためにLagrangianサーフェスに結合されることが可能です。これによりLagrangianサーフェスはスライディング壁境界条件として作用します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/INTER/TYPE1/*inter_ID*									
inter_title									
$surf\_ID_A$	$surf\_ID_L$								

定義

フィールド	内容	SI単位の例
inter_ID	インターフェースの識別子 （整数、最大10桁）	
inter_title	インターフェースのタイトル （文字、最大100文字）	
$surf\_ID_A$	ALEサーフェスの識別子 （整数）	
$surf\_ID_L$	Lagrangeサーフェスの識別子 （整数）	

コメント

1. このインターフェースは、Lagrangianメインサーフェスが剛体内にある際は適合しません。
2. Lagrangianサーフェスの法線は、特定の方向に向いている必要はありません。
3. 小さいギャップ（正または負）がALEサーフェスの節点群とLagrangianメインサーフェスの間に存在し得ます。
4. Lagrangianサーフェスを流体領域内に入れることはできません。常にALEメッシュの外側に配置する必要があります。

See Also
Fluid-Structure Interaction (TYPE 1 Interface) (Theory Manual)

/INTER/TYPE9

ブロックフォーマットのキーワード
ボイド開口部および自由サーフェスを持つALE Lagrangeを記述します。衝撃を受けないALE節点は、自由サーフェス上にあります。グリッド速度は、法線方向の材料速度と同じです。メインサーフェス要素の法線は、セカンダリ節点の方向を向いている必要があります。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/INTER/TYPE9/*inter_ID*									
inter_title									
surf_ID$_A$	*surf_ID*$_L$								
R$_{TH}$		*Fric*		*GapGAP*					
	I$_{TH}$	*I*$_{EUL}$		*Upwind*		*F*$_S$			

定義

フィールド	内容	SI単位の例
inter_ID	インターフェースの識別子 （整数、最大10桁）	
inter_title	インターフェースのタイトル （文字、最大100文字）	
surf_ID$_A$	ALEセカンダリサーフェスの識別子 （整数）	
surf_ID$_L$	Lagrangeメインサーフェスの識別子 *= 0* このインターフェースがALE自由サーフェスとして使用されます。 （整数）	
R$_{TH}$	サーフェス単位あたりの熱抵抗 （実数）	$\left[\frac{K}{W}\right]$
Fric	Coulomb摩擦。 （実数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
GapGAP	衝撃アクティブ化のギャップ。 （実数）	[m]
I_{TH}	サーマルブリッジフラグ *= 1* はい。 （整数）	
I_{EUL}	接線方向のEuler動作フラグ *= 1* 衝撃を受けないセカンダリ節点のグリッド速度はサーフェスの接線方向で0に設定されます。衝撃を受ける節点のグリッド速度は、メインセグメントによって固定されます。フラグI_{EUL}はグリッド境界条件を持つセカンダリ節点では無視されます。 （整数）	
Upwind	自由サーフェス法線を計算するための風上 *= 0* 風上なし *= 1* 風上最大 （実数）	
F_S	サーフェスの張力 （実数）	[N]

コメント

1. フォーマット行5は、剛体のメイン / セカンダリ定式化とは適合性がありません。Lagrangeメインサーフェスの節点の一部が剛体内にある場合、剛体の動きではこれらの節点にかかるインターフェースの力は考慮されません。

/INTER/TYPE12

ブロックフォーマットのキーワード
インターフェースTYPE12は流体と流体の接触を記述しており、2つのALEサーフェス（メイン側およびセカンダリ側）の間の流れの伝達を可能にします。セカンダリ節点の速度は、メインサーフェスの値から補間されます。その後、2つのサーフェス間で対流流束が計算されます。

内容

サーフェスは移動グリッドから定義できます。この場合、セカンダリ節点とメインセグメントとの関連付けが計算時に更新されます。1 234 5

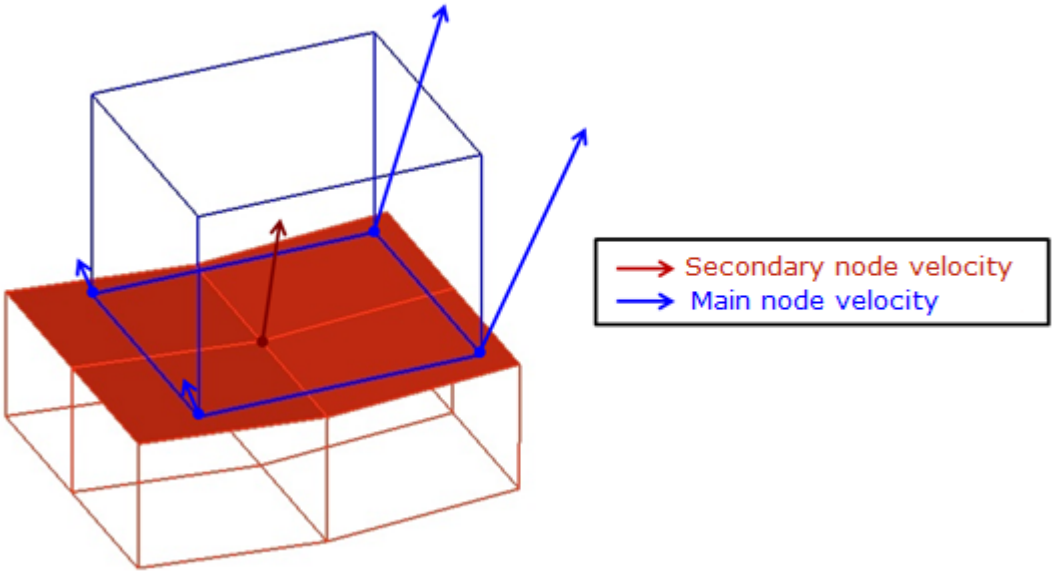


図 *69:*

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/INTER/TYPE12/*inter_ID*									
inter_title									
$surf\_ID_s$	$surf\_ID_m$		*Interpol*						
				Tol					
I_{TIED}	*TIED*	*Bcopt*	*skew_ID*	*node_ID*					

IfI_{TIED}*TIED* =2の場合は、周期的結合の変換パラメータ 8

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
X_C		Y_C		Z_C					

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
X_N		Y_N		Z_N		θ			
X_T		Y_T		Z_T					

定義

フィールド	内容	SI単位の例
inter_ID	インターフェースの識別子 （整数、最大10桁）	
inter_title	インターフェースのタイトル （文字、最大100文字）	
surf_ID$_s$s	セカンダリサーフェスの識別子 1 （整数）	
surf_ID$_m$m	メインサーフェスの識別子 1 （整数）	
Interpol	補間フラグ 5 *= 0* 線形 *= 1* 極 （整数）	
Tol	セグメント検索の許容値 デフォルト = 0.02（実数）	[m]
I_{TIED}TIED	サーフェス結合のオプション 4 *= 0* フリー。 *= 1* タイド *= 2* 周期的 *= 3* 伝達なし	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	
Bcopt	運動学的拘束条件非アクティブ化フラグ 6 *= 0* デフォルト *= 1* すべての節点が考慮されます *= 2* セカンダリ節点は省略されます *= 3* セカンダリ節点と完全に固定された節点は省略されます （整数）	
skew_ID	極補間のためのスキューシステム識別子 5 （整数）	
node_ID	極補間のための参照節点番号 5 （整数）	
X_C	回転中心のX座標 （実数）	[m]
Y_C	回転中心のY座標 （実数）	[m]
Z_C	回転中心のZ座標 （実数）	[m]
X_N	回転軸を定義するベクトルのX成分 （実数）	[m]
Y_N	回転軸を定義するベクトルのY成分 （実数）	[m]
Z_N	回転軸を定義するベクトルのZ成分 （実数）	[m]
θ	回転角度 （実数）	θ

フィールド	内容	SI単位の例
X_T	並進ベクトルのX成分 （実数）	[rad]
Y_T	並進ベクトルのY成分 （実数）	[m]
Z_T	並進ベクトルのZ成分 （実数）	[m]

コメント

1. メインサーフェスの粗さは、セカンダリサーフェスの粗さ以上とする必要があります。各メインセグメントは、少なくとも反対側のサーフェスのセカンダリ節点上にある必要があります。
2. ユーザーは、ALE境界条件（/ALE/BCS）、ALEリンク（/VEL/ALE（廃止））を使用するか、剛体移動に適用できる多孔プロパティ（/PROP/TYPE15 (POROUS)）を使用して、グリッド速度について指定できます。
3. このインターフェースは、インターフェースTYPE2と同様に運動学的条件となります。セカンダリサーフェスのいずれの節点上にも、他の運動条件を設定することはできません。
4. I_{TIED}*TIED*フラグは、結合定式化を設定します。
   - I_{TIED}*TIED* = 0（フリー）の場合

     アルゴリズムは、各セカンダリ節点に対応する、メインセグメントの隣接節点を継続的に検索します。この節点がセグメント平面上にある必要はありません。これは通常の場合です。

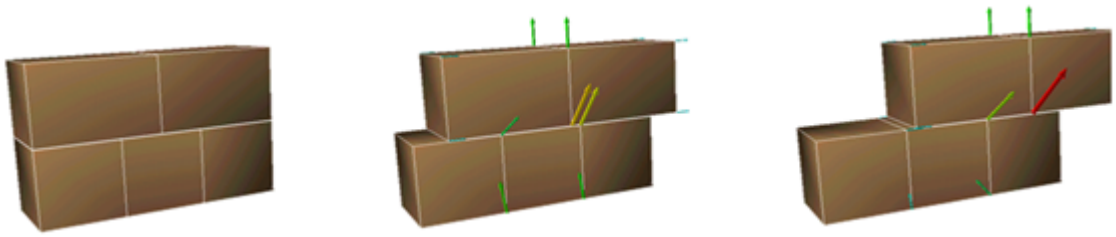


図 *70:*

   - I_{TIED}*TIED* = 1（タイド）の場合

     まず隣接節点を検索した後で、セカンダリ節点の当初のメインセグメント上にその節点を維持できるようなグリッド速度が計算されます。

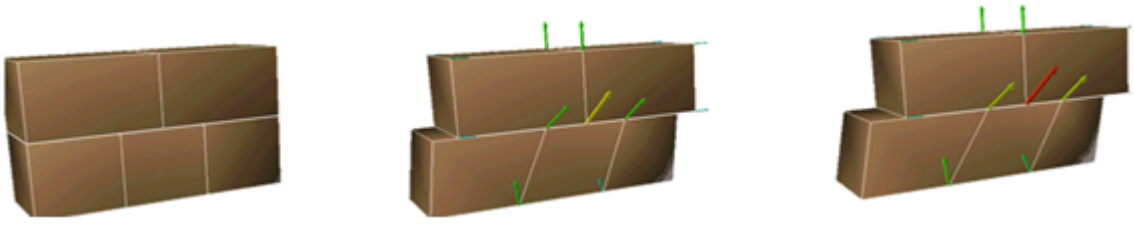


図 *71:*

- I_{TIED}*TIED* = 2（周期的）の場合

  変換マトリックス（ライン6から8で定義されている並進および回転）がセカンダリ節点に適用されます。その後、隣接節点がオプションI_{TIED}*TIED* =1に関して検索されます。これにより、1つまたは2つの異なる領域にある2つの面の間で連結し、角度の周期性を再現できるようになります。一方の面から出たすべての材料が、回転後にもう一方の面に入れられます。

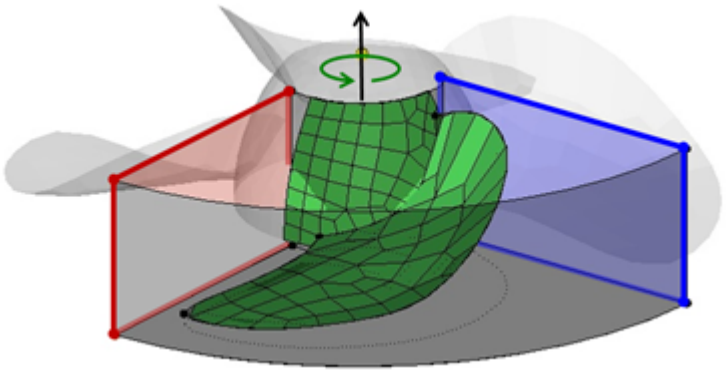


図 *72:*

- I_{TIED}*TIED* = 3（伝達なし）の場合

  運動量方程式のみで2つのサーフェスと密度伝達を結び付け、エネルギーは伝達されません。これは、メッシュが独立した状態のままLagrange側と流体側を結び付けるために使用できます。結果は、通常は1方向の結合となります。関連する/ALE/MATで修正スケールファクターの流束に明示的に1を設定した場合は、2方向の結合がアクティブになります。

定式化I_{TIED}*TIED* = 1の場合を除き、ユーザーは、取り付け節点が対応サーフェスに面していることを確認する必要があります。

5. 回転機械の場合は、垂直方向の極補間のほうが正確になります。

- *Interpol* = 1の場合は、ユーザーが回転軸のスキュー（*skew_ID*）と中心（*node_ID*）を指定します。これらの値を指定しない場合は、以下のデフォルトが使用されます：
- *skew_ID* =0の場合、全体座標系のx軸が極軸となります。中心節点を指定した場合は（*node_ID*）、これが極座標系の原点として扱われます。それ以外の場合は、全体座標系の原点が使用されます。
- スキューシステムを指定している場合は、スキューの最初の軸が極軸です。スキューシステムのタイプが"移動"の場合は、そのスキューシステムで最初に指定した節点が考慮されます。それ以外の場合は、中心節点（*node_ID*）を定義するとこれが原点となり、定義していないときには全体座標系の原点（0,0,0）が使用されます。

6. この*Bcopt*オプションを使用すると、運動量のインターフェース処理でセカンダリ節点を削除できます。他の何らかの運動学的条件を適用すると、このフラグの値に従って節点が削除されます。

- *Bcopt* = 0：デフォルト値を2に設定
- *Bcopt* = 1：節点を削除しない他の運動条件を設定した節点があると、警告が表示されます。この設定は推奨されませんが、いくつかの運動条件が同じ挙動になる限り許容されます（例えば、固定されているメイン節点に結び付けたセカンダリ節点がb.c.を固定している場合です）。
- *Bcopt* = 2：Lagrange/Lagrangeインターフェース（/INTER/LAGMUL/TYPE2）のセカンダリまたは剛体のセカンダリでもあるセカンダリ節点が省略されます。他の競合する運動学的条件がある場合は、オプション1の場合と同様に警告が表示されます。

- *Bcopt* = 3:オプション2の場合と同様ですが、完全に固定されている節点も省略されます。

このオプションは、質量およびエネルギーの移動には影響しません。

7. 変換マトリックスは、中心(X_C,Y_C, andZ_C)で軸(X_N,Y_N, Z_N) 周りの角度θの回転と、その後の並進(X_T,Y_T, andZ_T)により得られます。
8. このインターフェースは、ALE多相材料則LAW 37およびLAW 51とは適合性がありません。

See Also

スキューとフレーム(/SKEW & /FRAME)

/INTER/TYPE18

ブロックフォーマットのキーワード
このインターフェースは、FSIアプリケーションについてALEとLagrangeの間の非直接連成を管理します。ペナルティ法が使用され、剛性とギャップ値を必要とします。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/INTER/TYPE18/*inter_ID*									
inter_title									
	surf_ID	*grbric_ID*				I_{pres}	I_{del}DEL		I_{stf}STF
Stfval		V_{ref}		*GapGAP*		T_{start}START		T_{stop}STOP	

定義

フィールド	内容	SI単位の例
inter_ID	インターフェースの識別子 （整数、最大10桁）	
inter_title	インターフェースのタイトル （文字、最大100文字）	
surf_ID	Lagrangeサーフェスの識別子 （整数）	
grbric_ID	Euler 3次元ソリッド要素またはALE 3次元ソリッド要素のグループの識別子。3D解析に使用。 （整数）	
I_{pres}	圧力修正フラグ。 *= 0* 圧力は修正されません。 *= 1* 圧力の中央値分減圧されます。 *= 2* 平均サーフェス圧力分減圧されます。 *= 3* 平均予想体積圧力分減圧されます。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	
I_{del}*DEL*	節点およびセグメントの削除フラグ。 *= 0*（デフォルト） 削除しません。 *= 1* 1つのセグメントに関連付けられたすべての要素（4節点シェル、3節点シェル、ソリッド）を削除すると、そのセグメントがインターフェースのLagrange側から除去されます。 また、結合していない節点がインターフェースのEuler側またはALE側から除去されます。 *= 2* 4節点シェル要素、3節点シェル要素、またはソリッド要素を削除すると、インターフェースのLagrange側からその要素に対応するセグメントが除去されます。 また、結合していない節点がインターフェースのEuler側またはALE側から除去されます。 （整数）	
I_{stf}*STF*	インターフェース剛性定義フラグ *= 1*（デフォルト） 計算された剛性値と*Stfval*を入力する必要があります。 *= 2* インターフェースの剛性値は、V_{rel}とスケールファクターから自動的に計算されます。 （整数）	
Stfval	インターフェースの剛性値。2 3 4 I_{stf}*STF = 0*または*1*の場合 インターフェースの剛性値。 デフォルト = 0.0 I_{stf}*STF=2*の場合 インターフェース剛性スケール値。 デフォルト = 1.0 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}\right]$ またはなし
V_{ref}	ALE材料とLagrangeサーフェスの間の推定相対速度（I_{stf}*STF*=2の場合にのみ使用）。4 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\right]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
GapGAP	インターフェースのギャップ 5 *= 0* 一定のグローバルギャップが自動的に計算されます。 （実数）	[m]
T_{start}*START*	開始時間 （実数）	[s]
T_{stop}*STOP*	一時的な非アクティブ化の時間。 （実数）	[s]

コメント

1. V_{ref}は基準速度であり、ALE材料とLagrangeサーフェスの間の推定相対速度と見なすことができます。シミュレーション時に予想される最大値を使用することが推奨されます。例えば、着水の適用例では、構造物の初期衝突速度を使用できます。IEDまたは鉱山発破の適用例では、構造に影響を与える衝撃波の最大材料速度を使用できます。
2. I_{stf}*STF*=1の場合、*Stfval*の推奨値は次のとおりです：

$$Stfval = \frac{\rho \cdot V_{ref}{}^2 \cdot S_{el}}{Gap} \qquad (205)$$

ここで、

ρ	（最も高い）流体密度。
V_{ref}	相対速度。
S_{el}	Lagrange要素の表面積平均。

3. I_{stf}*STF*=2の場合、インターフェースの剛性値は、V_{rel}とスケールファクター*Stfval*から次のように自動的に計算されます：

$$Stf = Stfval.\frac{\rho \cdot V_{ref}{}^2 \cdot S_{el}}{Gap} \qquad (206)$$

4. インターフェース剛性のあるモデルの感度スタディを実施することが推奨されます。そのために、I_{stf}*STF*=2を用いると、剛性スケールファクターを使用して、シミュレーションごとに異なる値に設定できます（例えば、値を1から2、4、10、および100に変更できます）。
5. *GapGAP*は、インターフェースのギャップ。推奨値は、1.5 x 接触部分に対する法線方向に沿った流体要素のサイズ（$1.5\Delta x_{fluid}$）です。ギャップが定義されていない場合は、以下を使用して計算されます：

$$gap = \frac{\sqrt{3}}{2} diag_{\max} \qquad (207)$$

ここで、$diag_{\max}$は流体要素の最大対角線であり、これは通常のメッシュの$1.5\Delta x_{fluid}$とまったく同じです。

6. 2020より前のバージョンでは、流体のEuler節点やALE節点は、1行目の第1フィールドで*grnd_ID*$_s$sを使用して定義していました。この入力フォーマットは、レガシーモデルには今もサポートされています。この入力フォーマットは、LAW5、6または51のレガシーモデルでは引き続きサポートされます。
7. ALE側のメッシュサイズを小さくすると、インターフェースの精度が向上します。したがって、インターフェースの精度を上げるために、接触ゾーンで、少なくともLagrangeサーフェスのグローバル法線方向でALEメッシュを細分化することが推奨されます。
8. 精度を上げるために、ギャップと剛性の値が異なる複数のTYPE18インターフェースを、異なる接触ゾーンに使用できます（例えば、メッシュサイズや相対速度が大幅に変化する場合）。
9. Lagrangeパートで材料破壊の場合の要素削除が有効になっている場合は、I_{del}*DEL*=1または2を使用することを強く推奨します。
10. SPMD並列化の場合は、*surf_ID*で定義しているLagrangeセグメントをそれぞれ1つの要素に関連付ける必要があります（この要素には`/PROP/VOID`となるプロパティが割り当てられます）。

See Also

ALE and CFD Interfaces (User Guide)

RD-E：2200 着水

RD-E：5000 INIVOLと流体構造連成（コンテナ落下）

/INTER/TYPE22

ブロックフォーマットのキーワード
このインターフェースはデカルト座標を用いたカットセル法を使用し、Lagrangianサーフェスと流体領域の間の流体-構造連成相互作用(FSI)をモデル化します。

> 重要: このインターフェースは現時点ではベータリリース状態であり、開発が継続されています。

このインターフェースはLagrangianサーフェスと流体領域の間のFSIについて、デカルト座標を用いたカットセル法を定義します。このカップリングインターフェースは着水の適用例のために設計され、現時点ではスムーズな構造Lagrangianサーフェスを必要としています。ペナルティベースの `/INTER/TYPE18` FSI接触とは異なり、このインターフェースに使用されるカット法は、定義すべき数値パラメータを有しません。並列処理はSMPを介してのみサポートされており、SMPDはサポートされていません。

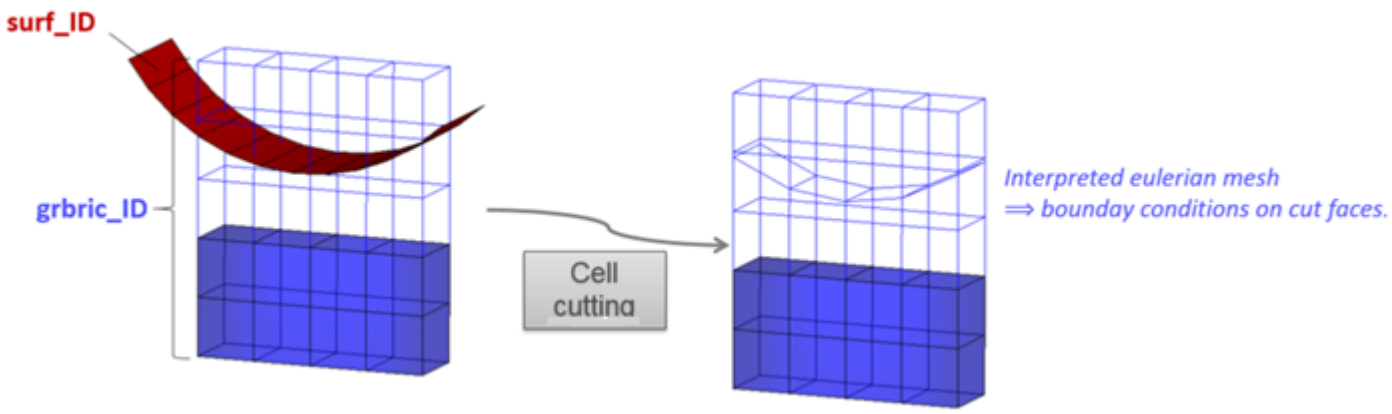


図 *73:*

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
`/INTER/TYPE22`/*inter_ID*/*unit_ID*									
inter_title									
grbric_ID	*surf_ID*								
空白									

定義

フィールド	内容	SI単位の例
inter_ID	インターフェースの識別子 (整数、最大10桁)	

フィールド	内容	**SI**単位の例
unit_ID	単位の識別子（オプション） （整数、最大10桁）	
inter_title	インターフェースのタイトル （文字、最大100文字）	
grbric_ID	流体領域グループの識別子 （整数）	
surf_ID	Lagrangeサーフェスの識別子 3 （整数）	

コメント

1. このカップリングインターフェースは、流体領域に有限体積法を用います。
2. 境界条件はスライディング壁として自動的に定義されます。
3. 節点出力は関連しないようになるため、代わって要素出力が使用されなければなりません。

   `/ANIM/BRICK/VEL`, `/ANIM/BRICK/FIN`, `/ANIM/BRICK/MOM`（$\rho\mathbf{U}$）または`/H3D/SOLID/VEL`、`/H3D/SOLID/FIN`、`h3d`出力ファイルを用いたセル重心における`/H3D/SOLID/MOM`および`/H3D/SOLID/VECT/VEL`をご参照ください。
4. Lagrangianサーフェスは十分スムーズでなければなりません。
5. 現時点での制限事項：
   - 8節点ソリッド要素（`/BRICK`）のみがEULERメッシュに使用できます
   - SPMDには1つの領域のみが使用できます
   - 流体材料は、LAW3、LAW4、LAW6、LAW37およびLAW51に限られます
   - 粘度は使用できないため、λ, ν, q_a, q_bは0.0に設定する必要があります
   - 流入と流出は現時点では使用できません
   - 自由サーフェスの拡散を減らすためのMUSCLスキームは使用できません
6. 流体（`/ALE/EULER`）時間ステップは、Engineキーワード`/DT/ALE`を使用して制御できます。

材料

材料則名	グループ	タイプ	モデル概要	適用分野	粘性	直交異方性	組み込み熱オプション**	ひずみ速度	定式化
/MAT/GAS*	その他の材料	気体	気体の分子量および比熱係数	エアバッグ	×	×	○	×	Lagrange
/MAT/PLAS_PREDI	弾塑性材料	金属	Johnson-Cook材料モデルを使用した等方性弾塑性材料	金属、弾塑性材料、軟鋼、ひずみ速度依存、温度依存、等方および移動硬化、熱硬化性、低合金鋼、ST52、およびDP600	×	×	○	○	Lagrange
/MAT/LAW0(VOID)*	その他の材料	ボイド	仮想	ボイド材料、サーフェス / ボディ / 剛体材料を接触面として可視化したもの	×	×	×	×	Lagrange
/MAT/LAW1(ELAST)*	その他の材料	弾性	Hookeの法則を使用した等方性線形弾性材料	微小変形専用の金属と弾性材料	×	×	×	×	Lagrange
/MAT/LAW2(PLAS_JOHN	弾塑性材料	金属	Johnson-Cook材料モデルを使用した等方性弾塑性材料	金属、弾塑性材料、軟鋼、ひずみ速度依存、温度依存、等方および移動硬化、熱硬化性、低合金鋼、ST52、	×	×	○	○	Lagrange

材料則名	グループ	タイプ	モデル概要	適用分野	粘性	直交異方性	組み込み熱オプション**	ひずみ速度	定式化
				およびDP600					
/MAT/PLAS_ZERIL	弾塑性材料	金属	Zerilli-Armstrong塑性モデルを使用した等方性弾塑性材料	金属、弾塑性材料、軟鋼、ひずみ速度依存、温度依存、等方および移動硬化、熱硬化性、低合金鋼、ST52、およびDP600	×	×	○	○	Lagrange
/MAT/LAW3 (HYDPLA)*	弾塑性材料	ハイドロダイナミック	フォンミーゼズ硬化、多項式圧力	高速衝撃における弾塑性材料、EOSが必須	×	×	×	×	Lagrange
/MAT/LAW4 (HYD_JCOO	弾塑性材料	ハイドロダイナミック	ハイドロダイナミックJohnson-Cook	高速衝撃における弾塑性材料、EOSが必須、温度効果を考慮	×	×	○	○	Lagrange
/MAT/LAW5 (JWL)*	多相材料、液体、および爆発材料	爆発性材料	Jones Wilkens Leeモデル	爆発性TNT	×	×	×	×	Lagrange EulerianとALE
/MAT/LAW6 (HYDROまたはHYD_VISC*	多相材料、液体、および爆発材料	ハイドロダイナミック	流体力学的粘性	液体、気体、水、および油	○	×	×	×	Lagrange

材料則名	グループ	タイプ	モデル概要	適用分野	粘性	直交異方性	組み込み熱オプション**	ひずみ速度	定式化
/MAT/K-EPS	多相材料、液体、および爆発材料	CFD材料	流体力学的粘性と $k-\varepsilon$		○	×	×	×	CFD
/MAT/LAW10 (DPRAG1)*	コンクリートおよび岩石材料	岩石	多項式による岩石またはコンクリートのDrücker-Prager	土、砂、簡易コンクリートモデル、氷、および雪	×	×	×	×	Lagrange
/MAT/LAW11(BOU	多相材料、液体、および爆発材料	ALE材料	境界要素	液体の流入 / 流出条件	×	×	○	×	ALE
/MAT/B-K-EPS	多相材料、液体、および爆発材料	CFD材料	境界要素と $k-\varepsilon$	乱流の流入 / 流出条件	○	×	○	×	CFD
/MAT/LAW12 (3D_COMP)	複合材と繊維材料	複合材	ソリッド用Tsai-Wu公式	積層複合材料、カーボンファイバー積層、および短繊維複合材料	×	○	×	○	Lagrange
/MAT/LAW14 (COMPSO)*	複合材と繊維材料	複合材	複合材ソリッド	長繊維一方向複合材料	×	○	×	○	Lagrange
/MAT/LAW15 (CHANG)*	複合材と繊維材料	複合材	複合シェルChang-Chang	積層複合材料(廃止、代わりにLAW25またはLAW12を使用する)	×	○	×	○	Lagrange
/MAT/LAW16 (GRAY)*	弾塑性材料	金属	Grayモデル	高速衝撃における位相変化を許可、検証不十分	×	×	○	○	Lagrange

材料則名	グループ	タイプ	モデル概要	適用分野	粘性	直交異方性	組み込み熱オプション**	ひずみ速度	定式化
/MAT/LAW18 (THERM)	多相材料、液体、および爆発材料	ALE材料	純温度材料		×	×	○	×	ALE
/MAT/LAW19 (FABRI)*	複合材と繊維材料	繊維	繊維	エアーバッグおよびシートベルトの繊維、織物、シートフォームカバー、および曲げ剛性なしの材料	×	○	×	×	Lagrange
/MAT/LAW20 (BIMAT)*	多相材料、液体、および爆発材料	ALE材料	ALEまたはEuler定式化	2次元解析と互換性のある任意の2材料の組み合わせ	×	×	×	×	ALE
/MAT/LAW21 (DPRAG)*	コンクリートおよび岩石材料	岩石	関数による岩石またはコンクリートのDrücker-Prager	土と砂	×	×	×	×	Lagrange
/MAT/LAW22 (DAMA)*	弾塑性材料	金属	ソリッドおよびシェルの延性損傷	金属、弾塑性材料、軟鋼、ひずみ速度依存、熱硬化性、低合金鋼、ST52、およびDP600	×	×	×	○	Lagrange
/MAT/LAW23 (PLAS_DAM/	弾塑性材料	金属	ソリッドの延性損傷	金属、弾塑性材料、軟鋼、ひずみ速度依存、熱硬化性、低合金鋼、ST52、	×	×	×	○	Lagrange

材料則名	グループ	タイプ	モデル概要	適用分野	粘性	直交異方性	組み込み熱オプション**	ひずみ速度	定式化
				およびDP600					
/MAT/LAW24 (CONC)*	コンクリートおよび岩石材料	岩石	鉄筋コンクリートの脆性弾塑性挙動	砂、土、コンクリート、氷、および雪	×	×	×	×	Lagrange
/MAT/LAW25 (COMPSH)*	複合材と繊維材料	複合材	複合シェル、塑性モデルは標準(Tsai-Wu)定式化とCRASURV定式化に基づく	積層複合材料、カーボンファイバー積層、および短繊維複合材料	×	○	×	○	Lagrange
/MAT/LAW26 (SESAM)	多相材料、液体、および爆発材料	ALE材料	SESAM表形式EOS、John Cook降伏基準で使用される		×	×	○	×	ALE
/MAT/LAW27 (PLAS_BRIT	弾塑性材料	脆性金属とガラス	アルミニウム、ガラス、その他	硬鋼、二相組織鋼、DP800、D鋳造、アルミニウム、マグネシウム、ポリカーボネート、およびガラス	×	×	×	○	Lagrange
/MAT/LAW28 (HONEYCOM	ハニカム材料	ハニカム	ハニカム	ハニカムと段ボール	×	○	×	×	Lagrange
/MAT/USERij	その他の材料	ユーザー定義	ユーザー定義	ユーザー定義	×	×	×	×	Lagrange
/MAT/USERij	その他の材料	ユーザー定義	ユーザー定義	ユーザー定義	×	×	×	×	Lagrange

材料則名	グループ	タイプ	モデル概要	適用分野	粘性	直交異方性	組み込み熱オプション**	ひずみ速度	定式化
/MAT/USERij	その他の材料	ユーザー定義	ユーザー定義	ユーザー定義	×	×	×	×	Lagrange
/MAT/LAW32 (HILL)*	弾塑性材料	金属直交異方性	Hill	アルミニウム合金、異方性鋼、およびロール成形金属	×	○	×	○	Lagrange
/MAT/LAW33 (FOAM_PLAS	超粘弾性材料と粘弾性材料	フォーム	密閉セル、弾塑性フォーム	クラッシャブルフォームと発泡スチロール	○	×	×	×	Lagrange
/MAT/LAW34 (BOLTZMAN	超粘弾性材料と粘弾性材料	粘弾性	Boltzmann	粘性フォーム、ゴム、およびクリープの挙動	○	×	×	×	Lagrange
/MAT/LAW35 (FOAM_VISC	超粘弾性材料と粘弾性材料	フォーム	汎用Kelvin-Voigt	粘性を持つ高密度フォーム	○	×	×	×	Lagrange
/MAT/LAW36 (PLAS_TAB)	弾塑性材料	金属	表形式片状線形	弾塑性材料	×	×	×	○	Lagrange
/MAT/LAW37 (BIPHAS)*	多相材料、液体、および爆発材料	ALE材料	流体力学的二相材料液体ガス材料	液体と気体	○	×	×	×	ALE
VISC_TAB*	超粘弾性材料と粘弾性材料	粘性	表形式材料則	粘性フォームとシートフォーム	○	×	×	○	Lagrange
/MAT/LAW40 (KELVINMAX	超粘弾性材料と粘弾性材料	粘性	汎用Maxwell-Kelvin	粘弾性フォームとゴム	○	×	×	×	Lagrange
/MAT/LAW41/1*	多相材料、液体、および爆発材料	ハイドロダイナミック	Lee_Tarver材料	爆発性材料	×	×	○	×	Lagrange

材料則名	グループ	タイプ	モデル概要	適用分野	粘性	直交異方性	組み込み熱オプション**	ひずみ速度	定式化
/MAT/LAW42 (OGDEN)*	超粘弾性材料と粘弾性材料	ゴム	超粘弾性	非圧縮性ゴム材料	○	×	×	×	Lagrange
/MAT/LAW43 (HILL_TAB)*	弾塑性材料	金属	Hill（表形式）	アルミニウム合金、異方性鋼、およびロール成形金属	×	○	×	○	Lagrange
/MAT/LAW44 (COWPER)*	弾塑性材料	金属	Cowper-Symonds	金属、弾塑性材料、軟鋼、ひずみ速度依存、温度依存、等方および移動硬化、熱硬化性、低合金鋼、ST52、およびDP600	×	×	×	○	Lagrange
/MAT/LAW46 (LES_FLUID	多相材料、液体、および爆発材料	CFD材料	LESサブグリッドスケール粘性を伴う粘性流体		○	×	×	×	CFD
/MAT/LAW48 (ZHAO)*	弾塑性材料	金属	弾塑性ひずみ速度依存材料	金属、弾塑性材料、軟鋼、ひずみ速度依存、温度依存、等方および移動硬化、熱硬化性、低合金鋼、ST52、およびDP600	×	×	×	○	Lagrange

材料則名	グループ	タイプ	モデル概要	適用分野	粘性	直交異方性	組み込み熱オプション**	ひずみ速度	定式化
/MAT/LAW49 (STEINB)*	弾塑性材料	ハイドロダイナミック	Steinberg-Guinan		×	×	○	×	Lagrange
/MAT/LAW50 (VISC_HONI	ハニカム材料	複合材	クラッシャブルフォーム	ハニカムと段ボール	○	○	×	○	Lagrange
/MAT/LAW51 (MULTIMAT)	多相材料、液体、および爆発材料	ALE材料	固体、液体、気体と爆発	液体、気体、水、油、金属、爆発性、土、および砂	○	×	○	○	ALE
/MAT/LAW52 (GURSON)*	弾塑性材料	金属	多孔質材料の延性損傷、Gurson	鋳造合金、アルミニウム、接着剤、鋳鉄、および鋳造アルミニウム（ボイドを含む材料）	○	×	×	○	Lagrange
/MAT/LAW53 (TSAI_TAB)*	弾塑性材料	複合材	直交異方性弾塑性		×	○	×	×	Lagrange
/MAT/LAW54 (PREDIT)*	結合材料	スポット溶接	Predit材料則		×	×	×	×	Lagrange
/MAT/LAW57 (BARLAT3)*	弾塑性材料	金属	3パラメータBarlat	DC04と異方性鋼	×	○	×	○	Lagrange
/MAT/LAW58 (FABR_A)*	複合材と繊維材料	繊維	繊維	エアーバッグおよびシートベルトの繊維、織物、シートフォームカバー、ケブラー、曲げ剛性なしの材料、およびド	×	○	×	×	Lagrange

材料則名	グループ	タイプ	モデル概要	適用分野	粘性	直交異方性	組み込み熱オプション**	ひずみ速度	定式化
				レーピングシミュレーション用の材料					
/MAT/LAW59 (CONNECT)*	結合材料	スポット溶接	結合材料	スポット溶接、接着剤、リベット、および積層用の接着層	×	×	×	○	Lagrange
/MAT/LAW60 (PLAS_T3)*	弾塑性材料	金属	ひずみ速度の2次表形式	弾塑性材料、低合金軟鋼、DP780、超硬鋼、ホウ素鋼、22MnB5、アルミニウム、AA5182、熱可塑性、EPDM、ポリアミド、HCT、HCTノリル、PA6GF30およびポリプロピレン	×	×	×	○	Lagrange
/MAT/LAW62 (VISC_HYP)	超粘弾性材料と粘弾性材料	ゴム	超粘弾性	圧縮性ゴムと非圧縮性ゴム、およびフォーム	○	×	×	○	Lagrange
/MAT/LAW63 (HANSEL)*	弾塑性材料	金属	Hanselモデル	オーステナイト鋼、およびソリッド位相変化の考慮（廃止、代わりにLAW80を使用する）	×	×	○	×	Lagrange

材料則名	グループ	タイプ	モデル概要	適用分野	粘性	直交異方性	組み込み熱オプション**	ひずみ速度	定式化
/MAT/LAW64 (UGINE_ALZ	弾塑性材料	弾塑性等方性	UgineおよびAlzアプローチ	オーステナイト鋼、およびソリッド位相変化の考慮（廃止、代わりにLAW80を使用する）	×	×	○	×	Lagrange
/MAT/LAW65 (ELASTOMEI	弾塑性材料	弾塑性等方性	エラストマー	シートベルトとニチノール	×	×	×	○	Lagrange
/MAT/LAW66*	弾塑性材料	ゴム	粘弾性	マグネシウム、ポリマー、およびスチール	○	×	×	○	Lagrange
/MAT/LAW68 (COSSER)*	ハニカム材料	ハニカム	Cosserat媒体	ハニカムと段ボール	×	○	×	×	Lagrange
/MAT/LAW69*	超粘弾性材料と粘弾性材料	ゴム	超弾性用の表形式入力	非圧縮性ゴム材料	×	×	×	×	Lagrange
/MAT/LAW70 (FOAM_TAB)	超粘弾性材料と粘弾性材料	フォーム	表形式材料則、超粘弾性	圧縮性フォーム、PU、EPP、およびPVC	○	×	×	○	Lagrange
/MAT/LAW71*	その他の材料	金属（形状記憶合金）	解析上の疑似弾性	形状記憶合金 - ニチノール	×	×	○	×	Lagrange
/MAT/LAW72 (HILL_MMC)	弾塑性材料	金属	異方性Hill	異方性鋼、異方性アルミニウム、AA6061 T6、およびDP780	×	○	×	×	Lagrange

材料則名	グループ	タイプ	モデル概要	適用分野	粘性	直交異方性	組み込み熱オプション**	ひずみ速度	定式化
/MAT/LAW73*	弾塑性材料	金属	Thermal Hill直交異方性	金属成形応用	×	○	○	○	Lagrange
/MAT/LAW74*	弾塑性材料	金属	Thermal Hill直交異方性3D	金属成形応用	×	○	○	○	Lagrange
/MAT/LAW75 (POROUS)*	その他の材料	フォーム	多孔質材料モデル	延性多孔質	×	×	×	×	Lagrange
/MAT/LAW76 (SAMP)*	弾塑性材料	プラスチック	半解析的弾塑性	プラスチック、ポリマー、および高合金鋼	×	○	×	○	Lagrange
/MAT/LAW77*	超粘弾性材料と粘弾性材料	フォーム	表形式材料則、粘弾性フォーム	開放セルフォーム	○	×	×	○	Lagrange
/MAT/LAW78*	弾塑性材料	塑性ひずみ	Yoshida-Uemori材料	DC04、異方性鋼、深絞り、およびスタンピング鋼	×	○	×	×	Lagrange
/MAT/LAW79 (JOHN_HOL	弾塑性材料	脆性金属とガラス	脆性金属	セラミックスとガラス	×	×	×	○	Lagrange
/MAT/LAW80*	弾塑性材料	金属	高強度鋼	超高強度鋼（ホウ素など）、熱間成形、ソリッド位相変化（オーステナイトからベイナイト、パーライト、フェライト、マルテンサイトへ）	×	×	○	○	Lagrange

材料則名	グループ	タイプ	モデル概要	適用分野	粘性	直交異方性	組み込み熱オプション**	ひずみ速度	定式化
/MAT/LAW81*	コンクリートおよび岩石材料	岩石	capのあるDrücker-Prager	土	×	×	×	×	Lagrange
/MAT/LAW82*	超粘弾性材料と粘弾性材料	ゴム	Ogden材料	非圧縮性ゴム材料	×	×	×	×	Lagrange
/MAT/LAW83*	結合材料	スポット溶接	高度な結合材料	スポット溶接、接着剤、リベット、および積層用の接着層	×	×	×	○	Lagrange
/MAT/LAW84*	弾塑性材料	金属	SwiftおよびVoce弾塑性材料則		×	○	○	○	Lagrange
/MAT/LAW87 (BARLAT200	弾塑性材料	金属	異方性Barlat降伏2000基準 Swiftおよびvoce弾塑性材料則、またはTabulated!	異方性金属、特にアルミニウム	×	○	×	○	Lagrange
/MAT/LAW88*	超粘弾性材料と粘弾性材料	ゴム	簡素化超弾性材料	ゴム、フォーム	○	×	×	○	Lagrange
/MAT/LAW90*	超粘弾性材料と粘弾性材料	フォーム	表形式材料則、超粘弾性	圧縮性フォーム、PU、EPP、およびPVC	○	×	×	○	Lagrange
/MAT/LAW92*	弾塑性材料	ゴム	Arruda-Boyce超弾性材料	非圧縮性ゴム材料	×	×	×	×	Lagrange
/MAT/LAW93	弾塑性材料	金属	Hill塑性を擁する直交異	金属、塑性材	×	○	○	○	Lagrange

材料則名	グループ	タイプ	モデル概要	適用分野	粘性	直交異方性	組み込み熱オプション**	ひずみ速度	定式化
(ORTH_HILL たは(CONVERS			方性弾性材料						
/MAT/LAW94 (YEOH)*	超粘弾性材料と粘弾性材料	ゴム	YEOH超弾性材料	ゴム、プラスチック	×	×	○	×	Lagrange
/MAT/LAW95 (BERGSTRO	超粘弾性材料と粘弾性材料	ゴム	BERGSTROM BOYCE非線形粘弾性材料	エラストマー状の材料の非線形時間依存を予測	○	×	×	○	Lagrange
/MAT/LAW97 (JWLB)*	流体および爆発材料	爆発性材料	Jones Wilkins Lee Baker材料	爆発性TNT	×	×	×	×	Lagrange EulerianとALE
/MAT/LAW100 (MNF)*	超粘弾性材料と粘弾性材料	ゴム	温度依存および非線形粘弾性材料を含む多項式フォーム、Arruda Boyce、Neo Hook、Moon Rivlin、YeohおよびNeo Hook	エラストマー状の材料の非線形時間依存を予測	○	×	×	○	Lagrange
/MAT/LAW101*	超粘弾性材料と粘弾性材料	熱可塑性ポリマー	熱可塑性プラスチックに対する時間および温度依存性の材料モデル	ポリプロピレン材料	○	×	○	○	Lagrange
/MAT/LAW102 (DPRAG2)*	コンクリートおよび岩石材料	岩石	多項式による岩石またはコンクリートのDrücker-Prager	土、砂、および簡易コンクリートモデル	×	×	×	×	Lagrange

材料則名	グループ	タイプ	モデル概要	適用分野	粘性	直交異方性	組み込み熱オプション**	ひずみ速度	定式化
/MAT/LAW103 (HENSEL-SPITTEL)*	弾塑性材料	金属	Hensel-Spittel降伏応力式を用いた高温における等方性弾塑性材料	金属	×	×	○	×	
/MAT/LAW104 (JOHNS_VO	弾塑性材料	金属	Voce硬化と線形硬化が混在する弾塑性	二相鋼シートメタル	×	×	○	○	Lagrange
/MAT/LAW106 (JCOOK_ALI	弾塑性材料	金属	Johnson-Cook材料モデルを用いた等方性弾塑性材料、温度はヤング率とポアソン比に依存	金属	×	×	○	×	
/MAT/LAW108 (SPR_GENE)	スプリング		6自由度を持つ長さ0のスプリング材料。非線形剛性、減衰、さまざまな除荷が含まれます	結合	×	×			
/MAT/LAW109*	弾塑性材料	金属	塑性ひずみ速度と温度に依存する非線形硬化を用いた等方性von Mises降伏基準を持つ弾塑性材料。	金属	×	×	○	○	Lagrange

材料則名	グループ	タイプ	モデル概要	適用分野	粘性	直交異方性	組み込み熱オプション**	ひずみ速度	定式化
/MAT/LAW110 (VEGTER)*	弾塑性材料	金属	Corus-Vegterの補間された降伏基準とVegterの硬化則を使用した弾塑性構成則（ひずみ速度依存性と熱効果を考慮）。	金属	×	×	○	○	Lagrange
/MAT/LAW111*	超粘弾性材料と粘弾性材料	ゴム	Marlow材料モデル、超弾性の表形式の入力をサポート。	非圧縮性ゴム材料	×	×	×	×	Lagrange
/MAT/LAW112（PAIたはXIA）*	直交異方性および非対称性の弾塑性材料	板紙	紙シートの平面内での動作と平面外での動作を完全に切り離します。降伏応力は、引張および圧縮における荷重の各方向に対して定義されます。	板紙	×	×	×	○	Lagrange
/MAT/LAW113 (SPR_BEAM)	スプリング		6種類の変形モードを持つビームタイプスプリング材料。非線形剛性、減衰、さまざまな除荷が含まれます。	結合	×	×			

材料則名	グループ	タイプ	モデル概要	適用分野	粘性	直交異方性	組み込み熱オプション**	ひずみ速度	定式化
/MAT/LAW115 (DESHFLECH	弾塑性材料	金属	圧力依存性を持つMises基準。	フレックフォーム	×	×	×	×	Lagrange
/MAT/LAW116*	結合材料	粘性材料	混合モード、損傷と破壊を伴うひずみ速度依存材料モデル	積層用の接着剤層および接着層	×	×	×	○	Lagrange
/MAT/LAW117*	結合材料	粘性材料	法線方向と接線方向の2つのモードにおける延性接着剤	積層用の接着剤層および接着層	×	×	×	×	Lagrange
/MAT/LAW151 (MULTIFLUII	流体および爆発材料	ALE / EULER材料	圧縮性多相材料	液体、気体、水、および油	×	N/A	×	N/A	EulerianとALE
/MAT/LAW200 (MDS)	Multiscale Design材料	多くの材料タイプ	Multiscale Designer材料則へのリンク	多くの材料タイプ	○	○	○	○	Lagrange

(*): 材料則が局所単位系に適合することを示します

(**): 材料則に熱特性が含まれている(組み込み熱オプション)材料に加えて、すべての材料則は/HEAT/MATで熱特性を定義できます。/THERM_STRESS/MATで定義される熱膨張は、シェル要素ですべての材料則、ソリッド要素で以下の材料則で使用できます:

材料則1～28、および36、42、44、36、42、44、45、46、47、48、49、50、56、60、62、65、66、68、69、72、74、79、81、82、88、90、92、93、9

コメント

1. シェル要素の場合は/MAT/LAW66と/MAT/LAW25 (COMPSH)、ソリッド要素の場合は/MAT/LAW42 (OGDEN)、/MAT/LAW69、/MAT/LAW82、/MAT/LAW92および/MAT/LAW103 (HENSEL-SPITTEL)で、/VISC/PRONYを使って粘性を表すことができます。
2. キーワードの8文字目以降はすべて無視されます(例えば、HONEYCOMBではなくHONEYCOMと入力できます)。

3. 材料則名は、このマニュアルで参照する際の材料則のキーワードです。
4. 材料則番号は、固定フォーマットのマニュアルで材料則の参照に使用される材料則番号です。
5. 他の可能なキーワードの列は、同じ材料則を定義するために使用できるその他のキーワードです。

材料の適合性

ブロックフォーマットのキーワード
下記の表は、各材料則の適合性オプションの一覧です。

シェル要素

材料則名	シェル	シェルプロパティ								
		タイプ1	タイプ9	タイプ10	タイプ11	タイプ16	タイプ17	タイプ19	タイプ51	PCOMPP
/MAT/PLAS_PREDEF	√	√	√	√						
/MAT/LAW0 (VOID)	√	√								
/MAT/LAW1 (ELAST)	√	√							√	√
/MAT/LAW2 (PLAS_JOHNS)	√	√	√	√						
/MAT/PLAS_ZERIL	√	√								
/MAT/LAW3 (HYDPLA)										
/MAT/LAW4 (HYD_JCOOK)										
/MAT/LAW5 (JWL)										
/MAT/LAW6 (HYDROまたはHYD_VISC)										
/MAT/K-EPS										
/MAT/LAW10 (DPRAG1)										
/MAT/LAW11(BOUND)										
/MAT/B-K-EPS										

材料則名	シェル	シェルプロパティ								
		タイプ1	タイプ9	タイプ10	タイプ11	タイプ16	タイプ17	タイプ19	タイプ51	PCOMPP
/MAT/LAW12 (3D_COMP)										
/MAT/LAW14 (COMPSO)										
/MAT/LAW15 (CHANG)	√		√	√	√		√	√		
/MAT/LAW16 (GRAY)										
/MAT/LAW18 (THERM)										
/MAT/LAW19 (FABRI)	√		√							
/MAT/LAW20 (BIMAT)										
/MAT/LAW21 (DPRAG)										
/MAT/LAW22 (DAMA)	√	√	√	√						
/MAT/LAW23 (PLAS_DAMA)										
/MAT/LAW24 (CONC)										
/MAT/LAW25 (COMPSH)	√		√	√	√		√	√	√	√
/MAT/LAW25 (COMPSH) (Tsai-Wu)	√		√	√	√		√	√	√	√
SESAM										
/MAT/LAW27 (PLAS_BRIT)	√	√			√		√	√		

材料則名	シェル	シェルプロパティ								
		タイプ1	タイプ9	タイプ10	タイプ11	タイプ16	タイプ17	タイプ19	タイプ51	PCOMPP
/MAT/LAW28 (HONEYCOMB)										
USER1	√	√		√	√		√	√	√	√
USER2	√	√		√	√		√	√	√	√
USER3	√	√		√	√		√	√	√	√
/MAT/LAW32 (HILL)	√		√	√				√	√	
/MAT/LAW33 (FOAM_PLAS)										
/MAT/LAW34 (BOLTZMAN)										
/MAT/LAW35 (FOAM_VISC)	√	√			√			√	√	
/MAT/LAW36 (PLAS_TAB)	√	√	√	√	√		√	√	√	√
/MAT/LAW37 (BIPHAS)										
/MAT/LAW38 (VISC_TAB)										
/MAT/LAW40 (KELVINMAX)										
/MAT/LAW41/1										
/MAT/LAW42 (OGDEN)	√	√	√	√	√			√	√	
/MAT/LAW43 (HILL_TAB)	√		√	√	√			√	√	
/MAT/LAW44 (COWPER)	√	√			√			√	√	

材料則名	シェル	シェルプロパティ								
		タイプ1	タイプ9	タイプ10	タイプ11	タイプ16	タイプ17	タイプ19	タイプ51	PCOMPP
/MAT/LAW46 (LES_FLUID)										
/MAT/LAW48 (ZHAO)	√	√			√			√	√	
/MAT/LAW49 (STEINB)										
/MAT/LAW50 (VISC_HONEY)										
/MAT/LAW51 (MULTIMAT)										
/MAT/LAW52 (GURSON)	√	√			√			√	√	
/MAT/LAW53 (TSAI_TAB)										
/MAT/LAW54 (PREDIT)										
/MAT/LAW57 (BARLAT3)	√		√	√	√			√	√	
/MAT/LAW58 (FABR_A)	√					√		√	√	√
/MAT/LAW59 (CONNECT)										
/MAT/LAW60 (PLAS_T3)	√	√			√		√	√	√	√
/MAT/LAW62 (VISC_HYP)	√	√	√	√	√			√	√	
/MAT/LAW63 (HANSEL)	√	√			√			√	√	
/MAT/LAW64 (UGINE_ALZ)	√	√			√			√	√	

材料則名	シェル	シェルプロパティ								
		タイプ1	タイプ9	タイプ10	タイプ11	タイプ16	タイプ17	タイプ19	タイプ51	PCOMPP
/MAT/LAW65 (ELASTOMER)	√	√			√			√	√	
/MAT/LAW66	√	√			√			√	√	
/MAT/LAW68 (COSSER)										
/MAT/LAW69	√	√	√	√	√			√	√	
/MAT/LAW70 (FOAM_TAB)										
/MAT/LAW71	√	√	√	√	√			√	√	
/MAT/LAW72 (HILL_MMC)	√				√		√	√	√	
/MAT/LAW73	√		√	√	√			√	√	
/MAT/LAW74										
/MAT/LAW75 (POROUS)										
/MAT/LAW76 (SAMP)	√	√	√	√	√			√	√	
/MAT/LAW77										
/MAT/LAW78	√	√	√	√	√			√	√	
/MAT/LAW79 (JOHN_HOLM)										
/MAT/LAW80	√	√	√	√	√			√	√	
/MAT/LAW81										
/MAT/LAW82	√	√	√	√	√			√	√	
/MAT/LAW83										
/MAT/LAW84										

材料則名	シェル	シェルプロパティ								
		タイプ1	タイプ9	タイプ10	タイプ11	タイプ16	タイプ17	タイプ19	タイプ51	PCOMPP
/MAT/LAW87 (BARLAT2000)	√		√	√	√			√	√	
/MAT/LAW88										
/MAT/LAW90										
/MAT/LAW92										
/MAT/LAW93 (ORTH_HILL)または(CONVERSE)	√				√		√	√	√	√
/MAT/LAW94 (YEOH)										
/MAT/LAW95 (BERGSTROM_BOYC										
/MAT/LAW97 (JWLB)										
/MAT/LAW100 (MNF)										
/MAT/LAW102 (DPRAG2)										
/MAT/LAW103 (HENSEL-SPITTEL)										
/MAT/LAW104 (JOHNS_VOCE_DRUC	√	√								
/MAT/LAW106 (JCOOK_ALM)										
/MAT/LAW108 (SPR_GENE)										
/MAT/LAW109	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√

材料則名	シェル	シェルプロパティ								
		タイプ1	タイプ9	タイプ10	タイプ11	タイプ16	タイプ17	タイプ19	タイプ51	PCOMPP
/MAT/LAW110 (VEGTER)	√	√	√	√	√			√	√	
/MAT/LAW111										
/MAT/LAW112（PAPERまたはXIA）	√		√	√	√			√	√	
/MAT/LAW113 (SPR_BEAM)										
/MAT/LAW114（SPR_SEATBI										
/MAT/LAW115 (DESHFLECK)										
/MAT/LAW116										
/MAT/LAW117										
/MAT/LAW151 (MULTIFLUID)										
/MAT/LAW200 (MDS)	√		√	√			√	√	√	√
/MAT/USERij	√	√		√	√		√	√	√	√
/VISC/PRONY										

ソリッド要素

材料則名	要素								プロパティ					
			ソリッド		四面体要素		厚肉シェル							
	2D TRIA	**2Dソリッド**	**8節点**	**20節点**	**4節点**	**10節点**	**6 & 8節点**	**16節点**	**タイプ6**	**タイプ14**	**タイプ20**	**タイプ21**	**タイプ22**	**タイプ43**
/MAT/PLAS_PREDEI		√	√	√	√	√	√	√		√	√		√	
/MAT/LAW0 (VOID)			√	√	√	√	√	√		√	√		√	
/MAT/LAW1 (ELAST)		√	√	√	√	√	√	√		√	√		√	
/MAT/LAW2 (PLAS_JOHNS		√	√	√	√	√	√	√		√	√		√	
/MAT/PLAS_ZERIL		√	√	√	√	√	√	√		√	√		√	
/MAT/LAW3 (HYDPLA)		√	√	√	√	√	√	√		√	√			
/MAT/LAW4 (HYD_JCOOK		√	√	√	√	√	√	√		√				
/MAT/LAW5 (JWL)		√	√							√				
/MAT/LAW6 (HYDROまたはHYD_VISC)		√	√		√	√				√	√			
/MAT/K-EPS														
/MAT/LAW10 (DPRAG1)		√	√	√	√	√	√	√		√	√		√	

材料則名	要素								プロパティ					
			ソリッド		四面体要素		厚肉シェル							
	2D TRIA	**2Dソリッド**	**8節点**	**20節点**	**4節点**	**10節点**	**6 & 8節点**	**16節点**	**タイプ6**	**タイプ14**	**タイプ20**	**タイプ21**	**タイプ22**	**タイプ43**
/MAT/LAW11(BOUND		√	√						√					
/MAT/B-K-EPS														
/MAT/LAW12(3D_COMP)			√		√	√	√		√			√	√	
/MAT/LAW14(COMPSO)			√		√	√	√		√			√	√	
/MAT/LAW15(CHANG)														
/MAT/LAW16(GRAY)		√	√		√	√				√				
/MAT/LAW18(THERM)		√	√		√	√			√					
/MAT/LAW19(FABRI)														
/MAT/LAW20(BIMAT)		√							√					
/MAT/LAW21(DPRAG)		√	√	√	√	√	√	√		√	√		√	
/MAT/LAW22(DAMA)		√	√	√	√	√	√	√		√	√		√	
/MAT/LAW23(PLAS_DAMA		√	√	√	√	√	√	√		√	√		√	

材料則名	要素								プロパティ					
			ソリッド		四面体要素		厚肉シェル							
	2D TRIA	**2Dソリッド**	**8節点**	**20節点**	**4節点**	**10節点**	**6 & 8節点**	**16節点**	**タイプ6**	**タイプ14**	**タイプ20**	**タイプ21**	**タイプ22**	**タイプ43**
/MAT/LAW24 (CONC)		√	√		√		√		√	√			√	
/MAT/LAW25 (COMPSH)			√				√		√	√	√	√	√	
/MAT/LAW25 (COMPSH) (Tsai-Wu)			√				√		√	√	√	√	√	
SESAM		√	√							√				
/MAT/LAW27 (PLAS_BRIT)														
/MAT/LAW28 (HONEYCOMB		√	√		√				√			√	√	
USER1		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	
USER2		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	
USER3		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	
/MAT/LAW32 (HILL)														
/MAT/LAW33 (FOAM_PLAS		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	
/MAT/LAW34 (BOLTZMAN)		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	
/MAT/LAW35 (FOAM_VISC		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	

材料則名	要素								プロパティ					
			ソリッド		四面体要素		厚肉シェル							
	2D TRIA	2Dソリッド	8節点	20節点	4節点	10節点	6 & 8節点	16節点	タイプ6	タイプ14	タイプ20	タイプ21	タイプ22	タイプ43
/MAT/LAW36 (PLAS_TAB)		√	√	√	√	√	√	√		√	√		√	
/MAT/LAW37 (BIPHAS)		√	√							√				
/MAT/LAW38 (VISC_TAB)		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	
/MAT/LAW40 (KELVINMAX)		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	
/MAT/LAW41/1		√	√		√					√			√	
/MAT/LAW42 (OGDEN)		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	
/MAT/LAW43 (HILL_TAB)														
/MAT/LAW44 (COWPER)		√	√	√	√	√	√	√		√	√		√	
/MAT/LAW46 (LES_FLUID)		√												
/MAT/LAW48 (ZHAO)		√	√	√	√	√	√	√		√	√		√	
/MAT/LAW49 (STEINB)		√	√	√	√	√	√	√		√	√		√	

材料則名	要素								プロパティ					
			ソリッド		四面体要素		厚肉シェル							
	2D TRIA	2Dソリッド	8節点	20節点	4節点	10節点	6 & 8節点	16節点	タイプ6	タイプ14	タイプ20	タイプ21	タイプ22	タイプ43
/MAT/LAW50 (VISC_HONEY		√	√		√		√		√	√			√	
/MAT/LAW51 (MULTIMAT)		√	√							√				
/MAT/LAW52 (GURSON)		√	√	√	√	√	√	√		√	√		√	
/MAT/LAW53 (TSAI_TAB)		√	√		√		√		√	√			√	
/MAT/LAW54 (PREDIT)														
/MAT/LAW57 (BARLAT3)														
/MAT/LAW58 (FABR_A)														
/MAT/LAW59 (CONNECT)			√											√
/MAT/LAW60 (PLAS_T3)		√	√	√	√	√	√	√		√	√		√	
/MAT/LAW62 (VISC_HYP)		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	
/MAT/LAW63 (HANSEL)														

材料則名	要素								プロパティ					
			ソリッド		四面体要素		厚肉シェル							
	2D TRIA	2Dソリッド	8節点	20節点	4節点	10節点	6 & 8節点	16節点	タイプ6	タイプ14	タイプ20	タイプ21	タイプ22	タイプ43
/MAT/LAW64 (UGINE_ALZ)														
/MAT/LAW65 (ELASTOMER)		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	
/MAT/LAW66		√	√	√	√	√	√	√		√	√		√	
/MAT/LAW68 (COSSER)			√		√		√		√	√		√	√	
/MAT/LAW69		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	
/MAT/LAW70 (FOAM_TAB)		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	
/MAT/LAW71		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	
/MAT/LAW72 (HILL_MMC)		√	√	√	√	√	√	√						
/MAT/LAW73														
/MAT/LAW74		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	
/MAT/LAW75 (POROUS)		√	√							√				
/MAT/LAW76 (SAMP)		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	
/MAT/LAW77			√							√				

材料則名	要素								プロパティ					
			ソリッド		四面体要素		厚肉シェル							
	2D TRIA	2Dソリッド	8節点	20節点	4節点	10節点	6 & 8節点	16節点	タイプ6	タイプ14	タイプ20	タイプ21	タイプ22	タイプ43
/MAT/LAW78		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	
/MAT/LAW79 (JOHN_HOLM		√	√		√		√		√	√	√	√	√	
/MAT/LAW80														
/MAT/LAW81		√	√	√	√	√			√	√	√	√	√	
/MAT/LAW82		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	
/MAT/LAW83			√											√
/MAT/LAW84		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	
/MAT/LAW87 (BARLAT2000														
/MAT/LAW88		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	
/MAT/LAW90		√	√		√	√				√				
/MAT/LAW92		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	
/MAT/LAW93 (ORTH_HILL)または(CONVERSE		√	√		√	√								
/MAT/LAW94 (YEOH)		√	√	√	√	√	√	√		√				

材料則名	要素								プロパティ					
			ソリッド		四面体要素		厚肉シェル							
	2D TRIA	2Dソリッド	8節点	20節点	4節点	10節点	6 & 8節点	16節点	タイプ6	タイプ14	タイプ20	タイプ21	タイプ22	タイプ43
/MAT/LAW95 (BERGSTROM_BO		√	√	√	√	√				√				
/MAT/LAW97 (JWLB)		√	√							√				
/MAT/LAW100 (MNF)		√	√	√	√	√				√				
/MAT/LAW101		√	√	√	√	√				√				
/MAT/LAW102 (DPRAG2)		√	√	√	√	√	√	√		√	√		√	
/MAT/LAW103 (HENSEL-SPITTEL)			√	√	√	√				√				
/MAT/LAW104 (JOHNS_VOCE_DRU			√		√	√				√				
/MAT/LAW106 (JCOOK_ALM)		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	
/MAT/LAW108 (SPR_GENE)														
/MAT/LAW109		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	
/MAT/LAW110 (VEGTER)														
/MAT/LAW111		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	

材料則名	要素								プロパティ					
			ソリッド		四面体要素		厚肉シェル							
	2D TRIA	**2Dソリッド**	**8節点**	**20節点**	**4節点**	**10節点**	**6 & 8節点**	**16節点**	**タイプ6**	**タイプ14**	**タイプ20**	**タイプ21**	**タイプ22**	**タイプ43**
/MAT/LAW112(PAPERまたはXIA)		√	√	√	√	√	√	√	√					
/MAT/LAW113(SPR_BEAM)														
/MAT/LAW114(SPR_SEAT														
/MAT/LAW115(DESHFLECK)		√	√	√	√	√	√	√		√				
/MAT/LAW116			√											√
/MAT/LAW117														√
/MAT/LAW151(MULTIFLUID)	√	√			√					√				
/MAT/LAW200(MDS)			√		√	√	√		√			√	√	
/MAT/USERij		√	√	√	√	√	√	√						
/VISC/PRONY														

SPH, 2D, Beam, Spring, CFD

材料則名	**SPH**	**2D解析**	トラス	ビーム	スプリング		**CFD**
					タイプ36	**タイプ23**	**タイプ15**
/MAT/PLAS_PREDEF	√	√	√	√			

材料則名	SPH	2D解析	トラス	ビーム	スプリング		CFD
					タイプ36	タイプ23	タイプ15
/MAT/LAW0 (VOID)						√	
/MAT/LAW1 (ELAST)	√	√	√	√*			
/MAT/LAW2 (PLAS_JOHNS)	√+	√	√	√			
/MAT/PLAS_ZERIL	√	√					
/MAT/LAW3 (HYDPLA)	√+	√					
/MAT/LAW4 (HYD_JCOOK)	√+	√					
/MAT/LAW5 (JWL)	√	√					
/MAT/LAW6 (HYDROまたはHYD_VISC)	√+	√					
/MAT/K-EPS		√					
/MAT/LAW10 (DPRAG1)	√	√					
/MAT/LAW11(BOUND)		√					
/MAT/B-K-EPS		√					
/MAT/LAW12 (3D_COMP)	√+						
/MAT/LAW14 (COMPSO)	√						
/MAT/LAW15 (CHANG)							
/MAT/LAW16 (GRAY)		√					
/MAT/LAW18 (THERM)		√					
/MAT/LAW19 (FABRI)							
/MAT/LAW20 (BIMAT)		√					

材料則名	SPH	2D解析	トラス	ビーム	スプリング		CFD
					タイプ36	タイプ23	タイプ15
/MAT/LAW21 (DPRAG)	√+	√					
/MAT/LAW22 (DAMA)	√	√					
/MAT/LAW23 (PLAS_DAMA)	√	√					
/MAT/LAW24 (CONC)	√***+	√					
/MAT/LAW25 (COMPSH)							
/MAT/LAW25 (COMPSH) (Tsai-Wu)							
SESAM							
/MAT/LAW27 (PLAS_BRIT)							
/MAT/LAW28 (HONEYCOMB)	√	√					
USER1		√					
USER2		√					
USER3		√					
/MAT/LAW32 (HILL)	√						
/MAT/LAW33 (FOAM_PLAS)	√	√					
/MAT/LAW34 (BOLTZMAN)	√	√					
/MAT/LAW35 (FOAM_VISC)	√	√					
/MAT/LAW36 (PLAS_TAB)	√+	√		√**			
/MAT/LAW37 (BIPHAS)							√
/MAT/LAW38 (VISC_TAB)	√	√					

材料則名	SPH	2D解析	トラス	ビーム	スプリング		CFD
					タイプ36	タイプ23	タイプ15
/MAT/LAW40 (KELVINMAX)	√	√					
/MAT/LAW41/1	√	√					
/MAT/LAW42 (OGDEN)	√	√					
/MAT/LAW43 (HILL_TAB)							
/MAT/LAW44 (COWPER)		√	√	√			
/MAT/LAW46 (LES_FLUID)		√					
/MAT/LAW48 (ZHAO)		√					
/MAT/LAW49 (STEINB)	√+	√					
/MAT/LAW50 (VISC_HONEY)		√					
/MAT/LAW51 (MULTIMAT)		√					
/MAT/LAW52 (GURSON)		√					
/MAT/LAW53 (TSAI_TAB)		√					
/MAT/LAW54 (PREDIT)					√		
/MAT/LAW57 (BARLAT3)							
/MAT/LAW58 (FABR_A)							
/MAT/LAW59 (CONNECT)							
/MAT/LAW60 (PLAS_T3)		√					

材料則名	SPH	2D解析	トラス	ビーム	スプリング		CFD
					タイプ36	タイプ23	タイプ15
/MAT/LAW62 (VISC_HYP)		√					
/MAT/LAW63 (HANSEL)							
/MAT/LAW64 (UGINE_ALZ)							
/MAT/LAW65 (ELASTOMER)							
/MAT/LAW66	√	√					
/MAT/LAW68 (COSSER)							
/MAT/LAW69		√					
/MAT/LAW70 (FOAM_TAB)	√	√					
/MAT/LAW71		√		√**			
/MAT/LAW72 (HILL_MMC)	√	√					
/MAT/LAW73							
/MAT/LAW74		√					
/MAT/LAW75 (POROUS)	√						
/MAT/LAW76 (SAMP)		√					
/MAT/LAW77							
/MAT/LAW78	√	√					
/MAT/LAW79 (JOHN_HOLM)	√	√					
/MAT/LAW80							
/MAT/LAW81	√+						
/MAT/LAW82		√					
/MAT/LAW83							

材料則名	SPH	2D解析	トラス	ビーム	スプリング		CFD
					タイプ36	タイプ23	タイプ15
/MAT/LAW84		√					
/MAT/LAW87 (BARLAT2000)							
/MAT/LAW88							
/MAT/LAW90							
/MAT/LAW92							
/MAT/LAW93 (ORTH_HILL)または(CONVERSE)							
/MAT/LAW94 (YEOH)							
/MAT/LAW95 (BERGSTROM_BOYCE)							
/MAT/LAW97 (JWLB)	√	√					
/MAT/LAW100 (MNF)							
/MAT/LAW102 (DPRAG2)	√	√					
/MAT/LAW103 (HENSEL-SPITTEL)	√						
/MAT/LAW104 (JOHNS_VOCE_DRUCKEI							
/MAT/LAW106 (JCOOK_ALM)							
/MAT/LAW108 (SPR_GENE)						√	
/MAT/LAW109	√						
/MAT/LAW110 (VEGTER)							
/MAT/LAW111							
/MAT/LAW112(PAPERまたはXIA)							

材料則名	SPH	2D解析	トラス	ビーム	スプリング		CFD
					タイプ36	タイプ23	タイプ15
/MAT/LAW113 (SPR_BEAM)						√	
/MAT/LAW114(SPR_SEATBELT							
/MAT/LAW115 (DESHFLECK)							
/MAT/LAW116							
/MAT/LAW117							
/MAT/LAW151 (MULTIFLUID)		√					
/MAT/LAW200 (MDS)							
/MAT/USERij	√****	√					
/VISC/PRONY							

√	○
空白	なし
*	TYPE3の場合のみ
**	TYPE18の場合のみ(積分型ビーム)
***	LAW24はSPHに適合していますが、補強のある機能には適合していません。
****	等方性則のみ
+	Sol2SPH定式化と適合

弾塑性材料

これらの材料は、弾塑性材料を表現するのに使用できます。

/MAT/LAW2 (PLAS_JOHNS)

ブロックフォーマットのキーワード
この材料則は、Johnson-Cook材料モデルを使用して、等方性弾塑性材料を表します。

このモデルは、材料の応力をひずみ、ひずみ速度、および温度の関数で表します。最大塑性ひずみに基づくビルトインの破壊基準が用意されています。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW2/*mat_ID*/*unit_ID*または/MAT/PLAS_JOHNS/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
ρ_i									
E		*v*		*I*$_{flag}$*FLAG*					

I$_{flag}$*FLAG*=0の場合、従来の入力で次の行を挿入

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
a		*b*		*n*		ε_p^{max}		σ_{max0}	

I$_{flag}$*FLAG*=1の場合、簡易入力で次の行を挿入

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
σ_y		*UTS*		ε_{UTS}		ε_p^{max}		σ_{max0}	

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
c		$\dot{\varepsilon}_0$		*ICC*	*F*$_{smooth}$*smoo*	*F*$_{cut}$*CUT*		*C*$_{hard}$*HARD*	
m		*T*$_{melt}$*MELT*		ρC_p		*T*$_r$*r*			

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
E	ヤング率 （実数）	[Pa]
ν	ポアソン比 （実数）	
I_{flag}*FLAG*	入力タイプフラグ 3 = *0*（デフォルト） パラメータ*a*、*b*、*n*を用いたJohnson-Cookの従来の入力。 =*1* σ_y, *UTS*、およびε_{UTS}を用いた簡易入力タイプ。 （整数）	
a	降伏応力。2 （実数）	[Pa]
b	塑性硬化パラメータ*b* （実数）	[Pa]
n	塑性硬化指数*n* 6 デフォルト = 1.0（実数）	
ε_p^{max}	破壊塑性ひずみ。 デフォルト = 10^{30}（実数）	
$\sigma_{\max 0}$	最大応力	[Pa]

フィールド	内容	**SI**単位の例
	デフォルト = 10^{30}（実数）	
σ_y	降伏応力。 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
UTS	Ultimate Tensile Stress（工学応力）入力$UTS > \sigma_y$ （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
ε_{UTS}	*UTS*における工学ひずみ デフォルト = 1.0（実数）	
c	ひずみ速度係数$c \geq 0$ *=0* ひずみ速度効果はなし デフォルト = 0.00（実数）	
$\dot{\varepsilon}_0$	参照ひずみ速度 $\dot{\varepsilon} \leq \dot{\varepsilon}_0$の場合、ひずみ速度効果なし （実数）	$\left[\frac{1}{\mathrm{s}}\right]$
ICC	ひずみ速度計算フラグ 9 *=0* 1に設定 *= 1*（デフォルト） ひずみ速度効果あり $\sigma_{\max}$ *=2* ひずみ速度効果なし $\sigma_{\max}$ （整数）	
F_{smooth}*smooth*	ひずみ速度スムージングフラグ。 *=0* 1に設定 *= 1*（デフォルト） ひずみ速度スムージングはアクティブ （整数）	
F_{cut}*CUT*	ひずみ速度スムージングのカットオフ周波数。シェルおよびソリッド要素でのみ利用可能。Appendix：フィルタリング.	$[\mathrm{Hz}]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
	デフォルト = 10^{30}（実数）	
C_{hard}*HARD*	硬化係数（除荷） *= 0*（デフォルト） 等方性モデル *=1* 運動学的Prager-Zieglerモデル *= 0～1*の値 硬化は2つのモデル間で補間されます 16 （実数）	
m	温度指数。13 デフォルト = 1.00（実数）	
T_{melt}*MELT*	溶融温度。 *=0* 温度効果はなし デフォルト = 10^{30}（実数）	$[\mathrm{K}]$
ρC_p	単位体積あたりの比熱 11 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{m^3K}}\right]$
T_r*r*	参照温度。11 デフォルト = 298K（実数）	$[\mathrm{K}]$

例（パラメータ入力）

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
                    Mg                  mm                  s
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/PLAS_JOHNS/1/1
Steel
#              RHO_I
              7.8E-9
#                 E                  Nu      Iflag
              210000                  .3          0
#                 a                   b                   n            EPS_max            SIG_max0
                270               450.0                 0.6                  0                   0
#                 c           EPS_DOT_0         ICC    Fsmooth              F_cut               Chard
                  0                   0           0          0                  0                   0
#                 m              T_melt                rhoC_p                 T_r
                  0                   0                   0                  0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
/END
```

```
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

例(簡易入力 - 実験データ)

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
                Mg                  mm                  s
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/PLAS_JOHNS/1/1
Steel (use ultimate tensile stress(UTS) and engineering strain )
#              RHO_I
              7.8E-9
#                 E                  Nu     Iflag
              210000                  .3         1
#              SIG_y                 UTS             EPS_UTS             EPS_max            SIG_max0
                270               362.8              0.2885                   0                   0
#                 c           EPS_DOT_0        ICC    Fsmooth               F_cut               Chard
                  0                   0          0          0                   0                   0
#                 m              T_melt                rhoC_p                 T_r
                  0                   0                   0                   0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
/END
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. これは、真の応力およびひずみ出力を伴うひずみ速度および温度効果を含む弾塑性材料モデルです。
2. このモデルでは、相当応力が塑性降伏応力よりも低い時、材料は線形弾性材料として挙動します。もっと高い応力値では、材料は塑性挙動で、応力は以下のように計算されます:

$$\sigma = \left(a + b\varepsilon_p{}^n\right)\left(1 + c\ln\frac{\dot{\varepsilon}}{\dot{\varepsilon}_0}\right)\left(1 - (T^*)^m\right) \tag{208}$$

ここで、

$$T^* = \frac{T - T_r}{T_{melt} - T_r} \tag{209}$$

ここで、

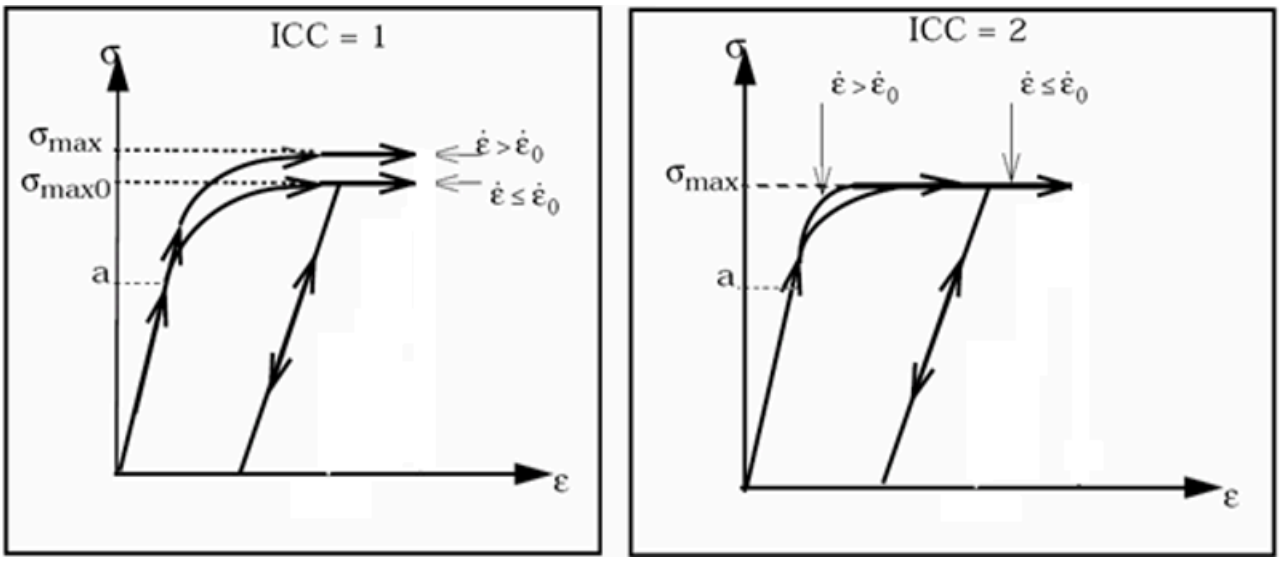
ε_p	塑性ひずみ
$\dot{\varepsilon}$	ひずみ速度
T	温度
Tr	雰囲気温度
***Tmelt*MELT**	溶融温度

3. *Iflag*FLAG=0の場合、Johnson-Cook式のパラメータa、bおよびn値が入力されます。

   *Iflag*FLAG=1の場合、σ_y, *UTS*およびε_{UTS}に実験工学応力およびひずみデータを入力でき、パラメータ*a*、*b*および*n*が計算されてStarter出力ファイルに出力されます。*a*、*b*および*n*パラメータが自動的に適合されない場合、Starterのワーニングメッセージに、材料入力への変更について重要な情報が含まれるようになります。
4. 塑性降伏応力は常にゼロよりも大きい必要があります。純弾性挙動をモデル化するには、塑性降伏応力を10^{30}に設定します。
5. ε_pが1つの積分点でε_p^{max}の値に到達してから、要素タイプに基づく場合:

- シェル要素：対応するシェル要素が削除されます。
- ソリッド要素：対応する積分点の偏差応力には永久に0が設定されますが、ソリッド要素は削除されません。

6. 塑性硬化指数*n*は、1以下にする必要があります。
7. トラス要素に対するひずみ速度効果はありません。
8. ひずみ速度の影響を排除するには、*c*の値を0に設定するか、参照ひずみ速度（$\dot{\varepsilon}_0$）を10^{30}に設定します。$\dot{\varepsilon}$を$\dot{\varepsilon}_0$より低く設定した場合、ひずみ速度効果はありません。
9. *ICC*フラグは、最大材料応力σ_{max}に対するひずみ速度効果を定義します。図 74 は、対応する*ICC*フラグに対するσ_{max}の値を示しています。



$\sigma = (a + b\varepsilon_p{}^n)\left(1 + c\ln\left(\frac{\dot{\varepsilon}}{\dot{\varepsilon}_o}\right)\right)$	$\sigma = (a + b\varepsilon_p{}^n)\left(1 + c\ln\left(\frac{\dot{\varepsilon}}{\dot{\varepsilon}_o}\right)\right)$
$\sigma_{max} = \sigma_{max0}\left(1 + c\ln\left(\frac{\dot{\varepsilon}}{\dot{\varepsilon}_o}\right)\right)$	$\sigma_{max} = \sigma_{max0}$

図 *74:*

10. トラスに対する温度の効果はありません。ビーム要素（/PROP/TYPE3または/PROP/TYPE18）と/HEAT/MATまたは/THERM_STRESS/MATは、熱の影響を考慮することができます。
11. $\rho C_p = 0$の場合、温度は一定です（$T = T_r$）。
12. 断熱条件は、初期温度が参照温度（T_r*r*）と等しい状況に対して想定されます：

$$T = T_r + \frac{E_{\text{int}}}{\rho C_p (Volume)} \qquad (210)$$

ここで、E_{int}*int*は内部変形エネルギーです。

13. 温度効果を考慮するために、ひずみ速度係数*c*および参照ひずみ速度$\dot{\varepsilon}_0$を定義する必要があります。
14. /HEAT/MAT（I_{form}*FORM* =1）がこの材料モデルを参照している場合、このカード内で定義されたρC_pとT_r*r*の値が、/HEAT/MATで定義された対応する$\rho_0 C_p$とT_0で上書きされます。
15. 温度が/HEAT/MATまたは/INITEMPして初期化されていない場合、参照温度（T_r*r*）が初期温度にもなります。

16. 硬化係数は硬化モデルの記述に使用されます（除荷時）。硬化係数の値は0から1の間の値にする必要があります。

See Also

材料の適合性
Failure Models (Reference Guide)
Explicit Structural FEA Materials (User Guide)
Johnson-Cook Materials (User Guide)
Johnson-Cook Plasticity Model (LAW2) (Theory Manual)
Materials/Failure (FAQs)
RD-E:0300 S字型ビームの圧壊
RD-E:0500 ビームフレーム
RD-E:0601 流体-構造連成
RD-E:0800 Hopkinsonバー
RD-E:1100 引張試験
RD-E:1700 ボックスビーム
RD-E:2000 アイスキューブ
RD-E:2100 カム
RD-E:2300 ブレーキ
RD-E:2400 薄板加工
RD-E:2600 破断される板
RD-E:4802 クラッシュボックス内のソリッドおよびスプリングスポット溶接
RD-E:5300 熱解析

/MAT/PLAS_ZERIL

ブロックフォーマットのキーワード
この材料則は、Zerilli-Armstrong塑性モデルを使用して等方性弾塑性材料を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/PLAS_ZERIL/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
ρ_i									
E		*v*							
C_0		C_5*5*		*n*		ε_p^{max}		σ_{max0}	
C_1*1*		$\dot{\varepsilon}_0$		*ICC*	F_{smooth}*smoo*	F_{cut}*CUT*			
C_3*3*		C_4*4*		ρC_p		T_r*r*			

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{kg}{m^3}\right]$
E	ヤング率 （実数）	[Pa]
v	ポアソン比 （実数）	
C_0	塑性降伏応力	[Pa]

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（実数）	
*C*5*5*	塑性硬化パラメータ （実数）	[Pa]
n	塑性硬化指数。5 デフォルト = 1.0（実数）	
ε_p^{max}	破壊塑性ひずみ。 デフォルト = 10^{30}（実数）	
σ_{max0}	塑性最大応力 デフォルト = 10^{30}（実数）	[Pa]
*C*1*1*	ひずみ速度定式化の係数 （実数）	[Pa]
$\dot{\varepsilon}_0$	参照ひずみ速度（ユーザーの単位に変換した1 s^{-1}である必要があります） （実数）	$\left[\frac{1}{s}\right]$
ICC	ひずみ速度計算フラグ 7 = *0*（デフォルト） 1に設定されます。 = *1* σ_{max}に対するひずみ速度効果あり = *2* σ_{max}に対するひずみ速度効果なし （整数）	
F_{smooth}*smooth*	ひずみ速度スムージングオプションフラグ = *0*（デフォルト） ひずみ速度を平滑化しません。 = *1* ひずみ速度スムージングはアクティブ。 （整数）	
F_{cut}*CUT*	ひずみ速度フィルタリングのカットオフ周波数。8 デフォルト = 10^{30}（実数）	[Hz]

フィールド	内容	**SI**単位の例
C_3*3*	温度効果係数 （実数）	$\left[\frac{1}{\mathrm{K}}\right]$
C_4*4*	温度効果係数 *= 0* ひずみ速度効果はなし （実数）	$\left[\frac{1}{\mathrm{K}}\right]$
ρC_p	単位体積あたりの比熱。 *= 0* 温度は一定：$T = T_r$ （実数）	$\left[\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{m}^3 \cdot \mathrm{K}}\right]$
T_r*r*	参照温度。 デフォルト = 298K（実数）	$[\mathrm{K}]$

コメント

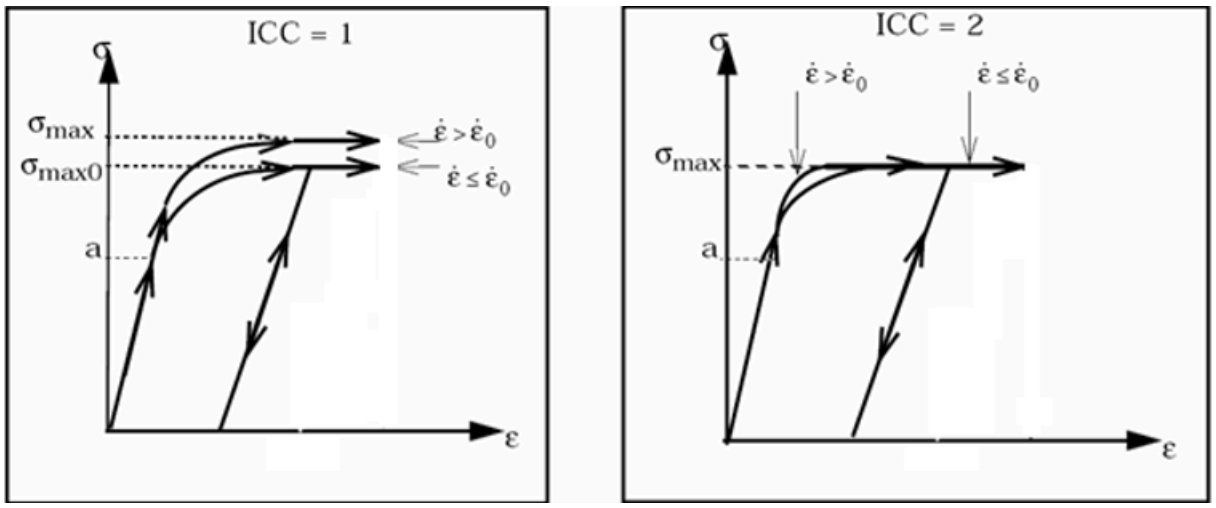
1. Zerilli-Armstrong則は、シェル要素とソリッド要素にのみ適用可能です。
2. 塑性変形中の応力を記述する式は次のとおりです：

$$\sigma = C_0 + \left(C_1 \exp\left(\left(-C_3 T + C_4 T \ln\left(\frac{\dot{\varepsilon}}{\dot{\varepsilon}_0}\right)\right)\right)\right) + C_5 \varepsilon_p{}^n \qquad (211)$$

   ここで、

ε_p	塑性ひずみ
$\dot{\varepsilon}$	ひずみ速度
T	温度

3. 降伏応力は、正である必要があります。
4. $\bar{\varepsilon}_p$が1つの積分点でε_p^{max}に到達してから、要素タイプに基づく場合：
   - シェル要素：
     対応するシェル要素が削除されます。
   - ソリッド要素：
     対応する積分点の偏差応力には永久に0が設定されますが、ソリッド要素は削除されません。
5. *n*は、必ず1よりも小さい値にします。
6. $\dot{\varepsilon}_0$が0の場合、ひずみ速度効果はありません。
7. *ICC*は、材料の最大応力$\sigma_{\max}$に対するひずみ速度効果のフラグです：



$\sigma = \sigma_y\left(1 + c\ln\left(\frac{\dot{\varepsilon}}{\dot{\varepsilon}_o}\right)\right)$	$\sigma = \sigma_y\left(1 + c\ln\left(\frac{\dot{\varepsilon}}{\dot{\varepsilon}_o}\right)\right)$
$\sigma_{max} = \sigma_{max0}\left(1 + c\ln\left(\frac{\dot{\varepsilon}}{\dot{\varepsilon}_o}\right)\right)$	$\sigma_{max} = \sigma_{max0}$

図 *75:*

8. ひずみ速度フィルタリング入力（F_{cut}*CUT*）は、シェル要素およびソリッド要素のみで使用できます。
9. ひずみ速度のフィルタリングは、ひずみ速度のスムージングに使用されます。
10. 次のように断熱条件を想定して温度を計算します：

$$T = T_r + \frac{E_{int}}{\rho C_\rho (Volume)} \qquad (212)$$

E_{int}*int*はRadiossによって計算される内部エネルギーです。

11. 温度が`/HEAT/MAT`または`/INITEMP`して初期化されていない場合、参照温度（T_r*r*）が初期温度にもなります。

See Also

材料の適合性
Failure Models (Reference Guide)
RD-E:4802 クラッシュボックス内のソリッドおよびスプリングスポット溶接

/MAT/LAW3 (HYDPLA)

ブロックフォーマットのキーワード
この材料則は、Johnson-Cook材料モデルを使用して、等方性弾塑性材料を表します。

このモデルは材料の応力をひずみの関数で表し、対応する状態方程式が指定されている場合に、圧力と体積ひずみの間の非線形依存を考慮することがあります。最大塑性ひずみに基づくビルトインの破壊基準が用意されています。この材料則はソリッド要素のみと適合性があります。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW3/*mat_ID*/*unit_ID*または/MAT/HYDPLA/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
ρ_i		ρ_0							
E		ν							
a		*b*		*n*		ε_p^{max}		σ_{max}	
P_{min}*MIN*									

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{kg}{m^3}\right]$
ρ_0	E.O.S（状態方程式）で使用される基準密度 デフォルト = $\rho_0 = \rho_i$（実数）	$\left[\frac{kg}{m^3}\right]$
E	ヤング率 （実数）	[Pa]

フィールド	内容	**SI**単位の例
ν	ポアソン比 （実数）	
a	塑性降伏応力 （実数）	[Pa]
b	塑性硬化パラメータ （実数）	[Pa]
n	塑性硬化指数 （実数）	
ε_p^{max}	破壊塑性ひずみ デフォルト = 10^{30}（実数）	
σ_{max}	最大応力 デフォルト = 10^{30}（実数）	[Pa]
P_{min}*MIN*	カットオフ最小圧力（ < 0 ） デフォルト = -10^{30}（実数）	[Pa]

例（アルミニウム）

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
                  g                   cm                  mus
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/HYDPLA/1/1
Aluminum
#              RHO_I               RHO_0
                 2.8                   0
#                  E                  nu
              .72352                 .33
#                  a                   b                   n             eps_max           sigma_max
              .0024               .0042                  .8                   9              .0068
#               Pmin                 Psh
              -.005
/EOS/TILLOTSON/1/1
Aluminum
#                 C1                  C2                   A                   B
               .752                 .65                  .5                1.63
#                 ER                  ES                  VS                  E0               RHO_0
               .135                .081                 1.1                   0                   0
#              ALPHA                BETA
                   5                   5
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
/END
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. このモデルでは、相当応力が塑性降伏応力よりも低い時、材料は線形弾性材料として挙動します。もっと高い応力値では、材料は塑性挙動で、応力は以下のように計算されます:

$$\sigma = (a + b\varepsilon_p^n) \tag{213}$$

ここで、$\bar{\varepsilon}_p$は塑性ひずみです。

2. 塑性降伏応力は常にゼロよりも大きい必要があります。純塑性挙動をモデル化するには、塑性降伏応力を10^{30}に設定します。

3. デフォルトでは、静水圧は体積ひずみに線形比例します:

$$P = K\mu \tag{214}$$

ここで、$K = \frac{E}{3(1-2v)}$は体積弾性率、$\mu = \frac{\rho}{\rho_0} - 1$は体積ひずみです。

静水圧と体積ひずみの間の非線形依存を組み込むために、追加の状態方程式(状態方程式)カードでこの材料を参照することができます。降伏応力は正の値である必要があります。

4. 引張、圧縮、またはせん断について、1つの積分点で$\bar{\varepsilon}_p$がε_p^{max}の値に達した(または超えた)場合、ソリッド要素が削除されます。

See Also

材料の適合性
Failure Models (Reference Guide)
Johnson-Cook Law for Hydrodynamics (LAW4) (Theory Manual)
Materials/Failure (FAQ)
RD-E:4600 TNT円筒膨張試験
RD-E:5500 ファンブレードの回転の初期設定と衝突

/MAT/LAW4 (HYD_JCOOK)

ブロックフォーマットのキーワード
この材料則は、Johnson-Cook材料モデルを使用して、等方性弾塑性材料を表します。このモデルは、材料の応力をひずみ、ひずみ速度、および温度の関数で表します。

この材料では、対応する状態方程式が指定されている場合に、圧力と体積ひずみの間の非線形依存が考慮されることがあります。最大塑性ひずみに基づくビルトインの破壊基準が用意されています。この材料則はソリッド要素のみと適合性があります。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW4/*mat_ID*/*unit_ID*または/MAT/HYD_JCOOK/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
ρ_i		ρ_0							
E		ν							
a		*b*		*n*		ε_p^{max}		σ_{max}	
P_{min}*MIN*									
c		$\dot{\varepsilon}_0$		*m*		T_{melt}*MELT*		T_{max}*MAX*	
$\rho_0 C_p$						T_r			

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{kg}{m^3}\right]$
ρ_0	E.O.S（状態方程式）で使用される基準密度	$\left[\frac{kg}{m^3}\right]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
	デフォルト = $\rho_0 = \rho_i$（実数）	
E	ヤング率。 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
v	ポアソン比。 （実数）	
a	降伏応力。 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
b	塑性硬化パラメータ （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
n	塑性硬化指数 デフォルト = 1.0（実数）	
ε_p^{max}	破壊塑性ひずみ。 デフォルト = 10^{30}（実数）	
$\sigma_{\max}$	最大応力 デフォルト = 10^{30}（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
*P*_{*min*}*MIN*	圧力のカットオフ(< 0) デフォルト = -10^{30}（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
c	ひずみ速度係数。 **= 0** ひずみ速度効果はなし デフォルト = 0.00（実数）	
$\dot{\varepsilon}_0$	参照ひずみ速度 $\dot{\varepsilon} \le \dot{\varepsilon}_0$の場合、ひずみ速度効果なし （実数）	$\left[\frac{1}{\mathrm{s}}\right]$
m	温度指数。 デフォルト = 1.00（実数）	
*T*_{*melt*}*MELT*	溶融温度。 **= 0** 温度効果はなし	$[\mathrm{K}]$

フィールド	内容	SI単位の例
	デフォルト = 10^{30}（実数）	
$T_{max}MAX$	$T > T_{max}MAX$の場合：m = 1 が使用されます。 デフォルト = 10^{30}（実数）	$[\mathrm{K}]$
$\rho_0 C_p$	単位体積あたりの比熱 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{m}^3 \cdot \mathrm{K}}\right]$
$T_r r$	参照温度。 デフォルト = 300K（実数）	$[\mathrm{K}]$

例

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
                  g                   cm                  mus
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/HYD_JCOOK/1/1
Aluminum
#               RHO_I               RHO_0
                  2.8                   0
#                   E                  nu
                 .734                 .33
#                   A                   B                   n              epsmax              sigmax
                .0024               .0042                  .8                   0               .0068
#                Pmin
               -.0223
#                   C           EPS_DOT_0                   M               Tmelt                Tmax
                 .062                1E-6                   1                1220                   0
#               RHOCP                                                        T_r
             2.59E-5                                                           0
/EOS/TILLOTSON/1/1
Aluminum
#                  C1                  C2                   A                   B
                .752                 .65                  .5                1.63
#                  ER                  ES                  VS                  E0               RHO_0
                .135                .081                1.1                   0                   0
#               ALPHA                BETA
                   5                   5
/FAIL/JOHNSON/3
#                  D1                  D2                  D3                  D4                  D5
                .112                .123                -1.5                .007                   0
#               EPS_0  Ifail_sh  Ifail_so                                   Dadv               Ixfem
                1E-6         0         1                                      0                   0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
/END
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. このモデルでは、相当応力が塑性降伏応力よりも低い時、材料は線形弾性材料として挙動します。もっと高い応力値では、材料は塑性挙動で、応力は以下のように計算されます：

$$\sigma = \left(a + b\varepsilon_p^{\,n}\right)\left(1 + c\ln\frac{\dot{\varepsilon}}{\dot{\varepsilon}_0}\right)\left(1 - (T^*)^m\right) \tag{215}$$

ここで、

$$T^* = \frac{T - T_r}{T_{melt} - T_r} \tag{216}$$

ここで、

ε_p	塑性ひずみ
$\dot{\varepsilon}$	ひずみ速度
T	温度
T_rr	参照温度。
T_{melt}MELT	溶融温度

/HEAT/MAT（I_{form}*FORM* =1）がこの材料モデルを参照している場合、このカード内で定義されたT_rとT_{melt}*MELT*の値が、/HEAT/MATで定義された対応するT_0とT_{melt}*MELT*で上書きされます。

温度が/HEAT/MATまたは/INITEMPして初期化されていない場合、参照温度（T_r*r*）が初期温度にもなります。

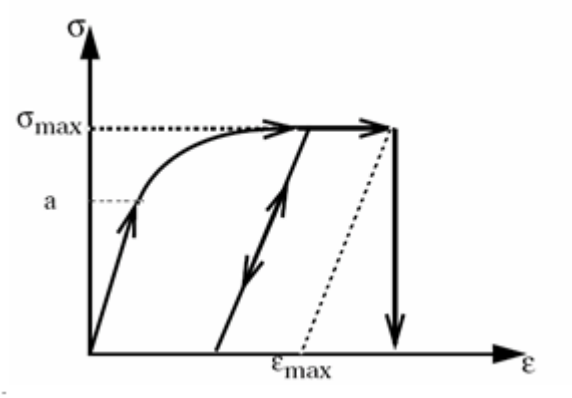


図 *76:*

2. 塑性降伏応力は常にゼロよりも大きい必要があります。純塑性挙動をモデル化するには、塑性降伏応力を10^{30}に設定します。
3. 引張、圧縮、またはせん断について、1つの積分点でε_pがε_p^{max}の値に到達した場合、対応する積分点の偏差応力には永久に0が設定されますが、ソリッド要素は削除されません。
4. 塑性硬化指数*n*は、1以下にする必要があります。
5. ひずみ速度の影響を排除するには、*c*の値を0に設定するか、参照ひずみ速度（$\dot{\varepsilon}_0$）を10^{30}に設定します。$\dot{\varepsilon}$を$\dot{\varepsilon}_0$より低く設定した場合、ひずみ速度効果はありません。
6. デフォルトでは、静水圧は体積ひずみに線形比例します：

$$P = K\mu \tag{217}$$

ここで、$K = \frac{E}{3(1-2\nu)}$は体積弾性率、$\mu = \frac{\rho}{\rho_0} - 1$は体積ひずみです。

静水圧と体積ひずみの間の非線形依存を組み込むために、追加の状態方程式（/EOS）カードでこの材料を参照することができます。

See Also

材料の適合性
Failure Models (Reference Guide)
Johnson-Cook Law for Hydrodynamics (LAW4) (Theory Manual)
Materials/Failure (FAQ)
RD-E:4600 TNT円筒膨張試験
RD-E:5500 ファンブレードの回転の初期設定と衝突

/MAT/LAW16 (GRAY)

ブロックフォーマットのキーワード
この材料則は、Gray EOSとJohnson-Cookの降伏基準に基づきます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW16/*mat_ID*または/MAT/GRAY/*mat_ID*									
mat_title									
ρ_i		ρ_0							
E		ν							
a		b		n		ε_{max}		σ_{max}	
P_0		C		S		γ_0		α_e	
AW		$P_{min}MIN$		E_0					
c		$\dot{\varepsilon}_0$		m		$T_{melt}MELT$		$T_{max}MAX$	
$\gamma_{0\ m}$		α_m		γ_e		g_e		ΔS	
T_{m0}		V_j		V_b					
		E_{oh}		A_y		θ			

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{kg}{m^3}\right]$
ρ_0	E.O.S（状態方程式）で使用される基準密度 デフォルト = ρ_0 = ρ_i（実数）	$\left[\frac{kg}{m^3}\right]$
E	ヤング率	$[Pa]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（実数）	
v	ポアソン比 （実数）	
a	塑性降伏応力。 （実数）	[Pa]
b	塑性硬化パラメータ。 （実数）	[Pa]
n	塑性硬化指数。 デフォルト = 1.0001（実数）	
ε_{max}	破壊塑性ひずみ。 デフォルト = 10^{30}（実数）	
σ_{max}	塑性最大応力 デフォルト = 10^{30}（実数）	[Pa]
P_0	初期圧力 （実数）	[Pa]
C	Hugoniotパラメータ （実数）	$[\frac{m}{s}]$
S	$U_s = C + S \;\; U_p$ （実数）	
γ_0	格子ガンマ （実数）	
σ_e	$\gamma = \gamma_0 - a \;\; x$ （実数）	
AW	原子量 （実数）	$[\frac{kg}{mole}]$
P_{min}*MIN*	圧力のカットオフ デフォルト = -10^{30}（実数）	[Pa]

フィールド	内容	**SI**単位の例
$E_0$0	単位体積あたりの初期エネルギー （実数）	$\left[\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{m}^3}\right]$
c	ひずみ速度係数。 = *0*（デフォルト） ひずみ速度効果はなし （実数）	
$\dot{\varepsilon}_0$	参照ひずみ速度（時間単位）$^{-1}$ （実数）	$\left[\frac{1}{\mathrm{s}}\right]$
m	温度指数。 デフォルト = 1.0（実数）	
T_{melt}MELT	溶融温度。 デフォルト = 10^{30}（実数）	$[\mathrm{K}]$
T_{max}MAX	*T* > *T_{max}MAX*の場合：*m* = 1 が使用されます。 デフォルト = 10^{30}（実数）	$[\mathrm{K}]$
γ_{0m}	溶融ガンマ デフォルト = γ_0（実数）	
σ_m	$\gamma_m = \gamma_{0m} - a_m \ \ x$ デフォルト = *a*（実数）	
γ_e	電子ガンマ デフォルト = 2/3（実数）	
g_e	電子エネルギー係数 デフォルト = 0.0（実数）	$\left[\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{mole}\cdot\mathrm{K}^2}\right]$
ΔS	溶融エントロピー デフォルト = 9.637e+3$\left[\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{kg}\cdot\mathrm{K}}\right]$（実数） 空白または0の場合は、溶融エントロピーのデフォルト値が自動的に作業単位に変換されます。	$\left[\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{kg}\cdot\mathrm{K}}\right]$
T_{m0}	溶融温度パラメータ	$[\mathrm{K}]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
	デフォルト = 1.3 T_{melt}*MELT*（実数）	
V_j	EOS結合箇所の体積 （実数）	$\left[\frac{m^3}{kg}\right]$
V_b	蒸気相の除外体積 デフォルト = 0.5/r_0（実数）	$\left[\frac{m^3}{kg}\right]$
E_{oh}	V=V_0、T=300K、P=0におけるエネルギー デフォルト = 0.0（実数）	$[J]$
A_y	引力ポテンシャル係数 （実数）	$\left[\frac{Jm^3}{mole^2}\right]$
θ	結合パラメータ デフォルト = 1.0（実数）	

例（アルミニウム）

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/LAW16/1
Aluminium - GRAY EOS (unit g_cm_mus)
#               RHO_I                 RHO_0
                  2.7                     0
#                   E                    Nu
                 0.71                   .33
#                   a                     b                     n             Eps_max                 sigmax
                0.002               0.00144                  0.62                   0                      0
#                  P0                     C                     S             Gamma_0                    a_e
                    0                 0.533                 1.338                2.18                    1.7
#                  AW                 P_min                    E0
               26.98                  -5e-3
#                   c             eps_dot_0                     m             T_melt                  T_max
                                                                1               1E30
#            Gamma_0m                   a_m              Gamma_e                 g_e               delta_S
                2.18                   1.7               0.6667               8.7e-9             9.637E5
#                T_m0                   V_j                  V_b
                1220               0.47388              0.19025
#                                     E_0h                  a_y               Theta
                                           0                   47                   1
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. 正しいモデル単位を/BEGINカードに定義する必要があります。単位系に基づいて溶融エントロピーΔSのデフォルト値が計算されるからです。

$$\sigma = \left(a + b\varepsilon_p^{\,n}\right)\left(1 + c\ \ln\frac{\dot{\varepsilon}}{\dot{\varepsilon}_0}\right)\left(1 - \left(T^*\right)^m\right) \quad T^* = \frac{T - T_0}{T_{melt} - T_0} \tag{218}$$

See Also

材料の適合性

Failure Models (Reference Guide)

4. E. B. Royce, GRAY, a three-phase equation of state, UCRL-51121, Lawrence Livermore Laboratory, 1971

/MAT/LAW22 (DAMA)

ブロックフォーマットのキーワード
この材料則は、Johnson-Cook材料（/MAT/LAW2）と同じですが、塑性ひずみがユーザー定義値（ε_{dam}）に達すると、材料が損傷を受ける点が異なります。この材料則は、シェル要素とソリッド要素の両方に適用することができます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW22/*mat_ID*/*unit_ID*または/MAT/DAMA/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
ρ_i									
E		ν							
a		b		n		ε_p^{max}		σ_{max0}	
c		$\dot{\varepsilon}_0$		ICC					
ε_{dam}		E_t							

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{kg}{m^3}\right]$
E	ヤング率 （実数）	$[Pa]$
ν	ポアソン比 （実数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
a	降伏応力は、正である必要があります。 （実数）	[Pa]
b	硬化パラメータ （実数）	[Pa]
n	硬化指数 （実数）	
ε_p^{max}	破壊塑性ひずみ。 デフォルト = 10^{30}（実数）	
σ_{max0}	最大応力 デフォルト = 10^{30}（実数）	[Pa]
c	ひずみ速度係数。 *= 0* ひずみ速度効果はなし デフォルト = 0.00（実数）	
$\dot{\varepsilon}_0$	参照ひずみ速度 $\dot{\varepsilon} \le \dot{\varepsilon}_0$の場合、ひずみ速度効果なし （実数）	$\left[\frac{1}{s}\right]$
ICC	ひずみ速度計算フラグ2 *= 0*（デフォルト） 1に設定されます。 。 *= 1* σ_{max}に対するひずみ速度効果あり *= 2* σ_{max}に対するひずみ速度効果なし （整数）	
ε_{dam}	損傷モデルはε_{dam}から開始します。 デフォルト = 0.15（実数）	
E_t	軟化損傷の傾斜（$-E < E_t \le 0$）	[Pa]

フィールド	内容	**SI**単位の例
	デフォルト = 0.00（実数）	

例（アルミニウム）

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
                  g                   mm                  ms
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/DAMA/1/1
Alu
#              RHO_I
               .0027
#                  E                  Nu
               70000                  .3
#                  a                   b                   n             Eps_max          SIGMA_max0
                 100                   0                   1                  .2                 100
#                  c           Eps_dot_0         ICC
                   0                   0           0
#            Eps_dam                 E_t
                  .1              -2000
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
/END
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

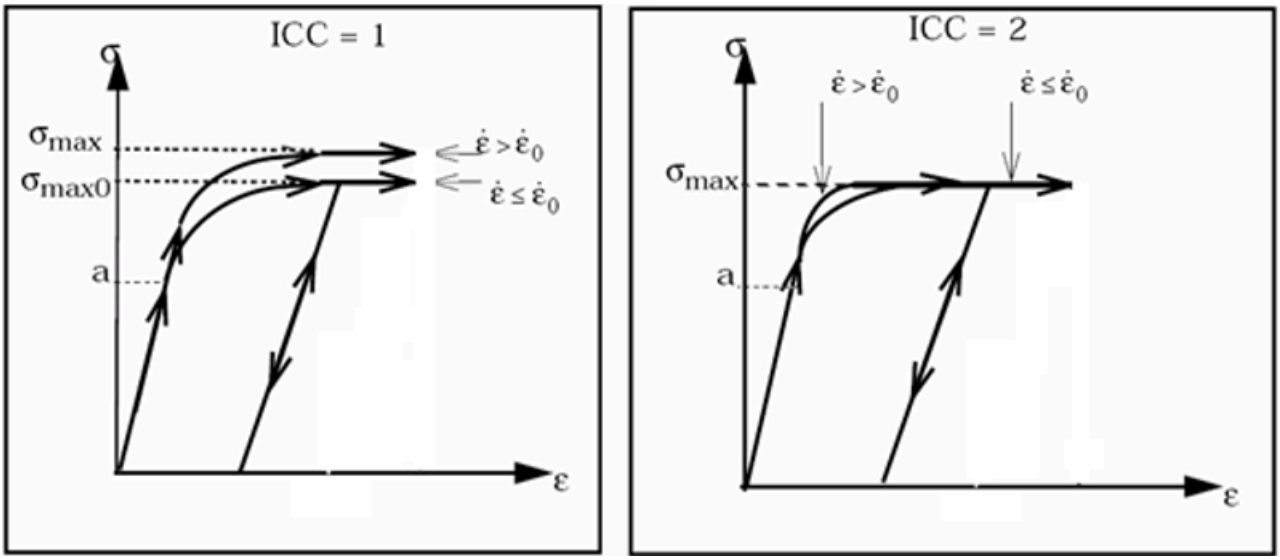
1. 損傷は等方性で、張力および圧縮においても同じ影響を及ぼします。

$$\sigma = \left(a + b\varepsilon_p^n\right)\left(1 + c\ln\frac{\dot{\varepsilon}}{\dot{\varepsilon}_0}\right) \tag{219}$$

ここで、

ε_p	塑性ひずみ
$\dot{\varepsilon}$	ひずみ速度

2. *ICC*は、材料の最大応力σ_{max}に対するひずみ速度効果のフラグです。



$\sigma = \sigma_y\left(1 + c\ln\left(\frac{\dot{\varepsilon}}{\dot{\varepsilon}_o}\right)\right)$	$\sigma = \sigma_y\left(1 + c\ln\left(\frac{\dot{\varepsilon}}{\dot{\varepsilon}_o}\right)\right)$
$\sigma_{max} = \sigma_{max0}\left(1 + c\ln\left(\frac{\dot{\varepsilon}}{\dot{\varepsilon}_o}\right)\right)$	$\sigma_{max} = \sigma_{max0}$

図 *77:*

3. ひずみが最大値ε_{dam}より大きいと、材料に損傷が現れます：

$$0 \le \delta \le 1 \qquad (220)$$

$\varepsilon < \varepsilon_{dam} \Rightarrow \delta = 0$の場合、Law22は材料則/MAT/LAW2と同じになります。

右記の場合；$\varepsilon \ge \varepsilon_{dam} \Rightarrow E_{dam} = (1-\delta)E$で $\nu_{dam} = \frac{1}{2}\delta + (1-\delta)\nu$

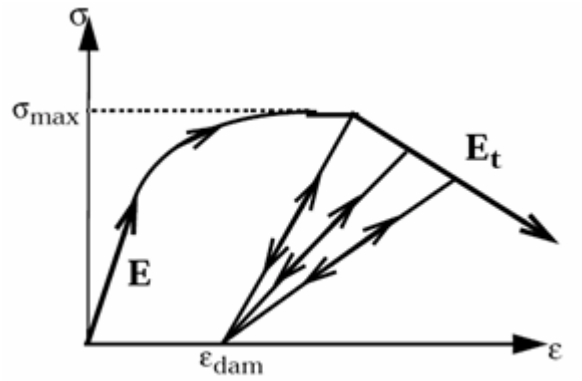


図 *78:*

4. ソリッド要素については、損傷材料則を偏差応力テンソルs_{ij}および$G_{dam} = \frac{E_{dam}}{2(1+\nu_{dam})}$にのみ適用できます。

5. ε_pが1つの積分点でε_p^{max}に到達してから、要素タイプに基づく場合：

- シェル要素：対応するシェル要素が削除されます。
- ソリッド要素：対応する積分点の偏差応力には永久に0が設定されますが、ソリッド要素は削除されません。

See Also

材料の適合性
Failure Models (Reference Guide)
Ductile Damage Model (Theory Manual)
More Options (FAQ)

/MAT/LAW23 (PLAS_DAMA)

ブロックフォーマットのキーワード
この材料則は、等方性弾塑性材料をモデル化し、Johnson-Cook材料モデルを汎用損傷モデルと結合します。この材料則は、ソリッド要素にのみ適用されます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW23/*mat_ID*/*unit_ID*または/MAT/PLAS_DAMA/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
ρ_i									
E		*v*							
a		*b*		*n*		ε_p^{max}		σ_{max0}	
c		$\dot{\varepsilon}_0$		*ICC*					
ε_{dam}		E_t							

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{kg}{m^3}\right]$
E	ヤング率 （実数）	[Pa]
v	ポアソン比 （実数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
a	塑性降伏応力 - 必ず正である必要があります。 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
b	塑性硬化パラメータ。 （実数）	
n	塑性硬化指数。3 （実数）	
ε_p^{max}	破壊塑性ひずみ。 デフォルト = 10^{30}（実数）	
$\sigma_{\max 0}$	塑性最大応力 デフォルト = 10^{30}（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
c	ひずみ速度係数。 *= 0* ひずみ速度効果はなし デフォルト = 0.00（実数）	
$\dot{\varepsilon}_0$	参照ひずみ速度 $\dot{\varepsilon} \le \dot{\varepsilon}_0$の場合、ひずみ速度効果なし （実数）	$\left[\frac{1}{\mathrm{s}}\right]$
ICC	ひずみ速度計算フラグ 5 *= 0*（デフォルト） 1に設定 *= 1* $\sigma_{\max}$に対するひずみ速度効果あり *= 2* $\sigma_{\max}$に対するひずみ速度効果なし （整数）	
ε_{dam}	損傷モデルはε_{dam}から開始します。 デフォルト = 0.15（実数）	
E_t	軟化損傷の傾斜（$-E < E_t \le 0$）	$[\mathrm{Pa}]$

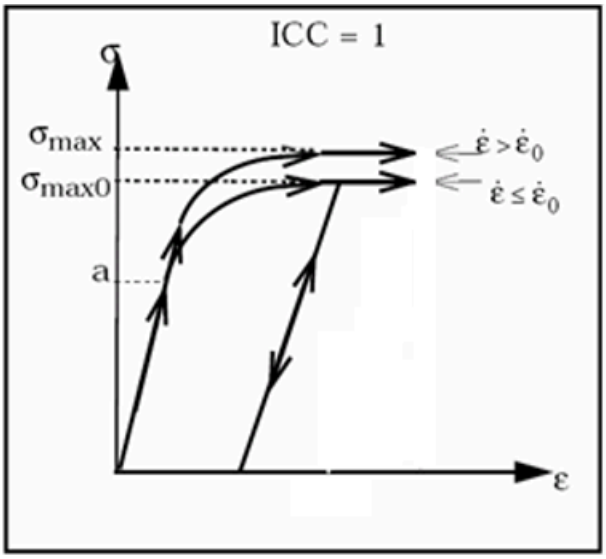
フィールド	内容	SI単位の例
	デフォルト = 0.00（実数）	

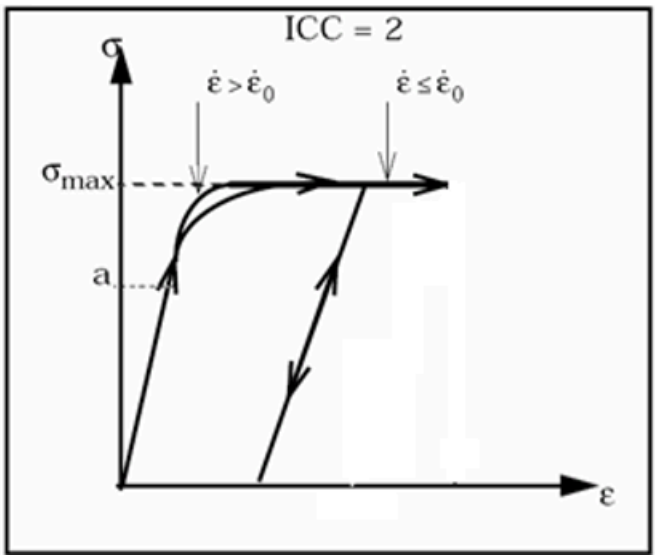
例（アルミニウム）

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
                  g                   mm                  ms
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/LAW23/1/1
Alu
#              RHO_I
               .0027
#                  E                  nu
               70000                  .3
#                  a                   b                   n             Eps_max             sig_max0
                 100                   0                   1                  .2                  100
#                  c               EPS_0        ICC
                   0                   0          0
#            EPS_dam                 E_t
                  .1               -2000
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
/END
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. 損傷材料則は応力テンソルσ_{ij}に適用され、損傷は張力、圧縮、およびせん断で発生します。
2. 入力は、材料則（/MAT/LAW22 (DAMA)）と同じです。
3. 塑性硬化指数*n*は、1未満である必要があります。
4. ε_pが1つの積分点でε_p^{max}に達するとソリッド要素は削除されます。
5. *ICC*は、材料の最大応力$\sigma_{\max}$に対するひずみ速度効果のフラグです。





$$\sigma = \sigma_y\left(1 + c\ln\left(\frac{\dot{\varepsilon}}{\dot{\varepsilon}_o}\right)\right)$$

$$\sigma = \sigma_y\left(1 + c\ln\left(\frac{\dot{\varepsilon}}{\dot{\varepsilon}_o}\right)\right)$$

$\sigma_{max} = \sigma_{max0}\left(1 + c\ln\left(\frac{\dot{\varepsilon}}{\dot{\varepsilon}_o}\right)\right)$	$\sigma_{max} = \sigma_{max0}$

図 *79:*

See Also

材料の適合性
Failure Models (Reference Guide)
Ductile Damage Model (Theory Manual)
Johnson-Cook Plasticity Model (LAW2) (Theory Manual)
More Options (FAQs)

/MAT/LAW27 (PLAS_BRIT)

ブロックフォーマットのキーワード
この材料則は、等方性弾塑性Johnson-Cook材料モデルを直交異方性脆性破壊モデルと結合します。材料損傷は破壊の前に考慮されます。破壊と損傷は引張のみで発生します。この材料則はシェルにのみ適用されます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW27/*mat_ID*/*unit_ID*または/MAT/PLAS_BRIT/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
ρ_i									
E		ν							
a		*b*		*n*				σ_{max0}	
c		$\dot{\varepsilon}_0$		*ICC*	F_{smooth}*smoo*	F_{cut}*CUT*			
ε_{t1}		ε_{m1}		d_{max1}		ε_{f1}			
ε_{t2}		ε_{m2}		d_{max2}		ε_{f2}			

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{kg}{m^3}\right]$
E	ヤング率 （実数）	[Pa]
ν	ポアソン比	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（実数）	
a	塑性降伏応力。 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
b	塑性硬化パラメータ。 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
n	塑性硬化指数。 （実数）	
σ_{max0}	塑性最大応力 デフォルト = 10^{30}（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
c	ひずみ速度係数。 *= 0* ひずみ速度効果はなし デフォルト = 0.00（実数）	
$\dot{\varepsilon}_0$	参照ひずみ速度 $\dot{\varepsilon} \le \dot{\varepsilon}_0$の場合、ひずみ速度効果なし （実数）	$\left[\frac{1}{\mathrm{s}}\right]$
ICC	ひずみ速度計算フラグ 4 *= 0*（デフォルト） 1に設定 *= 1* σ_{max}に対するひずみ速度効果あり *= 2* σ_{max}に対するひずみ速度効果なし （整数）	
F_{smooth}*smooth*	ひずみ速度スムージングフラグ。 *= 0*（デフォルト） アクティブではない *=1* アクティブ （整数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
F_{cut}*CUT*	ひずみ速度スムージングのカットオフ周波数。5 デフォルト = 10^{30}(実数)	[Hz]
ε_{t1}	応力が主ひずみ方向1で減少し始める引張破壊ひずみ 6 デフォルト = 1.0 x 10^{30}(実数)	
ε_{m1}	要素での応力がd_{max1}に依存した値に設定されている、主ひずみ方向2における最大引張ひずみ 6 デフォルト = 1.1 x 10^{30}(実数)	
d_{max1}	主ひずみ方向1の最大損傷係数 6 デフォルト = 0.999(実数)	
ε_{f1}	主ひずみ方向1における要素削除の最大引張ひずみ 6 デフォルト = 1.2 x 10^{30}(実数)	
ε_{t2}	応力が主ひずみ方向2で減少し始める引張破壊ひずみ デフォルト = 1.0 x 10^{30}(実数)	
ε_{m2}	要素での応力がd_{max2}に依存した値に設定されている、主ひずみ方向2における最大引張ひずみ デフォルト = 1.1 x 10^{30}(実数)	
d_{max2}	主ひずみ方向2の最大損傷係数 6 デフォルト = 0.999(実数)	
ε_{f2}	主ひずみ方向2における要素削除の最大引張ひずみ デフォルト = 1.2 x 10^{30}(実数)	

例(アルミニウム)

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
                  Mg                    mm                    ms
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/PLAS_BRIT/1/1
Aluminum
#              RHO_I
               .0027
#                  E                   NU
               60400                  .33
#                  a                    b                    n                                SIG_max0
             90.266               223.14                 .375                                     177
#                  c            EPS_DOT_0        ICC    Fsmooth                F_cut
```

```
                  0                   0         0         0                   0
#             EPS_t1              EPS_m1              d_max1              EPS_f1
                .16                 .72                .999                   1
#             EPS_t2              EPS_m2              d_max2              EPS_f2
                  0                   0                   0                   0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
/END
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. このモデルでは、相当応力が塑性降伏応力よりも低い時、材料は線形弾性材料として挙動します。もっと高い応力値では、材料は塑性挙動で、応力は以下のように計算されます：

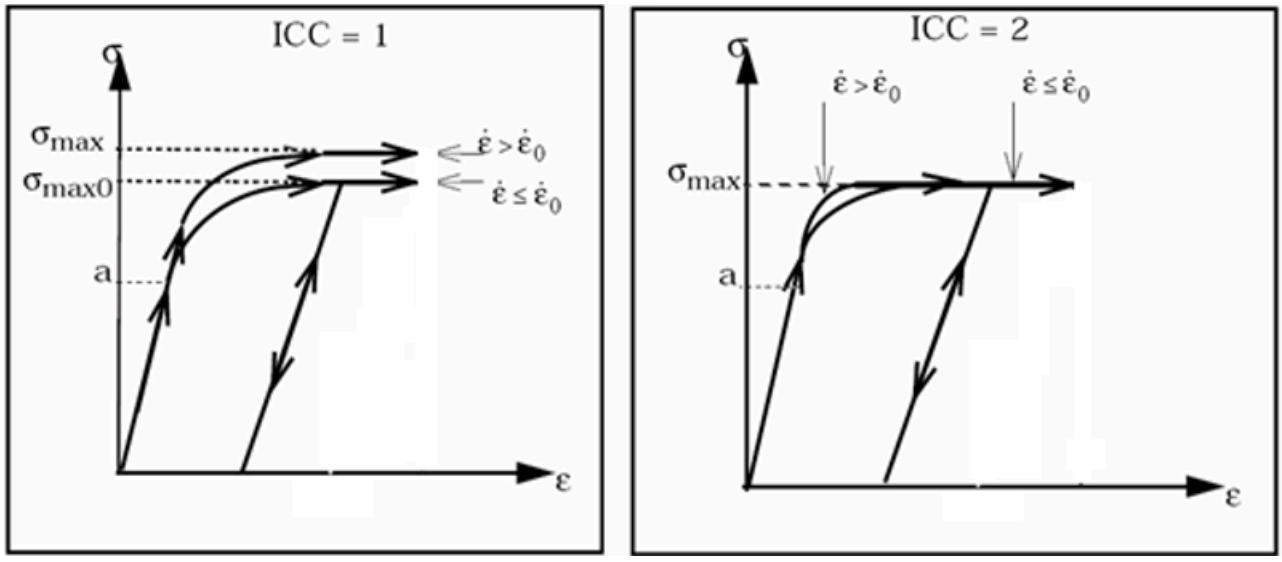
$$\sigma = \left(a + b\varepsilon_p^{\,n}\right)\left(1 + c\ln\frac{\dot{\varepsilon}}{\dot{\varepsilon}_0}\right) \tag{221}$$

ここで、

ε_p	塑性ひずみ
$\dot{\varepsilon}$	ひずみ速度

塑性硬化指数*n*は、1未満である必要があります。

2. この材料則では、2つの主方向（1と2）における材料損傷と脆性破壊のモデリングが可能です。
3. この法則は、シェル要素のみに適用されます。この材料則は、シェルプロパティ（/PROP/TYPE1）およびサンドイッチシェルプロパティ（/PROP/TYPE11）と適合性があります。
4. *ICC*フラグは、最大材料応力σ_{max}に対するひずみ速度効果を定義します。図 80 は、対応する*ICC*フラグに対するσ_{max}の値を示しています。



$\sigma = \left(a + b\varepsilon_p^{\,n}\right)\left(1 + c\ln\left(\frac{\dot{\varepsilon}}{\dot{\varepsilon}_o}\right)\right)$	$\sigma = \left(a + b\varepsilon_p^{\,n}\right)\left(1 + c\ln\left(\frac{\dot{\varepsilon}}{\dot{\varepsilon}_o}\right)\right)$
$\sigma_{max} = \sigma_{max0}\left(1 + c\ln\left(\frac{\dot{\varepsilon}}{\dot{\varepsilon}_o}\right)\right)$	$\sigma_{max} = \sigma_{max0}$

図 *80:*

5. ひずみ速度のスムージングは、ひずみ速度周波数の高いものをフィルタリングするために使用するプロセスです。
6. 主ひずみε_iがε_{ti}を上回った場合、ε_{ti}とε_{fi}の間の損傷は、損傷係数d_iによって制御されます。この損傷係数は、以下の方程式で求められます。

   $d_i = \min\left(\frac{\varepsilon_i - \varepsilon_{ti}}{\varepsilon_{mi} - \varepsilon_{ti}},\ d_{\max i}\right)$（方向は、$i$ = 1、2）

   応力は、損傷パラメータ$\sigma_i^{reduced} = \sigma_i(1 - d_i)$に従って減少します。損傷は、$\varepsilon_{ti}$と$\varepsilon_{fi}$の間で逆にできます。$\varepsilon_i > \varepsilon_{fi}$の場合、損傷は$d_{\max i}$に設定され、それ以上は更新されません。

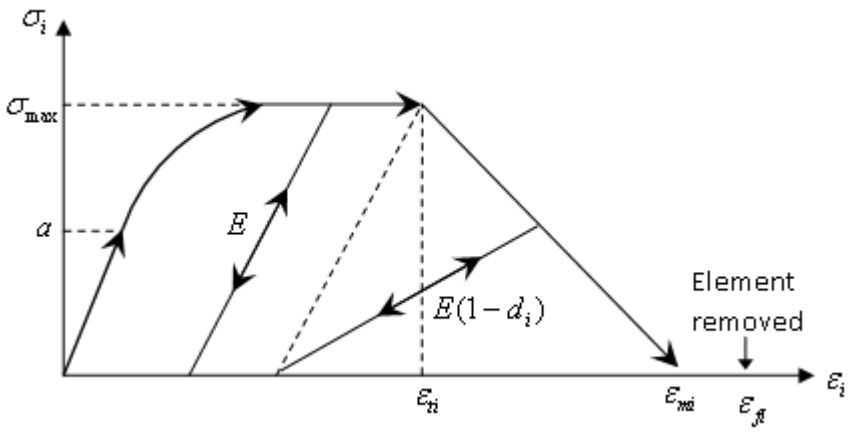


図 *81:*

See Also

材料の適合性
Failure Models (Reference Guide)
Brittle Damage: Johnson-Cook Plasticity Model (LAW27) (Theory Manual)
RD-E:1101 弾塑性材料則の特性化
RD-E:2600 破断される板

/MAT/LAW32 (HILL)

ブロックフォーマットのキーワード
この材料則はHillの直交異方性塑性材料を記述します。この法則は、シェル要素のみに適用されます。この材料則は、降伏応力の入力についてのみLAW43(HILL_TAB)と異なります。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW32/*mat_ID*/*unit_ID*または/MAT/HILL/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
ρ_i									
E		ν							
a		ε_0		n		ε_p^{max}		σ_{max0}	
$\dot{\varepsilon}_0$		m							
$r_{00}R00$		$r_{45}R45$		$r_{90}R90$				I_{yield0}	

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{kg}{m^3}\right]$
E	ヤング率 （実数）	$[Pa]$
ν	ポアソン比 （実数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
a	降伏パラメータ。 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
ε_0	硬化パラメータ （実数）	
n	硬化指数 （実数）	
ε_p^{max}	破壊塑性ひずみ。 デフォルト = 10^{30}（実数）	
$\sigma_{\max 0}$	最大応力 デフォルト = 10^{30}（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
$\dot{\varepsilon}_0$	最小ひずみ速度 デフォルト = 1.0（実数）	$\left[\frac{1}{\mathrm{s}}\right]$
m	ひずみ速度指数。 デフォルト = 0.0（実数）	
r_{00}*R00*	0°のランクフォードパラメータ 5 デフォルト = 1.0（実数）	
r_{45}*R45*	45°のランクフォードパラメータ デフォルト = 1.0（実数）	
r_{90}*R90*	90°のランクフォードパラメータ デフォルト = 1.0（実数）	
I_{yield0}	降伏応力フラグ *= 0* 平均降伏応力入力 *= 1* 直交方向1の降伏応力 （整数）	

例（鋼材）

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
                kg                  mm                  ms
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/HILL/1/1
void_steel
#              RHO_I
              7.8E-6
#                   E                  NU
                  210                  .3
#                   A           EPSILON_0                   n             EPS_max           SIGMA_max0
                  .17                  .2                 .45                   0                   0
#          EPS_DOT_0                   m
                    0                  0
#                 r00                 r45                 r90                          Iyield0
                  .75                   1                1.25                               0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
/END
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. 降伏応力を次のように定義します。

$$\sigma_y = a(\varepsilon_0 + \varepsilon_p)^n \max(\dot{\varepsilon}, \dot{\varepsilon}_0)^m \tag{222}$$

弾性限界は下記の式で与えられます：

$$\sigma_0 = a(\varepsilon_0)^n (\dot{\varepsilon}_0)^m \tag{223}$$

ここで、

ε_p	塑性ひずみ
$\dot{\varepsilon}$	ひずみ速度

2. 降伏応力は、相当応力と比較されます：

$$\sigma_{eq} = \sqrt{A_1\sigma_1^2 + A_2\sigma_2^2 - A_3\sigma_1\sigma_2 + A_{12}\sigma_{12}^2} \tag{224}$$

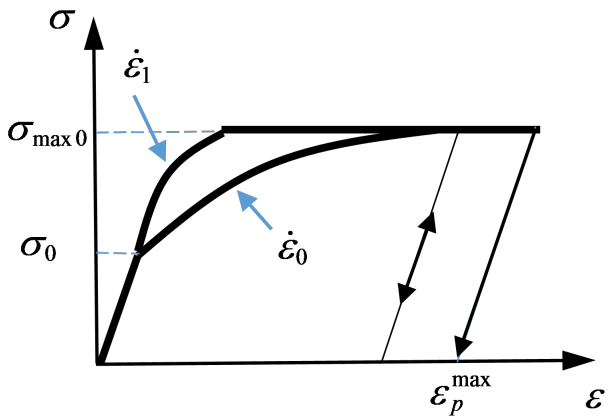


図 *82:*

3. この材料則は、プロパティセットタイプ/PROP/TYPE10 (SH_COMP)または/PROP/TYPE9 (SH_ORTH)と共に使用する必要があります。
4. シェル平面応力塑性に対しては、反復射影（I_{plas}*PLAS* =1）およびラジアルリターン（I_{plas}*PLAS* =2）を使用できます。
5. ランクフォードパラメータの角度は、直交異方性方向1に対して定義されます。

$$R = \frac{r_{00}+2r_{45}+r_{90}}{4} \quad H = \frac{R}{1+R}$$
$$A_1 = H\left(1+\frac{1}{r_{00}}\right) \quad A_2 = H\left(1+\frac{1}{r_{90}}\right)$$
$$A_3 = 2H \quad A_{12} = 2H(r_{45}+0.5)\left(\frac{1}{r_{00}}+\frac{1}{r_{90}}\right)$$
$$r_{00} = \frac{A_3}{2A_1-A_3} \quad r_{45} = \frac{1}{2}\left(\frac{A_{12}}{A_1+A_2-A_3}-1\right)$$
$$r_{90} = \frac{A_3}{2A_2-A_3} \tag{225}$$

ランクフォードパラメータr_αは、面内の塑性ひずみと厚み方向の塑性ひずみε_{33}との比率です。

$$r_\alpha = \frac{d\varepsilon_{\alpha+\pi/2}}{d\varepsilon_{33}} \tag{226}$$

ここで、αは、直交異方性方向1に対して成す角度です。

このランクフォードパラメータr_αは、角度αで実施する簡易な引張試験によって特定できます。

*R*の大きな値は、成形性に優れていることを意味します。

6. 降伏応力が直交方向1で取得された場合は、I_{yield0} =1を定義します。そうでない場合は、I_{yield0}=0を定義します。
7. ε_pが1つの積分点でε_p^{max}の値に到達すると、対応するシェル要素が削除されます。s

See Also

材料の適合性
Failure Models (Reference Guide)
Hill Materials (User Guide)
Hill's Law for Orthotropic Plastic Shells (Theory Manual)

/MAT/LAW36 (PLAS_TAB)

ブロックフォーマットのキーワード
この材料則は、多様なひずみ速度の応力-ひずみ曲線（たとえば、応力vs.塑性ひずみ）の加工硬化部について、ユーザー定義関数を使用して等方性弾塑性材料をモデル化します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW36/*mat_ID*/*unit_ID*または/MAT/PLAS_TAB/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
ρ_i									
E		ν		ε_p^{max}		ε_t		ε_m	
N_{funct} F_{smooth}smoo		C_{hard}HARD		F_{cut}CUT		ε_f			VP
fct_ID_p	$Fscale$		fct_ID_E	E_{inf}		$C_E E$			

N_{funct} > 0: 1 + INT((N_{funct} -1)/5) のカードを読み込み

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
fct_ID_1	fct_ID_2	fct_ID_3	fct_ID_4	fct_ID_5					

N_{funct} > 0:1 + INT((N_{funct} -1)/5) のカードを読み込み

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$Fscale_1$		$Fscale_2$		$Fscale_3$		$Fscale_4$		$Fscale_5$	

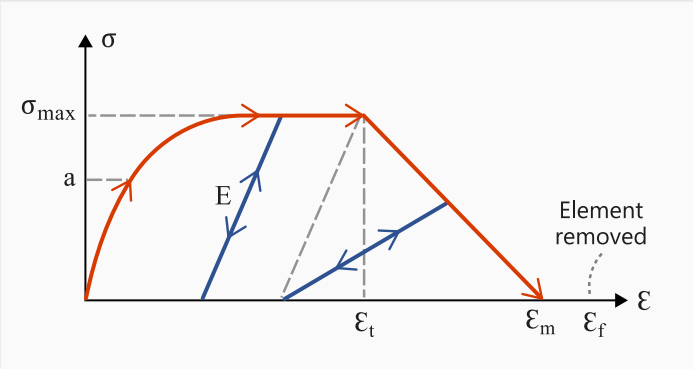
N_{funct} > 0:1 + INT((N_{funct} -1)/5) のカードを読み込み

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$\dot{\varepsilon}_1$		$\dot{\varepsilon}_2$		$\dot{\varepsilon}_3$		$\dot{\varepsilon}_4$		$\dot{\varepsilon}_5$	

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
E	ヤング率 （実数）	[Pa]
ν	ポアソン比 （実数）	
ε_p^{max}	破壊塑性ひずみ。 デフォルト = 10^{20}（実数）	
ε_t	応力が減少し始める引張破壊ひずみ。 デフォルト = 10^{20}（実数）	
ε_m	要素内の応力が0に設定される最大引張破壊ひずみ デフォルト = 2.0 x 10^{20}（実数）	
Nfunct	関数の数（$1 \le N_{funct} \le 100$）。 （整数）	
*Fsmooth*smooth	ひずみ速度スムージングオプションフラグ。 *= 0*（デフォルト） ひずみ速度を平滑化しません。 *= 1* ひずみ速度スムージングはアクティブ。 （整数）	
*Chard*HARD	硬化係数。 *= 0* =硬化は完全等方性モデルです。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 1 硬化は運動学的Prager-Zieglerモデルです。 *= 0～1*の値 硬化は2つのモデル間で補間されます。 （実数）	
F_{cut}CUT	ひずみ速度フィルタリングのカットオフ周波数。シェルおよびソリッド要素でのみ利用可能。Appendix：フィルタリング。 デフォルト = 1.0 x 10^{20}（実数）	[Hz]
VP	ひずみ速度選択フラグ *= 0*（デフォルト） 降伏応力に対するひずみ速度効果は全ひずみ速度に依存します。 *= 1* 降伏応力に対するひずみ速度効果は塑性ひずみ速度に依存します。この場合、ひずみ速度のフィルタリングはないので、F_{smooth}*smooth*とF_{cut}*CUT*は使用されません。 （整数）	
ε_f	要素が削除される引張ひずみ デフォルト = 3.0 x 10^{20}（実数） 	
fct_ID_p	降伏係数対圧力関数 7 デフォルト = 0（整数）	
Fscale	*fct_ID_p*の降伏係数のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	[Pa]
fct_ID_E	ヤング率のスケールファクターの関数ID（ヤング率が塑性ひずみの関数である場合）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	デフォルト = 0: この場合はヤング率の進展はE_{int}intおよびC_Eに応じて決まります。 （整数）	
E_{int}int	無限の塑性ひずみに対する飽和ヤング率 （実数）	
C_E	ヤング率進展のパラメータ （実数）	
fct_ID_1	ひずみ速度$\dot{\varepsilon}_1$に対応する降伏応力関数1の識別子 （整数）	
fct_ID_2	ひずみ速度$\dot{\varepsilon}_2$に対応する降伏応力関数2の識別子 （整数）	
fct_ID_3	ひずみ速度$\dot{\varepsilon}_3$に対応する降伏応力関数3の識別子 （整数）	
fct_ID_4	ひずみ速度$\dot{\varepsilon}_4$に対応する降伏応力関数4の識別子 （整数）	
fct_ID_5	ひずみ速度$\dot{\varepsilon}_5$に対応する降伏応力関数5の識別子 （整数）	
$Fscale_1$	fct_ID_1の縦軸（応力）のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	[Pa]
$Fscale_2$	fct_ID_2の縦軸（応力）のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	[Pa]
$Fscale_3$	fct_ID_3の縦軸（応力）のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	[Pa]
$Fscale_4$	fct_ID_4の縦軸（応力）のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	[Pa]
$Fscale_5$	fct_ID_5の縦軸（応力）のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	[Pa]

フィールド	内容	**SI**単位の例
$\dot{\varepsilon}_1$	*VP* =0の場合、*fct_ID*$_1$の全ひずみ速度 *VP* =1の場合、*fct_ID*$_1$の塑性ひずみ速度 （実数）	$\left[\frac{1}{s}\right]$
$\dot{\varepsilon}_2$	*VP* =0の場合、*fct_ID*$_2$の全ひずみ速度 *VP* =1の場合、*fct_ID*$_2$の塑性ひずみ速度 （実数）	$\left[\frac{1}{s}\right]$
$\dot{\varepsilon}_3$	*VP* =0の場合、*fct_ID*$_3$の全ひずみ速度 *VP* =1の場合、*fct_ID*$_3$の塑性ひずみ速度 （実数）	$\left[\frac{1}{s}\right]$
$\dot{\varepsilon}_4$	*VP* =0の場合、*fct_ID*$_4$の全ひずみ速度 *VP* =1の場合、*fct_ID*$_4$の塑性ひずみ速度 （実数）	$\left[\frac{1}{s}\right]$
$\dot{\varepsilon}_5$	*VP* =0の場合、*fct_ID*$_5$の全ひずみ速度 *VP* =1の場合、*fct_ID*$_5$の塑性ひずみ速度 （実数）	$\left[\frac{1}{s}\right]$

例（アルミニウム）

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
                  g                   mm                  ms
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/PLAS_TAB/1/1
Aluminium_example
#              RHO_I
               .0027                   0
#                  E                  Nu           Eps_p_max               Eps_t               Eps_m
               60400                .33                   0                   0                   0
#  N_funct  F_smooth              C_hard               F_cut               Eps_f                  VP
        14         0                   0                   0                   0                   0
#  fct_IDp              Fscale   Fct_IDE                EInf                  CE
        0                   0         0                   0                   0
# func_ID1  func_ID2  func_ID3  func_ID4  func_ID5
         1         2         3         4         5
         6         7         8         9        10
        11        12        13        14
#           Fscale_1            Fscale_2            Fscale_3            Fscale_4            Fscale_5
                  1                 1.2                 1.4                 1.6                 1.9
                 10                10.2                10.4                10.6                10.9
                 20                20.2                20.4                20.6
#          Eps_dot_1           Eps_dot_2           Eps_dot_3           Eps_dot_4           Eps_dot_5
                  0                  20                  30                  40                  50
                110                 120                 130                 140                 150
                210                 220                 230                 240
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  3. FUNCTIONS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

```
/FUNCT/1
function_36
#                  X                   Y
                   0                  90
               2.5E-4                 100
                 .001                 104
                 .009                 121
                 .017                 136
                 .021                 143
                 .036                 156
                 .045                 162
                 .055                 165
                 .072                 170
                 .075                 170
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/2
function_36
#                  X                   Y
                   0                  90
               2.5E-4                 100
                 .001                 104
                 .009                 121
                 .017                 136
                 .021                 143
                 .036                 156
                 .045                 162
                 .055                 165
                 .072                 170
                 .075                 170
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/3
function_36
#                  X                   Y
                   0                  90
               2.5E-4                 100
                 .001                 104
                 .009                 121
                 .017                 136
                 .021                 143
                 .036                 156
                 .045                 162
                 .055                 165
                 .072                 170
                 .075                 170
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/4
function_36
#                  X                   Y
                   0                  90
               2.5E-4                 100
                 .001                 104
                 .009                 121
                 .017                 136
                 .021                 143
                 .036                 156
                 .045                 162
                 .055                 165
                 .072                 170
                 .075                 170
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/5
function_36
#                  X                   Y
                   0                  90
               2.5E-4                 100
                 .001                 104
                 .009                 121
                 .017                 136
                 .021                 143
                 .036                 156
                 .045                 162
                 .055                 165
                 .072                 170
                 .075                 170
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/6
function_36
#                  X                   Y
                   0                  90
               2.5E-4                 100
                 .001                 104
                 .009                 121
                 .017                 136
                 .021                 143
                 .036                 156
```

```
                .045                 162
                .055                 165
                .072                 170
                .075                 170
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/7
function_36
#                 X                   Y
                  0                  90
              2.5E-4                 100
                .001                 104
                .009                 121
                .017                 136
                .021                 143
                .036                 156
                .045                 162
                .055                 165
                .072                 170
                .075                 170
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/8
function_36
#                 X                   Y
                  0                  90
              2.5E-4                 100
                .001                 104
                .009                 121
                .017                 136
                .021                 143
                .036                 156
                .045                 162
                .055                 165
                .072                 170
                .075                 170
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/9
function_36
#                 X                   Y
                  0                  90
              2.5E-4                 100
                .001                 104
                .009                 121
                .017                 136
                .021                 143
                .036                 156
                .045                 162
                .055                 165
                .072                 170
                .075                 170
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/10
function_36
#                 X                   Y
                  0                  90
              2.5E-4                 100
                .001                 104
                .009                 121
                .017                 136
                .021                 143
                .036                 156
                .045                 162
                .055                 165
                .072                 170
                .075                 170
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/11
function_36
#                 X                   Y
                  0                  90
              2.5E-4                 100
                .001                 104
                .009                 121
                .017                 136
                .021                 143
                .036                 156
                .045                 162
                .055                 165
                .072                 170
                .075                 170
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/12
function_36
#                 X                   Y
                  0                  90
              2.5E-4                 100
```

```
                .001                104
                .009                121
                .017                136
                .021                143
                .036                156
                .045                162
                .055                165
                .072                170
                .075                170
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/13
function_36
#                  X                   Y
                   0                  90
              2.5E-4                 100
                .001                104
                .009                121
                .017                136
                .021                143
                .036                156
                .045                162
                .055                165
                .072                170
                .075                170
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/14
function_36
#                  X                   Y
                   0                  90
              2.5E-4                 100
                .001                104
                .009                121
                .017                136
                .021                143
                .036                156
                .045                162
                .055                165
                .072                170
                .075                170
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
/END
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. 降伏応力関数（塑性ひずみと応力の関係）の最初のポイントでは、塑性ひずみの値はゼロである必要があります。最初の（静的）関数の最後のポイントの応力が0に等しい場合、ε_p^{max}のデフォルト値はε_pの対応値に設定されます。
2. 要素の削除：
   - ε_p（塑性ひずみ）が1つの積分点でε_p^{max}に到達すると要素が削除されます。
   - ε_1がε_tに到達すると、応力は次の関係式に従って減少します：

     $$\sigma = \sigma\left(\frac{\varepsilon_m - \varepsilon_1}{\varepsilon_m - \varepsilon_t}\right) \qquad (227)$$

   - ε_1（最大主ひずみ）が$\varepsilon_m (\varepsilon_1 > \varepsilon_m)$に到達すると、要素の応力は0に減少します（ただし、要素は削除されません）。
   - ε_1（最大主ひずみ）がε_f（最大引張破壊ひずみ）に達した場合、その要素は削除されます。
   - カーブから内挿または外挿された降伏応力値が0になると、その要素は削除されます。
3. 全体定式化（シェルプロパティキーワードでN=0）では、硬化は完全等方性になり、移動硬化モデルを使用できません。
4. 運動学的硬化およびひずみ速度依存の場合、降伏応力はひずみ速度に依存します。
5. ひずみ速度のフィルタリングは、ひずみ速度のスムージングに使用されます。
6. *fct_ID*$_1$の第1の関数は、0から対応するひずみ速度、すなわち、ひずみ速度1までのひずみ速度値に使用されます。ただし、モデルで使用する最後の関数は、最大ひずみ速度までは拡張されません。この関数よりより高いひずみ速度では、線形外挿が適用されます。これによって不安定性および / または異常な変形が発生する場合がありま

す。この不安定性は、かなり高いひずみ速度で、最終ひずみ速度に対応する応力ひずみ曲線を反復することで解決できます。

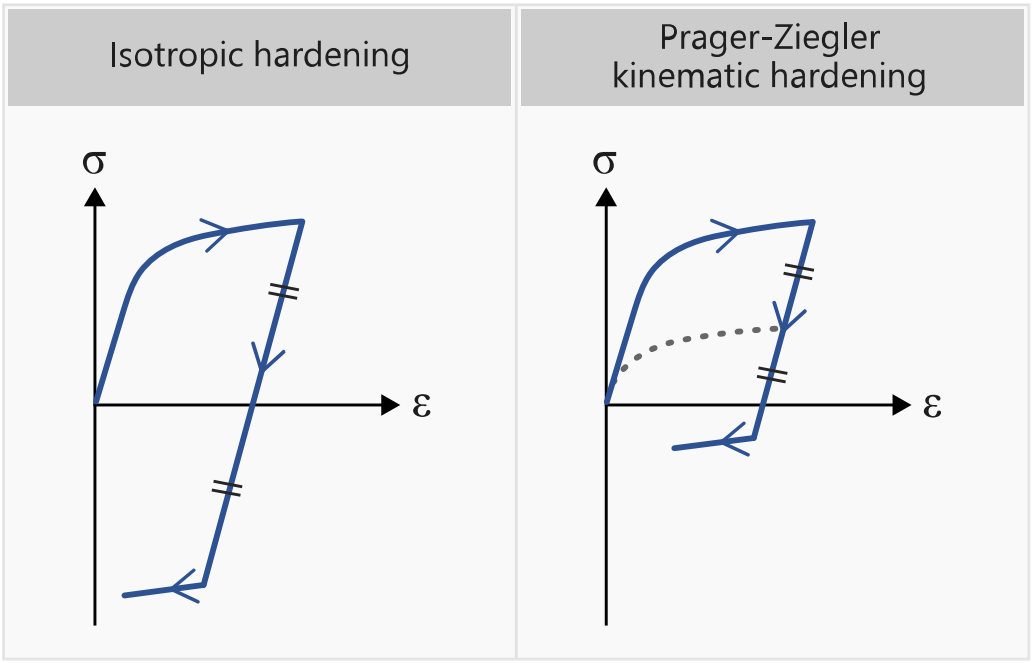


図 *83:*

7. *fct_ID*$_p$は、特定の材料における引張と圧縮の挙動の区別（圧力依存降伏）に使用されます。これは、シェル要素およびソリッド要素の両方に利用可能です。したがって、有効降伏応力は公称降伏応力に実際の圧力に対応する降伏係数を乗じることによって得られます。
8. $\dot{\varepsilon} \le \dot{\varepsilon}_n$の場合、降伏応力は$f_n$と$f_{n-1}$の間で補間されます。
9. $\dot{\varepsilon} \le \dot{\varepsilon}_1$の場合、関数$f_1$が使用されます。
10. $\dot{\varepsilon}_{max}$を超えた場合、降伏応力は外挿されます。

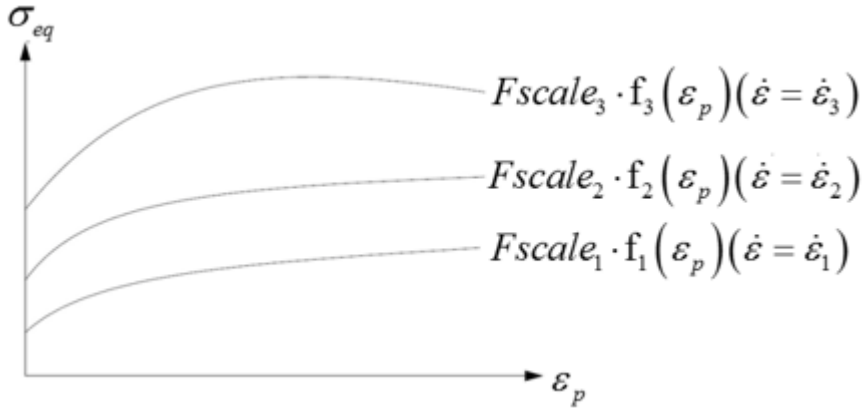


図 *84:*

ここで、

$\dot{\varepsilon}$	*VP* =0の全ひずみ速度
$\dot{\varepsilon}$	*VP* =1の塑性ひずみ速度

11. それぞれのひずみ速度に対して個別の関数を定義する必要があります。

12. ひずみ速度の値は、厳密に昇順で指定する必要があります。

13. ヤング率の進展:

- *fct_ID*$_E$ > 0であれば、この曲線は等価な塑性ひずみによるヤング率の進展に対するスケールファクターを定義します。これは、関数$f(\bar{\varepsilon}_p)$によって以下のようにヤング率がスケーリングされることを意味します:

$$E(t) = f(\bar{\varepsilon}_p)E \tag{228}$$

このスケールファクターの初期値は1で、この値から減少していきます。

- *fct_ID*$_E$ = 0の場合、ヤング率は次のように計算されます:

$$E(t) = E - (E - E_{\inf})(1 - \exp(-C_E\bar{\varepsilon}_p)) \tag{229}$$

ここで、Eと$E_{\inf}$はそれぞれ初期と漸近するヤング率の値で、$\bar{\varepsilon}_p$は累積の相当塑性ひずみです。

> **注:** *fct_ID*$_E$ = 0でC_E = 0の場合、ヤング率Eが一定になります。

See Also

材料の適合性
Failure Models (Reference Guide)
Johnson-Cook (/MAT/LAW2) (User Guide)
Elastic Plastic Piecewise Linear Material (/MAT/LAW36) (User Guide)
Explicit Structural FEA Materials (User Guide)
Tabulated Piecewise Linear and Quadratic Elasto-plastic Laws (LAW36 and LAW60) (Theory Manual)
RD-E:1101 弾塑性材料則の特性化
RD-E:4900 ウィンドシールドへのバードストライク

/MAT/LAW43 (HILL_TAB)

ブロックフォーマットのキーワード
この材料則は、Hill直交異方性材料を記述します。これは、シェル要素にのみ適用可能です。この材料則とLAW32 (HILL)の違いは、降伏応力の入力方法のみです(この材料則ではユーザー関数で定義します)。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW43/*mat_ID*/*unit_ID*または/MAT/HILL_TAB/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
ρ_i									
E		*ν*							
fct_ID$_E$		*E*$_{inf}$*inf*		*C*$_E$*E*					
r$_{00}$*R00*		*r*$_{45}$*R45*		*r*$_{90}$*R90*		*C*$_{hard}$*HARD*		*I*$_{yield0}$	
ε_p^{max}		ε_t		ε_m		*F*$_{cut}$*CUT*	*F*$_{smooth}$*smoo*		

1行につき各塑性関数

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
fct_ID$_i$		*Fscale*$_i$		$\dot{\varepsilon}_i$					

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 (整数、最大10桁)	
unit_ID	単位識別子 (整数、最大10桁)	
mat_title	材料のタイトル (文字、最大100文字)	
ρ_i	初期密度 (実数)	$\left[\frac{kg}{m^3}\right]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
E	ヤング率 （実数）	[Pa]
v	ポアソン比 （実数）	
fct_ID$_E$	ヤング率のスケールファクターの関数ID（ヤング率が塑性ひずみの関数である場合）12 デフォルト = 0: この場合はヤング率の進展は*E*$_{inf}$*inf*および*C*$_E$*E*に応じて決まります。 （整数）	
E$_{inf}$*inf*	無限の塑性ひずみに対する飽和ヤング率 （実数）	[Pa]
C$_E$*E*	ヤング率進展のパラメータ 12 （実数）	
r$_{00}$*R00*	0°のランクフォードパラメータ 3 デフォルト = 1.0（実数）	
r$_{45}$*R45*	45°のランクフォードパラメータ デフォルト = 1.0（実数）	
r$_{90}$*R90*	90°のランクフォードパラメータ デフォルト = 1.0（実数）	
C$_{hard}$*HARD*	硬化係数。 *= 0* 硬化は完全等方性モデルです。 *= 1* 硬化は運動学的Prager-Zieglerモデルです。 *= 0～1*の値 硬化は2つのモデル間で補間されます。 （実数）	
I$_{yield0}$	降伏応力フラグ *= 0* 平均降伏応力入力	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 1 直交方向1の降伏応力 （整数）	
ε_p^{max}	破壊塑性ひずみ。 デフォルト = 1.0 × 10^{30}（実数）	
ε_t	応力が減少し始める引張破壊ひずみ。 デフォルト = 1.0 × 10^{30}（実数）	
ε_m	要素内の応力が0に設定される最大引張破壊ひずみ デフォルト = 2.0 × 10^{30}（実数）	
F_{cut}CUT	ひずみ速度フィルタリングのカットオフ周波数。 （実数）	[Hz]
F_{smooth}smooth	ひずみ速度スムージングオプションフラグ。 *= 0*（デフォルト） ひずみ速度を平滑化しません。 *= 1* ひずみ速度スムージングはアクティブ。 （整数）	
fct_ID$_i$	塑性曲線の*i*番目の関数の識別子 （整数）	
Fscale$_i$	*i*番目の関数のスケールファクター デフォルトは1.0に設定されます（実数）	
$\dot{\varepsilon}_i$	*i*番目の関数のひずみ速度 （実数）	$\left[\frac{1}{s}\right]$

例（金属）

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
                  Mg                    mm                    s
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/HILL_TAB/1/1
metal
```

```
#              RHO_I
             7.8E-09
#                  E                   NU
              206000                   .3
#FUNCT_IDE                          EINF                   CE
         0                             0                    0
#                r00                 r45                  r90              C_hard   Iyield0
               1.73                1.34                 2.24                   0         0
#           EPSP_max              EPS_t1               EPS_m                Fcut   Fsmooth
                  0                   0                    0               15000         1
# func_IDi                       Fscale_i           EPS_dot_i
         5                             0                    0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  3. FUNCTIONS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/5
metal
#                  X                   Y
                   0                 260
                .002                 270
                .005                 280
                 .01                 297
                 .02                 322
                 .05                 370
                  .1                 422
                 .15                 457
                  .2                 485
                  .3                 528
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
/END
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. この材料則は、プロパティセット/PROP/TYPE9(SH_ORTH)または/PROP/TYPE10(SH_COMP)と共に使用する必要があります。
2. 降伏応力はユーザー関数で定義し、次の等価応力と比較されます:

$$\sigma_{eq} = \sqrt{A_1\sigma_1^2 + A_2\sigma_2^2 - A_3\sigma_1\sigma_2 + A_{12}\sigma_{12}^2} \tag{230}$$

3. ランクフォードパラメータの角度は、直交異方性方向1に対して定義されます。

$$\begin{aligned} R &= \frac{r_{00}+2r_{45}+r_{90}}{4} & H &= \frac{R}{1+R} \\ A_1 &= H\left(1+\frac{1}{r_{00}}\right) & A_2 &= H\left(1+\frac{1}{r_{90}}\right) \\ A_3 &= 2H & A_{12} &= 2H(r_{45}+0.5)\left(\frac{1}{r_{00}}+\frac{1}{r_{90}}\right) \\ r_{00} &= \frac{A_3}{2A_1-A_3} & r_{45} &= \frac{1}{2}\left(\frac{A_{12}}{A_1+A_2-A_3}-1\right) \\ r_{90} &= \frac{A_3}{2A_2-A_3} \end{aligned} \tag{231}$$

ランクフォードパラメータr_aは、面内の塑性ひずみと厚み方向の塑性ひずみε_{33}との比率です。

$$r_\alpha = \frac{d\varepsilon_{\alpha+\pi/2}}{d\varepsilon_{33}} \tag{232}$$

ここで、αは、直交異方性方向1に対して成す角度です。

このランクフォードパラメータr_aは、角度で実施する簡易な引張試験によって特定できます。

*R*の大きな値は、成形性に優れていることを意味します。

4. 最初の(静的)関数の最後のポイントの応力が0に等しい場合、ε_p^{max}のデフォルト値はε_pの対応値に設定されます。
5. 要素の削除:

- ε_p（塑性ひずみ）が1つの積分点でε_p^{max}に到達すると要素が削除されます。
- ε_1がε_tに到達すると、応力は次の関係式に従って減少します：

$$\sigma = \sigma\left(\frac{\varepsilon_m - \varepsilon_1}{\varepsilon_m - \varepsilon_t}\right) \tag{233}$$

- ε_1（最大主ひずみ）がε_m（$\varepsilon_1 > \varepsilon_m$）に到達すると、要素の応力は0に減少します（ただし、要素は削除されません）。
- ε_1（最大主ひずみ）がε_f（最大引張破壊ひずみ）に達した場合、その要素は削除されます。

6. 入力可能な曲線の最大数は10です。
7. $\dot{\varepsilon} \le \dot{\varepsilon}_n$の場合、降伏は$f_n$と$f_{n-1}$の間で補間されます。
8. $\dot{\varepsilon} \le \dot{\varepsilon}_1$の場合、関数$f_1$が使用されます。
9. $\dot{\varepsilon}_{max}$を超えた場合、降伏は外挿されます。

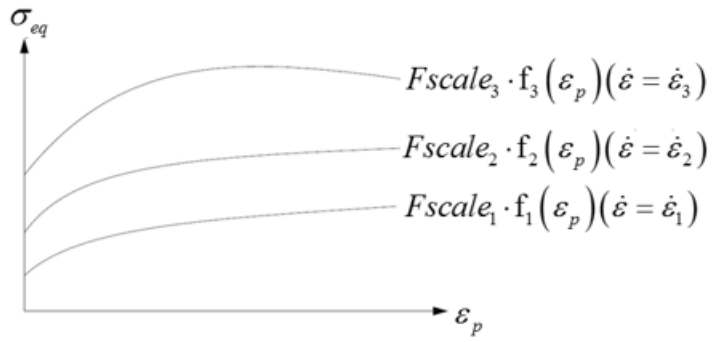


図 *85:*

10. ラジアルリターンは使用できません（反復塑性のみ）。
11. 降伏応力が直交方向1で取得された場合は、I_{yield0} =1を定義します。そうでない場合は、I_{yield0}=0を定義します。
12. ヤング率の進展：
    - *fct_ID*$_E$ > 0であれば、この曲線は等価な塑性ひずみ$\bar{\varepsilon}_p$によるヤング率の進展に対するスケールファクターを定義します。これは、関数$f(\bar{\varepsilon}_p)$によって以下のようにヤング率がスケーリングされることを意味します：

$$E(t) = f(\bar{\varepsilon}_p)E \tag{234}$$

    このスケールファクターの初期値は1で、この値から減少していきます。
    - *fct_ID*$_E$ = 0の場合、ヤング率は次のように計算されます：

$$E(t) = E - (E - E_{inf})(1 - \exp(-C_E\bar{\varepsilon}_p)) \tag{235}$$

    ここで、EとE_{inf}はそれぞれ初期と漸近するヤング率の値で、$\bar{\varepsilon}_p$は累積の相当塑性ひずみです。

> **注：**
> *fct_ID*$_E$ = 0で*C*$_E$*E* = 0の場合、ヤング率*E*が一定になります。

13. パラメータ*F*$_{smooth}$*smooth*と*F*$_{cut}$*CUT*は、ひずみ速度のフィルタリングを可能にします。3つのケースが設定できます：

- $F_{smooth}smooth$ = 0 + $F_{cut}CUT$ = 0.0の場合、ひずみ速度フィルタリングはオフ。
- $F_{smooth}smooth$ = 1 + $F_{cut}CUT$ = 0.0の場合、ひずみ速度フィルタリングは、デフォルトのカットオフ周波数10 kHzを使用。
- $F_{cut}CUT$ ≠ 0, $F_{smooth}smooth$の場合、自動的に1に設定され、ひずみ速度フィルタリングは、指定されたカットオフ周波数を使用。

See Also

材料の適合性
Failure Models (Reference Guide)
Johnson-Cook (/MAT/LAW2) (User Guide)
Elastic Plastic Piecewise Linear Material (/MAT/LAW36) (User Guide)
Hill Materials (User Guide)
Hill's Law for Orthotropic Plastic Shells (Theory Manual)

/MAT/LAW44 (COWPER)

ブロックフォーマットのキーワード
Cowper-Symonds材料則は、弾塑性材料をモデル化します。基本原理は標準のJohnson-Cookモデルと同じです。これら2つの材料則で異なるのは、流れの応力に対するひずみ速度効果の式のみです。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW44/*mat_ID*/*unit_ID*または/MAT/COWPER/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
ρ_i									
E		*ν*							
a		*b*		*n*		C_{hard}*HARD*		σ_{max0}	
c		*p*		*ICC*	F_{smooth}*smoo*	F_{cut}*CUT*			*VP*
ε_p^{max}		ε_{t1}		ε_{t2}					

降伏応力関数を定義するオプション行

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
fct_ID_y		$Fscale_y$							

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{kg}{m^3}\right]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
E	ヤング率 （実数）	[Pa]
ν	ポアソン比 （実数）	
a	塑性降伏応力。 （実数）	[Pa]
b	塑性硬化パラメータ。 （実数）	[Pa]
n	塑性硬化指数。 デフォルト = 1.0（実数）	
C_{hard}*HARD*	塑性等方性移動硬化係数 *= 0* 硬化は完全等方性モデルです。 *= 1* 硬化は運動学的Prager-Zieglerモデルです。 *= 0～1*の値 硬化は2つのモデル間で補間されます。 デフォルト = 0.0（実数）	
σ_{max0}	塑性最大応力 デフォルト = 10^{20}（実数）	[Pa]
c	ひずみ速度係数。 *= 0*（デフォルト） ひずみ速度効果はなし （実数）	$\left[\frac{1}{s}\right]$
p	ひずみ速度指数。 デフォルト = 1.0（実数）	
ICC	ひずみ速度計算フラグ 6 *= 0*（デフォルト） 1に設定	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 1 σ_{max}に対するひずみ速度効果あり *= 2* σ_{max}に対するひずみ速度効果なし （整数）	
F_{smooth}*smooth*	ひずみ速度スムージングオプションフラグ。 *= 0*（デフォルト） ひずみ速度を平滑化しません。 *= 1* ひずみ速度スムージングはアクティブ。 （整数）	
F_{cut}*CUT*	ひずみ速度フィルタリングのカットオフ周波数。 デフォルト = 10^{30}（実数）	[Hz]
VP	速度効果の定式化 *= 0* 2に設定 *= 1* 塑性ひずみ速度 *= 2*（デフォルト） 全ひずみ速度 *= 3* 偏差ひずみ速度 （整数）	
ε_p^{max}	破壊塑性ひずみ。 デフォルト = 10^{20}（実数）	
ε_{t1}	引張破壊ひずみ1 デフォルト = 10^{20}（実数）	
ε_{t2}	引張破壊ひずみ2 デフォルト = $2x10^{20}$（実数）	
fct_ID$_y$	降伏応力関数識別子 （整数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
$Fscale_y$	*fct_ID*の縦軸（応力）のスケールファクター$_y$ デフォルト = 1.0（実数）	[Pa]

例（金属）

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
                  g                   mm                  ms
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/COWPER/1/1
metal
#              RHO_I
               .0078
#                  E                  nu
               20500                  .3
#                  a                   b                   n              C_hard          SIGMA_max0
                  50                 100                  .5                   1                  90
#                  c                   p         ICC    Fsmooth              F_cut
                 100                   5           1           0                  0
#            EPS_max              EPS_t1              EPS_t2
                   0                   0                   0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
/END
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. 降伏応力は、3つの応力係数（a、b,、n）、または関数*fct_ID*$_y$、あるいはその組み合わせで定義できます。この応力は、Cowper-Symondsひずみ速度係数でスケーリングされます。

   - *fct_ID*$_y$を定義していて、（> 0）、a=0および*VP* = 1の場合：

   $$\sigma = fct\_ID_y * Fscale_y + \left(a + b\varepsilon_{pn}\right)\left(\frac{\dot{\varepsilon}}{C}\right)^{\frac{1}{p}} \quad (236)$$

   - *fct_ID*$_y$を定義していて、（> 0）a > 0の場合：

   $$\sigma = fct\_ID_y * Fscale_y * \left(1 + \left(\frac{\dot{\varepsilon}}{C}\right)^{\frac{1}{p}}\right) \quad (237)$$

   - *fct_ID*$_y$を定義していない場合（= 0）：

   $$\sigma = \left(a + b\varepsilon_{pn}\right)\left(1 + \left(\frac{\dot{\varepsilon}}{C}\right)^{\frac{1}{p}}\right) \quad (238)$$

   ここで、

ε_p	塑性ひずみ。
$\dot{\varepsilon}$	*VP* =1の塑性ひずみ速度 *VP* =2の全ひずみ速度 *VP* =3の偏差ひずみ速度

2. この材料則は、トラス要素、ビーム要素、シェル要素、ソリッド要素に適用できます。
3. 降伏応力は、正である必要があります。
4. 硬化指数*n*は、1未満でなければいけません。

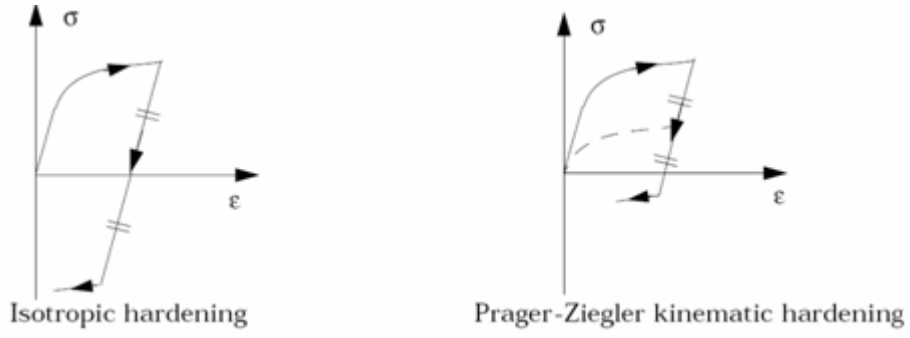
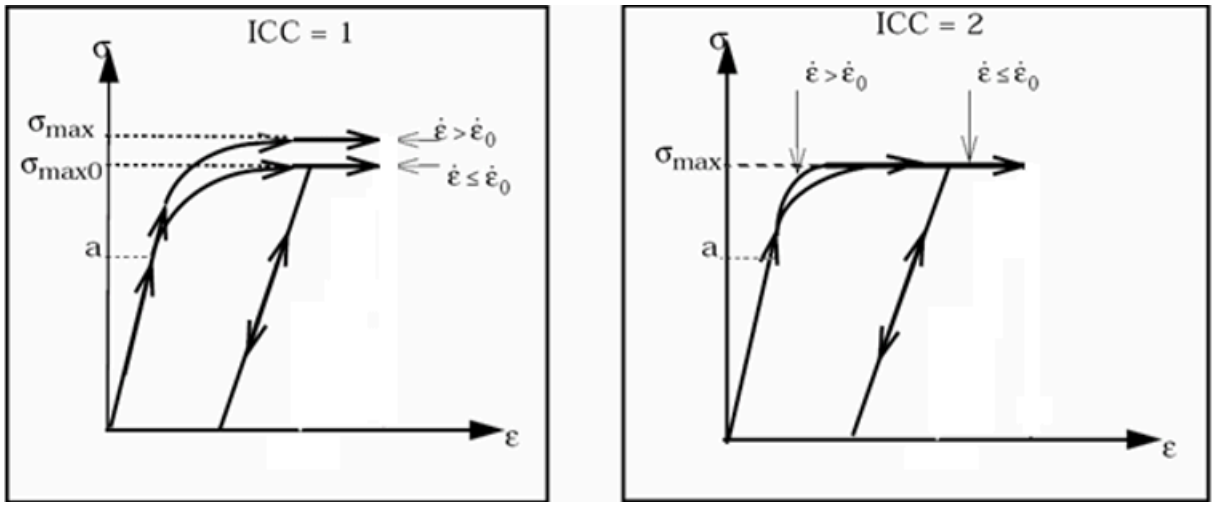


図 *86:*

5. ひずみ速度のフィルタリングは、ひずみ速度のスムージングに使用されます（下記参照）。
   - *VP* = 1の場合、デフォルトでひずみ速度フィルタリングが設定され、カットオフ周波数は時間ステップ値に従ってRadiossによって自動的に計算されます。F_{cut}*CUT*とF_{smooth}*smooth*は無視されます。
   - *VP* = 2または3の場合、および：
     - F_{smooth}*smooth* = 0 + F_{cut}*CUT* = 0.0の場合、ひずみ速度フィルタリングはオフ；
     - F_{smooth}*smooth* = 1 + F_{cut}*CUT* = 0.0の場合、ひずみ速度フィルタリングは、時間ステップ値に従ってRadiossによって自動的に計算されるカットオフ周波数を使用（*VP* = 1の場合と同様）；
     - F_{cut}*CUT* ≠ 0の場合、F_{smooth}*smooth*は自動的に1に設定され、ひずみ速度フィルタリングは、ユーザーによって指定されたカットオフ周波数を使用。
6. *ICC*は、材料の最大応力σ_{max}に対するひずみ速度効果のフラグです：



$$\sigma = \sigma_y\left(1+\left(\frac{\dot{\varepsilon}}{C}\right)^{1/p}\right)$$

$$\sigma = \sigma_y\left(1+\left(\frac{\dot{\varepsilon}}{C}\right)^{1/p}\right)$$

$\sigma_{max} = \sigma_{max0}\left(1+\left(\frac{\dot{\varepsilon}}{C}\right)^{1/p}\right)$	$\sigma_{max} = \sigma_{max0}$

図 *87:*

7. ε_pが1つの積分点でε_p^{max}に到達してから、要素タイプに基づく場合:
   - トラス要素およびビーム要素:要素が削除されます。
   - シェル要素:対応するシェル要素が削除されます。
   - ソリッド要素:対応する積分点の偏差応力には永久に0が設定されますが、ソリッド要素は削除されません。
8. $\varepsilon_1 > \varepsilon_{t1}$($\varepsilon_1$は最大主ひずみ)の場合、応力は下記の式に従って減少します:

$$\sigma_{n+1} = \sigma_n\left(\frac{\varepsilon_{t2} - \varepsilon_1}{\varepsilon_{t2} - \varepsilon_{t1}}\right) \quad (239)$$

9. $\varepsilon_1 > \varepsilon_{t2}$の場合、応力は0に減少します(ただし、要素は削除されません)。

See Also

材料の適合性
Failure Models (Reference Guide)
Johnson-Cook (/MAT/LAW2) (User Guide)
Elastic Plastic Piecewise Linear Material (/MAT/LAW36) (User Guide)
Johnson-Cook Plasticity Model (LAW2) (Theory Manual)

/MAT/LAW48 (ZHAO)

ブロックフォーマットのキーワード
この材料則はZhao材料則を記述します。Zhao材料則は、弾塑性ひずみ速度依存材料をモデル化する場合に使用します。この材料則は、ソリッドおよびシェルにのみ適用されます。

実際のバージョンでは、シェルの全体塑性オプション（シェルプロパティキーワード*N*=0）は使用できません。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW48/*mat_ID*/*unit_ID*または/MAT/ZHAO/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
ρ_i									
E		*v*							
A		*B*		*n*		C_{hard}*HARD*		σ_{max}	
C		*D*		*m*		E_I		*k*	
$\dot{\varepsilon}_0$		F_{cut}*CUT*							
ε_p^{max}		ε_{t1}		ε_{t2}					

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right]$
E	ヤング率 （実数）	[Pa]
v	ポアソン比	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（実数）	
A	塑性降伏応力 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
B	塑性硬化パラメータ （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
n	塑性硬化指数 デフォルト = 1.0（実数）	
C_{hard}*HARD*	塑性等方性移動硬化係数 *= 0* 硬化は完全等方性モデルです。 *= 1* 硬化は運動学的Prager-Zieglerモデルです。 *= 0～1*の値 硬化は2つのモデル間で補間されます。 デフォルト = 0.0（実数）	
$\sigma_{\max}$	塑性最大応力 デフォルト = 10^{30}（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
C	相対ひずみ速度係数 デフォルト = 1.0（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
D	ひずみ速度塑性係数 デフォルト = 0.0（実数）	
m	相対ひずみ速度指数 デフォルト = 1.0（実数）	
E_I	ひずみ速度係数。 デフォルト = 0.0（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
k	ひずみ速度指数。 デフォルト = 1.0（実数）	
$\dot{\varepsilon}_0$	参照ひずみ速度	$\left[\frac{1}{\mathrm{s}}\right]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（実数）	
F_{cut}CUT	ひずみ速度フィルタリングのカットオフ周波数。 デフォルト = 0.0（実数）	[Hz]
ε_p^{max}	破壊塑性ひずみ。 デフォルト = 10^{30}（実数）	
ε_{t1}	引張破壊ひずみ1 デフォルト = 10^{30}（実数）	
ε_{t2}	引張破壊ひずみ2 デフォルト = 10^{30}（実数）	

例（金属）

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
                  g                   mm                  ms
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/LAW48/1/1
metal
#              RHO_I
                .008
#                  E                  nu
              200000                  .3
#                  A                   B                   n               Chard             sig_max
                 145                 550                 .42                   1                   0
#                  C                   D                   m                  E1                   k
                  35                  47                  .3                 185                  .3
#          eps_rate_0                Fcut
                 .05                   0
#             eps_max              eps_t1              eps_t2
                   0                   0                   0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
/END
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. 応力-ひずみ関数は、Zhaoにより公開されている式に従います：

$$\sigma = \left(A + B\varepsilon_{pn}\right) + \left(C - D\varepsilon_{pm}\right) \cdot \ln\frac{\dot{\varepsilon}}{\dot{\varepsilon}_0} + E_1\dot{\varepsilon}^k \qquad (240)$$

ここで、

ε_p	塑性ひずみ
$\dot{\varepsilon}$	ひずみ速度

2. ひずみ速度定式化を除き、塑性曲線はJohnson-Cookモデルとまったく同じです。

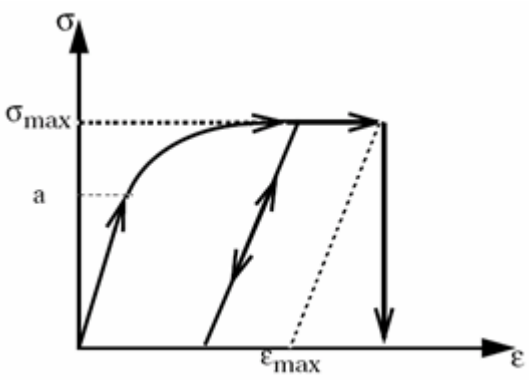


図 *88:*

ただし、Johnson-Cookと比較して、Zhao材料則では、より高い精度で非線形ひずみ速度依存挙動を近似できます。

3. 降伏応力は、正である必要があります。
4. 硬化指数*n*は、1未満でなければいけません。

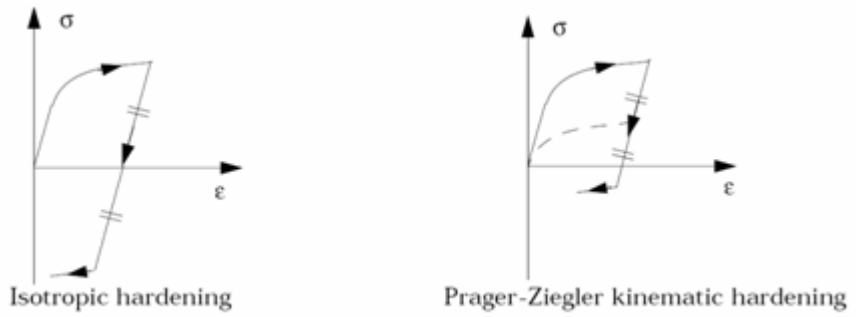


図 *89:*

5. 等方性移動硬化パラメータは以下のように定義されます:
   - $C_{hard}HARD$ = 0の場合、硬化は完全等方性モデルです。
   - $C_{hard}HARD$ = 1の場合、硬化は運動学的Prager-Zieglerモデルです。
   - 0 < $C_{hard}HARD$ < 1の場合、硬化は2つのモデル間で補間されます。
6. $\dot{\varepsilon} \le \dot{\varepsilon}_0$の場合、項 $\left(C - D\varepsilon_p{}^m\right) \cdot \ln\frac{\dot{\varepsilon}}{\dot{\varepsilon}_0} = 0$および式 240は次のようになります:

$$\sigma = \left(A + B\varepsilon_{pn}\right) + E_1\dot{\varepsilon}^k \qquad (241)$$

7. ひずみ速度のフィルタリングは、ひずみ速度のスムージングに使用されます。これは、シェルおよびソリッド要素でのみ利用可能です。
8. ε_pが1つの積分点で$\varepsilon_{\max}$に到達してから、要素タイプに基づく場合:
   - シェル要素:対応するシェル要素が削除されます。
   - ソリッド要素:対応する積分点の偏差応力には永久に0が設定されますが、ソリッド要素は削除されません。
9. $\varepsilon_1 > \varepsilon_{t1}$($\varepsilon_1$は最大主ひずみ)の場合、応力は下記の式に従って減少します:

$$\sigma_{n+1} = \sigma_n\left(\frac{\varepsilon_{t2} - \varepsilon_1}{\varepsilon_{t2} - \varepsilon_{t1}}\right) \qquad (242)$$

10. $\varepsilon_1 > \varepsilon_{t2}$の場合、応力は0に減少します（ただし、要素は削除されません）。

See Also

材料の適合性
Failure Models (Reference Guide)
Zhao Plasticity Model (LAW48) (Theory Manual)

/MAT/LAW49 (STEINB)

ブロックフォーマットのキーワード
この材料則は、熱軟化を伴う弾塑性材料を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW49/*mat_ID*/*unit_ID*または/MAT/STEINB/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
ρ_i		ρ_0							
$E_0$0		ν							
σ_0		β		n		ε_p^{max}		σ_{max}	
T_0		T_m		ρC_p		P_{min}MIN			
b_1		b_2		h		f			

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{kg}{m^3}\right]$
ρ_0	E.O.S（状態方程式）で使用される基準密度 デフォルト = $\rho_0 = \rho_i$（実数）	$\left[\frac{kg}{m^3}\right]$
E_0	初期ヤング率 （実数）	$[Pa]$
ν	ポアソン比	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（実数）	
σ_0	塑性初期降伏応力 デフォルトなし（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
β	塑性硬化パラメータ デフォルトなし（実数）	
n	塑性硬化指数 デフォルトなし（実数）	
ε_p^{max}	最大塑性ひずみ デフォルト = 10^{30}（実数）	
$\sigma_{\max}$	塑性最大応力 デフォルト = 10^{30}（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
T_0	初期温度 デフォルト = 300（実数）	$[\mathrm{K}]$
T_m	溶融温度 （実数）	$[\mathrm{K}]$
ρC_p	比熱 （実数）	$\left[\frac{kg}{s^2 \cdot m \cdot K}\right]$
P_{min}*MIN*	圧力のカットオフ デフォルト = 0.0（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
b_1	材料則係数 デフォルトなし（実数）	
b_2	材料則係数 デフォルトなし（実数）	
h	材料則係数 デフォルトなし（実数）	
f	材料則係数	

フィールド	内容	SI単位の例
	デフォルトなし（実数）	

例（アルミニウム）

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
                g                   cm                  mus
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/LAW49/1/1
Aluminum
#              RHO_I               RHO_0
                2.73                   0
#                 E0                  nu
                .734                 .33
#            sigma_0                beta                   n             EPS_max           SIGMA_max
                .0029                125                  .1                   9               .0068
#                 T_0               Tmelt              rhoC_p                Pmin
                  300                1220            2.59E-5               -.005
#                  b1                  b2                   h                   f
                   6.5                 6.5              6.2E-4                   0
/EOS/GRUNEISEN/1/1
Aluminum
#                   C                  S1                  S2                  S3
                .524                 1.5                   0                   0
#             GAMMA0               ALPHA                  E0              RHO_0
                1.97                   0                   0                   0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
/END
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. 材料が融点に近づくと、降伏強さおよびせん断係数がゼロまで減少します。溶解エネルギーは、次のように定義されます：

$$E_m = E_c + \rho_0 C_p T_m \tag{243}$$

ここで、

E_c	冷間圧縮エネルギー
T_m	一定と仮定される溶融温度

内部エネルギーEがE_mより小さい場合は、せん断係数および降伏強さは下記のように定義されます：

$$G = G_0\left[1 + b_1 p V^{1/3} - h\left(T - T_0\right)\right] e^{-\frac{fE}{E - E_m}} \tag{244}$$

ここで、

$$G_0 = \frac{E_0}{2(1+\nu)} \tag{245}$$

$$\sigma_y = \sigma'_0\left[1 + b_2 p V^{1/3} - h\left(T - T_0\right)\right] e^{-\frac{fE}{E - E_m}} \tag{246}$$

ここで、σ'_0は硬化則に従って定義されます：

$$\sigma'_0 = \sigma_0\left(1+\beta\varepsilon_p\right)^n \tag{247}$$

$\varepsilon_p > \varepsilon_p^{\max}$であれば、

$$\sigma'_0 = \sigma_0\left[1+\beta\varepsilon_p^{\max}\right]^n \tag{248}$$

σ'_0の値は以下のように制限されます:

$$\min\left(\sigma_0\right) \le \sigma'_0 \le \sigma_{\max} \tag{249}$$

2. 状態方程式(/EOS)がこの材料を参照していない場合、圧力は下記のように計算されます:

$$p = \frac{E_0}{3\left(1-2\nu\right)}\mu \tag{250}$$

ここで、$\mu = \frac{\rho}{\rho_0} - 1$

3. 1つの積分点でε_pがε_p^{max}に到達した場合、対応する積分点の偏差応力には永久に0が設定されますが、ソリッド要素は削除されません。

See Also

材料の適合性
Failure Models (Reference Guide)
Steinberg-Guinan Material (LAW49) (Theory Manual)

/MAT/LAW52 (GURSON)

ブロックフォーマットのキーワード
この材料則はGurson構成則に基づいており、粘弾塑性ひずみ速度依存多孔質金属をモデル化する場合に使用します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW52/*mat_ID*/*unit_ID*または/MAT/GURSON/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
ρ_i									
E		ν_{12}		*Iflag*	F_{smooth}*smoo*	F_{cut}*CUT*		I_{yield}	
A		*B*		*N*		*c*		*p*	
q_1		q_2		q_3		S_N		ε_N	
f_I		f_N		f_c		f_F			

I_{yield} > 0の場合:

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Tab_ID		*XFAC*		*YFAC*					

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
単位識別子	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
E	ヤング率	[Pa]

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（実数）	
ν_{12}	ポアソン比 （実数）	
Iflag	粘塑性流れフラグ 1 *= 0* フォンミーゼス基準 *= 1* フォンミーゼス基準 *= 2* 1 + 圧縮におけるボイド発生をゼロに設定 *= 3* 0 + 圧縮におけるボイド発生をゼロに設定 （整数）	
F_{smooth}*smooth*	ひずみ速度スムージングの計算 *= 0*（デフォルト） ひずみ速度を平滑化しません。 *= 1* ひずみ速度スムージングはアクティブ （整数）	
F_{cut}*CUT*	ひずみ速度フィルタリングのカットオフ周波数。 デフォルト = 10^{30}（実数）	[Hz]
I_{yield}	降伏応力を計算するためのフラグ 3 *= 0* Cowper-Symonds則を使用 *= 1* 降伏応力テーブル（降伏応力vs塑性ひずみ）を使用 （整数）	
A	降伏応力。 （実数）	[Pa]
B	硬化パラメータ （実数）	[Pa]

フィールド	内容	**SI**単位の例
N	硬化指数 （実数）	
c	Cowper-Symond則のひずみ速度係数 （実数）	$\left[\frac{1}{s}\right]$
p	Cowper-Symond則のひずみ速度指数 （実数）	
q_1、q_2、q_3	損傷材料のパラメータ （実数）	
S_N	Gauss標準偏差 （実数）	$[Pa]$
ε_N	ボイド発生後有効塑性ひずみ （実数）	
f_I	初期ボイド体積率 2 （実数）	
f_N	ボイド発生後体積率 （実数）	
f_c	凝集時臨界ボイド体積率 2 （実数）	
f_F	延性破壊時臨界ボイド体積率 2 （実数）	
Tab_ID	降伏応力のテーブル識別子（ひずみ速度に対応する応力-ひずみ関数） （整数）	
XFAC	*Tab_ID*に使用する関数の最初のエントリ（塑性ひずみ）のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	
YFAC	*Tab_ID*に使用する関数の縦軸（降伏応力）のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	

例（パラメータ入力）

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
                  g                   mm                  ms
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/LAW52/1/1
Steel
#              RHO_I
               .0078
#                  E               NU_12     Iflag   Fsmooth                Fcut    Iyield
              200000                  .3         0         0                   0         0
#                  A                   B                   N                   c                   p
                200                 533                   1                 802               3.585
#                q_1                 q_2                 q_3                  SN                EpsN
               1.25                   1                2.25                  .1                  .2
#                 Fi                  FN                  Fc                  FF
                .01                 .04                 .12                  .2
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
/END
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

例（関数入力）

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
                  g                   mm                  ms
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/LAW52/1/1
Steel
#              RHO_I
               .0078
#                  E               NU_12     Iflag   Fsmooth                Fcut    Iyield
              200000                  .3         0         0                   0         1
#                  A                   B                   N                   c                   p
                200                 533                   1                 802               3.585
#                q_1                 q_2                 q_3                  SN                EpsN
               1.25                   1                2.25                  .1                  .2
#                 Fi                  FN                  Fc                  FF
                .01                 .04                 .12                  .2
#   Tab_ID                XFAC                YFAC
      1000                   0                   0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/TABLE/1/1000
curve_list with strain rates
           2
# function                    stain rate
     10010                        1.0e-4
     10020                           1.0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/10010
plastic strain vs yield stress funct dt=1.0e-4
#     plastic strain       yield stress
              0.0000                200.
              1.0000                733.
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/10020
plastic strain vs yield stress funct dt=1.0
#     plastic strain       yield stress
              0.0000                250.
              1.0000                783.
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
/END
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. 粘塑性流れのフォンミーゼス基準：

Iflag = 0の場合:

$$\Omega_{vm} = \sigma_{eq} - \sigma_M \sqrt{1 + q_3 f^{*2} - 2q_1 f^{*2} \cosh\left(\frac{3q_2\sigma_m}{2\sigma_M}\right)} \tag{251}$$

Iflag = 1の場合:

$$\Omega_{vm} = \frac{\sigma_{eq}^2}{\sigma_M^2} + 2q_1 f^* \cosh\left(\frac{3}{2} q_2 \frac{\sigma_m}{\sigma_M}\right) - \left(1 + q_3 f^{*2}\right) \tag{252}$$

の、$\sigma_m > 0$

$$\Omega_{vm} = \frac{\sigma_{eq}^2}{\sigma_M^2} + 2q_1 f^* - \left(1 + q_3 f^{*2}\right) \tag{253}$$

の、$\sigma_m \le 0$

ここで、σ_Mは可容応力、σ_mはtrace[**σ**]（静水圧応力）、σ_{eq}はフォンミーゼス応力、q_1、q_2およびq_3はGurson材料則の材料パラメータ、

$q_3 = q_1^2$

f^* は固有の凝集関数です。

$f^* = f$ の、$f \le f_c$

$f^* = f_c + \frac{f_u - f_c}{f_F - f_c}(f - f_c)$ の、$f > f_c$

ここで、

$f_u = \frac{1}{q_1}$ は、右記の凝集関数に相当; $f_u = \mathrm{f}^*(f_F)$

2. ボイド体積率のパラメータの入力は必須で、$f_I < f_c < f_F$となる。
3. いずれかの積分点が$f^* \ge f_F$に達した場合、その要素は削除されます。
4. I_{yield}フラグがアクティブでない場合（I_{yield}=0）、降伏応力はCowper-Symond材料則を使って計算されます。

$$\sigma_M = (A + B\varepsilon_M{}^N)\left(1 + \left(\frac{\dot{\varepsilon}}{C}\right)^{1/p}\right) \tag{254}$$

I_{yield}フラグがアクティブである場合（I_{yield}=1）、降伏応力は、降伏応力曲線（*Tab_ID*）から直接計算されます。

5. この材料則は、シェル要素およびソリッド要素に対して使用可能です。
6. プロットファイル（/TH/SHEL、/TH/SH3N、および/TH/BRICK）、またはアニメーションファイル（/ANIM）では下記の変数を使用できます。
   - USR1: 塑性ひずみ ε_M
   - USR2: f^*
   - USR3: 可容応力 σ_M
   - USR4: *f*
   - USR5: ε

See Also

材料の適合性

Failure Models (Reference Guide)

Ductile Damage Model for Porous Materials (LAW52) (Theory Manual)

/MAT/LAW53 (TSAI_TAB)

ブロックフォーマットのキーワード
一方向直交異方性弾塑性材料則の法則を記述します。これは、ソリッド要素でのみ使用されます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW53/*mat_ID*/*unit_ID*または/MAT/TSAI_TAB/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
ρ_i									
E_{11}		E_{22}							
$G_{12}12$		$G_{23}23$							
fct_ID$_{11}$	*fct_ID*$_{22}$	*fct_ID*$_{12}$	*fct_ID*$_{23}$	*fct_ID*$_{45}$					
Fscale$_{11}$		*Fscale*$_{22}$		*Fscale*$_{12}$		*Fscale*$_{23}$		*Fscale*$_{45}$	

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right]$
E_{11}	ヤング率 （実数）	[Pa]
E_{22}	ヤング率 （実数）	[Pa]
$G_{12}12$	せん断係数	[Pa]

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（実数）	
$G_{23}23$	せん断係数 （実数）	[Pa]
fct_ID_{11}	方向11における降伏応力関数の識別子 （整数）	
fct_ID_{22}	方向22における降伏応力関数の識別子 （整数）	
fct_ID_{12}	方向12における降伏応力関数の識別子 （整数）	
fct_ID_{23}	方向23における降伏応力関数の識別子 （整数）	
fct_ID_{45}	方向45における降伏応力関数の識別子 （整数）	
$Fscale_{11}$	降伏関数11のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	[Pa]
$Fscale_{22}$	降伏関数22のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	[Pa]
$Fscale_{12}$	降伏関数12のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	[Pa]
$Fscale_{23}$	降伏関数23のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	[Pa]
$Fscale_{45}$	降伏関数45のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	[Pa]

例（プラスチック）

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
                  Mg                    mm                    s
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

```
#-  2. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/LAW53/1/1
plastic
#              RHO_I
               2E-10
#                E11                 E22
                 200                 200
#                G12                 G23
                 100                 100
# fct_ID11  fct_ID22  fct_ID12  fct_ID23  fct_ID45
         1         1         3         4         5
#           Fscale11            Fscale22            Fscale12            Fscale23            Fscale45
                  0                   0                   0                   0                   0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  3. FUNCTIONS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/1
function_1
#                   X                   Y
                    0                 200
                   .1                 200
                  .11                 100
                   .5                 100
                  1.5               20000
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/2
function_2
#                   X                   Y
                    0                   1
                10000                   1
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/3
function_3
#                   X                   Y
                    0                 200
                   .1                 200
                  .11                 100
                   .5                 100
                  1.5               20000
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/4
function_4
#                   X                   Y
                    0                 200
                   .5                 200
                  1.5               20000
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/5
function_5
#                   X                   Y
                    0                 100
                   .5                 100
                  1.5               20000
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
/END
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. 直交異方性参照フレーム(1、2、3)は、各有限要素の当該プロパティセットで定義されます。

   ソリッドプロパティセット(/PROP/TYPE14)では、I_{solid}*SOLID* = 1、2、または2の場合に全体フレームが使用されます。

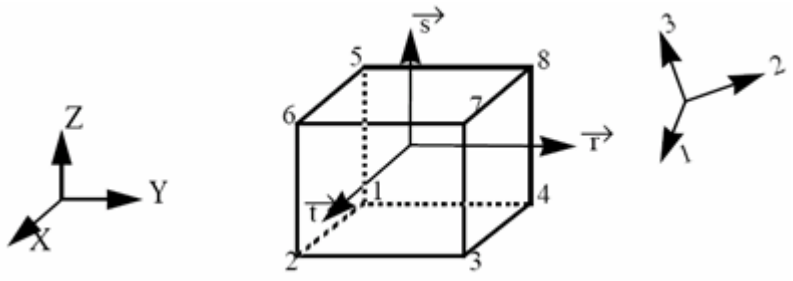


図 *90:*

2. 全体フレームは、(**X**, **Y**, **Z**)です。
3. 局所フレームは、(**t**, **r**, **s**)です。

$$\sigma_{11} = E_{11}\varepsilon_{11} \qquad \sigma_{12} = G_{12}\varepsilon_{12}$$

$$\sigma_{22} = E_{22}\varepsilon_{22} \qquad \sigma_{23} = G_{23}\varepsilon_{23}$$

$$\sigma_{33} = E_{33}\varepsilon_{33} \qquad \sigma_{13} = G_{13}\varepsilon_{13}$$

4. この材料則は直交異方性で、$E_{33} = E_{22}$および$G_{13} = G_{12}12$です。
5. 降伏サーフェスはTSAI-WU降伏基準です:

$$F = F_1\sigma_{11} + F_2\sigma_{22} + F_2\sigma_{33} + F_{11}\sigma_{11}^2 + F_{22}\sigma_{22}^2 + F_{22}\sigma_{33}^2 + F_{44}\sigma_{12}^2 + F_{55}\sigma_{23}^2 + F_{44}\sigma_{13}^2 + 2F_{12}\sigma_{11}\sigma_{22} + 2F_{23}\sigma_{22}\sigma_{33} + 2F_{12}\sigma_{11}\sigma_{33} \quad (255)$$

ここで、

$$F_1 = -\frac{1}{\sigma_{1y}^c} + \frac{1}{\sigma_{1y}^t}; \quad F_2 = -\frac{1}{\sigma_{2y}^c} + \frac{1}{\sigma_{2y}^t} \quad (256)$$

$$F_{11} = \frac{1}{\sigma_{1y}^c\sigma_{1y}^t}; \quad F_{22} = \frac{1}{\sigma_{2y}^c\sigma_{2y}^t}; \quad F_{44} = \frac{1}{\sigma_{4y}^c\sigma_{4y}^t}; \quad F_{55} = \frac{1}{\sigma_{5y}^c\sigma_{5y}^t} \quad (257)$$

$$F_{12} = -\frac{1}{2}\sqrt{F_{11}F_{22}}; \quad F_{23} = -\frac{1}{2}F_{22} \quad (258)$$

パラメータ:σ_{1y}^c, σ_{1y}^t, σ_{2y}^c, σ_{2y}^t, σ_{4y}^c, σ_{4y}^t, σ_{5y}^c, σ_{5y}^tは変数で、降伏関数によって導出されます。

6. *fct_ID*$_{45}$ ≠ 0の場合、

$$F_{12} = \frac{2}{\sigma_{45y}^2} - \frac{1}{2}(F_{11} + F_{22} + F_{44}) + \frac{F_1 + F_2}{\sigma_{45y}^c} \quad (259)$$

See Also

材料の適合性
Failure Models (Reference Guide)
LAW25 (Tsai-WU and CRASURV) (User Guide)

/MAT/LAW57 (BARLAT3)

ブロックフォーマットのキーワード
この材料則は、ユーザー定義関数で塑性硬化を記述します。これはシェル要素のみで使用できます。

これは、アルミニウム合金等の異方性材料の成形加工のモデル化に使用される弾塑性直交異方性材料則です。この材料則は、プロパティセットタイプ/PROP/TYPE9(SH_ORTH)または/PROP/TYPE10(SH_COMP)と共に使用する必要があります。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW57/*mat_ID*/*unit_ID*または/MAT/BARLAT3/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
ρ_i									
E		ν							
fct_ID_E		$E_{inf}inf$		$C_E E$					
$r_{00}R00$		$r_{45}R45$		$r_{90}R90$		$C_{hard}HARD$		m	
ε_p^{max}		ε_t		ε_m		$F_{cut}CUT$	$F_{smooth}smoo$		

各塑性関数毎に次の行を繰り返します

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
fct_ID_i		$Fscale_i$		$\dot{\varepsilon}_i$					

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
E	ヤング率 （実数）	[Pa]
v	ポアソン比 （実数）	
fct_ID$_E$	ヤング率のスケールファクターの関数ID（ヤング率が塑性ひずみの関数である場合）11 デフォルト = 0: この場合はヤング率の進展は*E*$_{inf}$および*C*$_E$*E*に応じて決まります。 （整数）	
E$_{inf}$*inf*	無限の塑性ひずみに対する飽和ヤング率 （実数）	
C$_E$*E*	ヤング率進展のパラメータ （実数）	
r$_{00}$*R00*	0°のランクフォードパラメータ デフォルト = 1.0（実数）	
r$_{45}$*R45*	45°のランクフォードパラメータ デフォルト = 1.0（実数）	
r$_{90}$*R90*	90°のランクフォードパラメータ デフォルト = 1.0（実数）	
C$_{hard}$*HARD*	硬化係数。 *= 0* 硬化は完全等方性モデルです。 *= 1* 硬化は運動学的Prager-Zieglerモデルです。 *= 0～1*の値 硬化は2つのモデル間で補間されます。 （実数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
m	Barlatパラメータ *= 6.0*（デフォルト） 体心立法（BCC）材料用 *= 8.0* 面心立法（FCC）材料用 （実数）	
ε_p^{max}	破壊塑性ひずみ。 デフォルト = 1.0 x 10^{30}（実数）	
ε_t	応力が減少し始める引張破壊ひずみ。 デフォルト = 1.0 x 10^{30}（実数）	
ε_m	要素内の応力が0に設定される最大引張破壊ひずみ。 デフォルト = 2.0 x 10^{30}（実数）	
F_{cut}*CUT*	ひずみ速度フィルタリングのカットオフ周波数。 デフォルト = 10000 Hz（実数）	[Hz]
F_{smooth}*smooth*	ひずみ速度スムージングオプションフラグ。 *= 0*（デフォルト） ひずみ速度を平滑化しません。 *= 1* ひずみ速度スムージングはアクティブ。 （整数）	
fct_ID_i	塑性曲線の*i*番目の関数の識別子 （整数）	
$Fscale_i$	*i*番目の関数のスケールファクター デフォルトは1.0に設定されます（実数）	
$\dot{\varepsilon}_i$	*i*番目の関数のひずみ速度 （実数）	$\left[\frac{1}{s}\right]$

例（鋼材）

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
```

```
unit for mat
                g                    mm                   ms
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/LAW57/1/1
Steel
#              RHO_I
               .008
#                  E                   NU
              206000                   .3
#FUNCT_IDE                          EINF                  CE
         0                             0                   0
#                r00                 r45                 r90              C_hard                    m
              1.79                1.51                2.27                   0                    0
#           EPSP_max               EPS_T               EPS_M                Fcut  Fsmooth
                  0                   0                   0                  10        1
# funct_ID                      Fscale_i              EPS_i
         5                            0                   0
         5                            0                   1
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  3. FUNCTIONS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/5
function_5
#                  X                   Y
                   0                 157
                  .1                 320
                  .5                 480
                 1.2                 600
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
/END
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. 平面応力の異方性降伏基準*F*は、下記によって定義されます:

$$F = a|K_1 + K_2|^m + a|K_1 - K_2|^m + c|2K_2|^m - 2\sigma_y{}^m = 0 \qquad (260)$$

ここで、

σ_y は降伏応力

$K_1 = \dfrac{\sigma_{xx} + h\sigma_{yy}}{2}$ および $K_2 = \sqrt{\left(\dfrac{\sigma_{xx} - h\sigma_{yy}}{2}\right)^2 + p^2\sigma_{xy}^2}$

2. ランクフォードパラメータの角度は、直交異方性方向1に対して定義されます。材料定数*a*、*c*、*h*、*p*は、次の3つのLankfordパラメータから取得されます:

$$a = 2 - 2\sqrt{\frac{r_{00}}{1+r_{00}}}\sqrt{\frac{r_{90}}{1+r_{90}}} \qquad (261)$$
$$c = 2 - a$$
$$h = \sqrt{\frac{r_{00}}{1+r_{00}}}\sqrt{\frac{1+r_{90}}{r_{90}}}$$

材料定数*p*は次の式から算出できます:

$$\frac{2m \cdot \sigma_{ym}}{\left(\dfrac{\partial F}{\partial \sigma_{xx}} + \dfrac{\partial F}{\partial \sigma_{yy}}\right)\sigma_{45}} - 1 - r_{45} = 0 \qquad (262)$$

3. 最初の(静的)関数の最後のポイントの応力が0に等しい場合、ε_p^{max}のデフォルト値はε_pの対応値に設定されます。
4. ε_p(塑性ひずみ)が1つの積分点で$\varepsilon_p^{\max}$に到達すると、対応するシェル要素が削除されます。
5. 最大主ひずみが$\varepsilon_1 > \varepsilon_t$の場合、応力は次の関係式に従って減少します:

$$\sigma = \sigma\left(\frac{\varepsilon_m - \varepsilon_1}{\varepsilon_m - \varepsilon_t}\right) \quad (263)$$

6. $\varepsilon_1 > \varepsilon_m$の場合、応力は0に減少します（ただし、要素は削除されません）。
7. 曲線の最大数は10です。
8. $\dot{\varepsilon} \le \dot{\varepsilon}_n$の場合、降伏は$f_n$と$f_{n-1}$の間で補間されます。
9. $\dot{\varepsilon} \le \dot{\varepsilon}_1$の場合、関数$f_1$が使用されます。
10. $\dot{\varepsilon}_{max}$を超えた場合、降伏は外挿されます。

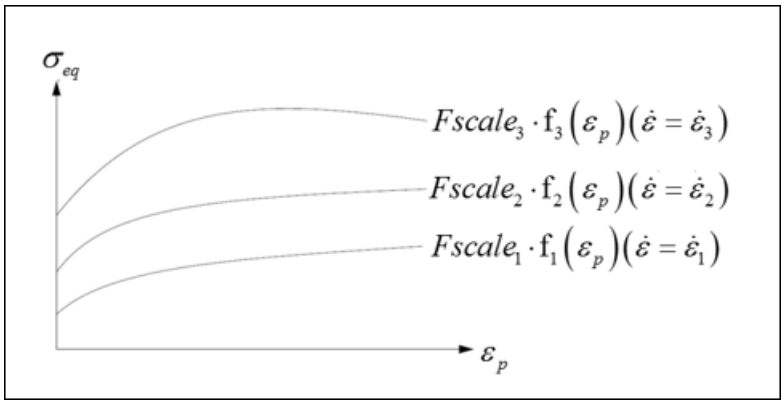


図 *91:*

11. ヤング率の進展：
    - *fct_ID*$_E$ > 0であれば、この曲線は等価な塑性ひずみによるヤング率の進展に対するスケールファクターを定義します。これは、関数$f(\bar{\varepsilon}_p)$によって以下のようにヤング率がスケーリングされることを意味します：

      $$E(t) = E \cdot f(\bar{\varepsilon}_p) \quad (264)$$

      このスケールファクターの初期値は1で、この値から減少していきます。
    - *fct_ID*$_E$ = 0の場合、ヤング率は次のように計算されます：

      $$E(t) = E - (E - E_{inf})[1 - \exp(-C_E\bar{\varepsilon}_p)] \quad (265)$$

      ここで、*E*と*E*$_{inf}$*inf*はそれぞれ初期と漸近するヤング率の値で、$\bar{\varepsilon}_p$は累積の相当塑性ひずみです。

      > 注: *fct_ID*$_E$ = 0で*C*$_E$*E* = 0の場合、ヤング率*E*が一定になります。

12. パラメータ*F*$_{smooth}$*smooth*と*F*$_{cut}$*CUT*は、ひずみ速度のフィルタリングを可能にします。3つのケースが設定できます：
    - *F*$_{smooth}$*smooth* = 0 および *F*$_{cut}$*CUT* = 0.0の場合、ひずみ速度フィルタリングはオフ。
    - *F*$_{smooth}$*smooth* = 1 および *F*$_{cut}$*CUT* = 0.0の場合、ひずみ速度フィルタリングは、デフォルトのカットオフ周波数10 kHzを使用。
    - *F*$_{cut}$*CUT* ≠ 0, *F*$_{smooth}$*smooth*の場合、自動的に1に設定され、ひずみ速度フィルタリングは、指定されたカットオフ周波数を使用。

See Also

材料の適合性

Failure Models (Reference Guide)
Elastic-plastic Anisotropic Shells (Barlat's Law) (Theory Manual)

/MAT/LAW60 (PLAS_T3)

ブロックフォーマットのキーワード
この材料則は、多様なひずみ速度の応力-ひずみ曲線（塑性ひずみと応力の関係の曲線）の加工硬化部について、ユーザー定義関数を使用して等方性弾塑性材料をモデル化します。

降伏応力が関数からの非線形補間であることを除き、LAW36と同様です。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW60/*mat_ID*/*unit_ID*または/MAT/PLAS_T3/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
ρ_i									
E		ν		ε_p^{max}		ε_t		ε_m	
N_{funct} F_{smooth}smoo		C_{hard}HARD		F_{cut}CUT					
fct_ID_p	$Fscale$		fct_ID_E	E_{inf}inf		C_EE			
fct_ID_1	fct_ID_2	fct_ID_3	fct_ID_4	fct_ID_5					

$6 \le N_{funct} \le 10$の場合のみ読み込み

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
fct_ID_6	fct_ID_7	fct_ID_8	fct_ID_9	fct_ID_{10}					

常に読み込み

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$Fscale_1$		$Fscale_2$		$Fscale_3$		$Fscale_4$		$Fscale_5$	

$6 < N_{funct} < 10$の場合のみ読み込み

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$Fscale_6$		$Fscale_7$		$Fscale_8$		$Fscale_9$		$Fscale_{10}$	

常に読み込み

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$\dot{\varepsilon}_1$		$\dot{\varepsilon}_2$		$\dot{\varepsilon}_3$		$\dot{\varepsilon}_4$		$\dot{\varepsilon}_5$	

6 ≤ N_{funct} ≤ 10の場合のみ読み込み

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$\dot{\varepsilon}_6$		$\dot{\varepsilon}_7$		$\dot{\varepsilon}_8$		$\dot{\varepsilon}_9$		$\dot{\varepsilon}_{10}$	

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
E	ヤング率 （実数）	[Pa]
ν	ポアソン比 （実数）	
ε_p^{max}	破壊塑性ひずみ。 デフォルト = 1.0×10^{30}（実数）	
ε_t	応力が減少し始める引張破壊ひずみ。 デフォルト = 1.0×10^{30}（実数）	
ε_m	要素が削除される最大引張破壊ひずみ デフォルト = 2.0×10^{30}（実数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
N_{funct}	関数の数4 <N_{funct} < 10であることが必要 デフォルト ≤ 10（整数）	
F_{smooth}*smooth*	ひずみ速度スムージングオプションフラグ。 *= 0*（デフォルト） ひずみ速度を平滑化しません。 *= 1* ひずみ速度スムージングはアクティブ。 （整数）	
C_{hard}*HARD*	硬化係数。 *= 0* 硬化は完全等方性モデルです。 *= 1* 硬化はPrager-Ziegler運動モデル *= 0～1*の値 硬化は2つのモデル間で補間されます （実数）	
F_{cut}*CUT*	ひずみ速度フィルタリングのカットオフ周波数。7 デフォルト = 1.0 × 10^{30}（実数）	[Hz]
fct_ID$_p$	圧力対降伏係数の関数。9 デフォルト = 0（整数）	
Fscale	*fct_ID*$_p$の降伏係数のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	[Pa]
fct_ID$_E$	ヤング率のスケールファクターの関数ID（ヤング率が塑性ひずみの関数である場合）6 デフォルト = 0：この場合はヤング率の進展はE_{inf}*inf*およびC_E*E*に応じて決まります。 （整数）	
E_{inf}*inf*	無限の塑性ひずみに対する飽和ヤング率 （実数）	[Pa]
C_E*E*	ヤング率進展のパラメータ	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（実数）	
fct_ID$_1$	ひずみ速度$\dot{\varepsilon}_1$に対応する降伏応力関数1の識別子 （整数）	
fct_ID$_2$	ひずみ速度$\dot{\varepsilon}_2$に対応する降伏応力関数2の識別子 （整数）	
fct_ID$_3$	ひずみ速度$\dot{\varepsilon}_3$に対応する降伏応力関数3の識別子 （整数）	
fct_ID$_4$	ひずみ速度$\dot{\varepsilon}_4$に対応する降伏応力関数4の識別子 （整数）	
fct_ID$_5$	ひずみ速度$\dot{\varepsilon}_5$に対応する降伏応力関数5の識別子 （整数）	
fct_ID$_6$	ひずみ速度$\dot{\varepsilon}_6$に対応する降伏応力関数6の識別子 （整数）	
fct_ID$_7$	ひずみ速度$\dot{\varepsilon}_7$に対応する降伏応力関数7の識別子 （整数）	
fct_ID$_8$	ひずみ速度$\dot{\varepsilon}_8$に対応する降伏応力関数8の識別子 （整数）	
fct_ID$_9$	ひずみ速度$\dot{\varepsilon}_9$に対応する降伏応力関数9の識別子 （整数）	
fct_ID$_{10}$	ひずみ速度$\dot{\varepsilon}_{10}$に対応する降伏応力関数10の識別子 （整数）	
Fscale$_1$	*fct_ID*$_1$の縦軸（応力）のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	[Pa]
Fscale$_2$	*fct_ID*$_2$の縦軸（応力）のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	[Pa]
Fscale$_3$	*fct_ID*$_3$の縦軸（応力）のスケールファクター	[Pa]

フィールド	内容	**SI**単位の例
	デフォルト = 1.0（実数）	
$Fscale_4$	fct_ID_4の縦軸（応力）のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
$Fscale_5$	fct_ID_5の縦軸（応力）のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
$Fscale_6$	fct_ID_6の縦軸（応力）のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
$Fscale_7$	fct_ID_7の縦軸（応力）のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
$Fscale_8$	fct_ID_8の縦軸（応力）のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
$Fscale_9$	fct_ID_9の縦軸（応力）のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
$Fscale_{10}$	fct_ID_{10}の縦軸（応力）のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
$\dot{\varepsilon}_1$	ひずみ速度1 （実数）	$\left[\frac{1}{\mathrm{s}}\right]$
$\dot{\varepsilon}_2$	ひずみ速度2 （実数）	$\left[\frac{1}{\mathrm{s}}\right]$
$\dot{\varepsilon}_3$	ひずみ速度3 （実数）	$\left[\frac{1}{\mathrm{s}}\right]$
$\dot{\varepsilon}_4$	ひずみ速度4 （実数）	$\left[\frac{1}{\mathrm{s}}\right]$
$\dot{\varepsilon}_5$	ひずみ速度5 （実数）	$\left[\frac{1}{\mathrm{s}}\right]$
$\dot{\varepsilon}_6$	ひずみ速度6 （実数）	$\left[\frac{1}{\mathrm{s}}\right]$

フィールド	内容	SI単位の例
$\dot{\varepsilon}_7$	ひずみ速度7 （実数）	$\left[\frac{1}{s}\right]$
$\dot{\varepsilon}_8$	ひずみ速度8 （実数）	$\left[\frac{1}{s}\right]$
$\dot{\varepsilon}_9$	ひずみ速度9 （実数）	$\left[\frac{1}{s}\right]$
$\dot{\varepsilon}_{10}$	ひずみ速度10 （実数）	$\left[\frac{1}{s}\right]$

例（アルミニウム）

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
                    g                   mm                  ms
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/LAW60/1/1
Aluminium_example
#               RHO_I
                .0027
#                  E                  Nu           Eps_p_max               Eps_t               Eps_m
                60400                .33                   0                   0                   0
#  N_funct   F_smooth              C_hard               F_cut
         4          0                   0                   0
#  fct_IDp              Fscale   Fct_IDE               EInf                  CE
          0                   0         0                   0                   0
# Funtions
          1         2         3         4
# Scale factors          Fscale_5
                    1                 1.2                 1.4                 1.6
# Strain rates          Eps_dot_5
                    0                  20                  30                  40
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  3. FUNCTIONS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/1
function_36
#                   X                   Y
                    0                  90
                2.5E-4                 100
                  .001                 104
                  .009                 121
                  .017                 136
                  .021                 143
                  .036                 156
                  .045                 162
                  .055                 165
                  .072                 170
                  .075                 170
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/2
function_36
#                   X                   Y
                    0                  90
                2.5E-4                 100
                  .001                 104
                  .009                 121
                  .017                 136
                  .021                 143
```

```
                .036                156
                .045                162
                .055                165
                .072                170
                .075                170
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/3
function_36
#                   X                   Y
                    0                  90
              2.5E-4                  100
                .001                  104
                .009                  121
                .017                  136
                .021                  143
                .036                  156
                .045                  162
                .055                  165
                .072                  170
                .075                  170
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/4
function_36
#                   X                   Y
                    0                  90
              2.5E-4                  100
                .001                  104
                .009                  121
                .017                  136
                .021                  143
                .036                  156
                .045                  162
                .055                  165
                .072                  170
                .075                  170
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. 降伏応力関数（塑性ひずみと応力の関係）の最初のポイントでは、塑性ひずみの値はゼロである必要があります。最初の（静的）関数の最後のポイントの応力が0に等しい場合、ε_p^{max}のデフォルト値はε_pの対応値に設定されます。
2. ε_p（塑性ひずみ）が1つの積分点でε_p^{max}に到達すると要素が削除されます。
3. 最大主ひずみが$\varepsilon_1 > \varepsilon_t$の場合、応力は次の関係式に従って減少します：

$$\sigma = \sigma\left(\frac{\varepsilon_m - \varepsilon_1}{\varepsilon_m - \varepsilon_t}\right) \tag{266}$$

4. $\varepsilon_1 > \varepsilon_m$の場合、要素は削除されます。
5. 全体定式化では移動硬化モデルを使用できません（硬化は完全に等方性です）。
6. 移動硬化およびひずみ速度依存の場合、降伏応力はひずみ速度に依存します。
7. ひずみ速度フィルタリング入力（*F_{cut}CUT*）は、シェル要素およびソリッド要素のみで使用できます。
8. ひずみ速度のフィルタリングは、ひずみ速度のスムージングに使用されます。
9. *fct_ID$_p$*は、特定の材料の引張力および圧縮力の挙動（すなわち圧力依存降伏）を見分けるために使用されます。これは、ソリッド要素でのみ使用できます。したがって、有効降伏応力は公称降伏応力に実際の圧力に対応する降伏係数を乗じることによって得られます。

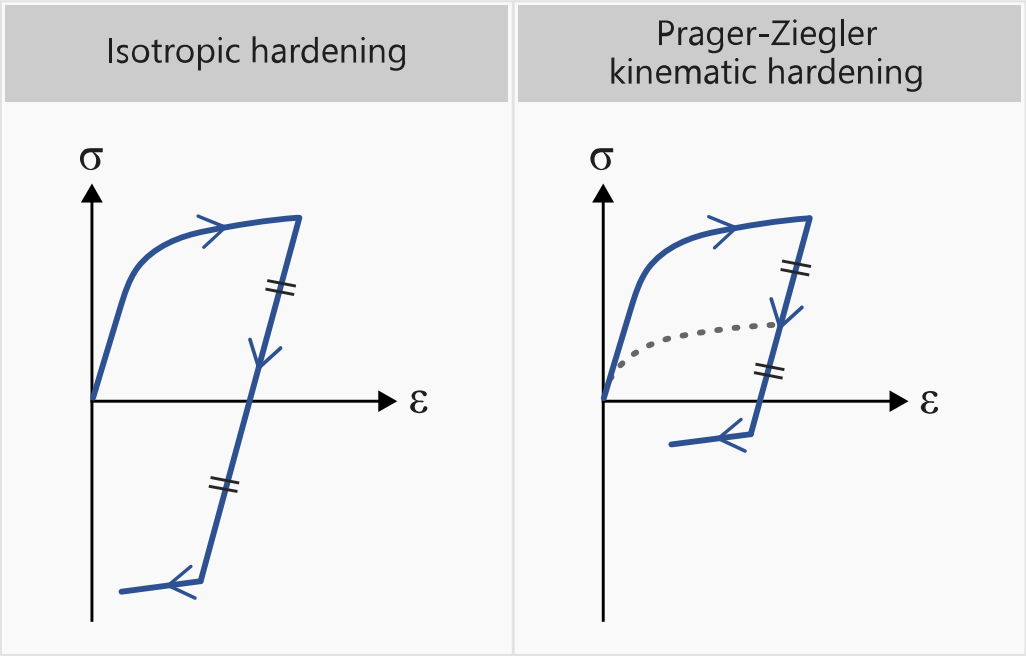


図 *92:*

10. $\dot{\varepsilon}_n \le \dot{\varepsilon} \le \dot{\varepsilon}_{n+1}$の場合、降伏応力は、$f_{n-1}$、$f_n$、$f_{n+1}$、$f_{n+2}$の各関数間での3次補間になります。

11. $\dot{\varepsilon} \le \dot{\varepsilon}_1$の場合、降伏応力は関数$\mathrm{f}_1$、$\mathrm{f}_2$および$\mathrm{f}_3$の間で補間されます。

12. $\dot{\varepsilon}_{Nfunc-1} \le \dot{\varepsilon} \le \dot{\varepsilon}_{Nfunc}$の場合、降伏応力は、$f_{Nfunc-3}$、$f_{Nfunc-2}$、$f_{Nfunc-1}$および$f_{Nfunc}$の各関数間で外挿されます。

13. $\dot{\varepsilon} > \dot{\varepsilon}_{Nfunc}$の場合、降伏応力は、関数$f_{Nfunc-2}$、$f_{Nfunc-1}$および$f_{Nfunc}$の間で外挿されます。

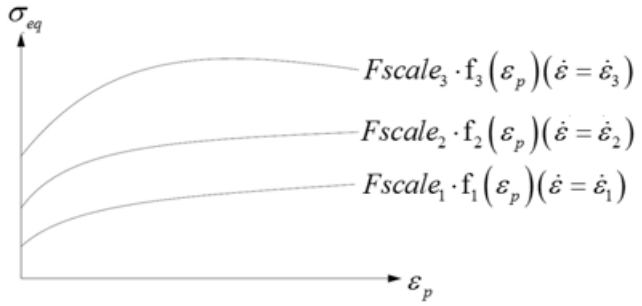


図 *93:*

14. ひずみ依存を記述する関数は、ひずみ速度値別に定義する必要があります。

15. ひずみ速度の値は、厳密に昇順で指定する必要があります。

16. ヤング率の進展:

- *fct_ID*$_E$ > 0であれば、この曲線は等価な塑性ひずみによるヤング率の進展に対するスケールファクターを定義します。これは、関数$\mathrm{f}(\bar{\varepsilon}_p)$によって以下のようにヤング率がスケーリングされることを意味します:
  - $E(t) = E \cdot f(\bar{\varepsilon}_p)$
    このスケールファクターの初期値は1で、この値から減少していきます。
  - *fct_ID*$_E$ = 0の場合、ヤング率は次のように計算されます:

$$E(t) = E - \left(E - E_{inf}\right)\left[1 - \exp\left(-C_E \bar{\varepsilon}_p\right)\right] \quad (267)$$

ここで、

EとE_{inf}はそれぞれ初期と漸近するヤング率の値で、$\bar{\varepsilon}_p$は累積の相当塑性ひずみです。

> **注:**
> fct_ID_E = 0で$C_E E$ = 0の場合、ヤング率Eが一定になります。

See Also

材料の適合性
Failure Models (Reference Guide)
Johnson-Cook (/MAT/LAW2) (User Guide)
Elastic Plastic Piecewise Linear Material (/MAT/LAW36) (User Guide)
Tabulated Piecewise Linear and Quadratic Elasto-plastic Laws (LAW36 and LAW60) (Theory Manual)

/MAT/LAW63 (HANSEL)

ブロックフォーマットのキーワード
この材料則はTRIP鋼塑性材料を記述します。この材料則は、シェル要素でのみ使用できます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW63/*mat_ID*/*unit_ID*または/MAT/HANSEL/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
ρ_i									
E		ν		C_p					
A		B		Q		C		D	
P		A_{HS}		B_{HS}		m		n	
$K_1 1$		$K_2 2$		ΔH		V_{m0}		$\dot{\varepsilon}_0$	
T_0		H_l		η					

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
E	初期ヤング率 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
ν	ポアソン比 （実数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
C_p	比熱容量 デフォルト = 10^{30}（実数）	$\left[\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{kg}\cdot\mathrm{K}}\right]$
A	材料パラメータ1 （実数）	
B	材料パラメータ2 5 デフォルト = -1.0（実数）	
Q	材料パラメータ3 （実数）	$[\mathrm{K}]$
C	材料パラメータ4 （実数）	
D	材料パラメータ5 （実数）	$\left[\frac{1}{\mathrm{K}}\right]$
P	材料パラメータ6 （実数）	
A_{HS}	材料パラメータ7 （実数）	
B_{HS}	材料パラメータ8 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
m	材料パラメータ9 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
n	材料パラメータ10 （実数）	
$K_1 1$	材料パラメータ11 （実数）	
$K_2 2$	材料パラメータ12 （実数）	$\left[\frac{1}{\mathrm{K}}\right]$
ΔH	材料パラメータ13	$[\mathrm{Pa}]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（実数）	
V_{m0}	初期マルテンサイト分率 デフォルト = 10^{-20}（実数）	
$\dot{\varepsilon}_0$	初期塑性ひずみ （実数）	
T_0	初期温度 （実数）	[K]
H_l	マルテンサイトの潜熱。 （実数）	[J]
η	Taylor-Quinney係数。 デフォルト = 1.0（実数）	

例（鋼材）

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
                  Mg                      mm                       s
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/LAW63/1/1
Steel
#              RHO_I
              7.8E-9
#                 E                    Nu                    Cp
              210000                    .3             460000000
#                 A                     B                     Q                     C                     D
                 .32                  .226                1379.4                -2.173                .0084
#                 P                   AHS                   BHS                     m                     n
              6.25                  318.2                  2170                  2.94                  1.39
#                K1                    K2                    DH                  VM_0                  EPS0
                 1                     0                 414.7                  1E-4                  .002
#                T0                    Hl                   eta
               273                   150                   0.9
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
/END
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. マルテンサイト分率の変化率：

$$\frac{\partial V_m}{\partial \varepsilon_p} = \frac{B}{A}\exp(Q/T)\left(\frac{1-V_m}{V_m}\right)^{(1+B)/B} V_m P \frac{1}{2}[1-\tanh(C+D\cdot T)] \qquad (268)$$

2. マルテンサイト分率：

$$V_m = \int_0^{\varepsilon_p} \frac{\partial V_m}{\partial \varepsilon_p} \partial \varepsilon_p \tag{269}$$

3. 機械的挙動は次のとおりです。

$$\sigma_y = \left(B_{HS} - \left(B_{HS} - A_{HS}\right) \exp\left(-m\left(\varepsilon_p + \varepsilon_0\right)^n\right)\right)\left(K_1 + K_2 T\right) + \Delta H_{\gamma \to \alpha}, V_m \tag{270}$$

4. 温度は、断熱条件を仮定して次のように計算されます（デフォルトではC_p = 10^{30}の等温条件）:

$$T = T_0 + \frac{\eta \quad E_{int} \quad + \quad V_m \quad H_l}{\rho C_p \left(Volume\right)} \tag{271}$$

ここで、E_{int}は要素の内部エネルギーです。

5. Bは、次の条件を満たす必要があります:

$$\frac{1+B}{B} < p \tag{272}$$

6. Taylor-Quinney係数は以下の条件を満たす必要があります:

$$0 \le \eta \le 1 \tag{273}$$

See Also

材料の適合性

Failure Models (Reference Guide)

/MAT/LAW64 (UGINE_ALZ)

ブロックフォーマットのキーワード
この材料則は Ugine & Alz社製TRIP鋼材料を記述します。この材料則は、シェル要素でのみ使用できます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW64/*mat_ID*/*unit_ID*または/MAT/UGINE_ALZ/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
ρ_i									
E		ν		C_p					
D		n		M_d		V_0		V_m	
fct_ID_0	fct_ID_1	$Fscale_0$		$Fscale_1$		T_0			

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
E	初期ヤング率 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
ν	ポアソン比 （実数）	
C_p	比熱容量 デフォルト = 10^{30}（実数）	$\left[\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{kg}\cdot\mathrm{K}}\right]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
D	材料パラメータ1 （実数）	
n	材料パラメータ2 （実数）	
M_d	マルテンサイト変態温度の制限 （実数）	[K]
V_0	材料パラメータ （実数）	
V_m	第2降伏応力関数用のマルテンサイト分率の定数 $0 < V_m \leq 1$ （実数）	
fct_ID_0	マルテンサイト分率が0の場合の、降伏応力関数の識別子 （整数）	
fct_ID_1	マルテンサイト分率がV_m0の場合の、降伏応力関数の識別子 （整数）	
$Fscale_0$	fct_ID_0の場合の降伏関数のスケールファクター （実数）	[Pa]
$Fscale_1$	fct_ID_1の場合の降伏関数のスケールファクター （実数）	[Pa]
T_0	初期温度 （実数）	[K]

例（鋼材）

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
                  Mg                  mm                   s
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/LAW64/1/1
Steel
#              RHO_I
             7.8E-9
#                  E                  Nu                  Cp
             210000                  .3           460000000
#                  D                   n                  Md                  V0                  Vm
```

```
                    4                 3.5                 356                  .2                  .6
# func_ID0  func_ID1              Fscale0             Fscale1                  T0
         1         2                   1                   1                 323
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  3. FUNCTIONS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/1
function_1
#                   X                   Y
                    0                 250
                 .001                 350
                   .5                1100
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/2
function_2
#                   X                   Y
                    0                 930
                 .001                1000
                   .5                1500
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
/END
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. マルテンサイト分率:

$$V_m(\varepsilon_p, T) = V_m^{\max}(T) \cdot \left(1 - e^{-(D\varepsilon_p)^n}\right) \tag{274}$$

$$V_m^{\max}(T) = V_0 Ln(M_d - T + 1) \tag{275}$$

次の場合;

$$T < M_d \tag{276}$$

$$V_m^{\max}(T) = 0 \tag{277}$$

次の場合;

$$T > M_d \tag{278}$$

2. 機械的挙動は次のとおりです。

塑性降伏応力は、*fct_ID*$_1$と*fct_ID*$_0$の2曲線間の線形補間によって計算されます。

3. 温度は、断熱条件を仮定して次のように計算されます(デフォルトでは$C_p = 10^{30}$の等温条件):

$$T = T_0 + \frac{E_{int}}{\rho C_p (Volume)} \tag{279}$$

ここで、E_{int}は要素の内部エネルギーです。

See Also

材料の適合性

Failure Models (Reference Guide)

/MAT/LAW65 (ELASTOMER)

ブロックフォーマットのキーワード
この材料則は、ひずみ速度依存載荷挙動および除荷挙動を伴う非線形弾塑性材料を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW65/*mat_ID*/*unit_ID*または/MAT/ELASTOMER/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
ρ_i									
E		υ		ε_p^{max}					
N_{rate}	F_{smooth}smoo	F_{cut}CUT							

N_{rate} 時間 (荷重関数と除荷関数の各ペアごとに1行)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
fct_ID$_{ld}$	*fct_ID*$_{ul}$	*Fscale*$_{stress}$		$\dot{\varepsilon}$					

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
E	ヤング率 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
υ	ポアソン比	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（実数）	
ε_p^{max}	破壊塑性ひずみ。 （実数）	
N_{rate}	荷重関数と除荷関数のペア数 デフォルト = 50（整数）	
F_{smooth}*smooth*	ひずみ速度平滑化フラグ = *0*（デフォルト） ひずみ速度フィルタリングなし = *1* ひずみ速度フィルタリングあり （整数）	
F_{cut}*CUT*	ひずみ速度フィルタリングのカットオフ周波数。 デフォルト = 10^{30}（実数）	$[\mathrm{Hz}]$
fct_ID$_{ld}$	載荷用の真応力-真ひずみ関数識別子 （整数）	
fct_ID$_{ul}$	除荷用の真応力-真ひずみ関数識別子 （整数）	
Fscale$_{stress}$	応力スケールファクター。 デフォルト = 1.0（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
$\dot{\varepsilon}$	ひずみ速度。 デフォルト = 1.0（実数）	$\left[\frac{1}{\mathrm{s}}\right]$

例（**Nitinol**）

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
                  kg                  mm                  ms
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/LAW65/1/1
nitinol-like material
#              RHO_I
                6E-6
#                 E0                  NU             EPS_max
                  50                  .3                   0
#    Nrate   Fsmooth                Fcut
```

```
         1         1                    0
#FUNC_IDld FUNC_IDul       FSCALESTRESS             EPS_rate
         3         4                    1                    0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  3. FUNCTIONS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/3
Loading_stress_strain
#                   X                    Y
                    0                    0
                .0085                  .35
                .0575                  .55
                 .077                1.262
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/4
Unloading_stress_strain
#                   X                    Y
                    0                    0
                .0055                 .199
                .0502                  .25
                 .077                1.245
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
/END
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. この材料則は、指定されたひずみ速度における載荷用および除荷の真応力-真ひずみ関数のペアによって定義されます。すべての曲線が、点(0,0)から始まり、単調に増加する必要があります。対応するひずみ速度について、すべての除荷曲線が載荷曲線を下回る必要があります。
2. ひずみ速度の速い載荷 / 除荷曲線($\dot{\varepsilon}_2$)は、ひずみ速度の遅い曲線($\dot{\varepsilon}_1$)より上にある必要があります。中間のひずみ速度では、$\dot{\varepsilon}_2$と$\dot{\varepsilon}_1$の間の曲線は、線形に補間されます。指定された最大ひずみ速度より早いひずみ速度では、曲線は外挿されます。ひずみ速度が速い場合の不安定さを回避するために、最後の曲線を2回複製することをお勧めします。
3. 降伏応力は、載荷曲線と除荷曲線の交点で決定されます。
4. 載荷曲線と除荷曲線が交差する前に荷重が除去された場合は、除荷がヒステリシスを伴う超弾性経路を辿ります(Fig. 1)。この経路は、除荷曲線と交差するまでは、ヤング率*E*の値に基づいて計算されます。その後は、除荷曲線を辿って初期状態(0,0)に戻ります。

   載荷曲線と除荷曲線が交差した後で荷重が除去された場合は、除荷曲線が塑性ひずみの値だけシフトされます(Fig. 2)。
5. ヤング率は、すべての応力-ひずみ曲線の最大傾斜より大きい必要があります。前述したように、ヤング率は、載荷曲線と除荷曲線間の除荷経路を決定するために使用されます。
6. ε_pが1つの積分点でε_p^{max}に到達してから、要素タイプに基づく場合:
   - シェル要素:

     対応するシェル要素が削除されます。
   - ソリッド要素:

     対応する積分点の偏差応力には永久に0が設定されますが、ソリッド要素は削除されません。

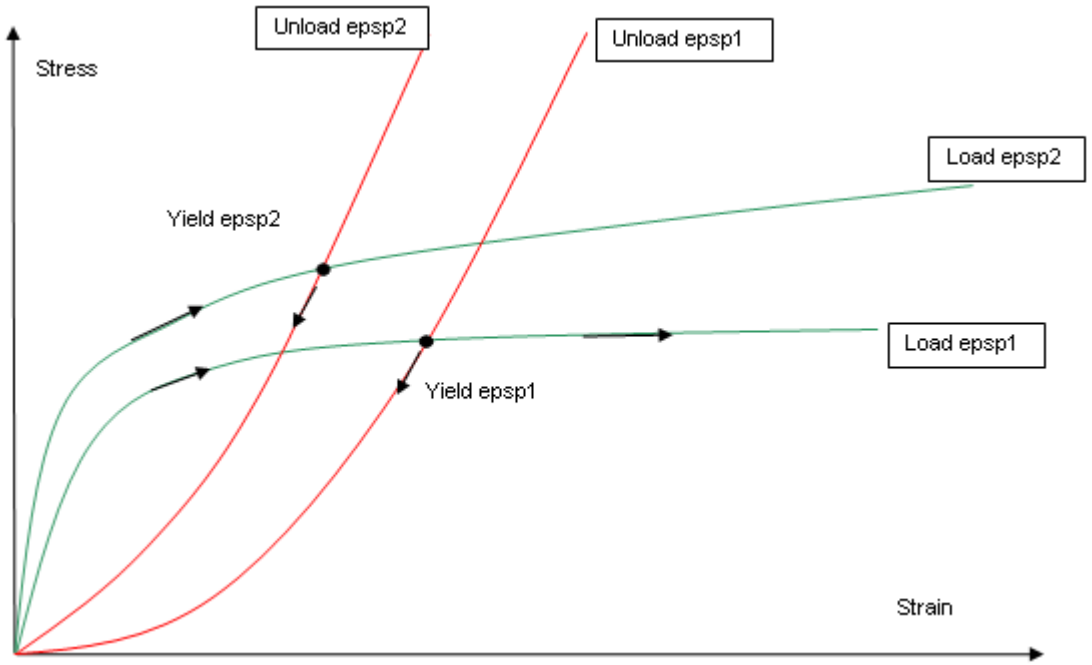


図 *94:* 一定のひずみ速度における載荷および除荷の関数セット - 超弾性載荷 / 除荷

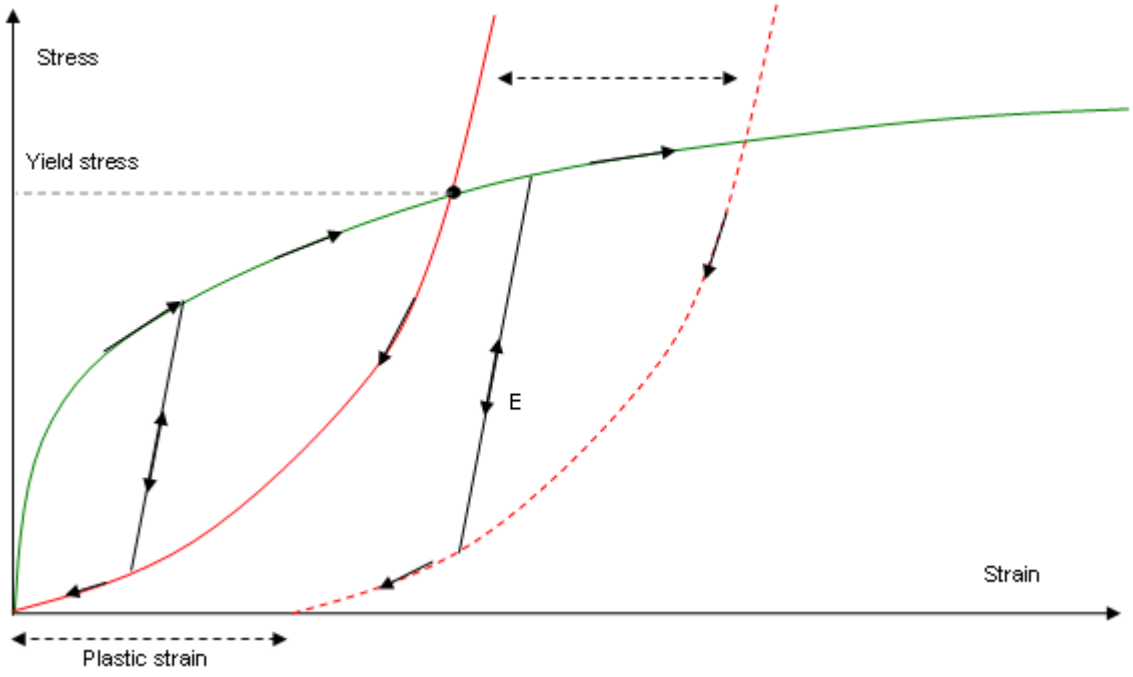


図 *95:* 塑性ケースでは、除荷曲線が実際の塑性ひずみの値だけシフトされる

See Also

材料の適合性

Failure Models (Reference Guide)

/MAT/LAW66

ブロックフォーマットのキーワード
この材料則は、応力ひずみ（応力に対する塑性ひずみ）による加工硬化部について、ユーザー定義関数を使用して等方性引張 / 圧縮弾塑性材料則をモデル化します。この材料則は、圧縮と引張に対して定義できます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW66/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
ρ_i									
E		υ		C_{hard}HARD		F_{cut}CUT		F_{smooth}smoo	I_{yld_rate}
P_c		P_t							

I_{yld_rate} = 0、1、または2の場合にのみ読み出し

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
fct_ID_c	fct_ID_t	$Fscale_c$		$Fscale_t$					
$\dot{\varepsilon}_0$		c		σ_{y0}		VP			

I_{yld_rate} = 3の場合のみ読み込み

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
fct_ID_c	fct_ID_t	$Fscale_c$		$Fscale_t$					
$Frate\_ID_c$	$Frate\_ID_t$	$Fscale\_rate_c$		$Fscale\_rate_t$					

I_{yld_rate} = 4の場合のみ読み込み

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
NFUNCC	*NFUNCT*								

各*NFUNCC*用

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
fct_ID$_c$		$\dot{\varepsilon}_i^c$		*Fscale*$_c$					

各*NFUNCT*用

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
fct_ID$_t$		$\dot{\varepsilon}_i^t$		*Fscale*$_t$					

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
E	ヤング率 （実数）	[Pa]
υ	ポアソン比 （実数）	
C$_{hard}$*HARD*	硬化係数。 *= 0* 硬化は完全等方性モデルです。 *= 1* 硬化は運動学的Prager-Zieglerモデルです。 *= 0～1*の値 硬化は2つのモデル間で補間されます。 （実数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
F_{smooth}*smooth*	ひずみ速度スムージングオプションフラグ。 *= 0*（デフォルト） ひずみ速度を平滑化しません。 *= 1* ひずみ速度スムージングはアクティブ。 （整数）	
F_{cut}*CUT*	ひずみ速度フィルタリングのカットオフ周波数。Appendix：フィルタリング. デフォルト = 10^{30}（実数）	[Hz]
I_{yld_rate}	降伏応力に対する速度効果フラグ *= 1*（デフォルト） Cowper-Symondsを使用： $1+\left(\frac{\dot{\varepsilon}}{\dot{\varepsilon}_0}\right)^{\frac{1}{c}}$ *= 2* 次を使用： $1+cLn\left(\frac{\dot{\varepsilon}}{\dot{\varepsilon}_0}\right)$ *= 3* 2つの荷重曲線を使用して圧縮降伏応力（fct_ID_c）と引張降伏応力（fct_ID_t）をスケーリングします。 *= 4* ひずみ速度の値が異なれば、異なる圧縮関数と引張関数を使用します。 （整数）	
P_c	圧縮圧力の制限 デフォルト = 0（実数）	[Pa]
P_t	引張圧力の制限 デフォルト = 0（実数）	[Pa]
fct_ID_c	圧縮降伏応力 （整数）	
fct_ID_t	引張降伏応力 （整数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
$Fscale_c$	fct_ID_cの縦軸（応力）のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
$Fscale_t$	fct_ID_tの縦軸（応力）のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
c	ひずみ速度パラメータ （実数）	
$\dot{\varepsilon}_0$	参照ひずみ速度 デフォルト = 1.0（実数）	$\left[\frac{1}{\mathrm{s}}\right]$
σ_{y0}	初期降伏応力 デフォルト = 0（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
VP	ひずみ速度選択フラグ *= 0* 降伏応力に対するひずみ速度効果は全ひずみ速度に依存します。 *= 1* 降伏応力に対するひずみ速度効果は塑性ひずみ速度に依存します。この場合、ひずみ速度のフィルタリングはないので、F_{smooth}*smooth*とF_{cut}*CUT*は使用されません。I_{yld_rate} = 1（Cowper Symondsの式）の場合にのみ使用できます。2 （整数）	
$Frate\_ID_c$	圧縮ひずみ速度効果関数の識別子 （整数）	
$Frate\_ID_t$	引張ひずみ速度効果関数の識別子 （整数）	
$Fscale\_rate_c$	$Frate_ID_c$の縦軸（応力）のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
$Fscale\_rate_t$	$Frate_ID_t$の縦軸（応力）のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
NFUNCC	圧縮関数の数 （整数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
NFUNCT	引張関数の数 （整数）	
$\dot{\varepsilon}_i^c$	*i*番目の圧縮ひずみ速度*i* =1、*NFUNCC* （実数）	$\left[\frac{1}{s}\right]$
$\dot{\varepsilon}_i^t$	*i*番目の引張ひずみ速度*i*=1、*NFUNCT* （実数）	$\left[\frac{1}{s}\right]$

例（アルミニウム）

```
#RADIOSS STARTER
/UNIT/1
unit for mat
                    g                   mm                    ms
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/LAW66/1/1
Aluminium
#               RHO_I
                .0027
#                   E                  Nu              C_hard               F_cut  F_smooth Iyld_rate
                60400                 .33                   0                   0         0         4
#                 P_c                 P_t
                  500                 600
#    NFUNCC     NFUNCT
           2          2
#funct_IDc                      Episilon_c             Fscalec
          38                            10                   1

          40                            40                 1.6

#funct_IDt                      Episilon_t             Fscalet
          38                            10                   1

          40                            40                 1.6

#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  3. FUNCTIONS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/38
function_38
#                   X                   Y
                    0                  90
                  .08                 170
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/40
function_40
#                   X                   Y
                    0                  90
                  .08                 170
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
/END
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. これは等方性弾塑性則です。降伏応力の定義には、圧縮降伏応力および引張降伏応力と、圧縮と引張の両方の有効塑性ひずみが使用されます。2つの圧力P_tまたはP_cを超えた場合、どちらを超えたかによって、引張降伏応力を使用するか、圧縮降伏応力を使用するかが決定されます。

   圧力がこれら2つの値の間にある場合、降伏応力は次の式によって定義されます。

次の場合； $-P_t \le P \le P_c$

$$\sigma_y = \alpha\sigma_y^t(\varepsilon_p) + (1-\alpha)\,\sigma_y^c(\varepsilon_p) \qquad (280)$$
$$\alpha = \frac{P_c - P}{P_c + P_t}$$

$P_t = P_c = 0$の場合、または圧力が2つの値の範囲を超える場合、降伏応力は次の式によって定義されます：

$\sigma_y = \sigma_y^t(\varepsilon_p)$ 次の場合； $P \le 0$

$\sigma_y = \sigma_y^c(\varepsilon_p)$ 次の場合； $P > 0$

2. 降伏応力は以下のように計算されます：

VP= 1の場合：

$\sigma_y(\varepsilon_p, \dot{\varepsilon}_p) = \sigma_y^s(\varepsilon_p) + \sigma_{y0}\left(\frac{\dot{\varepsilon}_p}{\dot{\varepsilon}_0}\right)^{\frac{1}{c}}$ 次の場合； $\sigma_{y0} > 0$

$\sigma_y(\varepsilon_p, \dot{\varepsilon}_p) = \sigma_y^s(\varepsilon_p)\left[1 + \left(\frac{\dot{\varepsilon}_p}{\dot{\varepsilon}_0}\right)^{\frac{1}{c}}\right]$ 次の場合； $\sigma_{y0} = 0$

VP= 0の場合：

$\sigma_y(\varepsilon_p, \dot{\varepsilon}_p) = \sigma_y^s(\varepsilon_p)$ 次の場合； $\sigma_{y0} > 0$

$\sigma_y(\varepsilon_p, \dot{\varepsilon}_p) = \sigma_y^s(\varepsilon_p)$ 次の場合； $\sigma_{y0} = 0$

ここで$\sigma_y^t(\varepsilon_p)$は静的降伏応力、$\sigma_{y0}$は初期降伏応力です。

3. 粘性効果を含めるには、この材料則と共に/VISC/PRONYを使用する必要があります。

See Also

材料の適合性
Failure Models (Reference Guide)
/VISC/PRONY (Starter)
Johnson-Cook (/MAT/LAW2) (User Guide)
Elastic Plastic Piecewise Linear Material (/MAT/LAW36) (User Guide)
RD-E:4400 AMSを用いたブロー成型

/MAT/LAW72 (HILL_MMC)

ブロックフォーマットのキーワード
修正Mohr破壊基準を使用して異方性Hill材料を記述します。この材料則は、シェルおよびソリッドに対して使用可能です。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW72/*mat_ID*/*unit_ID*または/MAT/HILL_MMC/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
ρ_i									
E		*v*							
σ_y^0		ε_p^0		*n*		*F*		*G*	
H		*N*		*L*		*M*			
$C_1 1$		$C_2 2$		$C_3 3$		*m*		D_c	

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
E	初期ヤング率 （実数）	[Pa]
v	ポアソン比 （実数）	
σ_y^0	初期降伏応力	[Pa]

フィールド	内容	**SI**単位の例
	デフォルト = 10^{20}（実数）	
ε_p^0	初期塑性ひずみ （実数）	
n	Swift硬化の等方性関数の指数部： $\sigma_y = \sigma_y^0\left(\varepsilon_p + \varepsilon_p^0\right)^n$ MMC破壊方程式の指数部としても使用します。2 デフォルト = 1.0（実数）	
F, *G*, *H*, *L*, *M*, *N*	6つのHILL材料異方性パラメータ（> 0） （実数）	
C_1*1*	MMC破壊モデルの第1パラメータ （実数）	
C_2*2*	MMC破壊モデルの第2パラメータ デフォルト = σ_y^0（実数）	[Pa]
C_3*3*	MMC破壊モデルの第3パラメータ （実数）	
m	軟化関数の指数部 3 デフォルト = 1.0（実数）	
D_c	臨界損傷 = *1*（デフォルト） 損傷が1に達すると要素は削除されます。 > *1* 降伏応力は軟化関数によって修正されます 3 損傷が臨界損傷値に達すると、要素は削除されます。 （実数）	

例（金属）

この材料の例では、材料の軟化と破断を検討します。MMCパラメータC_1*1*、C_2*2*、およびC_2*2*を使用して、単軸引張試験における破断ひずみが0.98と計算されます。*m*=0.5とした単軸引張試験では0.98で材料の軟化が始まり、$0.98 \times D_c$に達するまで継続します。

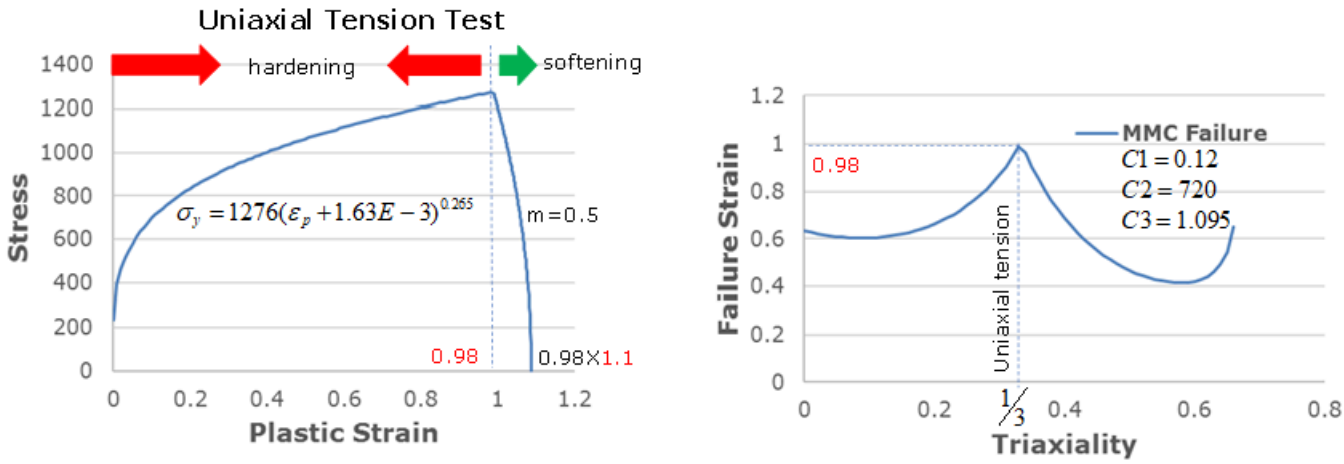


図 *96:*

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
                  g                       mm                      ms
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/LAW72/1/1
Metal
#              RHO_I
              0.0028
#                  E                      nu
              200E+3                     0.3
#               Sig0                    Eps0                       n                       F                       G
               1276                  1.63E-3                   0.265                     0.5                     0.5
#                  H                       N                       L                       M
                 0.5                     1.5                       0                       0
#                 C1                      C2                      C3                       m                      Dc
               0.12                     720                   1.095                     0.5                     1.1
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
/END
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. 3D等価Hill応力は:

$$f = \sqrt{F(\sigma_{yy} - \sigma_{zz})^2 + G(\sigma_{zz} - \sigma_{xx})^2 + H(\sigma_{xx} - \sigma_{yy})^2 + 2L\sigma_{yz}^2 + 2M\sigma_{zx}^2 + 2N\sigma_{xy}^2} \quad (281)$$

シェル要素の場合:

$$f = \sqrt{F\sigma_{yy}^2 + G\sigma_{xx}^2 + H(\sigma_{xx} - \sigma_{yy})^2 + 2N\sigma_{xy}^2} \quad (282)$$

2. MMC破壊基準は:

$$D = \int_0^{\varepsilon_p} \frac{d\varepsilon_p}{\varepsilon_f(\theta, \eta)} \quad (283)$$

ここで、

$$\varepsilon_f(\overline{\theta},\eta)=\left\{\frac{\sigma_y^0}{C_2}\left[C_3+\frac{\sqrt{3}}{2-\sqrt{3}}(1-C_3)\left(\sec\left(\frac{\overline{\theta}\pi}{6}\right)-1\right)\left[\sqrt{\frac{1+C_1^2}{3}}\cos\left(\frac{\overline{\theta}\pi}{6}\right)+C_1\left(\eta+\frac{1}{3}\sin\left(\frac{\overline{\theta}\pi}{6}\right)\right)\right]\right]\right\}^{-\frac{1}{n}} \quad (284)$$

- 3次元ソリッド要素の場合

  η は応力の3軸性で、$\eta=\frac{\frac{1}{3}(\sigma_{xx}+\sigma_{yy}+\sigma_{zz})}{\sigma_{VM}}$

  $\overline{\theta}$ はシフトLode角 $\overline{\theta}=1-\frac{2}{\pi}arc\cos\zeta$

  で、Lode角(θ)パラメータ $\zeta=\cos(3\theta)=\frac{27}{2}\frac{J_3}{\sigma_{VM}^3}$

  J_3 は偏差応力の第3不変量

- シェル要素に対して

  η は応力の3軸性で、$\eta=\frac{\frac{1}{3}(\sigma_{xx}+\sigma_{yy}+\sigma_{zz})}{\sigma_{VM}}$

  $\overline{\theta}$ はShift Lode角 $\overline{\theta}=1-\frac{2}{\pi}arc\cos\zeta$

  で、Lode角(θ)パラメータ $\zeta=\cos(3\theta)=-\frac{27}{2}\eta\left(\eta^2-\frac{1}{3}\right)$

3. MMC破壊基準による破壊と損傷:

- D = 1の場合: 破壊の始まり
- 1 < D <D_cの場合: 降伏応力に軟化関数βが掛けられ、変形抵抗を低減します。

  $\sigma_y=\beta\sigma_y^0\left(\varepsilon_p+\varepsilon_p^0\right)^n$ ここで、$\beta=\left(\frac{D_c-D}{D_c-1}\right)^m\ 0<\beta<1$

- $D \geq D_c$の場合、要素は削除されます。
- 指数部mを使用して軟化の挙動が記述されます。m > 0の使用が推奨されます。

  0 < m < 1の場合、軟化曲線は凸状になります。

  m > 1の場合は凹状になります。軟化はε_fと$D_c\cdot\varepsilon_f$の間で発生します。塑性ひずみが$D_c\cdot\varepsilon_f$(この例では$D>D_c$)に達すると要素が削除されます。

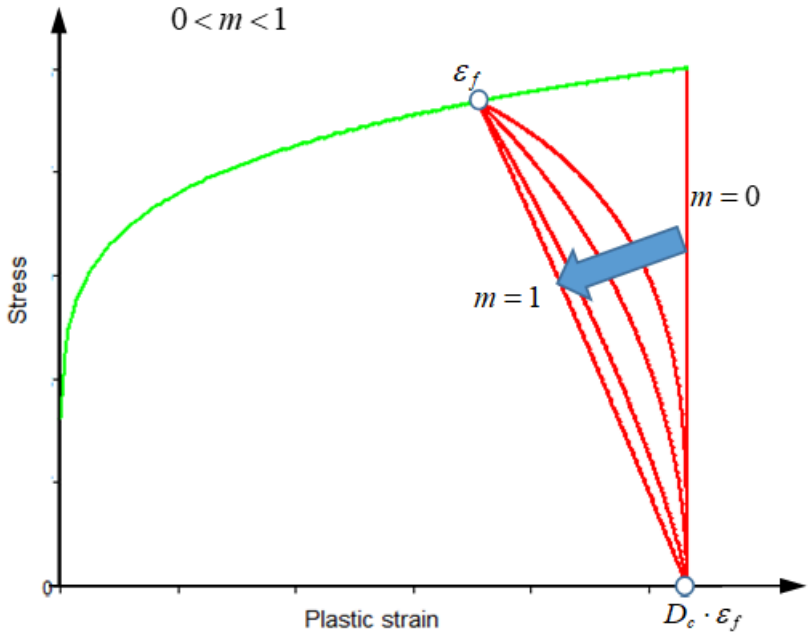


図 *97:*

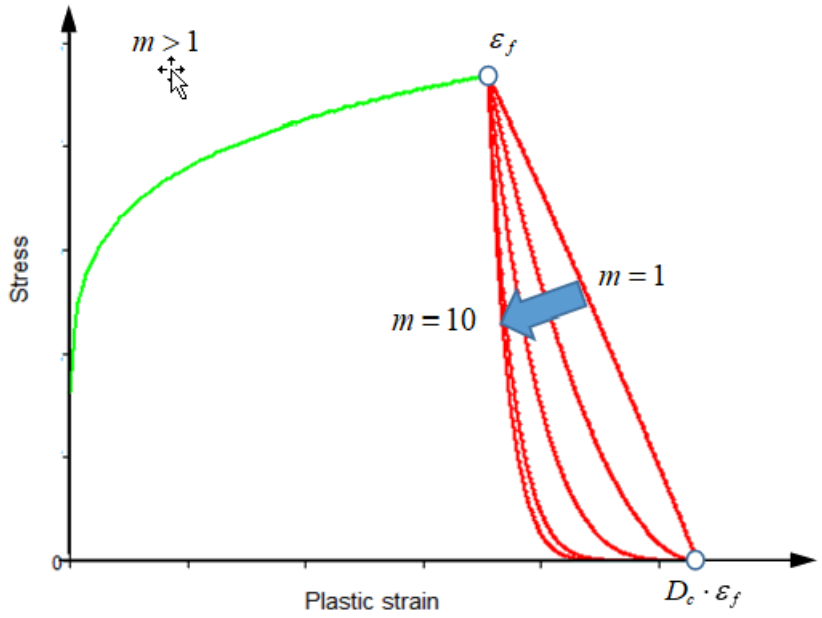


図 *98:*

4. アニメーションファイルにユーザー変数を（Engineの/ANIM/Eltyp/Restypeで）表示可能で、時刻歴ファイルに（Starterの/TH/SHELと/TH/BRIC）で表示可能です：

   USER1：損傷値

5. /ANIM/BRICK/DAMG、/ANIM/SHELL/DAMG、/H3D/SHELL/DAMGおよび/H3D/SOLID/DAMGを使用して、正規化された損傷変数$D_n = \frac{D}{D_c}$をアニメーションファイルに表示することもできます。

See Also

材料の適合性
Failure Models (Reference Guide)
Hill Materials (User Guide)
Hill's Law for Orthotropic Plastic Shells (Theory Manual)

/MAT/LAW73

ブロックフォーマットのキーワード
この材料則はThermal Hill直交異方性材料を記述します。これはシェル要素にのみ適用可能です。

この材料則は、降伏応力がひずみ速度と塑性ひずみだけでなく温度（ユーザーテーブルで定義）にも依存する点で、/MAT/LAW43(HILL_TAB)とは異なります。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW73/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
ρ_i									
E		*v*							
fct_ID$_E$		*E*$_{inf}$*inf*		*C*$_E$*E*		空白			
r_{00}*R00*		r_{45}*R45*		r_{90}*R90*		C_{hard}*HARD*		I_{yield0}	
ε_p^{max}		ε_t		ε_m					
Tab_ID		σ_{scale}		$\dot{\varepsilon}_{scale}$					
T_i		C_p							

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right]$
E	初期ヤング率 （実数）	[Pa]

フィールド	内容	**SI**単位の例
v	ポアソン比 （実数）	
fct_ID$_E$	ヤング率のスケールファクターの関数ID（ヤング率が塑性ひずみの関数である場合） *= 0*（デフォルト） この場合はヤングの進展は*E*$_{inf}$*inf*と*C*$_E$*E*に応じて決まります。 （整数）	
E$_{inf}$*inf*	無限の塑性ひずみに対する飽和ヤング率 （実数）	[Pa]
C$_E$*E*	ヤング率進展のパラメータ （実数）	
r$_{00}$*R00*	0°のランクフォードパラメータ 3 デフォルト = 1.0（実数）	
r$_{45}$*R45*	45°のランクフォードパラメータ デフォルト = 1.0（実数）	
r$_{90}$*R90*	90°のランクフォードパラメータ デフォルト = 1.0（実数）	
C$_{hard}$*HARD*	硬化係数。 *= 0* 硬化は完全等方性モデルです。 *= 1* 硬化は運動学的Prager-Zieglerモデルです。 *= 0～1*の値 硬化は2つのモデル間で補間されます。 （実数）	
I$_{yield0}$	降伏応力フラグ *= 0* 平均降伏応力入力 *= 1* 直交方向1の降伏応力	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	
ε_p^{max}	破壊塑性ひずみ。 デフォルト = $1.0x10^{30}$（実数）	
ε_t	応力が減少し始める引張破壊ひずみ。 デフォルト = $1.0x10^{30}$（実数）	
ε_m	要素内の応力が0に設定される最大引張破壊ひずみ デフォルト = $2.0x10^{30}$（実数）	
Tab_ID	降伏応力を定義するためのテーブル識別子 （整数）	
σ_{scale}	降伏応力のスケールファクター デフォルトは1.0に設定されます（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
$\dot{\varepsilon}_{scale}$	ひずみ速度のスケールファクター デフォルトは1.0に設定されます（実数）	$\left[\frac{1}{\mathrm{s}}\right]$
T_i	初期温度。 デフォルトは293*K*に設定されます（実数）	$[\mathrm{K}]$
C_p	単位質量あたりの比熱 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{kg}\cdot\mathrm{K}}\right]$

例（鋼材）

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
                  g                   mm                  ms
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/LAW73/1/1
steel
#              RHO_I
             0.0078
#                  E                  NU
           210000.0                 0.3
#FUNCT_IDE                         EINF                  CE
         0                           0                   0
#                R00                 R45                 R90              C_HARD   Iyield0
                1.6                 1.6                 1.6                 0.0         0
#           EPSP_MAX              EPS_T1              EPS_T2
                  0                   0                   0
#    TABLE                   SIGMA_SCALE         EPSPT_SCALE
        10                            0                   0
#                TI                  CP
              273.                  4.
```

```
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/TABLE/1/10
table
         3
      1011                          0.0               273.
      1013                         0.02               300.
      1013                         0.04               300.
      1012                          0.0               300.
      1012                         0.02               273.
      1012                         0.04               273.
/FUNCT/1011
1st
                0.0               185.0
                0.1               339.0
                1.0               339.0
/FUNCT/1012
2nd
                0.0               190.0
                0.1               344.0
                1.0               344.0
/FUNCT/1013
3rd
                0.0               195.0
                0.1               349.0
                1.0               349.0
#ENDDATA
/END
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. この材料則は、プロパティセット/PROP/TYPE9 (SH_ORTH)または/PROP/TYPE10 (SH_COMP)と共に使用する必要があります。
2. 降伏応力はユーザー関数で定義し、次の等価応力と比較されます:

$$\sigma_{eq} = \sqrt{A_1\sigma_1{}^2 + A_2\sigma_2{}^2 - A_3\sigma_1\sigma_2 + A_{12}\sigma_{12}{}^2} \tag{285}$$

3. ランクフォードパラメータの角度は、直交異方性方向1に対して定義されます。

$R = \frac{r_{00} + 2r_{45} + r_{90}}{4}$	$H = \frac{R}{1+R}$
$A_1 = H\left(1 + \frac{1}{r_{00}}\right)$	$A_2 = H\left(1 + \frac{1}{r_{90}}\right)$
$A_3 = 2H$	$A_{12} = 2H(r_{45} + 0.5)\left(\frac{1}{r_{00}} + \frac{1}{r_{90}}\right)$
$r_{00} = \frac{A_3}{2A_1 - A_3}$	$r_{45} = \frac{1}{2}\left(\frac{A_{12}}{A_1 + A_2 - A_3} - 1\right)$
$r_{90} = \frac{A_3}{2A_2 - A_3}$	

ランクフォードパラメータ r_α は、面内の塑性ひずみと厚み方向の塑性ひずみ ε_{33} との比率です。

$$r_\alpha = \frac{d\varepsilon_{\alpha+\pi/2}}{d\varepsilon_{33}} \tag{286}$$

ここで、αは、直交異方性方向1に対して成す角度です。

このランクフォードパラメータ r_α は、角度αで実施する簡易な引張試験によって特定できます。

*R*の大きな値は、成形性に優れていることを意味します。

4. ε_p（塑性ひずみ）が1つの積分点で$\varepsilon_p^{\max}$に到達すると、対応するシェル要素が削除されます。
5. 最大主ひずみが$\varepsilon_1 > \varepsilon_t$の場合、応力は次の関係式に従って減少します：

$$\sigma = \sigma\left(\frac{\varepsilon_m - \varepsilon_1}{\varepsilon_m - \varepsilon_t}\right) \tag{287}$$

6. $\varepsilon_1 > \varepsilon_m$の場合、応力は0に減少します（ただし、要素は削除されません）。
7. この材料則は、常に反復投影を使用して可塑性を計算します（プロパティセットのI_{plas}*PLAS*は無視されます）。
8. この材料則は、可塑性のための全体定式化では使用できません（シェルプロパティで*N*=0は使用できません）。
9. 降伏応力定義用のテーブルは、塑性ひずみ、ひずみ速度、温度をそれぞれ表すパラメータ$(\varepsilon^p, \dot{\varepsilon}, T)$を含む3次元テーブルである必要があります。テーブルの値は、降伏応力値です。
10. $\varepsilon^p_{m-1} \le \varepsilon^p \le \varepsilon^p_m$かつ$\dot{\varepsilon}_{n-1} \le \dot{\varepsilon} \le \dot{\varepsilon}_n$かつ$T_{q-1} \le T \le T_q$である場合、降伏は、$(\varepsilon^p_i, \dot{\varepsilon}_j, T_k), i = m-1, m; j = n-1, n; k = q-1, q$に対応するテーブルの8つの値の間で線形補間されます。
11. $(\varepsilon^p, \dot{\varepsilon}, T)$がテーブルの範囲に収まらない場合、降伏応力は線形外挿によって得られます。したがって、ひずみ速度ゼロに対応する静的曲線をテーブルに入力する必要があります（$\dot{\varepsilon} = 0$ のエントリをテーブル定義に含める必要があります）。

   `/HEAT/MAT`オプションが材料識別子に関連付けられていない場合、断熱条件が仮定されて温度は次のように計算されます：

$$T = T_i + \frac{E_{int}}{\rho C_p (Volume)} \tag{288}$$

   ここで、

E_{int}	Radiossによって計算される内部エネルギー
σ	Volumeは現在の密度と体積
C_p	単位質量当たりの熱容量

   上記とは別の方法を指定する場合、熱伝導のための有限要素定式化が必要になります（/HEAT/MATオプションでI_{form}*FORM* =1を設定します）。この場合、`/HEAT/MAT`オプションに入力された初期温度と比熱が使用されます。
12. 降伏応力が直交方向1で取得された場合は、I_{yield0} =1を定義します。そうでない場合は、I_{yield0}=0を定義します。

See Also

材料の適合性
Failure Models (Reference Guide)
Johnson-Cook (/MAT/LAW2) (User Guide)
Elastic Plastic Piecewise Linear Material (/MAT/LAW36) (User Guide)
Hill Materials (User Guide)
Hill's Law for Orthotropic Plastic Shells (Theory Manual)

/MAT/LAW74

ブロックフォーマットのキーワード
この材料則は温度 Hill直交異方性3D材料を記述します。これはソリッド要素にのみ適用可能です。降伏応力は、ひずみ速度、またはひずみ速度と温度の両方に依存することができます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW74/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
ρ_i									
E		υ		$\varepsilon_p^{\max}$		ε_t		ε_m	
fct_ID$_E$		*E*$_{inf}$*inf*		*C*$_E$*E*					
F$_{smooth}$*smoo*		*C*$_{hard}$*HARD*		*F*$_{cut}$*CUT*					
σ_{11}^y		σ_{22}^y		σ_{33}^y					
σ_{12}^y		σ_{23}^y		σ_{31}^y					
Tab_ID		σ_{scale}		$\dot{\varepsilon}_{scale}$					
T$_i$*I*		$\rho_0 C_p$							

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right]$
E	初期ヤング率	[Pa]

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（実数）	
υ	ポアソン比 （実数）	
fct_ID$_E$	ヤング率のスケールファクターの関数ID（ヤング率が塑性ひずみの関数である場合） *= 0*（デフォルト） この場合はヤングの進展は*E*$_{inf}$*inf*と*C*$_E$*E*に応じて決まります。 （整数）	
E$_{inf}$*inf*	無限の塑性ひずみに対する飽和ヤング率 （実数）	[Pa]
C$_E$*E*	ヤング率進展のパラメータ （実数）	
$\varepsilon_p^{\max}$	破壊塑性ひずみ。 デフォルト = 10^{30}（実数）	
ε_t	応力が減少し始める引張破壊ひずみ。 デフォルト = 1.0×10^{30}（実数）	
ε_m	要素内の応力が0に設定される最大引張破壊ひずみ デフォルト = 2.0×10^{30}（実数）	
F$_{smooth}$*smooth*	ひずみ速度スムージングオプションフラグ *= 0*（デフォルト） ひずみ速度を平滑化しません。 *= 1* ひずみ速度スムージングはアクティブ。 （整数）	
C$_{hard}$*HARD*	硬化係数。 *= 0* 硬化は完全等方性モデルです。 *= 1* 硬化は運動学的Prager-Zieglerモデルです。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	*= 0～1*の値 硬化は2つのモデル間で補間されます。 （実数）	
F_{cut}CUT	ひずみ速度フィルタリングのカットオフ周波数。 デフォルト = 1.0 × 10^{30}（実数）	$[\mathrm{Hz}]$
σ_{11}^{y}	方向1の降伏応力 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
σ_{22}^{y}	方向2の降伏応力 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
σ_{33}^{y}	方向3の降伏応力 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
σ_{12}^{y}	せん断方向12の降伏応力 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
σ_{23}^{y}	せん断方向23の降伏応力 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
σ_{31}^{y}	せん断方向31の降伏応力 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
Tab_ID	降伏応力を定義するためのテーブル識別子 6 （整数）	
σ_{scale}	降伏応力のスケールファクター デフォルトは1.0に設定されます（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
$\dot{\varepsilon}_{scale}$	ひずみ速度のスケールファクター デフォルトは1.0に設定されます（実数）	$\left[\frac{1}{\mathrm{s}}\right]$
T_iI	初期温度 デフォルトは293Kに設定されます（実数）	$[\mathrm{K}]$
$\rho_0 C_p$	単位面積あたりの比熱 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{m}^3 \cdot \mathrm{K}}\right]$

例（アルミニウム）

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
                  g                   mm                  ms
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/LAW74/1/1
Aluminum
#              RHO_I
                .0027
#                   E                    NU       EPSILON_P_MAX           EPSILON_T           EPSILON_M
                60400                   .33                   0                   0                   0
#   fct_ID                             EINF                  CE
         0                                0                   0
#            FSMOOTH               C_HARD                FCUT
                   1                    0                  10
#           SIGMA11Y             SIGMA22Y             SIGMA33Y
                   1                    1                   1
#           SIGMA12Y             SIGMA23Y             SIGMA31Y
                   1                    1                   1
#    TABLE                    SIGMA_SCALE          EPSPT_SCALE
        10                              0                   0
#                 TI              RHO0_CP
                   0                    0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  3. FUNCTIONS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/TABLE/1/10
table
#DIMENSION
         3
#   fct_ID                              X                   Z
         38                             0                 293
         38                            10                 293
         39                            11                 293
         40                            20                 293
         38                             0                 400
         38                            10                 400
         39                            11                 400
         40                            20                 400
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/38
function_38
#                   X                   Y
                    0                  90
                2.5E-4                 100
                  .001               104.5
                  .009                 121
                   .01                 136
                   .02               143.5
                   .04                 163
                   .07               169.5
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/39
function_39
#                   X                   Y
                    0                 108
                2.5E-4                 120
                  .001               125.4
                  .009               145.2
                   .01               163.2
                   .02               172.2
                   .04               195.6
                   .07               203.4
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/40
function_40
#                   X                   Y
                    0                 126
                2.5E-4                 140
                  .001               146.3
                  .009               169.4
                   .01               190.4
                   .02               200.9
                   .04               228.2
                   .07               237.3
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
/END
```

```
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. この材料則は、プロパティセット/PROP/TYPE6（SOL_ORTH）、/PROP/TYPE14（SOLID）、/PROP/TYPE20（TSHELL）、または/PROP/TYPE21（TSH_ORTH）と共に使用する必要があります。
2. 降伏応力はユーザー関数で定義し、次の等価応力と比較されます：

$$\sigma_{eq} = \sqrt{F(\sigma_2 - \sigma_3)^2 + G(\sigma_3 - \sigma_1)^2 + H(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + 2L\sigma_{23}{}^2 + 2M\sigma_{31}{}^2 + 2N\sigma_{12}{}^2} \quad (289)$$

ここで、HILL parametersは：

$$F = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{\sigma_{22}^2} + \frac{1}{\sigma_{33}^2} - \frac{1}{\sigma_{11}^2}\right),\ G = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{\sigma_{11}^2} + \frac{1}{\sigma_{33}^2} - \frac{1}{\sigma_{22}^2}\right),\ H = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{\sigma_{11}^2} + \frac{1}{\sigma_{22}^2} - \frac{1}{\sigma_{33}^2}\right) \quad (290)$$

$$L = \frac{1}{2\sigma_{23}^2},\ M = \frac{1}{2\sigma_{31}^2},\ N = \frac{1}{2\sigma_{12}^2} \quad (291)$$

ここで、$\sigma_{11}, \sigma_{22}, \sigma_{33}, \sigma_{12}, \sigma_{23}$と$\sigma_{31}$は、直交異方性フレーム（直交異方性プロパティが使用されている場合）または直交化アイソパラメトリックのフレームのいずれかにおける応力コンポーネントを表します。

3. ε_p（塑性ひずみ）が1つの積分点でε_p^{max}に到達すると、ソリッド要素が削除されます。
4. 最大主ひずみが$\varepsilon_1 > \varepsilon_t$の場合、応力は次の関係式に従って減少します：

$$\sigma = \sigma\left(\frac{\varepsilon_m - \varepsilon_1}{\varepsilon_m - \varepsilon_t}\right) \quad (292)$$

5. $\varepsilon_1 > \varepsilon_m$の場合、応力は0に減少します（ただし、要素は削除されません）。
6. 降伏応力定義のためのテーブルは、2次元でも3次元でも構いません。
   - テーブルが2次元の場合、そのパラメータはそれぞれ塑性ひずみとひずみ速度$(\varepsilon^p, \dot{\varepsilon})$を表しているとみなされます。

     ここで$\varepsilon_{m-1}^p \le \varepsilon^p \le \varepsilon_m^p$かつ$\dot{\varepsilon}_{n-1} \le \dot{\varepsilon} \le \dot{\varepsilon}_n$であれば、降伏は、$(\varepsilon_i^p, \dot{\varepsilon}_j),\ i = m-1, m;\ j = n-1, n$に対応するテーブルの8つの値の間で線形補間されます。
   - テーブルが3次元の場合、そのパラメータはそれぞれ塑性ひずみとひずみ速度、温度$(\varepsilon^p, \dot{\varepsilon}, T)$を表しているとみなされます。

     ここで$\varepsilon_{m-1}^p \le \varepsilon^p \le \varepsilon_m^p$かつ$\dot{\varepsilon}_{n-1} \le \dot{\varepsilon} \le \dot{\varepsilon}_n$かつ$T_{q-1} \le T \le T_q$である場合、降伏は、$(\varepsilon_i^p, \dot{\varepsilon}_j, T_k),\ i = m-1, m;\ j = n-1, n;\ k = q-1, q$に対応するテーブルの8つの値の間で線形補間されます。

     $(\varepsilon^p, \dot{\varepsilon})$または$(\varepsilon^p, \dot{\varepsilon}, T)$がテーブルの範囲に収まらない場合、降伏応力は線形外挿によって得られます。したがって、ひずみ速度ゼロに対応する静的曲線をテーブルに入力する必要があります（$\dot{\varepsilon} = 0$のエントリをテーブル定義に含める必要があります）。

     テーブルの値は、降伏応力値です。
7. また、降伏応力が温度に依存する場合、テーブルは3次元になります。

   /HEAT/MATオプションが材料識別子に関連付けられていない場合、断熱条件が仮定されて温度は次のように計算されます：

$$T = T_i + \frac{E_{int}}{\rho C_p (Volume)} \tag{293}$$

ここで、

E_{int}int	ρによって計算される内部エネルギー
Volume	現在の密度と体積
C_p	単位質量当たりの熱容量

上記とは別の方法を指定する場合、熱伝導のための有限要素定式化が必要になります(オプション/HEAT/MATでI_{form}*FORM* =1を設定します)。この場合、/HEAT/MATオプションに入力された初期温度と比熱が使用されます。

8. ヤング率の進展:

- *fct_ID*$_E$ > 0であれば、この曲線は等価な塑性ひずみによるヤング率の進展に対するスケールファクターを定義します。これは、関数$f(\bar{\varepsilon}_p)$によって以下のようにヤング率がスケーリングされることを意味します:

  $$E(t) = E \cdot f(\bar{\varepsilon}_p) \tag{294}$$

  このスケールファクターの初期値は1で、この値から減少していきます。
- *fct_ID*$_E$ = 0の場合、ヤング率は次のように計算されます:

  $$E(t) = E - (E - E_{inf})[1 - \exp(-C_E \bar{\varepsilon}_p)] \tag{295}$$

  ここで、*E*とE_{inf}*inf*はそれぞれ初期と漸近するヤング率の値で、$\bar{\varepsilon}_p$は累積の相当塑性ひずみです。

  > **注:** *fct_ID*$_E$ = 0でC_E*E* = 0の場合、ヤング率*E*が一定になります。

See Also

材料の適合性
Failure Models (Reference Guide)
Johnson-Cook (/MAT/LAW2) (User Guide)
Elastic Plastic Piecewise Linear Material (/MAT/LAW36) (User Guide)
Hill Materials (User Guide)

/MAT/LAW76 (SAMP)

ブロックフォーマットのキーワード
この材料則は、引張、圧縮、およびせん断（ひずみの関数としての応力）について、加工硬化部分にユーザー定義関数を使用して半解析的弾塑性材料を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW76/*mat_ID*/*unit_ID*または/MAT/SAMP/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
ρ_i									
E		ν							
tab_ID_t	tab_ID_c	tab_ID_s							
$Fscale_t$		$Fscale_c$		$Fscale_s$				$XFAC$	
v_p		fct_ID_{pr}	$Fscale_{pr}$	F_{smooth}smoo		F_{cut}CUT			
ε_p^f		ε_p^r							
fct_ID_1			$Fscale_1$						
I_{form}FORM	$IQUAD$	$ICONV$							

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{kg}{m^3}\right]$
E	初期ヤング率	$[Pa]$

フィールド	内容	SI単位の例
	（実数）	
ν	ポアソン比 （実数）	
tab_ID_t	引張降伏応力のテーブル識別子（ひずみ速度に依存する可能性がある場合の応力対塑性引張ひずみ） （整数）	
tab_ID_c	圧縮降伏応力のテーブル識別子（ひずみ速度に依存する可能性がある場合の応力対塑性圧縮ひずみ） （整数）	
tab_ID_s	せん断降伏応力のテーブル識別子（ひずみ速度に依存する可能性がある場合の応力対塑性せん断ひずみ） （整数）	
$Fscale_t$	tab_ID_tの縦軸（応力）のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	[Pa]
$Fscale_c$	tab_ID_cの縦軸（応力）のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	[Pa]
$Fscale_s$	tab_ID_sの縦軸（応力）のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	[Pa]
XFAC	3つのテーブル（tab_ID_t、tab_ID_c、tab_ID_s）の2つ目のエントリ（ひずみ速度）のスケールファクター 6 デフォルト = 1.0（実数）	
v_p	塑性ポアソン比 （実数）	
fct_ID_{pr}	塑性ポアソン比関数識別子（塑性ひずみに対するv_p） （実数）	
$Fscale_{pr}$	fct_ID_{pr}の縦軸（v_p）のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	
$F_{smooth}smooth$	ひずみ速度スムージングオプションフラグ。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= *0*（デフォルト） ひずみ速度を平滑化しません。 = *1* ひずみ速度スムージングはアクティブ。 （整数）	
F_{cut}*CUT*	ひずみ速度フィルタリングのカットオフ周波数。 デフォルト = 10^{30}（実数）	[Hz]
ε_p^f	破壊塑性ひずみ（要素損傷の開始） デフォルト = 2e30（実数）	
ε_p^r	最大塑性ひずみ（要素は削除されます） デフォルト = 2e30（実数）	
fct_ID$_1$	損傷関数識別子（塑性ひずみに対する損傷）2 （整数）	
Fscale$_1$	*fct_ID*$_1$の縦軸のスケールファクター 2 デフォルト = 1.0（実数）	
I_{form}*FORM*	定式化フラグ 4 = *0*（デフォルト） 関連付けられた定式化はなし = *1* フォンミーゼスの式に関連付けられた定式化 （整数）	
IQUAD	降伏曲面フラグ 3 = *0*（デフォルト） 降伏曲面はフォンミーゼスの線形式 = *1* 降伏曲面はフォンミーゼスの2次式（推奨） （整数）	
ICONV	凸性条件フラグ = *0*（デフォルト） 材料の安定性に処理なし	

フィールド	内容	SI単位の例
	= 1 降伏応力の凸性（材料の安定性）が保障される （整数）	

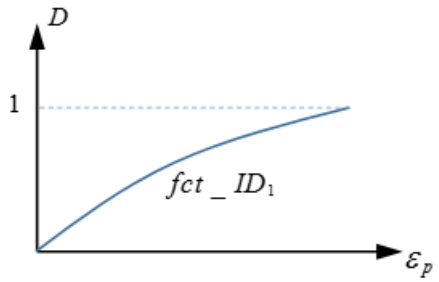
例（材料）

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
                  kg                  mm                  ms
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/LAW76/1/1
LAW76_Material
#              RHO_I
                1E-6
#                  E                  nu
              100.0                  .3
#  TAB_IDt    TAB_IDc    TAB_IDs
      1000       1001       1003
#           Fscale_t            Fscale_c            Fscale_s                                    XFAC
              1.000               1.000               1.000                                   1.000
#               Nu_p  fct_IDpr           Fscale_pr    Fsmooth      Fcut
                0.5         0                   0          1      1e30
#            EPS_f_p             EPS_r_p
                   0                   0
#funct_ID1                                 Fscale_1
         0
#    IFORM     IQUAD     ICONV
         0         0         1
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/TABLE/1/1000
curve_list TENSION strain rates
         2
     10010                        1.0e-4
     10020                           1.0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/10010
eps_vs_sigma funct dt=1.0e-4
              0.0000             .100000
              1.0000             .200000
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/10020
eps_vs_sigma funct dt=1.0e-4
              0.0000             .100000
              1.0000             .200000
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/TABLE/1/1001
curve_list COMPRESSION strain rates
         2
     10030                        1.0e-4
     10040                           1.0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/10030
eps_vs_sigma funct dt=1.0e-4
              0.0000             .200000
              1.0000             .400000
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/10040
eps_vs_sigma funct dt=1.0e-4
              0.0000             .200000
              1.0000             .400000
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/TABLE/1/1003
curve_list SHEAR strain rates
         2
     10050                        1.0e-4
     10060                           1.0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/10050
eps_vs_sigma funct dt=1.0e-4
              0.0000             .050000
              0.5000             .060000
```

```
              1.0000             .065000
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/10060
eps_vs_sigma funct dt=1.0e-4
              0.0000             .050000
              0.5000             .060000
              1.0000             .065000
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
/END
```

コメント

1. 材料は、シェル要素、厚肉シェル要素、およびソリッド要素と適合性があります。
2. 材料の損傷は以下の2つの方法でモデル化できます:
   - ε_p^f（損傷の開始）とε_p^r（要素の削除）
   - 損傷関数*fct_ID*$_1$



   損傷関数*fct_ID*$_1$が使用される場合、ε_p^fとε_p^rは無視されます。

3. 降伏曲面は次のように選択されます:

$$\mathrm{f} = \begin{cases} \sigma_{VM} - A_0 - A_1 P - A_2 P^2 & IQUAD = 0 \\ \sigma_{VM}^2 - A_0 - A_1 P - A_2 P^2 & IQUAD = 1 \end{cases} \tag{296}$$

   ここで、

$$P = -\frac{\sigma_{xx} + \sigma_{yy} + \sigma_{zz}}{3} \tag{297}$$

$$\sigma_{VM} = \sqrt{\frac{3}{2}\left[(\sigma_{xx} + P)^2 + (\sigma_{yy} + P)^2 + (\sigma_{zz} + P)^2 + 2\sigma_{xy}^2 + 2\sigma_{yz}^2 + 2\sigma_{xz}^2\right]} \tag{298}$$

   A_0、A_1、A_2は、引張、圧縮、およびせん断に対して定義される硬化曲線から計算されます。

   von MisesおよびDrücker-Prager降伏曲面については、*IQUAD*=0が使用できます。ただし、*IQUAD*=0を使用すると、RadiossがA_0、A_1およびA_2係数をフィットさせるのは困難な場合もあり、*IQUAD*=1を使用したほうがより簡単なフィットが得られます。

4. 塑性定式化の選択
   - 非関連流れ則の塑性については、I_{form}*FORM*=0:

     塑性流れ則関数gは、塑性ひずみの増分$d\boldsymbol{\varepsilon}_p = d\lambda\frac{\partial g}{\partial \boldsymbol{\sigma}}$を表すために使用されます。この場合、$\frac{\partial g}{\partial \boldsymbol{\sigma}}$は降伏局面に直交せず、fと$g$は降伏曲面f

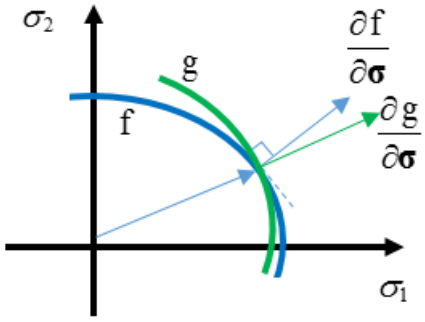


図 *99:*

塑性流れ則、gは次の式で与えられます:

$$g = \sqrt{\sigma_{VM}^2 + \alpha P^2} \tag{299}$$

土や岩などのミネラルは通常、非関連塑性定式化 I_{form}*FORM*=0を使用します。

- 関連流れ則の塑性に対しては: I_{form}*FORM*= 1、$g = f$

  この場合、塑性ひずみ速度は降伏曲面fの法線ベクトルの関数です。金属などの材料は通常、関連塑性定式化を使用します。

$$d\boldsymbol{\varepsilon}_p = d\lambda \frac{\partial f}{\partial \boldsymbol{\sigma}} = d\lambda \frac{\partial g}{\partial \boldsymbol{\sigma}} \tag{300}$$

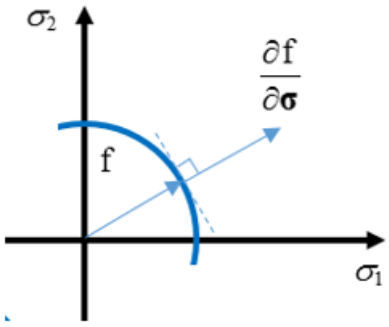


図 *100:*

5. 凸性条件フラグ*ICONV*=1は、降伏曲面が凸であることを確実にすることによって、材料則内の安定性を確保するために使用されます。降伏曲面は、引張と圧縮でせん断降伏応力値が低いと双曲線になり得ます。この場合、一意解は存在せず、Radiossはせん断降伏応力を更新(増加)して降伏曲面の凸性を確保します。したがって、せん断降伏応力は入力曲線と異なる場合もあります。
6. テーブルは最大で2次元でなくてはなりません。最初のエントリは塑性ひずみで、2番目のエントリはひずみ速度です。
7. ユーザー変数USR2、USR3、USR4を使用して、引張、圧縮、およびせん断の塑性ひずみ成分を出力します。この出力は、シェルとソリッドの両方について時刻歴とアニメーションファイルで得ることができます。

See Also

材料の適合性
Failure Models (Reference Guide)

/MAT/LAW78

ブロックフォーマットのキーワード
この法則は、金属の大規模ひずみ周期的塑性を記述するためのYoshida-Uemoriモデルです。また、この法則は、2曲面理論（降伏曲面と境界曲面）の枠組みに基づいています。

塑性変形では、降伏曲面が境界曲面内部を移動するだけでそのサイズは変化しません。境界曲面はサイズと位置の両方が変化します。この法則では、ヤング率の塑性ひずみ依存性と加工硬化停滞の影響も考慮されます。SPHに関してはソリッドにのみ適合し、/SPH/WavesCompressionテストで検証できます。ソリッドのバージョンは等方性のみです。シェルのバージョンはHill規準に基づいた異方性です。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW78/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
ρ_i									
E		ν							
Y		*b*		C_2^{KH}		*h*		B_0	
m		R_{sat}		*OptR*	$C_1 1$		$C_2 2$		
r_{00}*R00*		r_{45}*R45*		r_{90}*R90*		*Mexp*		*Icrit*	
fct_ID$_E$		E_{inf}*inf*		$C_E E$		C_1^{KH}			

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
E	ヤング率	[Pa]

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（実数）	
v	ポアソン比 （実数）	
Y	降伏応力。 （実数）	[Pa]
b	境界曲面の中心 （実数）	[Pa]
C_2^{KH}	降伏曲面の移動硬化則に関する（または$C_1^{KH} > C_2^{KH}$の場合はCの計算に使用される）パラメータ。5 （実数）	
h	加工硬化停滞を制御するための材料パラメータ （実数）	
B_0	境界曲面の初期サイズ （実数）	[Pa]
m	両方の曲面の等方と移動硬化のパラメータ （実数）	
R_{sat}	等方硬化応力の飽和値 （実数）	[Pa]
OptR	修正等方硬化則のフラグ（シェルのみ使用可能）： *= 0*（デフォルト） Yoshida定式化 *=1* 修正定式化（C_1*1*とC_2*2*を定義） （整数）	
C_1*1*、C_2*2*	境界曲面等方硬化の修正定式化の定数（シェルのみ使用可能） （実数）	
r_{00}*R00*	シェル要素に使用するランクフォードパラメータ（0°） デフォルト = 1.0（実数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
r_{45}*R45*	シェル要素に使用するランクフォードパラメータ(45°) デフォルト = 1.0(実数)	
r_{90}*R90*	シェル要素に使用するランクフォードパラメータ(90°) デフォルト = 1.0(実数)	
Mexp	シェル要素のBarlat 1989降伏基準の指数部M。コメント8を参照してください。 *> 2.0* 2.0を上回る値であれば有効です。 *= 6.0*(デフォルト) 体心立法(BCC)材料用 *= 8.0* 面心立法(FCC)材料用 (実数)	
Icrit	塑性基準の選択フラグ。 *= 0* 1に設定 *= 1*(デフォルト) Hill 1948 *= 2* Barlat 1989。シェル要素でのみ使用できます。 (整数)	
fct_ID$_E$	有効塑性ひずみに対するヤング率の進展のスケールファクターを定義する関数ID 9 (整数)	
E_{inf}*inf*	ヤング率の漸近値 (実数)	[Pa]
C_E*E*	ヤング率の有効塑性ひずみ依存性を制御するためのパラメータ (実数)	
C_1^{KH}	降伏曲面の移動硬化則に関するパラメータC。5 $C_1^{KH} \le C_2^{KH}$の場合は無視します。	

フィールド	内容	SI単位の例
	（実数）	

例

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
                  Mg                    mm                    s
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/LAW78/1/1
DP600-HDG
#               RHO_I
              7.8E-9
#                   E                   NU
              206000                   .3
#                   Y                    B                C2KH                    H                   B0
                  420                  112                 200                    0                  555
#                   m                 RSAT      OPTR                  C1                   C2
                   12                  190         0                   1                    1
#                  R0                  R45                 R90                Mexp     Icrit
                    1                    1                   1
#  Fct_IDE                           EINF                  CE                C1KH
         0                         163000                  50                   0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
/END
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. ソリッド要素ではvon Mises降伏基準が用いられ、その降伏関数は次のように表されます：

$$f = \frac{3}{2}(\mathbf{s}-\boldsymbol{\alpha}):(\mathbf{s}-\boldsymbol{\alpha}) - Y^2 \tag{301}$$

シェル要素ではHill（1948）またはBarlat（1989）の降伏基準を使用します。これによって、異方性材料をモデル化できます。

- Hillの基準は次の式で表すことができます。

$$f = \varphi(\boldsymbol{\sigma}-\boldsymbol{\alpha}) - Y^2 \tag{302}$$

ここで、

Y 降伏応力。

$\boldsymbol{\alpha}$ 全逆応力。

$\mathbf{A} = \boldsymbol{\sigma} - \boldsymbol{\alpha}$,であれば、$\varphi$は次のようになります。

$$\varphi(A) = A_{xx}^2 - \frac{2r_0}{1+r_0}A_{xx}A_{yy} + \frac{r_0(1+r_{90})}{r_{90}(1+r_0)}A_{yy}^2 + \frac{r_0+r_{90}}{r_{90}(1+r_0)}(2r_{45}+1)A_{xy}^2 \tag{303}$$

- Barlatの基準は次の式で表すことができます。

$$f = \phi(\sigma-\alpha) - 2Y^M \tag{304}$$

MはBarlatの降伏基準の指数部です。

ϕ は次のように記述できます。

$$\phi(A) = a|K_1 + K_2|^M + a|K_1 - K_2|^M + c|2K_2|^M \quad (305)$$

ここで、

$K_1 = \frac{A_{xx} + hA_{yy}}{2}$ および $K_2 = \sqrt{\left(\frac{A_{xx} - hA_{yy}}{2}\right)^2 + p^2 A_{xy}^2}$ となります。

a、c、およびhの各パラメータはランクフォード係数から算出されます。

$a = 2 - 2\sqrt{\frac{r_{00}}{1+r_{00}} \frac{r_{90}}{1+r_{90}}}$、$c = 2 - a$、$h = \sqrt{\frac{r_{00}}{1+r_{00}} \frac{1+r_{90}}{r_{90}}}$

パラメータpは次の式を解くことで求めることができます。

$$\frac{2MY^M}{\left(\frac{\partial f}{\partial A_{xx}} + \frac{\partial f}{\partial A_{yy}}\right)\sigma_{45}} - 1 - r_{45} = 0 \quad (306)$$

2. 降伏応力、ポアソン比、およびヤング率は真に正にする必要があります。その他のパラメータは非負値にする必要があります。
3. 2曲面モデルの概略図を図 101に示します。

   ここで、0は降伏曲面の元の中心であり、中心αと半径Yを持つ降伏曲面が$B+R$によって指定されたサイズと中心の位置を示すテンソル$\boldsymbol{\beta}$を持つ境界曲面内部を運動学的に移動しています。

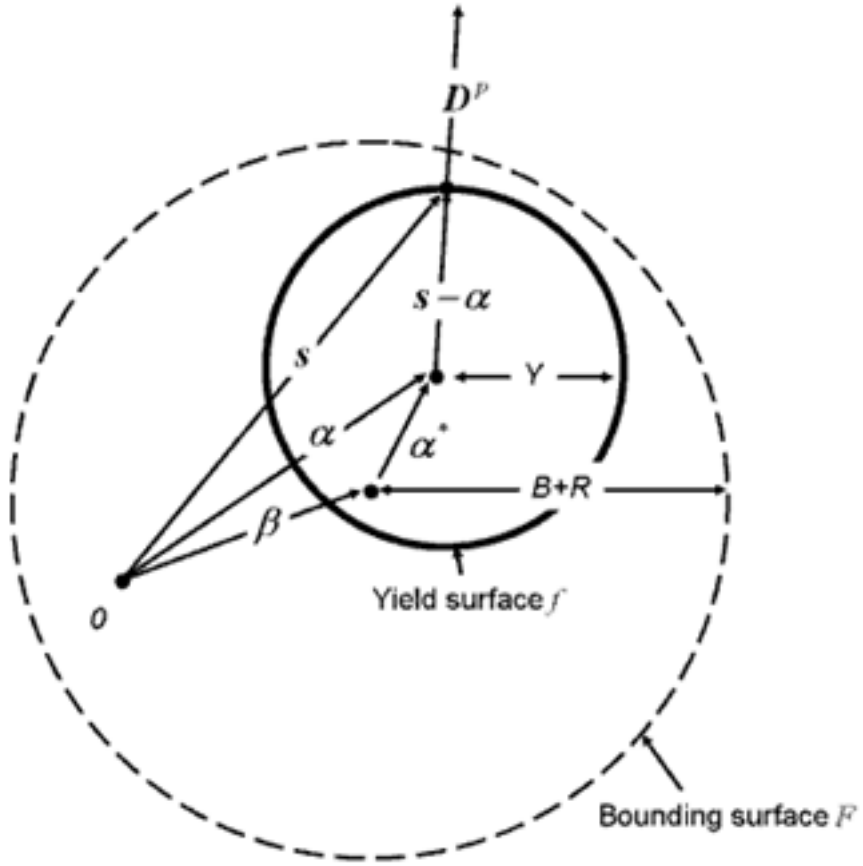


図 *101: 2*曲面モデルの概略図

4. 降伏曲面は移動硬化を受けます。その移動は以下の式の$\boldsymbol{\alpha}^*$により記述されます:

- シェル要素に対して

$$\dot{\alpha}^* = C\left[\left(\frac{a}{Y}\right)(\boldsymbol{\sigma} - \boldsymbol{\alpha}) - \sqrt{\frac{a}{\|\boldsymbol{\alpha}^*\|}}\,\boldsymbol{\alpha}^*\right]\dot{\bar{\varepsilon}}_p \tag{307}$$

- ソリッド要素に対して

$$\dot{\alpha}^* = C\left[\left(\frac{2}{3}\right)a\dot{\varepsilon}_{\mathbf{p}} - \sqrt{\frac{a}{\|\boldsymbol{\alpha}^*\|}}\,\boldsymbol{\alpha}^*\dot{\bar{\varepsilon}}_P\right] \tag{308}$$

ここで、

$\dot{\bar{\varepsilon}}_p$	相当塑性ひずみ速度
Cおよび***a***	材料パラメータおよび $a = B + R - Y$
$\boldsymbol{\alpha} = \boldsymbol{\alpha}^* + \boldsymbol{\beta}$	全逆応力

> 注: 2次(HillまたはBarlatでM = 2.0を使用)および等方性基準($r_{00} = r_{45} = r_{90} = 1$)の場合、シェルの運動方程式はソリッドの運動方程式に等しくなります。

5. 移動硬化則に関するパラメータCは、順方向および逆方向の変形の加工硬化速度の変化を記述するために2つの異なる値を取ることができます。

- $C_1^{KH} > C_2^{KH}$の場合、$\begin{cases} C = C_1^{KH} & \text{if} \quad Max(\|\boldsymbol{\alpha}^*\|) < B - Y \\ C = C_2^{KH} & \text{otherwise} \end{cases}$
- $C_1^{KH} \le C_2^{KH}$の場合、加工硬化速度の変化は無効になり、$C = C_2^{KH}$になります。

6. 境界曲面は等方-移動硬化を受けます。等方硬化の進展の式は:

$\dot{R} = m(R_{sat} - R)\dot{\bar{\varepsilon}}_p$	デフォルト(*OptR* = 0の場合)のYoshidaの表現
$R = R_{sat}\left[(C_1 + \bar{\varepsilon}_p)^{C_2} - C_1^{C_2}\right]$	*OptR* = 1の場合、シェル要素でのみ使用可能

境界曲面の移動硬化の進展の式は:

- シェル要素に対して:

$$\dot{\beta} = m\left[\left(\frac{b}{Y}\right)(\boldsymbol{\sigma} - \boldsymbol{\alpha}) - \beta\right]\dot{\bar{\varepsilon}}_p \tag{309}$$

- ソリッド要素に対して:

$$\dot{\beta} = m\left(\frac{2}{3}b\dot{\boldsymbol{\varepsilon}}_{\mathbf{p}} - \beta\dot{\bar{\varepsilon}}_p\right) \tag{310}$$

> 注: 2次(HillまたはBarlatで*Mexp* = 2を使用)および等方性基準($r_{00} = r_{45} = r_{90} = 1$)の場合、シェルの移動硬化方程式はソリッドの移動硬化方程式に等しくなります。

7. 除荷の間の加工硬化の停滞はJ_2-タイプの曲面g_σを半径rと中心qを用いて表現されます:

$$g_\sigma(\boldsymbol{\beta}, \mathbf{q}', r) = \frac{3}{2}(\boldsymbol{\beta} - \mathbf{q}') : (\boldsymbol{\beta} - \mathbf{q}') - r^2 \quad (311)$$
$$\dot{\mathbf{q}}' = \mu(\boldsymbol{\beta} - \mathbf{q}')$$
$$r = h\dot{\Gamma} \quad , \dot{\Gamma}\frac{3(\boldsymbol{\beta}-\mathbf{q}'):\dot{\beta}}{2r}$$

ここで、

$h(0 < h \leq 1)$	曲面g_σの膨張速度を決定する材料パラメータを示します。
$\boldsymbol{\beta}$	曲面g_σの内側か曲面上です。

8. Barlatの降伏基準(1989)の指数部は、材料の微細構造を考慮することによって設定できます。2.0を上回る値であれば有効ですが、一般的には次のように設定します。

   Mexp = 6.0(デフォルト): 体心立法(BCC)材料の場合

   Mexp = 8.0: 面心立法(FCC)材料の場合

9. ヤング率の進展:
   - *fct_ID*$_E$ > 0であれば、この曲線は等価な塑性ひずみによるヤング率の進展に対するスケールファクターを定義します。これは、関数$f(\bar{\varepsilon}_p)$によって以下のようにヤング率がスケーリングされることを意味します:
     - $E(t) = E \cdot f(\bar{\varepsilon}_p)$

     このスケールファクターの初期値は1で、この値から減少していきます。
   - *fct_ID*$_E$ = 0の場合、ヤング率は次のように計算されます:

     $$E(t) = E - (E - E_{inf})[1 - \exp(-C_E\bar{\varepsilon}_p)] \quad (312)$$

     ここで、

E および ***E*$_{inf}$***	それぞれ初期と漸近するヤング率の値。
$\bar{\varepsilon}_p$	累積の相当塑性ひずみ。

     > 注: *fct_ID*$_E$ = 0で*C*$_E$*E* = 0の場合、ヤング率*E*が一定になります。

10. この材料則は陰解法解析では利用できません。

See Also

材料の適合性
Failure Models (Reference Guide)
Johnson-Cook (/MAT/LAW2) (User Guide)
Elastic Plastic Piecewise Linear Material (/MAT/LAW36) (User Guide)
Hill Materials (User Guide)

/MAT/LAW79 (JOHN_HOLM)

ブロックフォーマットのキーワード
この材料則はセラミックスやガラスの様な脆性材料の挙動を記述します。インプリメンテーションは2次Johnson-Holmquistモデル：JH-2。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW79/*mat_ID*/*unit_ID*または/MAT/JOHN_HOLM/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
ρ_i		ρ_0							
G									
a		*b*		*m*		*n*			
c		$\dot{\varepsilon}_0$		$\sigma^*_{f\max}$					
T		*HEL*		P_{HEL}					
D_1*1*		D_2*2*							
K_1*1*		K_2*2*		K_3*3*		β			

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right]$
ρ_0	E.O.S（状態方程式）で使用される基準密度 デフォルト = $\rho_0 = \rho_i$（実数）	$\left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
G	せん断係数 （実数）	[Pa]
a	無傷基準化強度定数 1 （実数）	
b	破壊基準化強度定数 1 （実数）	
m	破壊強度圧力指数 1 （実数）	
n	無傷強度圧力指数 1 （実数）	
c	ひずみ速度係数。 = *0*（デフォルト） ひずみ速度効果はなし （実数）	
$\dot{\varepsilon}_0$	参照ひずみ速度 通常 = 1（実数）	$\left[\frac{1}{s}\right]$
$\sigma^*_{f\max}$	最大基準化破壊強度 デフォルト = 10^{30}（実数）	
T	最大圧力引張強度 デフォルト = 10^{30}（実数）	[Pa]
HEL	Hugoniot弾性限界 （実数）	[Pa]
P_{HEL}	Hugoniot弾性限界における圧力 （実数）	[Pa]
D_1*1*	損傷定数 2 （実数）	
D_2*2*	損傷指数 2	

フィールド	内容	SI単位の例
	（実数）	
$K_1 1$	体積弾性率。 （実数）	[Pa]
$K_2 2$	圧力係数 3 （実数）	[Pa]
$K_3 3$	圧力係数 3 （実数）	[Pa]
β	体積圧力係数$0 < \beta < 1$ （実数）	

入力の例

	B_4C [6]	Al_2O_3 [5]
$\rho_0\left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right]$	2510	3700
G [GPA]	197	90
a	0.927	0.93
b	0.70	0.31
m	0.85	0.6
n	0.67	0.6
c	0.005	0
$\sigma^*_{f\max}$	0.2	-
T [GPA]	0.26	0.2
HEL [GPA]	19.0	2.8
P_{HEL} [GPA]	8.71	1.46
$D_1 1$	0.001	0.005
$D_2 2$	0.5	1
$K_1 1$ [GPA]	233	131

	B_4C [6]	Al_2O_3 [5]
$K_2 2$ [GPA]	-593	0
$K_3 3$ [GPA]	2800	0
β	1	1

Example (AL_2O_3)

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
                    g                   mm                  ms
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/LAW79/1/1
Al2O3
#              RHO_I               RHO_0
               .0037                   0
#                  G
               90160
#                  a                   b                   m                   n
                 .93                   0                   0                  .6
#                  c                EPS0          SIGMA_FMAX
                   0                .001               1E-30
#                  T                 HEL                PHEL
                 200                2790                1460
#                 D1                  D2
                   0                   0
#                 K1                  K2                  K3                BETA
              130950                   0                   0                   1
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
/END
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. 基準化された相当応力を記述する式は下記のとおりです:

$$\sigma^* = (1-D)\sigma_i^* + D\sigma_f^* \tag{313}$$

ここで無傷材料の相当応力は:

$$\sigma_i^* = a(P^* + T^*)^n \left(1 + c\ln\frac{\dot{\varepsilon}}{\dot{\varepsilon}_0}\right) \tag{314}$$

そして破壊された材料の相当応力は:

$$\sigma_f^* = b(P^*)^m \left(1 + c\ln\frac{\dot{\varepsilon}}{\dot{\varepsilon}_0}\right) < \sigma_{f\max}^* \tag{315}$$

Hugoniot弾性限界で基準化された応力は:

$$\sigma_{HEL} = \frac{3}{2}(HEL - P_{HEL}) \tag{316}$$

$\sigma^* = \frac{\sigma}{\sigma_{HEL}}$ と圧力がP_{HEL}に基準化されると:

$P^* = \frac{P}{P_{HEL}}$ および $T^* = \frac{T}{P_{HEL}}$

2. 損傷累積は:

$$D = \frac{\sum \Delta \varepsilon_f^p}{\varepsilon_f^p} \tag{317}$$

ここで、破壊する塑性ひずみは:

$$\varepsilon_f^p = D_1 \left(P^* + T^* \right)^{D_2} \tag{318}$$

3. 状態方程式は:

$$P = K_1 \mu + K_2 \mu 2 + K_3 \mu^3 + \Delta P \tag{319}$$

ここで体積圧力ΔPは弾性エネルギー損失ΔUの多項式静水圧エネルギーの関数に変換されます:

$$\Delta P_{t+\Delta t} = -K_1 \mu + \sqrt{\left(K_1 \mu + \Delta P_t \right)^2 + 2 \beta K_1 \Delta U} \tag{320}$$

4. 時刻歴およびアニメーション出力は、これらUSRi変数を用いて入手することが可能です。

- USR3: 損傷*D*
- USR4:体積圧力 ΔP
- USR5:降伏応力

See Also

材料の適合性

Failure Models (Reference Guide)

5. An improved computational constitutive model for brittle materials, G.R.Johnson, T.J.Holmquist, American Institute of Physics, 1994.
6. Response of boron carbide subjected to large strains, high strain rates, and high pressures G.R. Johnson, T.J.Holmquist, Journal of Applied Physics, Volume 85, #12, June 1999.

/MAT/LAW80

ブロックフォーマットのキーワード
この材料則によって、高温における超高強度鋼鉄挙動のモデリングが可能になると共に、冷却時のオーステナイトからフェライト、パーライト、ベイナイト、およびマルテンサイトへの相変態現象のモデリングが可能になります。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW80/*mat_ID/unit_ID*									
mat_title									
ρ_i									
E		*ν*		*fct_ID*$_E$	*Yscale*$_E$		*Time_unit*		
F$_{smooth}$*smoo*		*F*$_{cut}$*CUT*		*C*$_{eps}$		*P*$_{eps}$			
tab_ID$_{Y1}$	*tab_ID*$_{Y2}$	*tab_ID*$_{Y3}$	*tab_ID*$_{Y4}$	*tab_ID*$_{Y5}$					
Yscale$_1$		*Yscale*$_2$		*Yscale*$_3$		*Yscale*$_4$		*Yscale*$_5$	
Xscale$_1$		*Xscale*$_2$		*Xscale*$_3$		*Xscale*$_4$		*Xscale*$_5$	
Θ2		*Θ3*		*Θ4*		*Θ5*			
Alpha1		*Alpha2*		*Iflag_T*	*fct_ID_T*	*Iflag_loc*		*Iflag_tr*	*Iflag_kin*
QR2		*QR3*		*QR4*		*Alpha*		*T*$_{ref}$*REF*	
τ_1		τ_3						*Gsize*	
KF		*KP*		*Lat1*		*Lat2*		*T*$_{ini}$*INI*	
B		*Mo*		*Mn*		*W*		*Al*	
C		*Cr*		*Si*		*Cu*		*As*	
Co		*Ni*		*V*		*P*		*Ti*	
Fct_ID_a	*Fct_ID_f*	*Fct_ID_p*	*Fct_ID_b*	*Fct_ID_m*					
Yscale$_a$		*Yscale*$_f$		*Yscale*$_p$		*Yscale*$_b$		*Yscale*$_m$	
GFAC_F		*PHI_F*		*PSI_F*		*CR_F*		*CF*	
GFAC_P		*PHI_P*		*PSI_P*		*CR_P*		*CP*	
GFAC_B		*PHI_B*		*PSI_B*		*CR_B*		*CB*	
PHI_M		*PSI_M*		*N_M*					

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	（オプション）単位識別子 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
E	ヤング率 （実数）	[Pa]
ν	ポアソン比 （実数）	
fct_ID_E	温度依存のヤング率の関数識別子 （整数）	
$Yscale_E$	fct_ID_Eに対する縦軸（ヤング）のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	[Pa]
Time_unit	1時間あたりの時間単位数。 デフォルトは秒数に対応し、1時間あたり3600時間単位に相当します。 デフォルト = 3600（実数）	
F_{smooth}*smooth*	ひずみ速度スムージングオプションフラグ。 = *0*（デフォルト） ひずみ速度を平滑化しません。 = *1* ひずみ速度スムージングはアクティブ。 （整数）	
F_{cut}*CUT*	ひずみ速度フィルタリングのカットオフ周波数。 デフォルト = 10^{30}（実数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
C_{eps}	有効ひずみ速度依存のパラメータ（Cowper Symonds関係式）2 （実数）	
P_{eps}	有効ひずみ速度依存のパラメータ（Cowper Symonds関係式）2 （実数）	
tab_ID_{Y1}	オーステナイトに関する降伏応力、最初のエントリの有効塑性ひずみ、2番目の温度のテーブル識別子 （整数）	
tab_ID_{Y2}	フェライト用の降伏応力のテーブル識別子 （整数）	
tab_ID_{Y3}	パーライト用の降伏応力のテーブル識別子 （整数）	
tab_ID_{Y4}	ベイナイト用の降伏応力のテーブル識別子 （整数）	
tab_ID_{Y5}	マルテンサイト用の降伏応力のテーブル識別子 （整数）	
$Yscale_1$	tab_ID_{Y1}の縦軸（応力）のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
$Yscale_2$	tab_ID_{Y2}の縦軸（応力）のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
$Yscale_3$	tab_ID_{Y3}の縦軸（応力）のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
$Yscale_4$	tab_ID_{Y4}の縦軸（応力）のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
$Yscale_5$	tab_ID_{Y5}の縦軸（応力）のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
$Xscale_1$	tab_ID_{Y1}に対する3番目の変数のひずみ速度のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	$\left[\frac{1}{\mathrm{s}}\right]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
$Xscale_2$	tab_ID_{Y2}に対する3番目の変数のひずみ速度のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	$\left[\frac{1}{s}\right]$
$Xscale_3$	tab_ID_{Y3}に対する3番目の変数のひずみ速度のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	$\left[\frac{1}{s}\right]$
$Xscale_4$	tab_ID_{Y4}に対する3番目の変数のひずみ速度のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	$\left[\frac{1}{s}\right]$
$Xscale_5$	tab_ID_{Y5}に対する3番目の変数のひずみ速度のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	$\left[\frac{1}{s}\right]$
Θ2	オーステナイトでの以前のひずみの比率を決定するメモリ係数で、新しく形成されるフェライトに記憶されます。 *= 1* すべての塑性ひずみが伝達されます。 （実数）	
Θ3	オーステナイトでの以前のひずみの分率を決定するメモリ係数で、新しく形成されるパーライトに記憶されます。 *= 1* すべての塑性ひずみが伝達されます。 （実数）	
Θ4	オーステナイトでの以前のひずみの分率を決定するメモリ係数で、新しく形成されるベイナイトに記憶されます。 *= 1* すべての塑性ひずみが伝達されます。 （実数）	
Θ5	オーステナイトでの以前のひずみの分率を決定するメモリ係数で、新しく形成されるマルテンサイトに記憶されます。 *= 1* すべての塑性ひずみが伝達されます。 （実数）	
Alpha1	オーステナイトの熱膨張係数（ガンマ相） （実数）	$\left[\frac{1}{K}\right]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
Alpha2	オーステナイトの熱膨張係数（アルファ相） （実数）	$\left[\frac{1}{K}\right]$
Iflag_T	加熱プロセス。5 *= 0*（デフォルト） 冷却 *= 1* 加熱 *= 2* 関数*fct_ID_T*によって、時間の関数として冷却と加熱を定義します。 （整数）	
fct_ID_T	冷却と加熱の関数識別子。*Iflag_T*=2の場合にのみ使用。5 （整数）	
Iflag_loc	温度変化に応じて要素ごとの相変態をアクティブにするフラグ。6 *= 0* 2に設定 *= 1* 相変態は要素ごとに局所的に処理されます。 *= 2*（デフォルト） 相変態は、パートのすべての要素に対してグローバルに同一です。 （整数）	
Iflag_tr	変態ひずみフラグの計算。8 *= 0* 1に設定 *= 1*（デフォルト） 相分率の変化による。 *= 2* 各相の密度による。 （整数）	
Iflag_kin	相変態反応速度フラグ。9 *= 0* 1に設定 *= 1*（デフォルト） Kyrkaldi反応速度およびMarburger。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= *2* Hippchen反応速度。 （整数）	
QR2	オーステナイト-フェライト反応の拡散反応に対するユニバーサルな気体定数（R=8.314472）で割られるアクティブ化エネルギー 1 デフォルト = 11575（実数）	[K]
QR3	オーステナイト-パーライト反応の拡散反応に対するユニバーサルな気体定数（R=8.314472）で割られるアクティブ化エネルギー 1 デフォルト = 13840（実数）	[K]
QR4	オーステナイト-ベイナイト反応の拡散反応に対するユニバーサルな気体定数（R=8.314472）で割られるアクティブ化エネルギー 1 デフォルト = 13588（実数）	[K]
Alpha	マルテンサイト相の材料定数 3 （実数）	
T_{ref}*REF*	熱膨張の基準温度 （実数）	[K]
τ_1	温度T = $Ae1$（オーステナイト化の開始温度）での加熱で相変態が始まるまでに必要な時間。7 （実数）	[s]
τ_3	温度T = $Ae3$（オーステナイト化の最終温度）での加熱で相変態が始まるまでに必要な時間。7 （実数）	[s]
Gsize	オーステナイトのASTM粒子サイズの数値 （実数）	
KF	フェライト組成におけるホウ素の係数 4 （実数）	
KP	パーライト組成におけるホウ素の係数 4 （実数）	
Lat1	オーステナイトからフェライト、パーライト、ベイナイトへの分割による潜熱	$\left[\frac{J}{m^3}\right]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（実数）	
Lat2	オーステナイトからマルテンサイトへの分割による潜熱 （実数）	$\left[\frac{J}{m^3}\right]$
T_{ini}*INI*	初期温度 （実数）	$[K]$
B	材料におけるホウ素の重量パーセント（0.0~1.0） （実数）	
Mo	材料におけるモリブデンの重量パーセント（0.0~1.0） （実数）	
Mn	材料におけるマンガンの重量パーセント（0.0~1.0） （実数）	
W	材料におけるタングステンの重量パーセント（0.0~1.0） （実数）	
Al	材料におけるアルミニウムの重量パーセント（0.0~1.0） （実数）	
C	材料における炭素の重量パーセント（0.0~1.0） （実数）	
Cr	材料におけるクロムの重量パーセント（0.0~1.0） （実数）	
Si	材料におけるシリコンの重量パーセント（0.0~1.0） （実数）	
Cu	材料における銅の重量パーセント（0.0~1.0） （実数）	
As	材料におけるヒ素の重量パーセント（0.0~1.0） （実数）	
Co	材料におけるコバルトの重量パーセント（0.0~1.0） （実数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
Ni	材料におけるニッケルの重量パーセント(0.0~1.0) (実数)	
V	材料におけるバナジウムの重量パーセント(0.0~1.0) (実数)	
P	材料における亜リン酸の重量パーセント(0.0~1.0) (実数)	
Ti	材料におけるチタンの重量パーセント(0.0~1.0) (実数)	
Fct_ID_a	オーステナイト密度対温度関数の識別子。 (整数)	
Fct_ID_f	フェライト密度対温度関数の識別子。 (整数)	
Fct_ID_p	パーライト密度対温度関数の識別子。 (整数)	
Fct_ID_b	ベイナイト密度対温度関数の識別子。 (整数)	
Fct_ID_m	マルテンサイト密度対温度関数の識別子。 (整数)	
$Yscale_a$	オーステナイト密度のスケールファクター。 デフォルト = 1(実数)	$\left[\frac{kg}{m^3}\right]$
$Yscale_f$	フェライト密度のスケールファクター。 デフォルト = 1(実数)	$\left[\frac{kg}{m^3}\right]$
$Yscale_p$	パーライト密度のスケールファクター。 デフォルト = 1(実数)	$\left[\frac{kg}{m^3}\right]$
$Yscale_b$	ベイナイト密度のスケールファクター。 デフォルト = 1(実数)	$\left[\frac{kg}{m^3}\right]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
Yscale$_m$	マルテンサイト密度のスケールファクター。 デフォルト = 1（実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
GFAC_F	フェライト結晶粒度係数w_f。 デフォルト = 0.32（実数）	
PHI_F	インキュベーション時間を制御するフェライト進展パラメータφ_f。 デフォルト = 0.4（実数）	
PSI_F	インキュベーション時間を制御するフェライト進展パラメータψ_f。 デフォルト = 0.4（実数）	
CR_F	フェライト遅延係数Cr_f。 デフォルト = 0.0（実数）	
CF	フェライト組成依存性係数C_f。 デフォルト、コメント9を参照（実数）	
GFAC_P	パーライト結晶粒度係数w_p。 デフォルト = 0.32（実数）	
PHI_P	インキュベーション時間を制御するパーライト進展パラメータφ_p。 デフォルト = 0.4（実数）	
PSI_P	インキュベーション時間を制御するパーライト進展パラメータψ_p。 デフォルト = 0.4（実数）	
CR_P	パーライト遅延係数Cr_p。 デフォルト = 0.0（実数）	
CP	パーライト組成依存性係数C_p。 デフォルト、コメント9を参照（実数）	
GFAC_B	ベイナイト結晶粒度係数w_b。 デフォルト = 0.32（実数）	
PHI_B	インキュベーション時間を制御するベイナイト進展パラメータφ_b。 デフォルト = 0.4（実数）	

フィールド	内容	SI単位の例
PSI_B	ベイナイト進展パラメータψ_b。 デフォルト = 0.4（実数）	
CR_B	ベイナイト遅延係数Cr_b。 デフォルト = 0.0（実数）	
CB	ベイナイト組成依存性係数C_b。 デフォルト、コメント9を参照（実数）	
PHI_M	インキュベーション時間を制御するマルテンサイト進展パラメータφ_m。 デフォルト = 0.0428（実数）	
PSI_M	マルテンサイト進展パラメータψ_m。 デフォルト = 0.382（実数）	
N_M	マルテンサイト指数n_m。 デフォルト = 0.191（実数）	

例（鋼材）

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
                 Mg                    mm                    s
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/LAW80/1/1
steel
#              RHO_I
             7.8E-9
#                  E                   Nu   Fct_IDE             YscaleE           Time_unit
             210000                   .3         0                   0                3600
#            Fsmooth                 Fcut                 Ceps                 Peps
                  0                    0                    0                    0
# TAB_IDY1  TAB_IDY2  TAB_IDY3  TAB_IDY4  TAB_IDY5
        10        10        10        10        10
#             Yscale1              Yscale2              Yscale3              Yscale4              Yscale5
                  0                    0                    0                    0                    0
#             Xscale1              Xscale2              Xscale3              Xscale4              Xscale5
                  0                    0                    0                    0                    0
#              Theta2               Theta3               Theta4               Theta5
                  0                    0                    0                    0
#              Alpha1               Alpha2   Iflag_T  fct_ID_T Iflag_loc            Iflag_tr Iflag_kin
             2.51E-5              1.11E-5         0         0         0                   0         0
#                 QR2                  QR3                  QR4                Alpha                 Tref
              13022                15569                15287                 .011             298.14999
#                tau1                 tau3                                                       Gsize
                  0                    0                                                           8
#                  KF                   KP                 Lat1                 Lat2                 Tini
             190000                31000                  590                  640                 1083
#                   B                   Mo                   Mn                    W                   Al
               .0025                    0                 1.23                    0                    0
#                   C                   Cr                   Si                   Cu                   As
               .248                  .24                  .29                    0                    0
#                  Co                   Ni                    V                    P                   Ti
                   0                    0                    0                 .015                    0
```

```
# Fct_ID_a  Fct_ID_f  Fct_ID_p  Fct_ID_b  Fct_ID_m
         0         0         0         0         0
#            YScaleA             YScaleF             YScaleP             YScaleB             YScaleM
                   0                   0                   0                   0                   0
#             GFAC_F              PHI_F              PSI_F               CR_F                CF
                   0                   0                   0                   0                   0
#             GFAC_P              PHI_P              PSI_P               CR_P                CP
                   0                   0                   0                   0                   0
#             GFAC_B              PHI_B              PSI_B               CR_B                CB
                   0                   0                   0                   0                   0
#              PHI_M              PSI_M                N_M
                   0                   0                   0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/TABLE/1/10
table
         3
      2011                          0.0                273.
      2013                         0.02                300.
      2013                         0.04                300.
      2012                          0.0                300.
      2012                         0.02                273.
      2012                         0.04                273.
/FUNCT/2011
1st
                 0.0                185.0
                 0.1                339.0
                 1.0                339.0
/FUNCT/2012
2nd
                 0.0                190.0
                 0.1                344.0
                 1.0                344.0
/FUNCT/2013
3rd
                 0.0                195.0
                 0.1                349.0
                 1.0                349.0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
/END
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. Qの単位を$\left[\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{mol}}\right]$とすると、1 cal =4.1855 Jになります。
2. Cowper Seymondsの式を使用した場合、ひずみ速度依存は次のようになります:

$$\sigma = \sigma_y\left(1+\left(\frac{\dot{\varepsilon}}{C_{eps}}\right)^{\frac{1}{Peps}}\right) \quad (321)$$

3. マルテンサイトの体積率x_Mの式は次のとおりです:

$$x_M = x_\gamma\left(1-\exp\left(-\alpha\left(Ms-T\right)\right)\right) \quad (322)$$

ここで、

Ms	マルテンサイト変態の温度
x_γ	マルテンサイト変態開始時に使用できるオーステナイトの分率

4. 材料の組成に追加されるホウ素を考慮するために、フェライトとパーライトの関数が変更されています。係数*KF*および*KP*をホウ素(*B*)の重量パーセントと掛け合わせます。前者がフェライト、後者がパーライトの組成関数です。
5. デフォルトでは、この材料則で扱うプロセスは冷却であると見なされます。*Iflag_T*を使用して、次のように冷却または加熱のどちらをシミュレーションするかを指定します。
   - *Iflag_T* = 0:冷却 - 相を生成するためのオーステナイトの相変態(マルテンサイト)
   - *Iflag_T* = 1:加熱 - フェライトからオーステナイトを形成

- *Iflag_T* = 2:*fct_ID_T*を使用して時間の関数として冷却と加熱を定義することを指定するフラグこの関数が0の場合は冷却になり、1の場合は加熱になります。

6. グローバルまたは局所相変態のフラグ:

- *Iflag_loc* = 2(デフォルト)の相変化は、*Iflag_T*に応じてパートごとにグローバルになります。
- *Iflag_loc* = 1の相変化は、時間的な温度変化を考慮して要素ごとに自動的に処理されます。この場合、*Iflag_T*は、相分率の値の初期化にのみ使用され、time=0でのみ使用されます。

7. オーステナイト化モデルは、修正Leblondモデルに基づきます。[7]

$$\dot{x}_\gamma = \frac{x_{eq}(T) - x_\gamma}{\tau(T)} \tag{323}$$

ここで、x_γはオーステナイトの分率です。

$$x_{eq}(T) = \begin{cases} 0, \text{ if } T \le Ae_1 \\ 1, \text{ if } T \ge Ae_3 \\ \frac{T - Ae_1}{Ae_3 - Ae_1}, \text{ otherwise} \end{cases}$$

ここで、x_{eq}は、非常に低い加熱速度(準等温)でのオーステナイト分率の進展です。所定の温度に対して、x_{eq}は、方程式$\dot{x}_\gamma$の解に向かう漸近値です。

$$\tau(T) = \begin{cases} \tau_1, \text{ if } T \le Ae_1 \\ \tau_3, \text{ if } T \ge Ae_3 \\ \tau_1 + \frac{T - Ae_1}{Ae_3 - Ae_1}(\tau_3 - \tau_1), \text{ otherwise} \end{cases}$$

ここで、

T	温度
Ae_1	オーステナイト化の開始温度
Ae_3	オーステナイト化の最終温度

Leblondは、この時間変数を次のように定義しています:"t一定温度 T、x_γは、時定数 τを使用して、x_{eq}に対して指数関数的に漸近します"。

実際には、τ_1とτ_3を、それぞれ変態の開始と終了を正しく表すように識別する必要があります。

オーステナイト化の開始温度と最終温度は、スチールの組成に基づいて自動的に計算され、Starterの出力ファイルに書き込まれます。

8. 2つの変態ひずみモデルが使用可能です(*Iflag_tr*):

- *Iflag_tr* =1

$$\Delta\varepsilon^{tr} = \Delta\left(\sum_{i=2}^{5} x_i\right)\Delta\varepsilon_{\alpha\gamma} \tag{324}$$

ここで、

$\Delta\varepsilon_{\alpha\gamma}$	アルファ相とガンマ相の稠密度の違い
$x_{i=2,5}$	生成物相の分率

- *Iflag_tr* =2

$$\Delta\varepsilon^{tr} = \frac{-1}{3(\rho + d\rho)} \sum_{i=1}^{5} dx_i \rho_i \qquad (325)$$

ここで、

$d\rho$	fccからbccへの密度の変化
ρ_i	関数*Fct_ID_a*、*Fct_ID_f*、*Fct_ID_p*、*Fct_ID_b*、*Fct_ID_m*で指定された相の密度

9. 2つの変態反応速度モデルが使用可能です(*Iflag_kin*):

Iflag_kin = 1:変態反応速度は、フェライト、パーライト、ベイナイトについてはKirkaldy [8]のモデルに基づき、マルテンサイトについてはKoistinenおよびMarburger [9]のモデルに基づきます。

- Kirkaldy:

$$\frac{dx_i}{dt} = f(G) \cdot f(C) \cdot f(T) \cdot f(x_i) \qquad (326)$$

ここで、

$f(G) = 2^{G-1/2}$	結晶粒度の影響
$f(T) = (T_{cr} - T)^n \cdot e^{\frac{-Q_i}{RT}}$	温度の影響 ここで、フェライトとパーライトの場合はn=3、ベイナイトの場合はn=2です
$f(x_i) = \frac{(x_i)^{\frac{2(1-x_i)}{3}} \cdot (1-x_i)^{\frac{2x_i}{3}}}{Y}$	形成される電流割合の影響
$f(C)$	内部で計算された合金組成依存性係数
$i = f$	フェライトの場合
$i = p$	パーライトの場合
$i = b$	ベイナイトの場合

- マルテンサイト:

$$x_m = x_\gamma \left(1 - e^{-\alpha(M_s - T)}\right) \qquad (327)$$

ここで、

M_s	マルテンサイト変態の温度
x_γ	マルテンサイト変態開始時に使用できるオーステナイトの分率

Iflag_kin = 2: 変態は、Hippchen [10]に従って次のように変更されます:

$$\frac{dx_i}{dt} = f(G) \cdot f(C) \cdot f(T) \cdot f(x_i) \qquad (328)$$

ここで、

$f(G)=2^{w_i G}$ パラメータを追加する結晶粒度の影響 w_i

$f(T)=(T_{cr}-T)^n \cdot e^{\frac{-Q_i}{RT}}$ 温度の影響

ここで、フェライトとパーライトの場合はn=3、ベイナイトの場合はn=2です

$f(x_i)=\frac{(x_i)^{\varphi_i(1-x_i)} \cdot (1-x_i)^{\varphi_i x_i}}{e^{Cr_i x_i^2}}$ 形成される電流割合の影響

$f(C)=C_i$

$i=f$ フェライトの場合

$i=p$ パーライトの場合

$i=b$ ベイナイトの場合

$f(C)=0$の場合、デフォルトでは、*Iflag_kin* =1の場合と同様に内部で計算された関数$f(C)$を使用します。

温度速度に応じて、マルテンサイト分率は次のように計算されます：

$$\frac{dx_m}{dT}=\alpha(M_s-T)^{n_m} \cdot x_m^{\varphi_m}(1-x_m)^{\psi_m(2-x_\gamma)} \quad (329)$$

ここで、

M_s マルテンサイト変態の温度

x_γ マルテンサイト変態開始時に使用できるオーステナイトの分率

10. この材料則は/HEAT/MATと共に使用できます。

11. この材料則は/PROP/TYPE1、/PROP/TYPE9、/PROP/TYPE10と適合性があります。

12. アニメーション出力（/ANIM/SHELL/USRII/JJ）のリスト：

USR 2= オーステナイト相の分率
USR 3= フェライト相の分率
USR 4= パーライト相の分率
USR 5= ベイナイト相の分率
USR 6= マルテンサイト相の分率
USR 7= 硬度
USR 8= 温度
USR 9= 降伏
USR 10= マルテンサイトの式のXGAMA

13. 材料の相変態は、冷却の間にのみ起こります。変形または加熱による材料の相変態はありません。

7. J.B.Leblond, G. Mottet, J. Devaux & J.C. Devaux (1985) Mathematical models of anisothermal phase transformations in steels, and predicted plastic behavior, Materials Science and Technology, 1:10, 815-822, DOI: 10.1179/mst.1985.1.10.815

See Also

材料の適合性

Failure Models (Reference Guide)

8. J.S. Kirkaldy, D. Venugopalan, Prediction of microstructure and hardenability in low alloy steels, in: A.R. Marder, J.I. Goldstein (Eds.), International Conference on Phase Transformations in Ferrous Alloys, October 1983, Philadelphia, pp. 125–148
9. D.P. Koistinen, R.E. Marburger, A general equation prescribing the extent of the austenite–martensite transformations in pure iron–carbon alloys and plain carbon steels, Acta Metall. 7 (1959) 59–60
10. P. Hippchena, A. Lippa, H. Grassa, P. Craigheroa, M. leischera, M. Merkleinb, Modelling kinetics of phase transformation for the indirect hotstamping process to focus on car body parts with tailored properties, Journal of Materials Processing Technology, (2015)

/MAT/LAW84

ブロックフォーマットのキーワード
Johnson-Cookのひずみ速度硬化と温度軟化を伴うSwift-Voce弾塑性則。この材料則を使用すれば、非関連2次流れ則のモデル化が可能になります。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW84/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
ρ_i									
E		ν							
P_{12}		P_{22}		P_{33}		Q		B	
$G_{12}12$		G_{22}		G_{33}		K_0		α	
A		ε_0		n		C		$\dot{\varepsilon}_0$	
η		C_p		$T_{ini}INI$		$T_{ref}REF$		$T_{melt}MELT$	
m		$\dot{\varepsilon}_\alpha$							

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
E	ヤング率 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
ν	ポアソン比	

フィールド	内容	SI単位の例
	（実数）	
P_{12}	降伏パラメータ デフォルト = -0.5（実数）	
P_{22}	降伏パラメータ デフォルト = 1.0（実数）	
P_{33}	降伏パラメータ デフォルト = 3.0（実数）	
$G_{12}12$	流れ則パラメータ デフォルト = P_{12}（実数）	
G_{22}	流れ則パラメータ デフォルト = P_{22}（実数）	
G_{33}	流れ則パラメータ デフォルト = P_{33}（実数）	
Q	Voce硬化係数 （実数）	[Pa]
B	Voce塑性ひずみ係数 デフォルト = 0.0（実数）	
K_0	Voceパラメータ （実数）	
α	降伏重み係数 **=1** Swift硬化則 **=0** Voce硬化則 デフォルト = 0.0（実数）	
A	Swift硬化係数 （実数）	[Pa]
n	Swift硬化指数 デフォルト = 1.0（実数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
ε_0	Swift硬化パラメータ デフォルト = 0.00（実数）	
C	ひずみ速度係数。 **= 0** ひずみ速度効果はなし デフォルト = 0.00（実数）	
$\dot{\varepsilon}_0$	参照ひずみ速度 デフォルト = 10^{30}、ひずみ速度効果はなし （実数）	$\left[\frac{1}{\mathrm{s}}\right]$
η	Taylor-Quinney係数は、熱に変換される塑性仕事の比率を定量化します。 （実数）	
C_p	比熱 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{kg}\cdot\mathrm{K}}\right]$
T_{ini}*INI*	time=0のときに初期化で使用される初期温度 （実数）	$[\mathrm{K}]$
T_{ref}*REF*	参照温度。 （実数）	$[\mathrm{K}]$
T_{melt}*MELT*	溶融温度。 （実数）	$[\mathrm{K}]$
m	温度指数。 （実数）	
$\dot{\varepsilon}_\alpha$	温度依存性に関するひずみ速度最適化パラメータ （実数）	$\left[\frac{1}{\mathrm{s}}\right]$

例（金属）

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
                  Mg                    mm                    s
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-   2. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/LAW84/1/1
```

```
Swift-voce (metal)
#              Rho_i
                8E-9
#                  E                  Nu
               206000                  .3
#                 P12                 P22                 P33                   Q                   B
                  -.5                   1                   3                 524                  25
#                 G12                 G22                 G33                  K0               ALPHA
                  -.5                   1                   3                 100                  .5
#                   A                EPS0                   n                   C              EPSDOT
                 1000             .00128                  .2                .014               .0011
#                 ETA                  CP                Tini                Tref               Tmelt
                   .9        42000000000                 293                 293                1700
#                   m              EPSDOTA
                 .921                1.379
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
/END
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. 降伏応力は、SwiftモデルとVoceモデル両方と、Johnson-Cook則に従ったひずみ速度依存性と温度依存性の組み合わせを使用した解析的表現を使用して計算されます。

$$\sigma_y = \{\alpha[A(\bar{\varepsilon}_p + \varepsilon_0)^n] + (1-\alpha)[K_0 + Q(1-\exp(-B\bar{\varepsilon}_p))]\}\left(1 + C\ln\frac{\dot{\bar{\varepsilon}}_p}{\dot{\varepsilon}_0}\right)\left[1 - \left(\frac{T - T_{ref}}{T_{melt} - T_{ref}}\right)^m\right] \quad (330)$$

2. Cauchy応力は次のように計算されます:

$$\begin{aligned}\bar{\sigma} &= f(\sigma) \\ &= \sqrt{\sigma^T P \sigma} \\ &= \sigma_{11}^2 + P_{22}\sigma_{22}^2 + (1 + P_{12} + P_{22})\sigma_{33}^2 \\ &+ 2P_{12}\sigma_{11}\sigma_{22} - 2(1 + P_{12})\sigma_{11}\sigma_{33} - 2(P_{22} + P_{12})\sigma_{22}\sigma_{33} \\ &+ (P_{33} + 3)\sigma_{12}^2 + 3\sigma_{23}^2\end{aligned} \quad (331)$$

3. 非関連塑性流れ則は次のように計算されます:

$$\Delta\varepsilon_p = \Delta\bar{\varepsilon}_p \frac{\partial g(\sigma)}{\partial \sigma} \quad (332)$$

ここで、

$$\begin{aligned}g(\sigma) &= \sqrt{\sigma^T G \sigma} \\ &= \sigma_{11}^2 + G_{22}\sigma_{22}^2 + (1 + G_{12} + G_{22})\sigma_{33}^2 \\ &+ 2G_{12}\sigma_{11}\sigma_{22} - 2(1 + G_{12})\sigma_{11}\sigma_{33} - 2(G_{22} + G_{12})\sigma_{22}\sigma_{33} \\ &+ (G_{33} + 3)\sigma_{12}^2 + 3\sigma_{23}^2\end{aligned} \quad (333)$$

4. 温度は次を使用して更新されます:

$$\Delta T = \omega(\dot{\bar{\varepsilon}}_p)\frac{\eta}{\rho C_p}\bar{\sigma}\, d\bar{\varepsilon}_p \quad (334)$$

ここで、$\omega(\dot{\bar{\varepsilon}}_p) = \begin{cases} 0 & \text{if} \quad \dot{\bar{\varepsilon}}_p < \dot{\varepsilon}_0 \\ 1 & \text{if} \quad \dot{\bar{\varepsilon}}_p > \dot{\varepsilon}_\alpha \\ \dfrac{(\dot{\bar{\varepsilon}}_p - \dot{\varepsilon}_0)^2(3\dot{\varepsilon}_\alpha - 2\dot{\bar{\varepsilon}}_p - \dot{\varepsilon}_0)}{(\dot{\varepsilon}_\alpha - \dot{\varepsilon}_0)^3} & \text{if} \quad \dot{\varepsilon}_0 \le \dot{\bar{\varepsilon}}_p \le \dot{\varepsilon}_\alpha \end{cases}$

See Also

材料の適合性

Failure Models (Reference Guide)

Explicit Structural FEA Materials (User Guide)

/MAT/LAW87 (BARLAT2000)

ブロックフォーマットのキーワード
この弾塑性則は、アルミニウム合金を中心とした異方性材料向けに開発されています。

降伏応力は、ユーザー定義関数（塑性ひずみと応力の関係）またはSwiftモデルとVoceモデルの組み合わせから解析的に定義できます。このモデルは、Barlat YLD2000基準に基づいています。[11]

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW87/*mat_ID*/*unit_ID*または MAT/BARLAT2000/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
ρ_i									
E		*v*		*Iflag*	*VP*	*c*		*p*	

I_{fit} =0の場合、以下の2つの行を挿入

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
α_1		α_2		α_3		α_4		I_{fit}	
α_5		α_6		α_7		α_8			

I_{fit} =1の場合、以下の2つの行を挿入

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
σ_{00}		σ_{45}		σ_{90}		σ_b		I_{fit}	
r_{00}		r_{45}		r_{90}		r_b			

硬化パラメータ

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Chard									

材料の降伏および硬化について入力*Iflag*=0の場合、読み込み：

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
	a					F_{cut}*CUT*		F_{smooth}*smoo*	N_{rate}

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
空白行									

Iflag=0 の場合、N_{rate} 読み込み行:

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
fct_ID_i		$Fscale_i$		$\dot{\varepsilon}_i$					

Iflag=1の場合、読み込み:

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
	a	α_{sv}		n		F_{cut}CUT		F_{smooth}smoo	
A		ε_0		Q		B		K_0	

Iflag=2の場合、読み込み:

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
	a								
Am		Bm		Cm		Dm		Pm	
Qm		$\varepsilon_0$mart		$VM0$					
A_{HS}		B_{HS}		MHS		NHS		$EPS0HS$	
$HMART$		K_1		K_2					
T_0				Cp		Eta			

Chard > 0の場合読み込み:

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$CRC1$		$CRA1$		$CRC2$		$CRA2$			
$CRC3$		$CRA3$		$CRC4$		$CRA4$			

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
E	ヤング率 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
ν	ポアソン比 （実数）	
Iflag	降伏応力定義フラグ = *0*（デフォルト） N_{rate}で定義される関数番号と表形式入力。 = *1* Swift-Voce解析定式化で、N_{rate} = 0. = *2* Hansel硬化モデル。 （整数）	
VP	ひずみ速度選択フラグ 4 = *0*（デフォルト） 降伏応力に対するひずみ速度効果は全ひずみ速度に依存します。 = *1* 降伏応力に対するひずみ速度効果は塑性ひずみ速度に依存します。 （整数）	
I_{fit}	材料パラメータフィッティングのフラグ = *0*（デフォルト） α_1からα_8までにBarlatパラメータを入力します。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	=1 Barlatパラメータは、σ_{00}、σ_{45}、σ_{90}、σ_b、r_{00}、r_{45}、r_{90}、r_bとして入力される試験データから計算されます。 （整数）	
α_i	*i*=1~8のBarlat材料パラメータ。 （実数）	
σ_{00}	00方向（回転方向）の降伏強度 （実数）	[Pa]
σ_{45}	45方向の降伏強度 （実数）	[Pa]
σ_{90}	90方向の降伏強度 （実数）	[Pa]
σ_b	2軸載荷の降伏強度 （実数）	[Pa]
r_{00}	00方向（回転方向）のLankford r-値 （実数）	
r_{45}	45方向のLankford r-値 （実数）	
r_{90}	90方向のLankford r-値 （実数）	
r_b	2軸載荷のLankford r-値 （実数）	
Chard	硬化係数。 *=0* =硬化は完全等方性モデルです。 *=1* 硬化は運動学的Chaboche Roussilierモデルを使用します。 *= 0~1*の値 組み合わせた等方移動硬化の重量。 （整数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
a	降伏関数の指数部。2 デフォルト = 2（整数）	
α_{sv}	Swift-Voce重み係数。2 *= 1* Swift硬化則 *= 0* Voce硬化則 デフォルト = 0.0（実数）	
Q	Voce硬化係数 （実数）	[Pa]
K_0	Voce硬化パラメータ （実数）	[Pa]
B	Voce塑性ひずみ係数 デフォルト = 0.0（実数）	
A	Swift硬化係数 （実数）	[Pa]
n	Swift硬化指数 デフォルト = 1.0（実数）	
ε_0	Swift硬化パラメータ デフォルト = 0.00（実数）	
F_{smooth}*smooth*	*VP*=0の場合のひずみ速度スムージングオプションフラグ。4 *= 0*（デフォルト） ひずみ速度を平滑化しません。 *= 1* ひずみ速度スムージングはアクティブ。 （整数）	
F_{cut}*CUT*	ひずみ速度フィルタリングのカットオフ周波数。Appendix：フィルタリング。7 デフォルト = 10 KHz（実数）	[Hz]

フィールド	内容	**SI**単位の例
c	Cowper Seymonds参照ひずみ速度 （実数）	$\left[\frac{1}{\mathrm{s}}\right]$
p	Cowper Seymondsひずみ速度指数 5 （実数）	
N_{rate}	降伏関数の数 2 $N_{rate} > 0$ *Iflag*=0の場合にのみ使用されます。 （整数）	
fct_ID_i	降伏応力対塑性ひずみの識別子 （整数）	
$Fscale_i$	fct_ID_iの縦軸のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
$\dot{\varepsilon}_i$	fct_ID_iに対応するひずみ速度*i* *VP* =0 fct_ID_iの全ひずみ速度 *VP* =1 fct_ID_iの塑性ひずみ速度 デフォルト = 1.0（実数） 5	$\left[\frac{1}{\mathrm{s}}\right]$
Am	マルテンサイト反応速度式のパラメータA。 （実数）	
Bm	マルテンサイト反応速度式のパラメータB。 （実数）	
Cm	マルテンサイト反応速度式のパラメータC。 （実数）	
Dm	マルテンサイト反応速度式のパラメータD。 （実数）	$\left[\frac{1}{\mathrm{K}}\right]$
Pm	マルテンサイト反応速度式のパラメータP。 （実数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
Qm	マルテンサイト反応速度式のパラメータQ。 （実数）	$[\mathrm{K}]$
ε_0*mart*	マルテンサイト反応速度式のパラメータε_0。 （実数）	
VM0	マルテンサイト反応速度式の初期体積率*VM0*。 （実数）	
A_{HS}	Hansel硬化則のパラメータA_{HS}。 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
B_{HS}	Hansel硬化則のパラメータB_{HS}。 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
MHS	Hansel硬化則の係数m。 （実数）	
NHS	Hansel硬化則の指数n。 （実数）	
EPS0HS	Hansel硬化則の参照ひずみε_0。 （実数）	
HMART	Hansel硬化則のマルテンサイト$\Delta H_{\gamma\alpha}$係数。	$[\mathrm{Pa}]$
K_1	Hansel硬化則の温度パラメータK_1。 （実数）	
K_2	Hansel硬化則の温度パラメータK_2。 （実数）	
T_0	初期温度 （実数）	$[\mathrm{K}]$
Cp	単位質量あたりの比熱 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{kg}\cdot\mathrm{K}}\right]$
Eta	Taylor-Quinney係数。	

フィールド	内容	SI単位の例
	（実数）	
CRCi	Chaboche Rousselier移動パラメータC *i*=1~4。 （実数）3	
CRAi	Chaboche Rousselier移動パラメータA *i*=1~4。 （実数）3	[Pa]

例 1（Barlatパラメータ入力*Iflag*=0およびI_{fit}=0）

この例では、Barlatパラメータ入力(I_{fit}=0)および表形式降伏応力-ひずみ曲線入力（*Iflag*=0）

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
                  kg                  mm                  ms
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/LAW87/1/1
Steel
#              RHO_I
             7.8E-6                   0
#                  E                  Nu     IFlag        VP             coeff_c               exp_p

                 210                 0.3         0         1             4.15401                3.57

#                 a1                  a2                  a3                  a4     I_fit
                 1.0                 1.0                 1.0                 1.0         0
#                 a5                  a6                  a7                  a8
                 1.0                 1.0                 1.0                 1.0
#              Chard
                   0
#              exp_a               ALPHA                NEXP                Fcut   Fsmooth     NRATE
                   2                   0                   0                   0         1         1
# Blank

#  func_id                        YSCALE         strain rate
         4                           1.5                   1
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/4
Steel
#                  X                   Y
                   0                  .3
               0.007                  .5
                0.05                  .7
                 0.1                 .75
                 0.3                  .9
                   1                 1.2
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
/END
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

例 2（実験データ入力I_{fit}=1）

ここで、I_{fit}=1は、降伏強度の材料実験データおよび00、45、90方向のLankford r-値および2軸載荷を入力するために使用されます。関連するBarlatパラメータは自動的にフィッティングされ、使用されます。*Iflag*=1で使用されるSwift-Voceパラメータ。

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
```

```
                    g                   mm                  ms
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/LAW87/1/1
Aluminum
#               RHO_I
              2.7E-3                   0
#                   E                  Nu     IFlag        VP             coeff_c               exp_p
                70000                 0.3         1         0                   0                   0
#              sig00               sig45              sig90              sigb     I_fit
           133.179899          133.102756          132.330693          162.330301         1
#                 r00                 r45                 r90                rb
         0.703242569         0.486264221         0.865336191         0.546807587
#               Chard
                   0
#               exp_a               ALPHA                NEXP                Fcut   Fsmooth
                   8                0.55                0.21                   0         1
#              ASwift                Eps0               Qvoce               Beta                  KO
                 415.             0.00220               174.7              11.19               132.4
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
/END
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

例 3（Hansel降伏モデル（*Iflag*=2）および移動硬化モデル（*Chard*=1））

この例では、Hansel降伏モデル（*Iflag*=2）および移動硬化モデル（*Chard*=1）でBarlatパラメータ入力（I_{fit}=0）を使用します。

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
                   kg                   mm                  ms
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/BARLAT2000/2/1
Steel
#               RHO_I
            7.800E-6                   0
#                   E                  Nu     IFlag        VP                   c                   P
                  210                  .3         2         0                   0                   0
#                  a1                  a2                  a3                  a4     I_fit
               0.4865              1.3783              0.7536              1.0246         0
#                  a5                  a6                  a7                  a8
               1.0363              0.9036              1.2321              1.4858
#               Chard
                   1
#               exp_a
                   8
#                  AM                  BM                  CM                  DM                  PM
               0.578               0.185               -6.78                0.02                7.54
#                  QM              E0MART                 VM0
              1379.0                0.01              0.1690
#                 AHS                 BHS                 MHS                 NHS              EPS0HS
              -0.261               9.170               0.118               0.401              0.0988
#               HMART                  K1                  K2
              0.5490                3.95            -0.00681
#               TEMP0                TREF                  CP                 ETA
                300.                293.                460.                 0.1
#                CRC1                CRA1                CRC2                CRA2
                  80               0.052                   0                   0.
#                CRC3                CRA3                CRC4                CRA4
                   0                 0.0                   0                   0.
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
/END
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. 降伏関数は、次のように表されます：

$$f = \bar{\sigma} - \sigma_y \tag{335}$$

$$\bar{\sigma} = \frac{1}{2^{1/a}}\left(\varphi(X') + \varphi'(X'')\right)^{1/a} \tag{336}$$

$$\varphi(X') = |X'_1 - X'_2|^a \tag{337}$$

$$\varphi'(X'') = |2X''_2 + X''_1|^a + |2X''_1 + X''_2|^a \tag{338}$$

X' と X'' はそれぞれテンソル$\mathbf{X}'$と$\mathbf{X}''$の主値です。これらのテンソルは、偏差応力の線形変換です。これにより、次の式が導かれます:

$$\varphi(X') = \left[(X'_{xx} - X'_{yy})^2 + 4(X'_{xy})^2\right]^{\frac{a}{2}} \tag{339}$$

$$\varphi'(X'') = \left[\tfrac{3}{2}(X''_{xx} - X''_{yy}) + \tfrac{1}{2}\sqrt{(X''_{xx} - X''_{yy})^2 + 4(X''_{xy})^2}\right]^a + \left[\tfrac{3}{2}(X''_{xx} - X''_{yy}) - \tfrac{1}{2}\sqrt{(X''_{xx} - X''_{yy})^2 + 4(X''_{xy})^2}\right]^a \tag{340}$$

テンソル$\mathbf{X}'$と$\mathbf{X}''$は、応力テンソルの線形変換です:

$$\mathbf{X}' = \mathbf{L}'\boldsymbol{\sigma} \quad and \quad \mathbf{X}'' = \mathbf{L}''\boldsymbol{\sigma}$$

$$\mathbf{L}' = \frac{1}{3}\begin{bmatrix} 2\alpha_1 & -\alpha_1 & 0 \\ -\alpha_2 & 2\alpha_2 & 0 \\ 0 & 0 & 3\alpha_7 \end{bmatrix} \tag{341}$$

$$\mathbf{L}'' = \frac{1}{9}\begin{bmatrix} -2\alpha_3 + 2\alpha_4 + 8\alpha_5 - 2\alpha_6 & \alpha_3 - 4\alpha_4 - 4\alpha_5 + 4\alpha_6 & 0 \\ 4\alpha_3 - 4\alpha_4 - 4\alpha_5 + \alpha_6 & -2\alpha_3 + 8\alpha_4 + 2\alpha_5 - 2\alpha_6 & 0 \\ 0 & 0 & 9\alpha_8 \end{bmatrix} \tag{342}$$

2. 降伏応力は、表形式入力または解析的なSwift-Voceモデルを使用して定義できます。

- *Iflag*=0: 表形式。
  - 関数の数N_{rate}を定義することでひずみ速度依存の合計を追加できます。
- *Iflag*=1:解析的なSwift-Voceモデルは次のように表されます:

$$\sigma_y = \alpha_{sv}\left[A(\bar{\varepsilon}_p + \varepsilon_0)^n\right] + (1 - \alpha_{sv})\left[K_0 + Q(1 - \exp(-B\bar{\varepsilon}_p))\right] \tag{343}$$

  ここで、

  $\bar{\varepsilon}_p$ 相当塑性ひずみ

- *Iflag*=2:Hansel硬化モデルが考慮されます。

$$\sigma_y = \left\{B_{HS} - (B_{HS} - A_{HS})\, e^{\left(-m\left[\bar{\varepsilon}^p + \varepsilon_0\right]^n\right)}\right\}(K_1 - K_2 T) + \Delta H_{\gamma\alpha} V_m \tag{344}$$

  断熱状態の場合、温度は以下の法則で更新されます。

$$\Delta T = \eta \frac{\bar{\sigma} d\bar{\varepsilon}_p}{\rho C_p} \tag{345}$$

  マルテンサイト反応速度式は次のように計算されます:

$$\frac{\partial V_m}{\partial \varepsilon} = \begin{cases} 0 & if\ \varepsilon < \varepsilon_0 \\ \frac{B}{A} \cdot e^{\left(\frac{Q}{T}\right)} \cdot \left(\frac{1 - V_m}{V_m}\right)^{\left(\frac{B+1}{B}\right)} \cdot \frac{(V_m)^p}{2} \cdot (1 - \tanh[C + DT]) & f\varepsilon \geq \varepsilon_0 \end{cases} \tag{346}$$

3. *Chard*> 0の場合、Chaboche Rousselierの移動硬化モデルが使用されます:
   - 逆応力は次のように計算されます:

$$a = \sum_{i=1}^{4} a_i \tag{347}$$

   ここで、

$$a_i = A_i C_i d\varepsilon_p - C_i a_i \Delta\bar{\varepsilon}_p \tag{348}$$

   - 組み合わせた等方移動硬化を選択した場合、降伏応力は次のように計算されます:

$$\sigma_y = (1 - Chard).\sigma_{iso\_hard} + Chard.\sigma_{kin\_hard} \tag{349}$$

4. 表形式入力を選択した場合は、ひずみ速度をスムーズにするひずみ速度フィルタリングを使用できます。

   アニメーション出力(/ANIM/*SHELL*/USRII/JJ)のリスト:
   - USR 1= 塑性ひずみ
   - USR 2= 有効応力
   - USR 3= 塑性ひずみの増分

5. *Iflag*=1の(解析的Swift-Voce定式化が使用されている)場合、ひずみ速度効果は下記のCowper-Symonds式を用いて考慮されます:

$$\sigma_y = \sigma_y\left(1 + \left(\frac{\dot{\varepsilon}}{C}\right)^{1/p}\right) \tag{350}$$

   VP=0の場合:$\dot{\varepsilon}$は全ひずみ速度

   VP=1の場合:$\dot{\varepsilon}$は塑性ひずみ速度

   c=0または*p*=0の場合、ひずみ速度効果は考慮されません。

6. *Iflag*=0(表形式定式化)の場合:

   VP=0の場合:$\dot{\varepsilon}_i$は全ひずみ速度

   VP =1の場合:$\dot{\varepsilon}_i$は塑性ひずみ速度

7. ひずみ速度フィルタリング:

   VP=0(ひずみ速度に依存)の場合、F_{cut}*CUT*のデフォルト値 = 10 kHz。

   VP=1(塑性ひずみ速度に依存)の場合、F_{smooth}*smooth*とF_{smooth}*smooth*は無視されます。

8. I_{fit} =1の場合、係数α_iはRadioss Starterに自動的にフィッティングされます。引張降伏強度σ_{00}, σ_{45}, σ_{90}およびLankford比率r_{00}, r_{45}, r_{90}は、0.2%に等しい塑性ひずみに対応する塑性仕事の量における回転、対角および横方向に沿った単軸引張試験から決定される必要があります。σ_b とr_bは、同じ量の塑性ひずみについて、2軸試験から決定されなくてはなりません。

11. Barlat F., Brem J.C., Yoon J.W, Chung K., Dick R.E., Lege D.J., Pourboghrat F., Choi, E. Chu S.-II, (2003), Plane stress yield function for aluminum alloy sheets part 1: Theory, International Journal of Plasticity, Volume 19, Issue 8, August, Pages 1215-1244.
12. J.L. Chaboche,G. Rousselier, (1983), On the Plastic and Viscoplastic Constitutive Equations-Part I: Rules Developed With Internal variable Concept, Journal of Pressure Vessel Technology, Volume 105, pages 153
13. A. H. C. Hänsel, P. Hora and J.Reissner, (1998), model for the kinetics of strain-induced martensitic phase transformation at nonisothermal conditions for the simulation of steel metal

See Also

材料の適合性

Failure Models (Reference Guide)

Explicit Structural FEA Materials (User Guide)

forming processes with metastable austenitic steels, Simulation of Materials Processing: Theory, methods, and Applications

/MAT/LAW93 (ORTH_HILL)または(CONVERSE)

ブロックフォーマットのキーワード
この材料則はHill塑性を擁する直交異方性弾性挙動材料を記述し、シェルおよびソリッド要素に適用可能です。(/BRICK、/TETRA4および/TETRA10)。

シェル要素の場合はプロパティセット/PROP/TYPE11、/PROP/TYPE17、/PROP/TYPE51、/PROP/PCOMPP、ソリッド要素の場合は/PROP/TYPE6と使用されます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW93/*mat_ID*/*unit_ID*または/MAT/ORTH_HILL/*mat_ID*/*unit_ID*または/MAT/CONVERSE/*mat_ID*/*unit_ID*/									
mat_title									
ρ_i									
E_{11}		E_{22}		E_{33}		$G_{12}12$		ν_{12}	
G_{13}		$G_{23}23$		ν_{13}		ν_{23}			
N_{rate}	*VP*	$F_{cut}CUT$							

$N_{rate} > 0$の場合の降伏の曲線入力、行毎にN_{rate} 塑性関数を定義:

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
fct_ID_i		$Fscale_i$		$\dot{\varepsilon}_i$					

降伏のパラメータ入力:

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
σ_y		QR_1		CR_1		QR_2		CR_2	

HILL基準の降伏応力比:

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
R_{11}		R_{22}		R_{12}					
R_{33}		R_{13}		R_{23}					

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
E_{11}	方向11のヤング率 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
E_{22}	方向22のヤング率 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
E_{33}	方向33のヤング率 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
$G_{12}12$	方向12におけるせん断係数 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
G_{13}	方向13におけるせん断係数 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
$G_{23}23$	方向23におけるせん断係数 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
ν_{12}	ポアソン比12 （実数）	
ν_{13}	ポアソン比13 （実数）	
ν_{23}	ポアソン比23 （実数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
N_{rate}	降伏関数の数	
VP	ひずみ速度選択フラグ *= 1* 降伏応力に対するひずみ速度効果は塑性ひずみ速度に依存します。 *= 2*（デフォルト） 降伏に対するひずみ速度効果は全ひずみ速度に依存します。 *= 3* 降伏に対するひずみ速度効果はひずみ速度の偏差に依存します。 （整数）	
$F_{cut}CUT$	ひずみ速度フィルタリングのカットオフ周波数。 デフォルト = 1.0 x 10^4（実数）	[Hz]
fct_ID_i	塑性曲線のi番目の関数の識別子（i=1、N_{rate}） （整数）	
$Fscale_i$	i番目の関数のスケールファクター（i=1、N_{rate}） デフォルト = 1.0（実数）	[Pa]
$\dot{\varepsilon}_i$	i番目の関数のひずみ速度（i=1、N_{rate}） （実数）	$\left[\frac{1}{s}\right]$
σ_y	初期降伏応力 デフォルト = 1E30（実数）	[Pa]
QR_1	硬化のパラメータ デフォルト = 0.0（実数）	[Pa]
CR_1	硬化のパラメータ デフォルト = 0.0（実数）	
QR_2	硬化のパラメータ デフォルト = 0.0（実数）	[Pa]
CR_2	硬化のパラメータ デフォルト = 0.0（実数）	
R_{11}	方向11の降伏応力比	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	デフォルト = 1.0（実数）	
R_{22}	方向22の降伏応力比 デフォルト = 1.0（実数）	
R_{33}	方向33の降伏応力比 デフォルト = 1.0（実数）	
R_{12}	方向12の降伏応力比 デフォルト = 1.0（実数）	
R_{13}	方向13の降伏応力比 デフォルト = 1.0（実数）	
R_{23}	方向23の降伏応力比 デフォルト = 1.0（実数）	

例（曲線入力）

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
                  Mg                      mm                      s
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/LAW93/1/1
plastic
#              RHO_I
            2.730E-09
#                E11                 E22                 E33                 G12                 Nu12
              225654              195400              178526            75187.97                 0.30
#                G13                 G23                 Nu13                Nu23
             75187.97            75187.97                0.28                0.32
#     Nrate         VP                Fcut
           2          1                 0.0
#   Ifunct                          Yscale              Epsdot
           5                           1.0                0.01
           5                           1.5               100.0
#                SigY                 QR1                 CR1                 QR2                 CR2
                   0                   0                   0                 0.0                 0.0
#                 R11                 R22                 R12
                 1.0             1.05626             0.96425
#                 R33                 R13                 R23
              0.9337                 1.0                 1.0
/FUNCT/5
plastic
#                   X                   Y
                    0          165.6362749
                0.002          173.8123558
                0.005          180.2967164
                 0.01          186.5926709
                 0.02          193.8182168
                 0.05          204.4407991
                 0.07          208.5903797
                  0.1          213.1182051
                 0.12          215.4817557
                 0.15          218.4183864
                 0.17          220.0863912
                  0.2          222.2743041
```

```
                0.22          223.5689486
                0.25          225.3186882
                0.27          226.3794409
                 0.3          227.840544
                0.32          228.7406278
                0.35          229.996802
                0.37          230.7795124
                 0.4          231.8824363
                 0.5          235.0704031
                 0.6          237.7095003
                 0.7          239.9650034
                 0.8          241.9367878
                 0.9          243.689935
                   1          245.2692715
                 1.5          251.4456403
                   2          255.9237789
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. 降伏応力は、直交異方性フレームの相当応力と比較されます。ソリッド要素の場合、この相当応力は次のように定義されます:

$$\sigma_{eq} = \sqrt{F\left(\sigma_{22}^2 - \sigma_{33}^2\right) + G\left(\sigma_{33}^2 - \sigma_{11}^2\right) + H\left(\sigma_{11}^2 - \sigma_{22}^2\right) + 2L\sigma_{23}^2 + 2M\sigma_{31}^2 + 2N\sigma_{12}^2} \quad (351)$$

ここで、

$$F = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{R_{22}^2} + \frac{1}{R_{33}^2} - \frac{1}{R_{11}^2}\right)$$

$$G = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{R_{33}^2} + \frac{1}{R_{11}^2} - \frac{1}{R_{22}^2}\right)$$

$$H = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{R_{22}^2} + \frac{1}{R_{11}^2} - \frac{1}{R_{33}^2}\right)$$

$$L = \frac{3}{2R_{23}^2}$$

$$M = \frac{3}{2R_{31}^2}$$

$$N = \frac{3}{2R_{12}^2}$$

$R_{ii} = \frac{\sigma_F^{ii}}{\sigma_F}$ 法線方向

$R_{ij} = \frac{\sqrt{3}\,\sigma_F^{ij}}{\sigma_F}$ せん断方向

σ_F^{ij} 方向の降伏応力 ij

σ_F Voce硬化の合計で定義したり、表形式にすることができるグローバル流動応力（以下を参照）。

平面応力条件下では、シェル要素の場合、相当降伏応力は次のようになります:

$$\sigma_{eq} = \sqrt{(G+H)\sigma_{11}^2 + (F+H)\sigma_{22}^2 - 2H\sigma_{11}\sigma_{22} + 2N\sigma_{12}^2} \quad (352)$$

2. 降伏関数Φは、Hillの相当応力σ_{eq}を流動応力σ_Fと次のように比較します：

$$\Phi = \sigma_{eq} - \sigma_F \quad (353)$$

流動応力σ_Fを定義する方法には異なる2つの方法があります：パラメータ入力または曲線入力です。

- パラメータ入力の場合、流動応力は、初期降伏応力と二重Voce硬化を用いて次のように定義されます。

$$\sigma_F = \sigma_Y^0 + R(\varepsilon_p) \quad (354)$$

ここで、$R(\varepsilon_p) = \sum_i^2 QR_i \cdot \left(1 - e^{-CR_i \varepsilon_p}\right)$。

- 曲線入力の場合、パラメータ入力の値は無視されます。

  降伏は、ひずみ速度効果を考慮し、応力対塑性ひずみ曲線を用いて定義できます。応力対ひずみ曲線が定義されている場合、これが硬化を定義するデフォルトの方法となります。

  a. $\dot{\varepsilon} \le \dot{\varepsilon}_n$の場合、降伏は$f_n$と$f_{n-1}$の間で補間されます。

  b. $\dot{\varepsilon} \le \dot{\varepsilon}_1$の場合、関数$f_1$が使用されます。

  c. $\dot{\varepsilon}_{max}$を超えた場合、降伏は外挿されます。

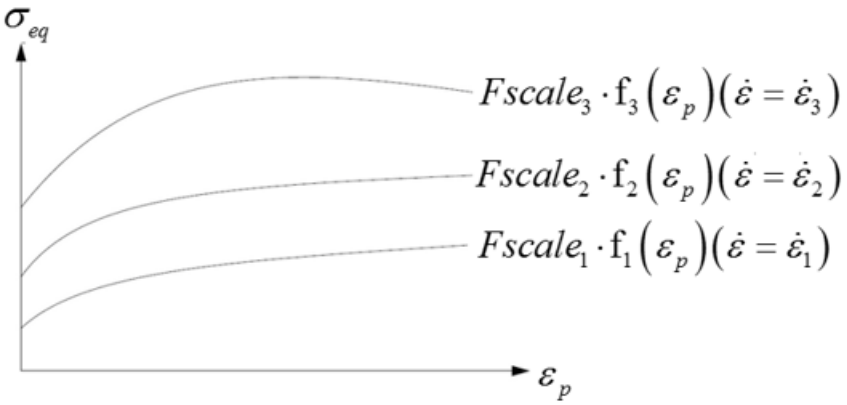


図 *102:*

3. 表形式の流動応力の場合、ひずみ速度$\dot{\varepsilon}$の計算はフラグ*VP*の値に依存します。

- *VP*= 1の場合、塑性ひずみ速度が使用されます
- *VP*= 2の場合、全ひずみ速度が使用されます
- *VP*= 3の場合、全ひずみ速度が使用されます

すべての場合において、ひずみ速度の計算にはフィルタリングが含まれます。*VP* = 1の場合、カットオフ周波数が自動的に設定されます。ただし、*VP* = 1または3の場合、カットオフ周波数F_{cut}*CUT*を入力できます。それ以外の場合は、デフォルト値が設定されます。

See Also

材料の適合性
Failure Models (Reference Guide)
Hill Materials (User Guide)

/MAT/LAW103 (HENSEL-SPITTEL)

ブロックフォーマットのキーワード
この材料則は、Hensel-Spittel降伏応力式を使用して、高温での等方性弾塑性材料を表します。降伏応力は、ひずみ、ひずみ速度、および温度の関数です。この材料則は、状態方程式/EOSで使用できます。

この材料は、熱間成形シミュレーションでよく使用されます。この材料則パラメータは、指定の温度およびひずみ速度範囲でのみ有効です。この材料則はソリッド要素およびSPH要素のみと適合性があります。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW103/*mat_ID*/*unit_ID*または/MAT/HENSEL-SPITTEL/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
ρ_i		ρ_0							
E		ν							
A_0		m_1		m_2		m_3		m_4	
m_5		m_7							
F_{smooth}smoo		F_{cut}CUT		ε_0		P_{min}MIN			
ρC_p		T_0		η					

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right]$
ρ_0	デフォルトの状態方程式で使用される基準密度 デフォルト = ρ_i（実数）	$\left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
E	初期ヤング率 （実数）	[Pa]
v	ポアソン比 （実数）	
A_0	応力パラメータ （実数）	[Pa]
m_1	材料パラメータ1 （実数）	
m_2	材料パラメータ2 （実数）	
m_3	材料パラメータ3 （実数）	
m_4	材料パラメータ4 （実数）	
m_5	材料パラメータ5 （実数）	
m_7	材料パラメータ7 （実数）	
F_{smooth}*smooth*	ひずみ速度平滑化フラグ *=0* ひずみ速度を平滑化しません。 *= 1* ひずみ速度スムージングはアクティブ。 （整数）	
F_{cut}*CUT*	ひずみ速度フィルタリングのカットオフ周波数。 （実数）	$\left[\frac{1}{s}\right]$
ε_0	参照ひずみ （実数）	

フィールド	内容	SI単位の例
P_{min}*MIN*	圧力のカットオフ(< 0) デフォルト = 10^{30}(実数)	$[\mathrm{Pa}]$
ρC_p	単位体積あたりの比熱 (実数)	$\left[\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{m}^3 \cdot \mathrm{K}}\right]$
T_0	初期温度 (実数)	$[\mathrm{K}]$
η	熱変換パラメータ 0 < η < 1.0 (実数)	

例

```
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
                  g                       mm                      ms
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/LAW103/1/1
Magnesium alloy
#         Init. dens.           Ref. dens.
              0.0018                0.0018
#                 E                    Nu
               45000                  0.28
#                A0                    M1                      M2                      M3                      M4
              709.4                -0.0065                 -0.1538                       0                 -0.0261
#                M5                    M7
                 0                     0
#             Fsmooth                 Fcut                     Eps                    Pmin
                 0                     0                   0.010                       0
#               RhoCp                   T0                     ETA
                1.89                673.15                       0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#enddata
```

コメント

1. 降伏応力: [14]

$$\sigma_y = A_0 \exp^{m_1 T} \varepsilon^{m_2} \dot{\varepsilon}^{m_3} \exp^{\frac{m_4}{\varepsilon}} (1+\varepsilon)^{m_5 T} \exp^{m_7 \varepsilon} \tag{355}$$

ここで、

T	温度(°C)
ε	真ひずみ $\varepsilon = \varepsilon_0 + \bar{\varepsilon}_p$
$\bar{\varepsilon}_p$	相当塑性ひずみ
$\dot{\varepsilon}$	真ひずみ速度(s^{-1})
m_1-m_5	材料パラメータ

2. 純粋に機械的なシミュレーションの場合、温度は断熱条件を仮定して次のように計算されます:

$$T = T_0 + \frac{\eta \cdot E_{\text{int}}}{\rho C_p V} \tag{356}$$

ここで、

E_{int} **int**	要素の内部エネルギー
η	熱に変換される塑性エネルギーのスケールとして使用されるTaylor-Quinney係数
V	要素の体積

3. m_3 = 0の場合、ひずみ速度効果はありません。
4. デフォルトでは、静水圧は体積ひずみに線形比例します:

$$P = K\mu \tag{357}$$

ここで、

$K = \frac{E}{3(1-2\nu)}$	体積弾性率
$\mu = \frac{\rho}{\rho_0} - 1$	体積ひずみ

静水圧と体積ひずみの間の非線形依存をモデル化するために、追加の状態方程式(/EOS)カードでこの材料を参照することができます。

5. この材料は、材料オプション/HEAT/MAT、/THERM_STRESS/MAT、/EOS、および/VISCとともに使用できます。

See Also

材料の適合性

Failure Models (Reference Guide)

/MAT/LAW104 (JOHNS_VOCE_DRUCKER)

ブロックフォーマットのキーワード

Voce硬化と線形硬化が混在する6次Drückerモデルを使用した弾塑性構成則。Johnson-Cookひずみ速度の依存性および自己加熱に起因する熱軟化の効果もモデル化できます。この構成則は、等方性のシェル要素およびソリッド要素に適用できます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW104/*mat_ID*/*unit_ID* または /MAT/JOHNS_VOCE_DRUCKER/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									

14. A. Hensel, T. Spittel, VEB German Pushling House for Basic Industry, Leipzig, Deutschland, 1978

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
ρ_i									
E		ν		I_{res}					
σ^0_{yld}		H		Q		B		C_{DR}	
C_{JC}		$\dot{\varepsilon}_0$							
μ		$T_{ref}REF$		$T_{ini}INI$					
η		C_p		$\dot{\varepsilon}_{iso}$		$\dot{\varepsilon}_{ad}$			

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位の識別子（オプション） （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
E	ヤング率。 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
ν	ポアソン比。 （実数）	
I_{res}	塑性の解法。 *= 0* 1に設定 *= 1*（デフォルト） NICE（Next Increment Correct Error）陽解法。 *= 2* Newton反復陰解法。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	
σ_{yld}^{0}	初期降伏応力 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
H	線形硬化モジュール。 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
Q	Voce硬化係数 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
B	Voce硬化指数。 （実数）	
C_{DR}	Drücker係数。 （実数）	
C_{JC}	Johnson-Cookひずみ速度係数。 （実数）	
$\dot{\varepsilon}_0$	塑性ひずみ速度の非粘性極限。 （実数）	$\left[\frac{1}{\mathrm{s}}\right]$
μ	温度軟化曲線。 （実数）	$\left[\frac{1}{\mathrm{K}}\right]$
T_{ref}*REF*	実験で硬化則が確認された基準温度。 （実数）	$[\mathrm{K}]$
T_{ini}*INI*	シミュレーションにおける材料の初期温度。 （実数）	$[\mathrm{K}]$
η	Taylor-Quinney係数。 （実数）	
C_p	比熱 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{kg}\cdot\mathrm{K}}\right].$
$\dot{\varepsilon}_{iso}$	等温条件における塑性ひずみ。 （実数）	$\left[\frac{1}{\mathrm{s}}\right]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
$\dot{\varepsilon}_{ad}$	断熱条件における塑性ひずみ。 （実数）	$\left[\frac{1}{s}\right]$

コメント

1. この構成則では、次のように6次のDrücker相当応力定義を使用しています。

$$\sigma_{eq} = k \left(J_2^3 - C_{DR} \ J_3^2\right)^{1/6} \tag{358}$$

J_2とJ_3は、それぞれ偏差応力テンソル$k = \left(\frac{1}{27} - C_{DR} \ \frac{4}{27^2}\right)^{-1/6}$の第2不変量と第3不変量です。

このパラメータはユーザー定義であり、複数の降伏曲面を定義できます（図 103）。この図にある凸性を考慮するには、このパラメータ値を-27/8 ≤ C_{DR} ≤ 2.25の範囲で指定する必要があります。

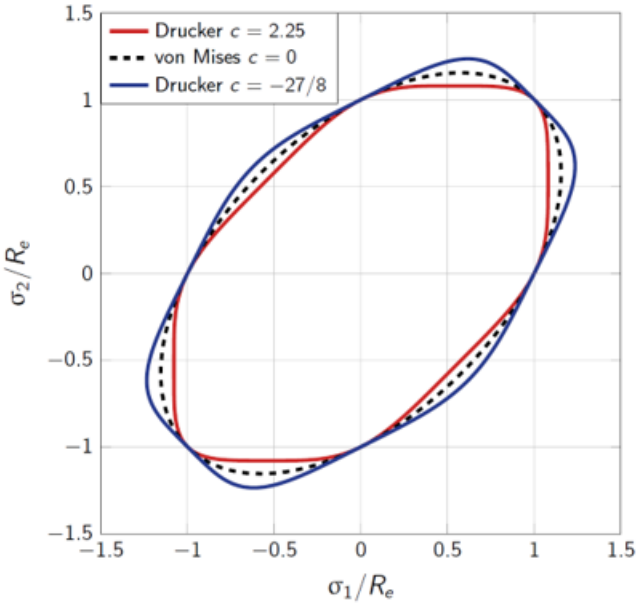


図 *103: Drücker*降伏曲面

2. 降伏関数を次のように定義します。

$$\phi = \frac{\sigma_{eq}^2}{\sigma_{yld}^2} - 1 = 0 \tag{359}$$

および

$$\sigma_{yld} = \left(\sigma_{yld}^0 + H\varepsilon_p + Q\left(1 - e^{-B\,\varepsilon_p}\right)\right)\left(1 + C_{JC}\ln\left(\frac{\dot{\varepsilon}_f}{\dot{\varepsilon}_0}\right)\right)\left(1 - \mu\left(\mathrm{T} - T_{ref}\right)\right) \tag{360}$$

ここで、

σ_{yld}^0 初期降伏応力

H	線形硬化。
Q, B	Voce硬化パラメータ。
C_{JC}	Johnson-Cookひずみ速度係数。
$\dot{\varepsilon}_f$	フィルターつき塑性ひずみ速度。 ユーザーズガイドのフィルタリングをご参照ください。
$\dot{\varepsilon}_0$	非粘性極限塑性ひずみ速度。
μ	熱軟化曲線。

塑性に対するこの流れ応力方程式の変化。

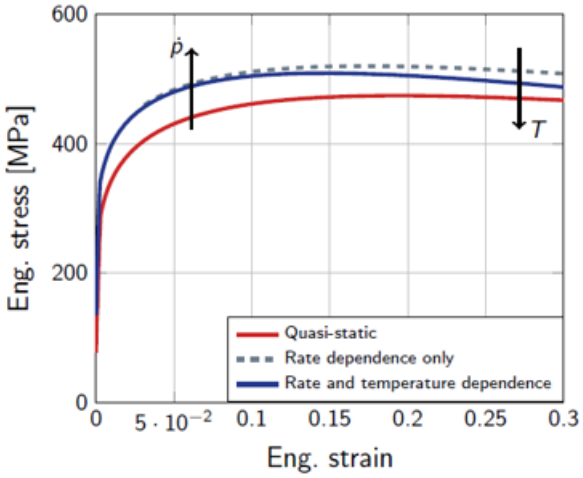


図 *104:* 塑性に対する流れ応力の変化

3. この材料に/HEAT/MATを使用していない場合、次の増分式を使用して温度が内部的に計算されます。

$$dT = \omega(\dot{\varepsilon}_p)\frac{\eta}{C_p} \qquad (361)$$

ここで、

dW_p	塑性ひずみエネルギーの増分。
η	考慮を必要とするTaylor-Quinney係数$0 \le \eta \le 1$。
$\omega(\dot{\varepsilon}_p)$	等温条件と断熱条件間の遷移を定義する係数(図 105)。

$$\omega(\dot{\varepsilon}_p) = \frac{(\dot{\varepsilon}_p - \dot{\varepsilon}_{iso})^2(3\dot{\varepsilon}_{ad} - 2\dot{\varepsilon}_p - \dot{\varepsilon}_{iso})}{(\dot{\varepsilon}_{ad} - \dot{\varepsilon}_{iso})^3} \qquad (362)$$

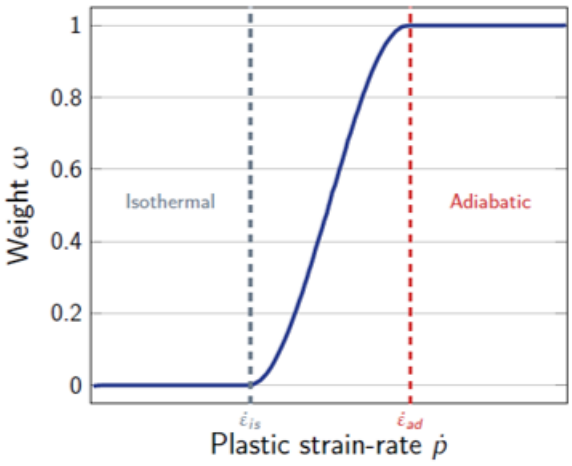


図 *105:* 塑性ひずみ速度に対する温度重みの変化

See Also

材料の適合性

/MAT/LAW106 (JCOOK_ALM)

ブロックフォーマットのキーワード
この材料則は、Johnson-Cook材料モデルを使用して、等方性弾塑性材料を表します。このモデルは、材料の応力をひずみと温度の関数で表します。

この材料則はEOSと適合性がありません。圧力と体積ひずみ間の依存は線形です。最大塑性ひずみに基づくビルトインの破壊基準が用意されています。この材料則はソリッド要素のみと適合性があります。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW106/*mat_ID*/*unit_ID*または/MAT/JCOOK_ALM/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
ρ_i		ρ_0							
E		*v*		*fct_ID*$_1$	*fct_ID*$_2$	*fct_ID*$_3$			
a		*b*		*n*		ε_p^{max}		σ_{max}	
P$_{min}$*MIN*			*N*$_{max}$	*Tol*					
				m		*T*$_{melt}$*MELT*		*T*$_{max}$*MAX*	
$\rho_0 C_p$						*T*$_r$			

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{kg}{m^3}\right]$
ρ_0	EOS（状態方程式）で使用される基準密度 デフォルト = $\rho_0 = \rho_i$（実数）	$\left[\frac{kg}{m^3}\right]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
E	*fct_ID*$_1$ = 0の場合：ヤング率 *fct_ID*$_1$ ≠ 0の場合： *fct_ID*$_1$と*fct_ID*$_2$の縦軸スケールファクター （実数）	[Pa]
v	*fct_ID*$_3$ = 0の場合：ポアソン比 *fct_ID*$_3$ ≠ 0の場合：*fct_ID*$_3$の縦軸スケールファクタ （実数）	
fct_ID$_1$	加熱時のヤング率と温度の関係を定義する関数識別子 （整数）	
fct_ID$_2$	冷却時のヤング率と温度の関係を定義する関数識別子 （整数）	
fct_ID$_3$	ポアソン比と温度の関係を定義する関数識別子 （整数）	
a	降伏応力。 （実数）	[Pa]
b	塑性硬化パラメータ （実数）	[Pa]
n	塑性硬化指数 デフォルト = 1（実数）	
ε_p^{max}	破壊塑性ひずみ。 デフォルト = 10^{30}（実数）	
σ_{max}	最大応力 デフォルト = 10^{30}（実数）	[Pa]
P$_{min}$*MIN*	圧力のカットオフ(< 0) デフォルト = -10^{30}（実数）	[Pa]
N$_{max}$	塑性ひずみの計算の最大反復回数 デフォルト = 1（整数）	
Tol	収束判定基準	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	デフォルト = 10^{-7}（実数）	
m	温度指数。 デフォルト = 1.0（実数）	
T_{melt}*MELT*	溶融温度。 **= 0** 温度効果はなし デフォルト = 10^{30}（実数）	$[\mathrm{K}]$
T_{max}*MAX*	For T > T_{max}*MAX*: *m* = 1 が使用されます。 デフォルト = 10^{30}（実数）	$[\mathrm{K}]$
$\rho_0 C_p$	単位体積あたりの比熱 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{m}^3 \cdot \mathrm{K}}\right]$
T_r*r*	参照温度。 デフォルト = 300K（実数）	$[\mathrm{K}]$

例

```
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
                  Mg                  mm                  s
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/LAW106/1/1
Metal
#              RHO_I
               8E-9                   0
#                 E                  Nu    fct_ID1    fct_ID2    fct_ID3
              200000                 0.3          4          5          6
#                 a                   b                  n             EPS_max             SIG_max0
                400                 500                 .5                   0                    0
#              Pmin                NMAX                TOL
                 0                   0                   0
#                                                         m              T_melt               T_max
                                                          3                2500                3000
#              RhoCP                                                      Tref
                 3.5                                                      298
/HEAT/MAT/1
#                 T0             RHO0_CP                  AS                  BS     IFORM
               298                 3.5                  20                   0         1
#                 T1                  AL                  BL              EFRAC
              2500                  20                   0                  .9
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/4
Young modulus factor versus temperature during heating
#                 X                   Y
                  0                   1
                300                   1
               1500                  .1
               2000                  .1
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/5
Young modulus factor versus temperature during cooling
#                 X                   Y
                  0                   1
                300                   1
```

```
                1500                  .1
                2000                  .1
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/6
Poisson's Ratio factor versus temperature
#                  X                   Y
                   0                   1
                 300                   1
                1500                 1.5
                2000                 1.5
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#enddata
```

コメント

1. このモデルでは、材料は弾塑性材料挙動で、降伏応力は以下のように計算されます：

$$\sigma = \left(a + b\varepsilon_{pn}\right)\left(1 - (T^*)^m\right) \tag{363}$$

ここで、

$$T^* = \frac{T - T_r}{T_{melt} - T_r} \tag{364}$$

ここで、

ε_p	相当塑性ひずみ
T	温度
T_r	参照温度。
T_{melt}	溶融温度

相当応力が降伏応力よりも低い時、材料は線形弾性材料として挙動します。

/HEAT/MAT（I_{form}*FORM* =1）がこの材料モデルを参照している場合、このカード内で定義されたT_r*r*とT_{melt}*MELT*の値が、/HEAT/MATで定義された対応するT_0とT_{melt}*MELT*で上書きされます。

温度が/HEAT/MATまたは/INITEMPして初期化されていない場合、参照温度（T_r*r*）が初期温度にもなります。

2. 塑性降伏応力は常にゼロよりも大きい必要があります。純塑性挙動をモデル化するには、塑性降伏応力*a*を10^{30}に設定します。
3. 引張、圧縮、またはせん断について、1つの積分点でε_pがε_p^{max}の値に到達した場合、対応する積分点の偏差応力には永久に0が設定されますが、ソリッド要素は削除されません。
4. 塑性硬化指数は$n \leq 1$にする必要があります。
5. 静水圧は体積ひずみに線形比例します：

$$P = K\mu \tag{365}$$

ここで、

$K = \frac{E}{3(1-2v)}$	体積弾性率
$\mu = \frac{\rho}{\rho_0} - 1$	体積ひずみ

6. この材料は、材料オプション/HEAT/MATおよび/VISCとともに使用できます。

See Also

材料の適合性

Failure Models (Reference Guide)

/MAT/LAW109

ブロックフォーマットのキーワード
塑性ひずみ速度と温度に依存する非線形硬化を伴う等方性フォンミーゼス降伏基準に基づいた弾塑性材料。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW109/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
ρ_i									
E		*v*							
C_p		η		*Tref*		*T0*			
tab_ID_h	*tab_ID_t*	*Xscale_h*		*Yscale_h*				I_{smooth}*SMOOTH*	
*tab_ID_*η	*Xscale_*η								

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	（オプション）単位識別子 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
ρ_i	初期密度。 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
E	ヤング率 （実数）	[Pa]
v	ポアソン比。 （実数）	
I_{smooth}*SMOOTH*	ひずみ速度に対する降伏関数補間の選択。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= *1*（デフォルト） 線形補間。 = *2* 対数補間（底10）。 = *3* 対数補間（底n）。 （整数）	
C_p	比熱 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{kg}\cdot\mathrm{K}}\right]$
Tref	参照温度。 デフォルト = 293K（実数）	$[\mathrm{K}]$
T0	初期温度。 デフォルト = *Tref*（実数）	$[\mathrm{K}]$
η	Taylor-Quinney係数（熱に変換される塑性仕事の比率）。0.0～1.0の値。 （実数）	
*tab_ID_*η	（オプション）ひずみ速度、温度、塑性ひずみに依存するηのスケールファクターを定義するテーブル識別子。0.0～1.0の値。 （整数のID）	
tab_ID_h	有効塑性ひずみとひずみ速度に依存する降伏応力のテーブル識別子。 （整数）	
*Xscale_*η	*tab_ID_*ηの横軸のスケールファクター（ひずみ速度）。 デフォルト = 1.0（実数）	$\left[\frac{1}{\mathrm{s}}\right]$
Xscale_h	*tab_ID_h*の横軸のスケールファクター（ひずみ速度）。 デフォルト = 1.0（実数）	$\left[\frac{1}{\mathrm{s}}\right]$
Yscale_h	*tab_ID_h*の縦軸のスケールファクター（応力）。 デフォルト = 1.0（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
tab_ID_t	有効塑性ひずみと温度に依存する準-静的降伏応力のテーブル識別子。 （整数のID）	

例

```
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/2275
unit_Mg_mm_s
                Mg                    mm                    s
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/LAW109/18/2275
Aluminium
#         Init. dens.
              7.8E-9
#                   E                   Nu
             70000.0                   .3
#                  CP                  Eta                 Tref                 Tini
              0.45E9                 0.95                293.0                293.0
#  Tab_Yld  Tab_Temp               Xscale               Yscale                                    Ismooth
        25         26                  1.0                  1.0                                          1
#  tab_eta          xcsale_eta
        34                    0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/TABLE/1/25
Yld Functions : plastic strain + strain rate dependency
#DIMENSION
          2
#    FCT_ID                              X                                                      Scale_y
          2                            0.0                                                         1.0
          2                       100000.0                                                         1.35
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/TABLE/1/26
 Yld Functions (quasistatic): plastic strain + temperature dependency
#DIMENSION
          2
#    FCT_ID                              X                                                      Scale_y
          2                          293.0                                                         1.00
          2                         1000.0                                                         0.70
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/TABLE/1/34
taylor-quinney coef = f(strain rate, temp)
#DIMENSION
          2
#    FCT_ID                              X                                                      Scale_y
         35                           239                                                          1.0
         35                          1000                                                          0.9
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/35
taylor-quinney factor = f(strain.rate)
#                   X                   Y
               0.000                   0
               0.002                   0
                0.04                   1
          1000000.0                    1
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/2
ALU Stress-strain
           0.00000            310.0
           9.3E-04            330.8
           1.1E-03            334.5
           2.1E-03            339.9
           2.6E-03            340.9
           3.3E-03            342.3
           6.1E-03            344.7
           7.8E-03            346.0
           9.1E-03            347.1
           1.0E-02            348.7
           1.2E-02            350.7
           1.4E-02            352.6
           1.6E-02            354.0
           1.8E-02            356.5
           2.0E-02            358.7
           3.0E-02            369.0
           3.5E-02            373.5
           1.0                410.0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#enddata
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. 等方性フォンミーゼス相当応力を使用した降伏基準：

$$\phi = \sigma_{VM} - \sigma_y \tag{366}$$

2. 次のように表形式入力によって定義された降伏応力硬化：

$$\sigma_y = \mathrm{f}_h(\varepsilon_p, \dot{\varepsilon}_p)\frac{\mathrm{f}_t(\varepsilon_p, T)}{\mathrm{f}_t(\varepsilon_p, T_{ref})} \tag{367}$$

ここで、

$\mathrm{f}_h(\varepsilon_p, \dot{\varepsilon}_p)$	塑性ひずみと塑性ひずみ速度に依存する降伏応力の関数テーブル。
$\mathrm{f}_t(\varepsilon_p, T)$	塑性ひずみと温度に依存する準-静的降伏関数のテーブルID。
T_{ref}	参照温度。実験的試験時の条件に対応しています。

3. 断熱条件では、温度は次の式を使用して更新されます：

$$T = T_0 + \frac{\eta \cdot \mathrm{f}_\eta(\varepsilon_p, \dot{\varepsilon}_p, T)}{\rho C p} \tag{368}$$

ここで、ηは一定のTaylor-Quinney係数であり、この係数は、関数$\mathrm{f}_\eta(\varepsilon_p, \dot{\varepsilon}_p, T)$によって定義されるスケールファクターを導入することで変更できます。

それ以外の場合は、`/HEAT/MAT`がモデル内に存在していると、温度がすべての要素に課され、式 368を使用して更新することはできません。

関数$\mathrm{f}_\eta(\varepsilon_p, \dot{\varepsilon}_p, T)$は1次元、2次元、3次元のいずれでもかまいませんが、最初の横軸は常にひずみ速度であり、2つ目の横軸は温度のみにすることもできます。

/MAT/LAW110 (VEGTER)

ブロックフォーマットのキーワード
ひずみ速度依存性と熱効果を考慮し、Corus-Vegterの補間された降伏基準とVegterの硬化則を使用した弾塑性構成則。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW110/*mat_ID*/*unit_ID*または/MAT/VEGTER/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
ρ_i									
E		*v*		*Ires*					
I_{crit}	*TAB_YLD*	*MAT_Xscale*		*MAT_Yscale*		f_{bi}		ρ_{bi}^0	
σ_{yld}^0		$\Delta\sigma_m$		β		Ω		η	
ε_0		$\sigma_0^\star$		ΔG_0		$\dot{\varepsilon}_0$		m	
T_{ini}*INI*		C_{hard}*HARD*		F_{cut}*CUT*		*VP*	I_{smooth}*SMOO*	*TAB_TEMP*	

I_{crit} = 1:N_{angle}(試験角度の数、1以上)カードの読み取り

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
f_{un}		*R*		f_{ps}^1		f_{ps}^2		f_{sh}	

I_{crit} = 2:N_{angle}(試験角度の数、1以上)カードの読み取り

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
f_{un}		*R*		f_{ps}^1		α_{ps}		f_{sh}	

I_{crit} = 3:パラメータ(N_{angle}はこのケースでは3に固定されており、0、45、90)の読み取り

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
R_m^0		R_m^{45}		R_m^{90}		A_g^0		A_g^{45}	

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
A_g^{90}		R^0		R^{45}		R^{90}			

I_{crit} = 4:N_{angle}カードの読み取り

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
f_{un}		R		w_{ps}		w_{sh}			

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位の識別子（オプション） （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
ρ_i	初期密度。 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
E	ヤング率。 （実数）	[Pa]
v	ポアソン比。 （実数）	
Ires	マッピングアルゴリズムフラグを返します。 *= 1* Nice陽解法。 *= 2*（デフォルト） Newton反復半陰解法 - 切断面。 （整数）	
I_{crit}	Vegter定式化の選択：	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 1 従来のVegter定式化。 *= 2* 標準のVegter定式化。 *= 3* Vegter 2017定式化。 *= 4* 簡易化されたVegter-Lite定式化。 （整数）	
TAB_YLD	表形式の降伏応力 – 塑性ひずみ - ひずみ速度関数の識別子。 （整数）	
MAT_Xscale	表形式の降伏 – 塑性ひずみ - ひずみ速度関数のXスケールファクター。 デフォルト = 10（実数）	
MAT_Yscale	表形式の降伏 – 塑性ひずみ - ひずみ速度関数のYスケールファクター。 デフォルト = 1.0（実数）	
f_{bi}	2軸スケールファクター。 （実数 > 0.0）	
ρ_{bi}^{0}	RDに対して0度の方向の2軸ひずみ速度比率。 （実数 > 0.0）	
σ_{yld}^{0}	初期降伏応力 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
$\Delta\sigma_m$	硬化応力増分。 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
β	大ひずみ硬化パラメータ。 （実数）	
Ω	微小ひずみ硬化パラメータ。 （実数）	
η	硬化指数 （実数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
ε_0	初期塑性ひずみ （実数）	
$\sigma_0^\star$	限界動的流れ応力。 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
ΔG_0	最大活性化エンタルピー。 （実数）	$[\mathrm{eV}]$
$\dot{\varepsilon}_0$	熱活性化運動の限界ひずみ速度。 （実数）	$[\mathrm{Hz}]$
m	ひずみ速度挙動指数。 （実数）	
T_{ini}*INI*	初期温度。 （実数）	$[\mathrm{K}]$
C_{hard}*HARD*	硬化係数。 *= 0* =硬化は完全等方性モデルです。 *= 1* 硬化は運動学的Prager-Zieglerモデルです。 *= 0～1*の値 硬化は2つのモデル間で補間されます。 （実数）	
F_{cut}*CUT*	ひずみ速度フィルタリングのカットオフ周波数。 デフォルト = 1.0 x 10^{20}（実数）	$[\mathrm{Hz}]$
VP	ひずみ速度選択フラグ *= 1* 降伏応力に対するひずみ速度効果は塑性ひずみ速度に依存します。 *= 2*（デフォルト） 降伏に対するひずみ速度効果は全ひずみ速度に依存します。 *= 3* 降伏に対するひずみ速度効果は偏差ひずみ速度に依存します。 （整数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
I_{smooth}*SMOOTH*	補間タイプ(表形式降伏関数の場合)。 *= 1* 線形補間。 *= 2* 対数補間(底10)。 *= 3* 対数補間(底n)。 (整数)	
TAB_TEMP	表形式の降伏応力 – 塑性ひずみ - 温度の識別子。 (整数)	
f_{un}	単軸スケールファクター。 (実数 > 0.0)	
R	Lankford係数。 デフォルト = 1.0(実数 > 0.0)	
f_{ps}^{1}	平面ひずみスケールファクターの第1成分。 (実数 > 0.0)	
f_{ps}^{2}	平面ひずみスケールファクターの第2成分(I_{crit}= 1)。 (実数 > 0.0)	
α_{ps}	平面ひずみスケールファクターの第2成分を計算するための平均ファクター(I_{crit}= 2)。 デフォルト = 0.5(実数 > 0.0)	
f_{sh}	せん断倍率 (実数 > 0.0)	
R_m^i	回転方向(RD)を基準にして*i*度の方向の最大単軸工学応力(I_{crit} = 3)。 (実数 > 0.0)	
A_g^i	回転方向(RD)を基準にして*i*度の方向の最大単軸均一伸張量(%単位)(I_{crit} = 3)。 (実数 > 0.0)	
A_g^i	回転方向(RD)を基準にして*i*度の方向のLankford係数(I_{crit} = 3)。	

フィールド	内容	SI単位の例
	デフォルト = 1.0(実数 > 0.0)	
w_{ps}	平面ひずみ重み係数(I_{crit} = 4)。 (実数 > 0.0)	
w_{sh}	せん断重み係数(I_{crit} = 4)。 (実数 > 0.0)	

例

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/25
Local unit system
                  Mg                  mm                   s
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/LAW110/1/25
Steel: Icrit = 1, example with 3 angles (0Â°, 45Â° and 90Â° to the RD)
#         Init. dens.
              7.85E-9
#                  E                  nu
             194200.0                 0.3
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#    Icrit    TAB_YLD          MAT_Xscale          MAT_Yscale                 fBI                rhoBI

          1          0                 0.0                 0.0               1.004                0.889

#                YLD0               DSIGM                BETA               OMEGA                    n
               107.1               179.6                0.25                8.07                  1.0
#                EPS0                SIGS                 DG0               Deps0                    m
                 0.0                20.0                 800            3.61e-3                  1.0
#                TINI              C_HARD              F_CUT        VP    Ismooth  TAB_TEMP
               293.0                 0.0            10000.0         1          1         0
#           fUN_THETA             R_THETA          fPS1_THETA          fPS2_THETA           fSH_THETA
               1.021                0.64               1.061              0.5305               0.560
               0.987                0.48               1.037              0.5185               0.640
               1.009                0.76               1.048              0.5240               0.560
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/LAW110/2/25
Steel :Icrit = 2, example with 3 angles (0Â°, 45Â° and 90Â° to the RD)
#         Init. dens.
              7.85E-9
#                  E                  nu
             194200.0                 0.3
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#    Icrit    TAB_YLD          MAT_Xscale          MAT_Yscale                 fBI                rhoBI

          2          0                 0.0                 0.0               1.004                0.889

#                YLD0               DSIGM                BETA               OMEGA                    n
               107.1               179.6                0.25                8.07                  1.0
#                EPS0                SIGS                 DG0               Deps0                    m
                 0.0                20.0                 800            3.61e-3                  1.0
#                TINI              C_HARD              F_CUT        VP    Ismooth  TAB_TEMP
               293.0                 0.0            10000.0         1          1         0
#           fUN_THETA             R_THETA          fPS1_THETA          ALPS_THETA           fSH_THETA
               1.021                0.64               1.061                 0.5               0.560
               0.987                0.48               1.037                 0.5               0.640
               1.009                0.76               1.048                 0.5               0.560
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/LAW110/3/25
Steel
#         Init. dens.
              7.85E-9
#                  E                  nu
             194200.0                 0.3
```

```
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#    Icrit   TAB_YLD          MAT_Xscale          MAT_Yscale                fBI               rhoBI

         3         0                 0.0                 0.0               1.004               0.889

#               YLD0               DSIGM                BETA               OMEGA                   n
              107.1               179.6                0.25                8.07                 1.0
#               EPS0                SIGS                 DG0               Deps0                   m
               0.0                20.0                 800            3.61e-3                 1.0
#               TINI              C_HARD              F_CUT        VP   Ismooth  TAB_TEMP
              293.0                 0.0            10000.0         1         1         0
#               RM_0              RM_45               RM_90               AG_0              AG_45
              408.4               408.4               408.4               20.0               20.0
#               AG_90                R_0                 R_45               R_90
               20.0               0.64                0.48               0.76
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/LAW110/4/25
Steel :example with 3 angles (0Â°, 45Â° and 90Â° to the RD)
#         Init. dens.
              7.85E-9
#                 E                  nu
           194200.0                 0.3
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#    Icrit   TAB_YLD          MAT_Xscale          MAT_Yscale                fBI               rhoBI

         4         0                 0.0                 0.0               1.004               0.889

#               YLD0               DSIGM                BETA               OMEGA                   n
              107.1               179.6                0.25                8.07                 1.0
#               EPS0                SIGS                 DG0               Deps0                   m
               0.0                20.0                 800            3.61e-3                 1.0
#               TINI              C_HARD              F_CUT        VP   Ismooth  TAB_TEMP
              293.0                 0.0            10000.0         1         1         0
#          fUN_THETA            R_THETA                W_PS                W_SH
              1.021                0.64              0.4125                0.75
              0.987                0.48              0.4125                0.75
              1.009                0.76              0.4125                0.75
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#enddata
```

コメント

1. I_{crit} = 1の場合、この材料則では、次のように定義される従来のVegter降伏基準が使用されます:

$$\phi = \bar{\sigma} - \sigma_Y \tag{369}$$

ここで、

ϕ	降伏関数。
σ_Y	降伏応力。
$\bar{\sigma}$	補間されたVegter相当応力。

平面応力条件下のVegter 降伏局面は、主応力空間で3つの2次ベジェ補間曲線を定義することで得られます。(図 106)。

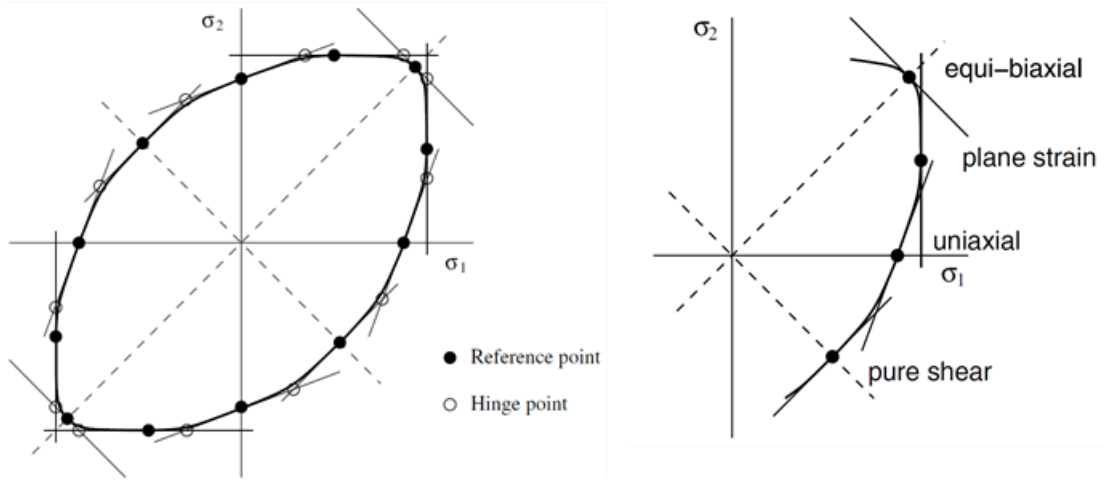


図 *106:* 平面応力における従来の*Vegter*定式化によって定義された降伏基準（I_{crit}=*1*）

これらの曲線を使用して、異なる荷重条件（せん断、単軸引張、平面ひずみ、等2軸引張）で実験的に測定された4つの参照ポイントがリンクされます。2つの参照ポイント間で、降伏局面が次のように定義されます：

$$\sigma = \begin{pmatrix}\sigma_1\\ \sigma_2\end{pmatrix} = \bar{\sigma}\begin{pmatrix}f_1\\ f_2\end{pmatrix} = \begin{pmatrix}\sigma_1^{r1}\\ \sigma_2^{r1}\end{pmatrix} + 2\mu\begin{pmatrix}\sigma_1^{r1}-\sigma_1^{h}\\ \sigma_2^{r1}-\sigma_2^{h}\end{pmatrix} + \mu^2\begin{pmatrix}\sigma_1^{r2}+\sigma_1^{r1}-2\sigma_1^{h}\\ \sigma_2^{r2}+\sigma_2^{r1}-2\sigma_2^{h}\end{pmatrix} \quad (370)$$

ここで、

σ^{r1}、σ^{r2}	2つの参照ポイント。
σ^{h}	ヒンジポイント（自動的に計算されます）。
μ	各時間ステップで計算される、降伏局面上の位置を特定するパラメータ。

測定された4つの参照ポイントは次のように表されます：f_{sh}、f_{un}、f_{ps}、f_{bi}。これらの参照ポイントの座標はユーザーが指定します。

ここで、$f_{sh}^2 = -f_{sh}^1 = -f_{sh}$、$f_{un}^2 = 0$、$f_{bi}^2 = f_{bi}^1 = f_{bi}$ です。回転方向を基準にして指定された方向について、せん断f_{sh}、単軸引張f_{un}、等2軸引張の参照ポイントf_{bi}には、1つの成分のみを設定する必要があります。平面ひずみ参照ポイントについては、2つの成分f_{ps}^1 とf_{ps}^2をユーザーが指定する必要があります。

2つ目の座標f_{ps}^2は自由に選択できます。この座標が設定されていない場合は、2つの隣接するヒンジポイントの2つ目の座標の平均が、この座標の値として使用されます。

2つの参照ポイントの間に配置されるヒンジポイントは、それらの参照ポイントの座標に加え、各参照ポイントの降伏曲面の法線も使用して計算されます。降伏曲面の法線は、法線則により、ひずみ速度テンソル成分を使用して次のように表すことができます：

$$n = \begin{pmatrix}n_1\\ n_2\end{pmatrix} = \begin{pmatrix}\dot{\varepsilon}_1\\ \dot{\varepsilon}_2\end{pmatrix} = \begin{pmatrix}1\\ \frac{\dot{\varepsilon}_2}{\dot{\varepsilon}_1}\end{pmatrix} = \begin{pmatrix}1\\ \rho_r\end{pmatrix} \quad (371)$$

ここで、ρ^rは指定された参照ポイントのひずみ速度比率です。せん断の参照ポイントについては、$\rho_{sh} = -1$です。平面ひずみの参照ポイントについては、$\rho_{ps} = 0$です。単軸引張の参照ポイントについては、この比率は、Lankford係数(R)を使用して次のように計算できます:

$$\rho_{un} = \frac{-R}{R+1} \tag{372}$$

Lankford係数はユーザーが指定する必要があります。最後に、等2軸引張f_{bi}のひずみ速度比率も設定する必要があります。

2. I_{crit} = 2の場合は、標準のVegter基準が使用されます。これは従来のVegterと同じ基準ですが、入力カードが異なります。このカードで、平面ひずみポイントの2つ目の座標は、2つの隣接するヒンジポイントの2つ目の座標σ_{h1}およびσ_{h2}の加重平均として次のように計算されます:

$$f_{ps}^2 = \sigma_{h1}^2 + \alpha_{ps}\left(\sigma_{h2}^2 - \sigma_{h1}^2\right) \tag{373}$$

3. I_{crit} = 3の場合は、Vegter 2017降伏基準が使用されます。これは従来のVegterと同じ基準ですが、入力カードが異なります。このカード内のすべてのパラメータは、最大単軸工学応力R_m^i、最大均一伸張量A_g^i、およびLankford係数R^iによって決定されます。これら3つのパラメータは、回転方向(RD)を基準にして角度i 度の3つの方向(0度、45度、90度)について指定する必要があります。この基準では、角度の数は3に固定されています。

4. I_{crit} = 4の場合、この材料則では、次のように定義される簡易化されたVegter Lite降伏基準が使用されます:

$$\phi = \overline{\sigma} - \sigma_Y \tag{374}$$

ここで、

ϕ	降伏関数。
σ_Y	降伏応力。
$\overline{\sigma}$	補間されたVegter相当応力。

平面応力条件下のVegter 降伏局面は、主応力空間内で2つの2次Nurbs補間曲線を定義することで得られます。これらの曲線を使用して、異なる荷重条件(単軸圧縮、単軸引張、等2軸引張)で実験的に測定された3つの参照ポイントがリンクされます。2つの参照ポイント間で、降伏局面が次のように定義されます:

$$\sigma = \begin{pmatrix}\sigma_1\\ \sigma_2\end{pmatrix} = \overline{\sigma}\begin{pmatrix}f_1\\ f_2\end{pmatrix} = \frac{(1-\mu)^2\begin{pmatrix}\sigma_1^{r1}\\ \sigma_2^{r1}\end{pmatrix} + 2\mu(1-\mu)w_h\begin{pmatrix}\sigma_1^{h}\\ \sigma_2^{h}\end{pmatrix} + \mu^2\begin{pmatrix}\sigma_1^{r2}\\ \sigma_2^{r2}\end{pmatrix}}{(1-\mu)^2 + 2\mu(1-\mu)w_h + \mu^2} \tag{375}$$

$$0 \le \mu \le 1, \quad w_h \ge 0 \tag{376}$$

ここで、

σ^{r1}、σ^{r2}	2つの参照ポイント。
σ^h	ヒンジポイント(自動的に計算されます)。
μ	各時間ステップで計算される、降伏局面上の位置を特定するパラメータ。
w_h	ヒンジポイントに関連付けられた重み係数。

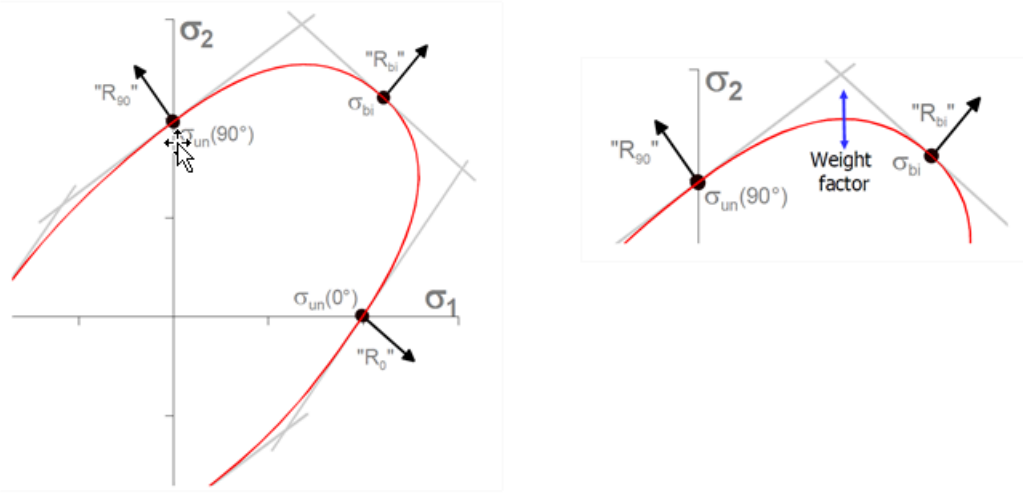


図 *107:* 平面応力における従来の*Vegter*定式化によって定義された降伏基準（I_{crit}=*2*）

図 107では、降伏基準は、平面応力における従来のVegter定式化によって定義されています（I_{crit} = 2）。

従来のVegter定式化の場合、パラメータf_{un}、f_{bi}、R、ρ_{bi}を設定する必要があります。この簡易化された定式化では、2つのヒンジポイントは純せん断状態と平面ひずみ状態にあります。2つの関連付けられた重み係数w_{sh}とw_{ps}も定義する必要があります。

5. 異方性を考慮するには、回転方向RDを基準にして異なる角度ϕのいくつかのN_{angle}方向について一連のパラメータを定義します。これらの方向は、0と$\frac{\pi}{2}$の間に均等に分散されている必要があります。指定された複数の方向の間に配置されたすべての荷重方向について、Vegterモデルではフーリエ級数補間の使用が提示されています。
   各方向に対してすべてのパラメータを定義する必要はありません。パラメータf_{bi}は、すべての方向について同じです。方向0（回転方向）のひずみ速度比率ρ_{bi}だけで、他のすべての方向のこの比率を特定できます。

$$\rho_{bi}(\theta) = \frac{(\rho_{bi}+1)+(\rho_{bi}-1)\cos 2\theta}{(\rho_{bi}+1)-(\rho_{bi}-1)\cos 2\theta} \qquad (377)$$

   他のすべてのパラメータでは、次のフーリエ補間が使用されます：

$$f_{un}(\theta) = \sum_{m=0}^{N_{angle}-1} \psi_{\mathrm{un}}^{m} \cos(2m\theta) \qquad (378)$$

   従来、標準、および2017のVegter定式化（I_{crit} = 1、2、3）では、同様の処理が行われます。

$$f_{sh}^{2}(\theta) = -f_{sh}^{1}\left(\frac{\pi}{2}-\theta\right) \qquad (379)$$

   簡易化されたVegter Lite定式化（I_{crit} = 4）では、同様の補間がR、w_{sh}、w_{ps}に対して行われます。この場合、次のようになります：

$$w_{sh}(\theta) = w_{sh}\left(\frac{\pi}{2}-\theta\right) \qquad (380)$$

6. パラメータによって凸状の降伏局面が定義される必要があります。定義されない場合は、シミュレーションが不安定になる可能性があります。このため、Radioss Starterには降伏基準の凸性を確認するためのデータチェックが用意されています。

7. 1つの方向のみが定義されている場合（N_{angle} = 1）、この材料則は等方性であるため、/PROP/TYPE1（等方性シェル）と組み合わせて使用される必要があります。複数の方向が定義されている場合（N_{angle} > 1またはI_{crit} = 3）、この材料則は異方性になるため、/PROP/TYPE9（直交異方性シェル）と組み合わせて使用される必要があります。

8. 降伏応力σ_Yは次の式によって定義されます：

$$\sigma_Y = \sigma_0 + \Delta\sigma_m\left[\beta(\varepsilon_p+\varepsilon_0) + \left(1-e^{-\Omega(\varepsilon_p+\varepsilon_0)}\right)^n\right] + \sigma_0^{\star}\left[1+\frac{kT}{\Delta G_0}\ln\left(\frac{\dot{\varepsilon}}{\dot{\varepsilon}_0}\right)\right]^m \quad (381)$$

ここで、

σ_0	初期降伏応力
$\Delta\ \sigma_m$	硬化応力増分。
β	大ひずみ硬化パラメータ。
ε_0	初期塑性ひずみ
Ω	微小ひずみ硬化パラメータ。
η	硬化指数
$\sigma_0^{\star}$	限界動的流れ応力。
k	ボルツマン定数
T	温度
ΔG_0	最大活性化エンタルピー。
$\dot{\varepsilon}_0$	非粘性極限ひずみ速度。
m	ひずみ速度依存性指数。

パラメータΩは、微小ひずみ時の硬化曲線に強い影響を与える効果があるため、微小ひずみ硬化パラメータと呼ばれます（図 108a）。同様に、大ひずみ硬化パラメータは大ひずみ時に大きな影響を与えます（図 108b）。

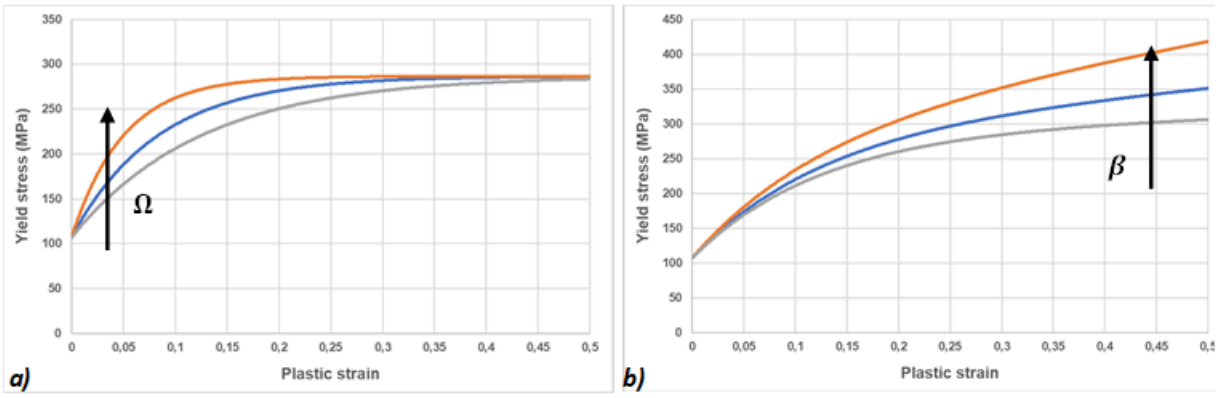


図 *108:* 硬化パラメータが降伏応力の評価に及ぼす影響

9. T_{ini}*INI*が定義されている場合、シミュレーション全体にわたって、温度はT_{ini}*INI*の値で一定です。これにより、ひずみ速度依存性が一定になります(図 109a)。

熱活性化効果(温度上昇後のひずみ速度依存性の微増)を考慮するために温度変化を計算する場合は、/HEAT/MATオプションを定義する必要があります(図 109a)。

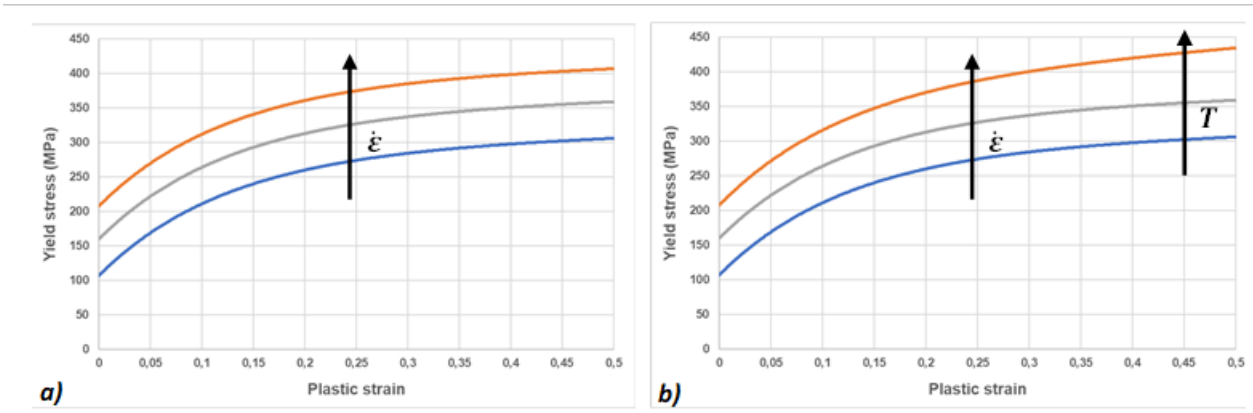


図 *109:* 温度設定がひずみ速度依存性に及ぼす影響

10. ひずみ速度$\dot{\varepsilon}$の計算は、次のようにフラグVPの値に依存します:

- VP = 1の場合: 塑性ひずみ速度が使用されます。
- VP = 2の場合: 全ひずみ速度が使用されます。
- VP = 3の場合: 偏差ひずみ速度が使用されます。

どの場合でも、ひずみ速度の計算には、カットオフ周波数F_{cut}を使用したフィルタリングが含まれます。このカットオフ周波数は、次の関係を満たすようにユーザーによって定義されます:

$$\dot{\varepsilon}_f = \alpha \quad \dot{\varepsilon}^n + (1-\alpha)\dot{\varepsilon}^{n-1} \tag{382}$$

ここで、$\alpha =$ 2π F_{cut} Δt。

11. 表形式の硬化降伏応力を使用する場合は、表形式関数*TAB_YLD*のIDを定義する必要があります。このテーブルを使用して、複数のひずみ速度で、塑性ひずみに応じたいくつかの降伏応力変化を定義できます。X方向とY方向に2つのスケールファクターを定義することもできます。この場合は、硬化パラメータσ_0、Δ σ_m、β、Ω、ηは無視され、降伏応力は次のようになります:

$$\sigma_Y = \mathrm{f_Y}(\varepsilon_\mathrm{p}, \dot{\varepsilon}) \tag{383}$$

さらに、断熱条件での熱軟化を考慮するために、塑性ひずみと温度*TAB_TEMP*を使用して表形式の降伏応力を定義することもできます。この場合、降伏応力は次のようになります:

$$\sigma_Y = \mathrm{f_Y}(\varepsilon_\mathrm{p}, \dot{\varepsilon}) \frac{\mathrm{f_{temp}}(\varepsilon_\mathrm{p}, \mathrm{T})}{\mathrm{f_{temp}}(\varepsilon_\mathrm{p}, \mathrm{T_{ini}})} \tag{384}$$

ここで、

T_{ini}***INI***	参照温度。
T	/HEAT/MATオプションを使用して計算される実際の温度。

12. 係数C_{hard}*HARD*を設定することで、移動硬化を使用することもできます:

- C_{hard}*HARD* = 0の場合: 等方性硬化が使用されます。

- $C_{hard}HARD$ = 1の場合：Prager-Ziegler移動硬化が使用されます。
- 0 ≤ $C_{hard}HARD$ ≤ 1の場合：等方性硬化と移動硬化の間でモデルが補間されます。

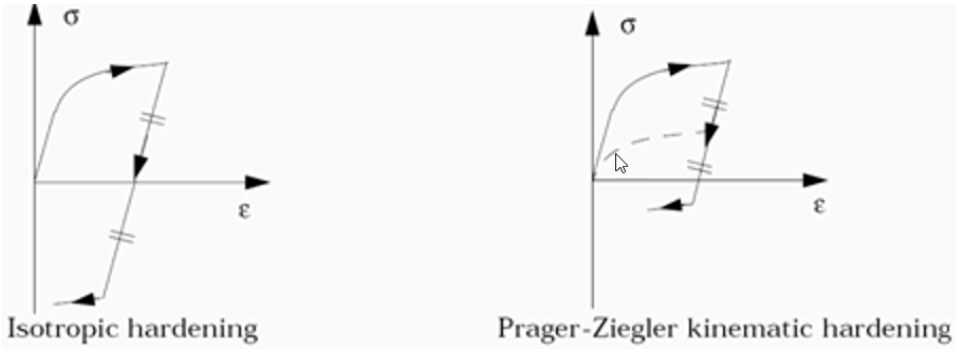


図 *110:*

/MAT/LAW112（PAPERまたはXIA）

ブロックフォーマットのキーワード
Paperboard則では、2002年にXiaによって提唱された直交異方性の非対称弾塑性材料がモデル化されます。

基本原理は、紙シートの平面内の挙動と平面外の挙動を完全に分離するということです。引張状態と圧縮状態について、荷重方向ごとに降伏応力が定義されます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW112/*mat_ID*/*unit_ID*または/MAT/PAPER/*mat_ID*/*unit_ID*または/MAT/XIA/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
ρ_i									
$E_1$1		$E_2$2		$E_3$3		*Ires*		*Itab* I_{smooth}SMOO	
ν_{21}		G_{12}12		G_{23}23		G_{13}			
K		*E3C*		*CC*					
ν_{1p}		ν_{2p}		ν_{4p}		ν_{5p}			

Itab = 0の場合は、連続的な降伏応力を挿入します。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
S01		*A01*		*B01*		*C01*			
S02		*A02*		*B02*		*C02*			
S03		*A03*		*B03*		*C03*			
S04		*A04*		*B04*		*C04*			
S05		*A05*		*B05*		*C05*			
ASIG		*BSIG*		*CSIG*					
TAU0		*ATAU*		*BTAU*					

Itab = 1の場合は、表形式の降伏応力を挿入します。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
TAB_YLD1		*MAT_Xscale1*		*MAT_Yscale1*					
TAB_YLD2		*MAT_Xscale2*		*MAT_Yscale2*					

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
TAB_YLD3		*MAT_Xscale3*		*MAT_Yscale3*					
TAB_YLD4		*MAT_Xscale4*		*MAT_Yscale4*					
TAB_YLD5		*MAT_Xscale5*		*MAT_Yscale5*					
TAB_YLDC		*MAT_XscaleC*		*MAT_YscaleC*					
TAB_YLDS		*MAT_XscaleS*		*MAT_YscaleS*					

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位の識別子（オプション） （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
ρ_i	初期密度。 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
E_i	i番目の直交異方性方向のヤング率。 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
ν_{ij}	i番目とj番目の直交異方性方向に関連するポアソン比。 （実数）	
G_{ij}	i番目とj番目の直交異方性方向に関連するせん断係数。 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
Ires	塑性の解法。 *= 0* 2に設定されます。 *= 1* NICE（Next Increment Correct Error）陽解法。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= *2*（デフォルト） Newton反復法 - 切断面。 （整数）	
Itab	降伏応力の計算。 = *0* 連続的な降伏応力。 = *1* 表形式の降伏応力。 （整数）	
I_{smooth}*SMOOTH*	補間タイプ（表形式降伏関数の場合）。 = *1*（デフォルト） 線形補間。 = *2* 対数補間（底10）。 =*3* 対数補間（底n）。 （整数）	
K	面内降伏曲面指数。 デフォルト = 1.0（実数）	
E3C	1つ目の弾性圧縮パラメータ。 デフォルト = E_3*3*（実数）	[Pa]
CC	2つ目の弾性圧縮パラメータ。 デフォルト = 1.0（実数）	
ν_{1p}	方向1の引張塑性ポアソン比。 （実数）	
ν_{2p}	方向2の引張塑性ポアソン比。 （実数）	
ν_{4p}	方向1の圧縮塑性ポアソン比。 （実数）	
ν_{5p}	方向2の圧縮塑性ポアソン比。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（実数）	
S0i	i番目の荷重方向の初期降伏応力。 各方向は、次の順序に従って特定の荷重方向に関連付けられています： *i=1* 直交異方性方向1の引張。 *i=2* 直交異方性方向2の引張。 *i=3* 面内せん断。 *i=4* 直交異方性方向1の圧縮。 *i=5* 直交異方性方向2の圧縮。 *i=C* 面外方向3の圧縮。 *i=S* 横せん断方向。 デフォルト = 1.0e20（実数）	[Pa]
A0i	i番目の荷重方向の1つ目の硬化パラメータ。 （実数）	[Pa]
B0i	i番目の荷重方向の2つ目の硬化パラメータ。 （実数）	
C0i	i番目の荷重方向の3つ目の硬化パラメータ。 （実数）	[Pa]
ASIG	圧縮での初期面外降伏応力。 デフォルト = 1.0e20（実数）	[Pa]
BSIG	圧縮での1つ目の面外硬化パラメータ。 （実数）	[Pa]
CSIG	圧縮での2つ目の面外硬化パラメータ。 （実数）	
TAU0	初期横せん断降伏応力。	[Pa]

フィールド	内容	**SI**単位の例
	デフォルト = 1.0e20（実数）	
ATAU	1つ目の横せん断硬化パラメータ。 （実数）	[Pa]
BTAU	2つ目の横せん断硬化パラメータ。 （実数）	
TAB_YLDi	i番目の荷重方向の表形式の降伏応力 - 塑性ひずみ - ひずみ速度関数の識別子。 （整数）	
MAT_Xscalei	i番目の荷重方向の表形式の降伏 - 塑性ひずみ - ひずみ速度関数のXスケールファクター。 デフォルト = 1.0（実数）	[Hz]
MAT_Yscalei	i番目の荷重方向の表形式の降伏 - 塑性ひずみ - ひずみ速度関数のYスケールファクター。 デフォルト = 1.0（実数）	[Pa]

例（紙）

```
#RADIOSS STARTER
/UNIT/1
unit for mat
                  Mg                  mm                  s
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/LAW112/1/1
Xia
#              RHO_I
             7.83E-10
#                 E1                  E2                  E3      Ires      Itab   Ismooth
                4193                1554                1554         2         0         0
#               nu21                 G12                 G23                G13
              0.1011                 988                  76                 76
#                   K                E3C                  CC
                 2.0                47.2               24.46
#               nu1p                nu2p                nu4p               nu5p
              0.555              0.1537                0.18              0.145
#                S01                 A01                 B01                C01
               12.0                19.0               260.0              800.0
#                S02                 A02                 B02                C02
                6.5                40.0               160.0              250.0
#                S03                 A03                 B03                C03
                6.0                11.0               100.0              125.0
#                S04                 A04                 B04                C04
                7.3                 6.0               160.0              300.0
#                S05                 A05                 B05                C05
                6.3                 9.0               310.0              225.0
#               ASIG                BSIG                CSIG
              16.55               16.55                3.16
#               TAU0                ATAU                BTAU
                2.1                 9.0                 2.0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
```

例（表形式）

```
#RADIOSS STARTER
/UNIT/1
unit for mat
                  Mg                    mm                    s
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|

/MAT/LAW112/1/1
Xia_tab
#              RHO_I
            7.83E-10
#                  E1                    E2                    E3      Ires      Itab   Ismooth
                 4193                  1554                  1554         1         1         1
#                nu21                   G12                   G23                  G13
              0.1011                   988                    76                   76
#                   K                  E3C                    CC
                  2.0                  47.2                 24.46
#                nu1p                  nu2p                  nu4p                 nu5p
               0.555                0.1537                  0.18                0.145
#            TAB_YLD1          MAT_Xscale1          MAT_Yscale1
                  25                   1.0                   1.0
#            TAB_YLD2          MAT_Xscale2          MAT_Yscale2
                  25                   1.0                  0.35
#            TAB_YLD3          MAT_Xscale3          MAT_Yscale3
                  25                   1.0                  0.75
#            TAB_YLD4          MAT_Xscale4          MAT_Yscale4
                  25                   1.0                0.6341
#            TAB_YLD5          MAT_Xscale5          MAT_Yscale5
                  25                   1.0                   0.5
#            TAB_YLDC          MAT_XscaleC          MAT_YscaleC
                  25                   1.0                   0.5
#            TAB_YLDS          MAT_XscaleS          MAT_YscaleS
                  25                   1.0                   0.5
/FUNCT/46
ecoulement2
#     plastic strain              stress

                 0.0             12.00
               0.012  32.979020979021
               0.025 50.4615384615385
                0.05              74.5
               0.075 90.9473684210526
                 0.1 102.909090909091
               0.125            112.00
                0.15 119.142857142857
               0.175 124.903225806452
                 0.2 129.647058823529
                0.25            137.00
                 0.3 142.434782608696
                 0.4 149.931034482759
                 0.5 154.857142857143
                 1.0 165.846153846154
/TABLE/1/25
Yld Functions : plastic strain + strain rate dependency
#DIMENSION
         2
#   FCT_ID                   strain rate                                                  Scale_y
        46                           0.0                                                     1.00
        46                           1.0                                                     1.10
        46                           5.0                                                     1.15
        46                          10.0                                                     1.20
        46                         100.0                                                     1.25
        46                      100000.0                                                     1.35
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#enddata
```

コメント

1. Paperboard材料則の挙動を表すために、次の直交異方性方向が考慮されます。

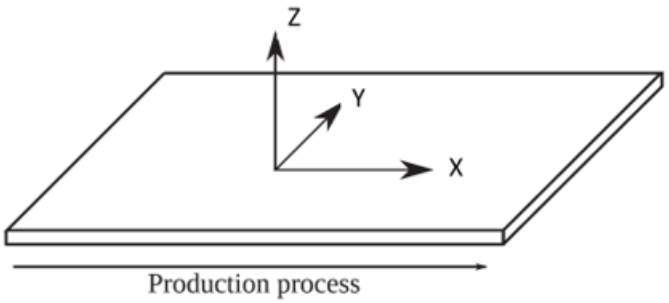


図 *111:*

2. この材料則の弾性挙動は直交異方性です。

面内挙動は、面外挙動と完全に分離される必要があり、次のように計算されます:

$$\begin{cases}\sigma_{xx} = C_{11}\varepsilon_{xx} + C_{12}\varepsilon_{yy} \\ \sigma_{yy} = C_{21}\varepsilon_{xx} + C_{22}\varepsilon_{yy} \\ \sigma_{xy} = G_{12}\gamma_{xy}\end{cases} \quad (385)$$

ここで、$\mathbf{C} = \frac{1}{1 - \nu_{12}\nu_{21}}\begin{bmatrix} E_1 & \nu_{12}E_2 \\ \nu_{21}E_1 & E_2 \end{bmatrix}$

横せん断成分は次のように計算されます:

$$\begin{cases}\sigma_{yz} = G_{23}\varepsilon_{yz} \\ \sigma_{zx} = G_{21}\varepsilon_{zx}\end{cases} \quad (386)$$

面外弾性挙動(ソリッドのみ)は単軸相当問題として扱われます。ただし、応力の計算は引張と圧縮では異なる可能性があります。圧縮荷重の場合、弾性は非線形になります。

$$\begin{aligned}\sigma_{zz} &= E_3\varepsilon_{zz}^e \quad \text{if} \quad \varepsilon_{zz}^e \geq 0 \\ \sigma_{zz} &= E_{3C}(1 - \mathrm{e}^{-C_c\varepsilon_{zz}^e}) \quad \text{if} \quad \varepsilon_{zz}^e < 0\end{aligned} \quad (387)$$

3. Xia 2002の定式化では、面内降伏基準(f)は次のように定義されます:

$$f = \sum_{I=1}^{6} \chi_I \left(\frac{\boldsymbol{\sigma} : \mathbf{N_I}}{\sigma_Y^I} \right)^{2k} - 1 \quad (388)$$

ここで、

$$\chi_I = \begin{cases} 1 & \text{if} \quad \boldsymbol{\sigma} : \mathbf{N_I} > 0 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

χ_I	切り替えパラメータ。
$\boldsymbol{\sigma}$	Cauchy応力テンソル。
$\mathbf{N_I}$	降伏平面の法線方向。
σ_Y^I	降伏応力。

k	正の整数。

各方向は、以下に定義する順序に従って特定の荷重方向に関連付けられています：

1	直交異方性方向1の引張。
2	直交異方性方向2の引張。
3	正の面内せん断。
4	直交異方性方向1の圧縮。
5	直交異方性方向2の圧縮。
6	負の面内せん断（正の面内せん断$\sigma_Y^6 = \sigma_Y^3$と同じ入力）。

降伏平面の法線方向ベクトルは次のとおりです：

$$\mathbf{N_1} = \left[\frac{1}{\sqrt{1+v_{1p}^2}} \quad -\frac{v_{1p}}{\sqrt{1+v_{1p}^2}} \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0\right]$$

$$\mathbf{N_2} = \left[-\frac{v_{2p}}{\sqrt{1+v_{2p}^2}} \quad \frac{1}{\sqrt{1+v_{2p}^2}} \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0\right]$$

$$\mathbf{N_3} = [0 \quad 0 \quad 0 \quad 1 \quad 0 \quad 0]$$

$$\mathbf{N_4} = \left[-\frac{1}{\sqrt{1+v_{4p}^2}} \quad \frac{v_{4p}}{\sqrt{1+v_{4p}^2}} \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0\right]$$

$$\mathbf{N_5} = \left[\frac{v_{5p}}{\sqrt{1+v_{5p}^2}} \quad -\frac{1}{\sqrt{1+v_{5p}^2}} \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0\right]$$

$$\mathbf{N_6} = [0 \quad 0 \quad 0 \quad -1 \quad 0 \quad 0]$$

各方向Iは、次の式で表される特定の降伏応力に関連付けられています：

$$\sigma_Y^I = S_I^0 + A_I^0 \tanh\left(B_I^0 \varepsilon_p^f\right) + C_I^0 \varepsilon_p^f \quad \text{with} \quad I \in [1, 6]$$

ここで、ε_p^fは面内相当塑性ひずみ（降伏関数fに関連付けられています）です。

面外降伏関数はgと表され、次のように定義されます：

$$g = -\sigma_{zz} - \sigma_Y^C \text{ ここで、 } \sigma_Y^C = A_\sigma + B_\sigma \exp(C_\sigma \varepsilon_p^g)$$

ここで、ε_p^gは面外相当塑性ひずみ（降伏関数gに関連付けられています）です。

横せん断降伏関数は次のとおりです：

$$h = \frac{\sqrt{\sigma_{yz}^2 + \sigma_{zx}^2}}{\sigma_Y^S} - 1 \tag{389}$$

ここで、

$$\sigma_Y^S = \tau_0 + [A_\tau - \min(0, \sigma_{zz}) B_\tau] \varepsilon_p^h$$

ε_p^h	面外相当塑性ひずみ（降伏関数hに関連付けられています）。

表形式の降伏応力オプションが選択されている場合（*Itab* = 1）、各降伏応力は、複数の塑性ひずみ速度で塑性ひずみに応じた応力変化を定義するテーブル（*TAB_YLDi*）に関連付けられています。各テーブルのX方向とY方向に2つのスケールファクターを定義することもできます。この場合、硬化パラメータ$S0i$、$A0i$、$B0i$、$C0i$、A_σ、B_σ、C_σ、τ_0、A_τ、B_τは無視され、降伏応力は次のようになります：

$$\sigma_Y^I = f_Y^{tab\_YLDI}(\varepsilon_p^f, \dot{\varepsilon}_p^f) \quad I \in [1, 6]$$

$$\sigma_Y^C = f_Y^{tab\_YLDC}(\varepsilon_p^g, \dot{\varepsilon}_p^g)$$

$$\sigma_Y^S = f_Y^{tab\_YLDS}(\varepsilon_p^h, \dot{\varepsilon}_p^h)$$

出力フィールドでは、相当"全体"塑性ひずみは次のように計算されます：

$$\varepsilon_p = \sqrt{(\varepsilon_p^f)^2 + (\varepsilon_p^g)^2 + (\varepsilon_p^h)^2} \tag{390}$$

See Also

材料の適合性

Failure Models (Reference Guide)

/MAT/LAW115 (DESHFLECK)

ブロックフォーマットのキーワード
圧力依存性を有するフォンミーゼス基準を使用した弾塑性構成則。硬化則は、線形 – 指数的に増加する硬化を伴う非線形です。

パラメータは、パートのすべての要素にわたって一定にするか、それらの要素全体にわたって静的に分散することができます。これにより、シミュレーションの結果に確率的手法が導入されます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW115/*mat_ID*/*unit_ID*または/MAT/DESHFLACK/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
ρ_i									
E		υ		I_{res}	I_{stat}				

I_{stat}= 0: パート全体で一定のパラメータ

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
α		ε_{vp}^f		σ_1^f					
σ_p		γ		ε_D		α_2		β	

I_{stat}= 1: パート全体にわたって分散されたパラメータ(/PERTURB/PART/SOLIDと組み合わせて使用)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
α		ε_{vp}^f		σ_1^f		ρ_{f0}			
C_0^σ		C_1^σ		n^σ					
$C_0^{\alpha_2}$		$C_1^{\alpha_2}$		n^{α_2}					
C_0^γ		C_1^γ		n^γ					
C_0^β		C_1^β		n^β					

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	オプション：単位の識別子。 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
ρ_i	初期密度。 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
E	ヤング率。 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
υ	ポアソン比。 （実数）	
I_{res}	塑性の解法。 *= 0* 2に設定 *= 1* NICE（Next Increment Correct Error）陽解法。 *= 2*（デフォルト） Newton反復陰解法。 （整数）	
I_{stat}	統計的変動フラグをアクティブにします。 *= 0* パート全体で一定のパラメータ。 *= 1* パート全体にわたって分散されたパラメータ（/PERTURB/PART/SOLIDと組み合わせて使用）。 （整数）	
α	降伏曲面形状パラメータ。 デフォルト = 0.0（実数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
γ	線形硬化係数。 デフォルト = 0.0(実数)	$[\mathrm{Pa}]$
ε_D	緻密化ひずみ。 デフォルト = 1.0E20(実数)	
α_2	非線形硬化係数。 デフォルト = 0.0(実数)	$[\mathrm{Pa}]$
β	非線形硬化パラメータ。 デフォルト = 1.0(実数)	
σ_p	初期流れ応力。 デフォルト = 1.0E20(実数)	$[\mathrm{Pa}]$
ε_{vp}^f	破壊時の引張体積塑性ひずみ。 デフォルト = 0.0(実数)	
σ_1^f	破壊時の最大主応力。 デフォルト = 0.0(実数)	$[\mathrm{Pa}]$
ρ_{f0}	ベース材料の密度(フォームのマトリックス材料)。 デフォルト = 1.0E20(実数)	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
C_0^σ、C_1^σ	初期流れ応力の統計法則パラメータ。 (実数)	$[\mathrm{Pa}]$
$C_0^{\alpha_2}$、$C_1^{\alpha_2}$	非線形硬化係数の統計法則パラメータ。 (実数)	$[\mathrm{Pa}]$
C_0^γ、C_1^γ	線形硬化係数の統計法則パラメータ。 (実数)	$[\mathrm{Pa}]$
C_0^β、C_1^β	非線形硬化指数逆数の統計法則パラメータ。 (実数)	
n^i	パラメータの統計法則指数。 (実数)	

例

```
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/25
Local unit system
                  Mg                    mm                    s
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/LAW115/1/25
Aluminum foam constant
#         Init. dens.
             5.1E-10
#                  E                   Nu      Ires     Istat
               5562.0                  0.3         2         0
#               ALPHA              EPSVP_F              SIGP_F
                2.12                 0.11                32.1
#               SIGP                GAMMA                EPSD              ALPHA2                BETA
               14.82                 5.37                1.67                66.9                2.99
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#enddata
```

例（ランダムノイズ / 分布）

```
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/25
Local unit system
                  Mg                    mm                    s
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/DESHFLECK/1/25
Aluminum foam statistical
#         Init. dens.
             5.1E-10
#                  E                   Nu      Ires     Istat
               5562.0                  0.3         1         1
#               ALPHA              EPSVP_F              SIGP_F              RHOF0
                2.12                 0.11                30.0             2.7E-9
#            SIGP_C0             SIGP_C1             SIGP_N
                   0               590.0               2.21
#          ALPHA2_C0           ALPHA2_C1           ALPHA2_N
                   0               140.0               0.45
#           GAMMA_C0            GAMMA_C1            GAMMA_N
                   0                40.0                1.4
#        INV_BETA_C0         INV_BETA_C1         INV_BETA_N
                0.22               320.0               4.66
/PERTURB/PART/SOLID/1
set Random Noise with random distribution on Solid density
#         Mean_value           Deviation             Min_cut             Max_cut      Seed   Idistri
                1.0             0.02471                 0.6                 1.4      1000         2
#grpart_ID           parameter
        46                DENS
/GRPART/PART/46
part
         1
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#enddata
```

コメント

1. この材料は、等方性線形弾性と見なされます。
2. この材料則では、次のDeshpande-Fleck相当応力定義が使用されます：

$$\sigma_{eq} = \sqrt{\frac{\sigma_{VM}^2 + \alpha^2 \sigma_m^2}{1 + \left(\frac{\alpha}{3}\right)^2}} \tag{391}$$

ここで、

σ_{VM}	フォンミーゼス相当応力。
σ_m	以下によって定義される平均応力：

$$\mathbf{s} = \boldsymbol{\sigma} - \sigma_m \mathbf{I} \quad \text{with} \quad \sigma_m = \frac{1}{3} tr(\boldsymbol{\sigma}) \qquad (392)$$
$$\sigma_{VM} = \sqrt{\frac{3}{2} \mathbf{s} : \mathbf{s}}$$

パラメータαによって、相当応力の計算での圧力依存性の影響が制御されます。このパラメータでは、次の不等式が考慮される必要があります:

$$0 \le \alpha \le \sqrt{4.5} \qquad (393)$$

3. 降伏関数はΦと表され、流れ応力σ_Fに対するDeshpande-Fleck相当応力と比較して次のように表されます:

$$\Phi = \sigma_{eq} - \sigma_F \qquad (394)$$

ここで、流れ応力は次のように定義されます(図 112):

$$\sigma_F = \sigma_p + \gamma \frac{\varepsilon_p}{\varepsilon_D} + \alpha_2 \ln\left(\frac{1}{1 - \left(\frac{\varepsilon_p}{\varepsilon_D}\right)^{\beta}}\right) \qquad (395)$$

ここで、

σ_p	初期流れ応力。
γ	線形硬化係数。
ε_D	緻密化ひずみ。
α_2	非線形硬化係数。
β	非線形硬化指数。

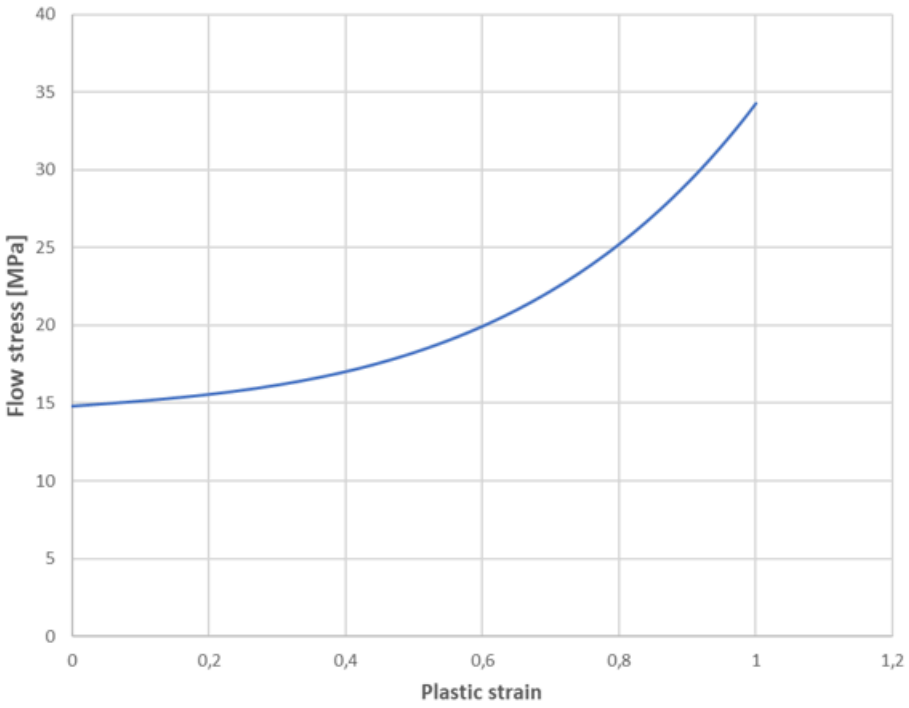


図 *112:* 塑性ひずみに応じた流れ応力の変化

4. フラグI_{stat}の値に応じて、同じ材料の2つのバージョンを使用できます:

- I_{stat} = 0の場合: パラメータσ_p、γ、ε_D、α_2、βは、パートのすべてのソリッド要素で同じです。
- I_{stat} = 1の場合: パラメータσ_p、γ、ε_D、α_2、βは、パートのすべてのソリッド要素で同じではありません。

  これらは、統計的に分布しているフォーム密度ρ_iから計算されます(`/PERTURB/PART/SOLID`を使用)。

$$\sigma_p = C_0^{\sigma} + C_1^{\sigma}\left(\frac{\rho_i}{\rho_{f0}}\right)^{n^{\sigma}} \quad \alpha_2 = C_0^{\alpha_2} + C_1^{\alpha_2}\left(\frac{\rho_i}{\rho_{f0}}\right)^{n^{\alpha_2}} \tag{396}$$

$$\gamma = C_0^{\gamma} + C_1^{\gamma}\left(\frac{\rho_i}{\rho_{f0}}\right)^{n^{\gamma}} \quad \frac{1}{\beta} = C_0^{\beta} + C_1^{\beta}\left(\frac{\rho_i}{\rho_{f0}}\right)^{n^{\beta}}$$

$$\varepsilon_D = -\frac{9+\alpha 2}{3\alpha 2}\ln\left(\frac{\rho_i}{\rho_{f0}}\right)$$

ここで、

C_0^i、C_1^i、および n^i	統計法則パラメータ。
ρ_{f0}	ベース材料の密度(たとえば、この材料則がアルミニウムフォームを表している場合は、ρ_{f0}はアルミニウム密度になります)。

5. I_{stat} = 1を使用している場合は、カード`/PERTURB/PART/SOLID`を設定して、パートの全要素にわたる初期フォーム密度ρ_i分布を作成する必要があります(図 113)。

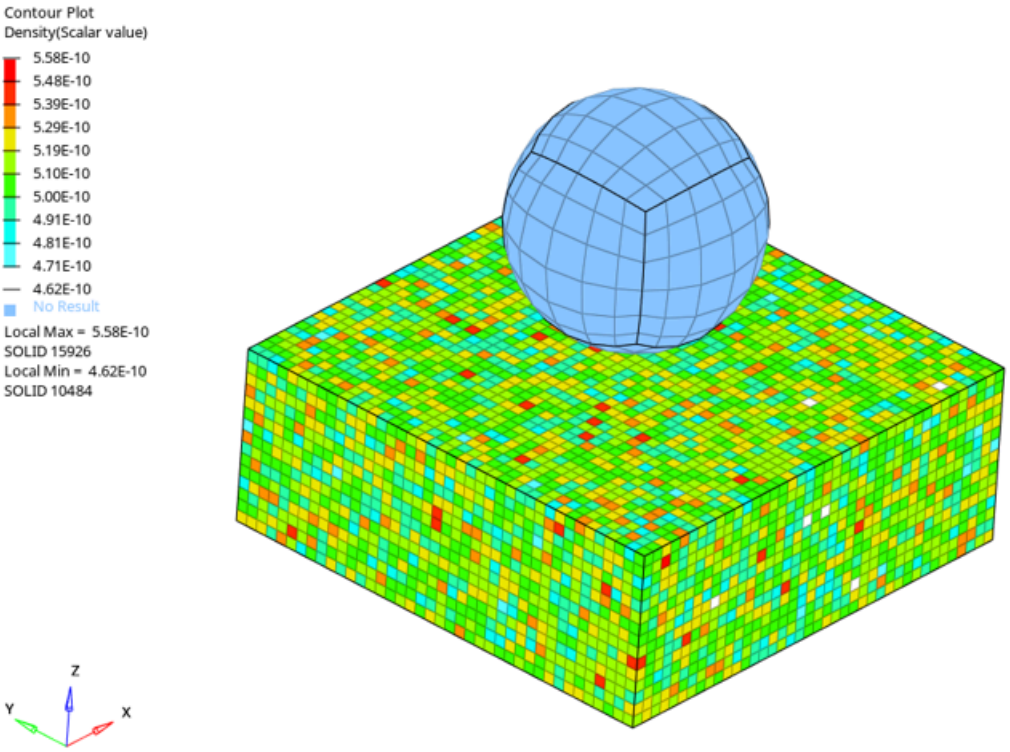


図 *113:* 例: 衝撃シミュレーション用のフォームブロック内のフォーム密度分布

6. ほとんどの破壊基準は`/MAT/LAW115`に適合していますが、ε_{vp}^{f}とσ_{1}^{f}の一方または両方が0ではない場合は、ユーザーが要素の削除を開始できます。引張体積ひずみがε_{vp}^{f}より大きい場合や、1つ目の主応力がσ_{1}^{f}より大きい場合は、要素の削除が開始されます。

See Also

材料の適合性

Failure Models (Reference Guide)

/MAT/PLAS_PREDEF

ブロックフォーマットのキーワード
この材料則には、一般的なスチール、アルミニウム、およびプラスチック材料の、事前定義された弾塑性データが含まれます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/PLAS_PREDEF/*mat_ID*									
mat_title									
Material name									

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
Material name	事前定義された材料名 3 *STEEL* 軟鋼 *HSS* 高強度鋼 *UHSS* 超高強度鋼 *AA5182* アルミニウムAA5182 *AA6082-T6* アルミニウムAA6082-T6 *PA6GF30* 塑性PA6GF30 *PPT40* 塑性PP T40 （文字、入力時には左詰めにする必要があります）	

例

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/PLAS_PREDEF/1
Material for generic mild steel
#
STEEL
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
/END
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. この材料は、設計の初期の材料データがまだ利用できないときに使用できる弾塑性材料データを提供します。このデータは、いくつかの公的資金を受けたプロジェクトの結果から得られたものです。材料モデルは、ひずみの関数として応力を定義します。ひずみ速度や温度効果なしが含まれます。`/FAIL/BIQUAD`内で事前定義された同じ材料を使用して、破壊をモデル化できます。
2. 材料データは、`/BEGIN`で定義されたモデルの単位系に、自動的に変換されます。
3. この材料は、`/MAT/LAW2 (PLAS_JOHNS)`, I_{flag}*FLAG*=1を、kg、mm、およびmsの単位で事前定義された以下の値とともに使用します。

名称	材料の説明	密度	**E**	ν	降伏応力	**UTS**	ε_{UTS}
STEEL	軟鋼	7.8E-6	210	0.3	0.160	0.380	0.24
HSS	HSS鋼	7.8E-6	210	0.3	0.300	0.510	0.23
UHSS	UHSS鋼	7.8E-6	210	0.3	0.500	1.500	0.045
AA5182	アルミニウムAA5182	2.7E-6	70	0.33	0.150	0.300	0.25
AA6082-T6	アルミニウムAA6082-T6	2.7E-6	70	0.33	0.300	0.360	0.08
PA6GF30	塑性PA6GF30	1.3E-6	7	0.35	0.050	0.100	0.02
PPT40	塑性PP T40	1.2E-6	4	0.3	0.020	0.030	0.06

ここで、

E	ヤング率
ν	ポアソン比
降伏応力	材料の降伏応力
UTS	最大引張応力（工学応力）
ε_{UTS}	UTSでの工学ひずみ

> **注:** Altairは、これらの値から得られる結果、有効性または精度に責任を負うものではありません。ユーザーは、試験結果により自身の値を検証する必要があります。使用は、初期設計調査にのみ推奨されます。

See Also

材料の適合性

Failure Models (Reference Guide)

Explicit Structural FEA Materials (User Guide)

超粘弾性材料

これらの材料は、超粘弾性材料を表現するのに使用できます。

/MAT/LAW33 (FOAM_PLAS)

ブロックフォーマットのキーワード
この材料則は、塑性挙動のような除荷 / 再載荷を伴う粘弾性フォーム材料をモデル化します。この材料則は、ソリッド要素のみで使用でき、通常は、衝撃リミッタ等の低密度の密閉セルポリウレタンフォームのモデル化に使用されます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW33/*mat_ID*/*unit_ID*または/MAT/FOAM_PLAS/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
ρ_i									
E		K_a	fct_ID_f	$Fscale_{crv}$					
P_0		Φ		γ_0					
A		B		C					

K_a = 1の場合のみ読み込み

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$E_1 1$		$E_2 2$		E_t		η^*		η_0	

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
E	ヤング率 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
K_a	解析タイプフラグ。 *= 0* 降伏前の骨格挙動が弾性 *= 1* 降伏前の骨格挙動が粘弾性 （整数）	
fct_ID_f	降伏応力vs.体積ひずみ曲線関数の識別子 （整数）	
$Fscale_{crv}$	fct_ID_fの縦軸（応力）のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
P_0	初期気圧 5 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
Φ	発泡とポリマーの密度の比率。 （実数）	
γ_0	初期体積ひずみ。 （実数）	
A	降伏パラメータ。 （実数）	
B	降伏パラメータ。 （実数）	
C	降伏パラメータ。 （実数）	
E_11	ヤング率更新の係数 （実数）	$[\mathrm{Pa}\cdot\mathrm{s}]$

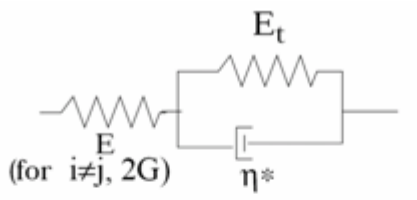
フィールド	内容	SI単位の例
$E_2 2$	ヤング率更新の係数 （実数）	[Pa]
E_t	接線率 （実数）	[Pa]
η^*	純圧縮の粘性係数。 （実数）	
η_0	純せん断の粘性係数 （実数）	

例（フォーム材）

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
                  Mg                  mm                  s
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/FOAM_PLAS/1/1
Foam
#              RHO_I
               2E-10
#                   E        Ka  func_IDf          Fscalecurv
                  200         1         0                   1
#                  P0                Phi              Gamma_0
                    0                 0                    0
#                   A                 B                    C
                 1E30                 0                    0
#                  E1                E2                   Et            eta_comp           eta_shear
                    0                 0                    2               2E27               1E27
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
/END
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. 制限的な降伏曲線が定義されていない場合、材料はMaxwell-Kelvin-Voight粘弾性モデルに従います。



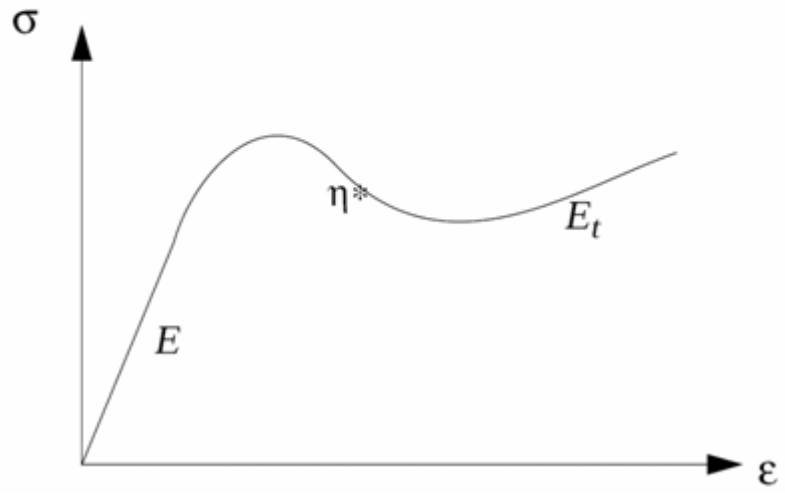


図 *114:*

2. 制限的な降伏曲線が定義されている場合、材料は最初、粘弾性則に従い、定義された降伏曲線と交差すると、これによって引張および圧縮での粘弾性応力が制限されます。材料は塑性を示しませんが、粘超弾性の挙動を示します。
3. 降伏関数が*fct_ID*$_f$ = 0の場合、

$$\sigma_y = A + B(1 + C\gamma) \tag{397}$$

ここで、γ は以下の式で表される体積ひずみです:

$$\gamma = \frac{V}{V_0} - 1 + \gamma_0 = \frac{\rho_0}{\rho} - 1 + \gamma_0 = \frac{-\mu}{1+\mu} + \gamma_0 \tag{398}$$

4. 降伏関数が*fct_ID*$_f$ ≠ 0の場合、σ vs. γは曲線識別子*fct_ID*$_f$の入力から読み込まれます。この曲線は、引張$(\gamma > 0)$および圧縮$(-1 < \gamma < 0)$に対して定義することができます。応力は、引張と圧縮の両方について、正の値で入力する必要があります。

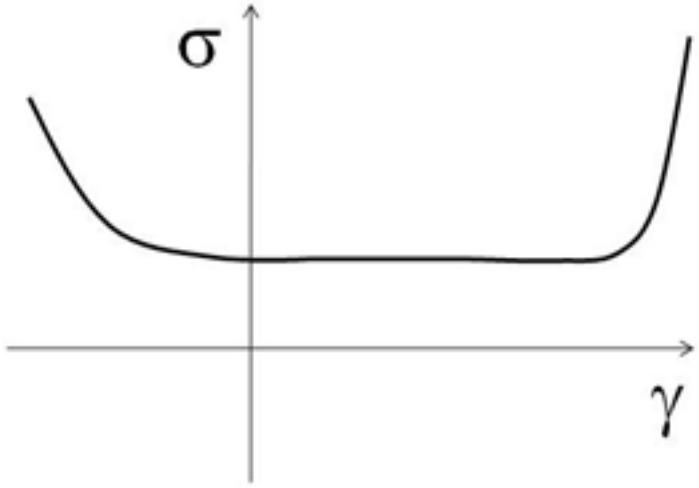


図 *115:*

5. オプションの気圧。体積ひずみの関数を構造圧力に追加できます。圧力は応力テンソルの球状部にのみ加えられます。

$$P_{air} = -\frac{P_0 \cdot \gamma}{1+\gamma-\Phi} \tag{399}$$

6. 除荷の初期勾配としてヤング率が使用されます。ひずみ速度に基づいて、一定または可変にできます。

$$E = \max(E, E_1\dot{\varepsilon} + E_2) \tag{400}$$

7. 除荷または荷重方向の変更（引張<->圧縮）は、等方性弾塑性材料や粘性の強いフォーム材料など、現在の弾性係数に従っています。ただし、塑性ひずみの累積はありません。

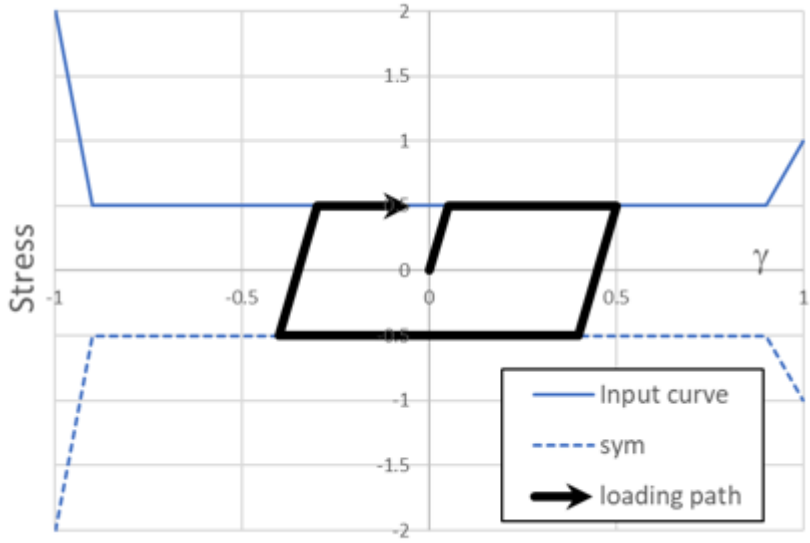


図 *116:*

See Also

材料の適合性

Failure Models (Reference Guide)

Visco-elasto Materials for Foams (LAW33) (Theory Manual)

/MAT/LAW34 (BOLTZMAN)

ブロックフォーマットのキーワード
この材料則は、Boltzmann（粘弾性）材料を記述します。この材料則は、ソリッド要素のみに適用され、ポリマーおよびエラストマーのモデル化に使用できます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW34/*mat_ID*/*unit_ID*または/MAT/BOLTZMAN/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
ρ_i									
K									
G_0		G_l		β					
P_0		Φ		γ_0					

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right]$
K	体積弾性率。 （実数）	$[\text{Pa}]$
G_0	短期せん断係数 （実数）	$[\text{Pa}]$
G_l	長期せん断係数	$[\text{Pa}]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（実数）	
β	減衰定数 （実数）	$\left[\frac{1}{s}\right]$
P_0	初期気圧 （実数）	$[Pa]$
Φ	フォーム対ポリマー密度の比率 （実数）	
γ_0	初期体積ひずみ。 （実数）	

例（プラスチック）

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
                  Mg                    mm                    s
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/BOLTZMAN/1/1
plastic
#              RHO_I
               2E-10
#                  K
               66.67
#                 G0                   Gl                 Beta
                 100                  100                50000
#                 P0                  Phi               Gamma0
                   0                    0                    0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
/END
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. 密閉セルフォーム材料では、圧力が増加する場合があります：

$$P = -K\varepsilon_{kk} + P_{air} \tag{401}$$

ここで、

$$P_{air} = -\frac{P_0 \cdot \gamma}{1+\gamma-\Phi} \tag{402}$$

$$\varepsilon_{kk} = \ln\left(\frac{V}{V_0}\right) \tag{403}$$

ここで、

γ	体積ひずみ
Φ	空隙率
P_0	初期気圧
γ_0	初期体積ひずみ
K	体積弾性率

2. 粘弾性材料の偏差応力:

$$s_{ij} = 2\int_0^t \psi(t-\tau)\left(\frac{\partial e_{ij}(\tau)}{\partial \tau}\right)d\tau \quad (404)$$

せん断緩和係数$\psi(t)$は次の式のようになります:

$$\Psi(t) = G_l + G_s e^{-\beta t} = G_l + (G_0 - G_l)e^{-\beta t} \quad (405)$$

ここで、

G_l	長期せん断係数
G_s	短期せん断係数
β	減衰定数で、$\beta = \frac{1}{\tau_s} = \frac{G_s}{\eta_s}$

t = 0の場合は$\psi(t) = G_0$で、$\psi(t) = G_l$。

See Also

材料の適合性
Failure Models (Reference Guide)
Boltzmann Viscoelastic Model (LAW34) (Theory Manual)

/MAT/LAW35 (FOAM_VISC)

ブロックフォーマットのキーワード
この材料則は、汎用Maxwell-Kelvin-Voigtモデルを使用して粘弾性フォーム材料を記述します。このモデルの粘性はNavier方程式に従います。

この材料則は、シェルおよびソリッド要素のみに適用され、開放セルのフォーム、ポリマーおよびエラストマー、シートクッション、ダミーの詰め物に使用できます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW35/*mat_ID*/*unit_ID*または/MAT/FOAM_VISC/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
ρ_i									
E		ν		$E_1 1$		$E_2 2$		n	
$C_1 1$		$C_2 2$		$C_3 3$			I_{Flag}	P_{min}MIN	
fct_ID_f		$Fscale_{prs}$				F_{smooth}smoo		F_{cut}CUT	
E_t		ν_t		η_0		λ			
P_0		Φ		γ_0					

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{kg}{m^3}\right]$
E	ヤング率 （実数）	$[Pa]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
v	ポアソン比 （実数）	
*E*1	ヤング率更新の係数$E = E_1\dot{\varepsilon} + E_2$ （実数）	[Pa]
*E*2	ヤング率更新の係数 （実数）	[Pa]
n	相対体積の指数 （実数）	
*C*1	圧力計算の係数 （実数）	
*C*2	圧力計算の係数 （実数）	
*C*3	圧力計算の係数 （実数）	
*I*Flag	開放セルフォームフラグ *= 0* 入力は圧力対圧縮曲線/MAT/LAW21(DPRAG)の場合と同じ。 *= 1* 入力は、システム対圧力から削除される"相当気圧"を定義する関数。これは開放セルフォーム定式化と対応します。 （整数）	
*P*min*MIN*	最小圧力 （実数）	[Pa]
*fct_ID*f	体積ひずみの関数としての圧力の曲線識別子体積ひずみは$\gamma = \frac{\rho_0}{\rho} - 1$ （整数）	
*Fscale*prs	圧力関数スケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	
*F*smooth*smooth*	ひずみ速度スムージングオプションフラグ。	

フィールド	内容	SI単位の例
	= 0（デフォルト） ひずみ速度を平滑化しません。 *= 1* ひずみ速度スムージングはアクティブ。 （整数）	
F_{cut}*CUT*	ひずみ速度フィルタリングのカットオフ周波数。 デフォルト = 10000 Hz（実数）	[Hz]
E_t	接線率 （実数）	[Pa]
ν_t	接線ポアソン比 （実数）	
η_0	純せん断の粘性係数（Navierの定数） （実数）	$[Pa \cdot s]$
λ	Navierの定数 （実数）	$[Pa \cdot s]$
P_0	初期気圧 （実数）	[Pa]
Φ	発泡とポリマーの密度の比率。 （実数）	
γ_0	初期体積ひずみ。 （実数）	

例（フォーム材）

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
                  Mg                  mm                   s
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/FOAM_VISC/1/1
Foam
#              RHO_I
             4.3E-11
#                 E                  Nu                  E1                  E2                   n
                 .2                   0                   0                   0                   0
#                C1                  C2                  C3               Iflag                Pmin
                 1                   1                   1                   0                   0
```

```
# func_IDf                    Fscale_prs                                  Fsmooth                Fcut
      1076                             0                                         1             15000.0
#                 Et                Nu_t               eta_0               Lamda
                 .25                   0               10000                   0
#                 P0                 Phi             gamma_0
                   0                   0                   0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  3. FUNCTIONS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/1076
Pressure function
#                   X                   Y
#  Volumetric strain            Pressure
              -100000               -1000
                  -10               -1000
                    0                   0
                 3000               7.633
               209000               7.633
               210000                18.5
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
/END
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. いずれの状況でも、せん断および体積弾性率の計算ではヤング率の下記の値が使用されます：

$$E = \max(E, E_1\dot{\varepsilon} + E_2)\left(\frac{V}{V_0}\right)^n \tag{406}$$

2. *fct_ID*$_f$ = 0の場合、

$$\frac{dP}{dt} = C_1 K\dot{\varepsilon}_{kk} - C_2\left[\frac{K+K_t}{3\lambda+2\eta_0}\sigma_{kk}\right] + C_3\left[\frac{KK_t}{3\lambda+2\eta_0}\varepsilon_{kk}\right] \tag{407}$$

ここで、

$$K = \frac{E}{3(1-2\nu)}$$

$$K_t = \frac{E_t}{3(1-2\nu_t)}$$

$$P = -\frac{1}{3}\sigma_{kk}$$

$$\varepsilon_{kk} = \ln\left(\frac{V}{V_0}\right)$$

3. *fct_ID*$_f$ ≠ 0の場合、圧力は曲線から読み取られます。
4. 密閉セルポリウレタンフォームでは、下記の分だけ骨格球面応力が増加する場合があります：

$$P_{air} = -\frac{P_0 \cdot \gamma}{1+\gamma-\Phi} \tag{408}$$

5. パラメータ*F*$_{smooth}$*smooth*と*F*$_{cut}$*CUT*は、ひずみ速度のフィルタリングを可能にします。3つのケースが設定できます：
   - *F*$_{smooth}$*smooth* = 0 および *F*$_{cut}$*CUT* = 0.0の場合、ひずみ速度フィルタリングはオフ。
   - *F*$_{smooth}$*smooth* = 1 および *F*$_{cut}$*CUT* = 0.0の場合、ひずみ速度フィルタリングは、デフォルトのカットオフ周波数10 kHzを使用。

- F_{cut}*CUT* ≠ 0, F_{smooth}*smooth*の場合、自動的に1に設定され、ひずみ速度フィルタリングは、指定されたカットオフ周波数を使用。

See Also

材料の適合性
Failure Models (Reference Guide)
RD-E:1600 ダミーポジショニング

/MAT/LAW38 (VISC_TAB)

ブロックフォーマットのキーワード
この材料則は、粘弾性フォーム表形式材料を記述します。これは、ソリッド要素でのみ使用できます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW38/*mat_ID*/*unit_ID*または/MAT/VISC_TAB/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
ρ_i									
E_0		ν_t		ν_c		R_v		*Iflag*	*Itota*
β		*H*		R_D		K_R	K_D	θ	
K_{air}	fct_ID_p	$Fscale_P$							
P_0		R_P		$P_{max}MAX$		Φ			
fct_ID_{ul}		$Fscale_{unload}$		$\dot{\varepsilon}_{\text{unload}}$		*a*		*b*	
N_{funct}		*CUToff*		I_{insta}					
E_{final}		ε_{final}		λ		*ViscVISC*		*Tol*	
$Fscale_1$		$Fscale_2$		$Fscale_3$		$Fscale_4$		$Fscale_5$	
$\dot{\varepsilon}_1$		$\dot{\varepsilon}_2$		$\dot{\varepsilon}_3$		$\dot{\varepsilon}_4$		$\dot{\varepsilon}_5$	
fct_ID_{1L}	fct_ID_{2L}	fct_ID_{3L}	fct_ID_{4L}	fct_ID_{5L}					
fct_ID_{1ul}	fct_ID_{2ul}	fct_ID_{3ul}	fct_ID_{4ul}	fct_ID_{5ul}					

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
E_0	最小張力率（インターフェースおよび時間ステップの計算に使用されます） （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
v_t	張力の最大ポアソン比 デフォルト = 10^{-30}（実数）	
v_c	圧縮の最大ポアソン比 （実数）	
R_v	ポアソン比計算の指数 （実数）	
Iflag	解析定式化タイプのフラグ 4 *= 0* 各主応力方向で粘弾性を計算します *= 1* 挙動は張力、圧縮のいずれでも線形になります （整数）	
Itota	増分定式化フラグ *= 0*（デフォルト） 引張の挙動は線形になります。 *=1* 引張の挙動を応力曲線から読み取ります。 （整数）	
β	除荷の緩和速度 デフォルト = 10^{-30}（実数）	
H	除荷のヒステリシス係数 デフォルト = 1.0（実数）	
R_D	ひずみ速度の減衰係数 デフォルト = 0.5（実数）	
K_R	除荷のリカバリーモデルフラグ（ヒステリシスループ）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 0（デフォルト） 除荷の応力リカバリーなし（除荷曲線=載荷曲線） *= 1* 除荷の応力リカバリーを次の式で計算： $\sigma = \sigma \cdot H \cdot \min\left(1,\ 1 - e^{-\beta\varepsilon(t)}\right)$ *= 2* 除荷の応力リカバリーを次の式で計算： $\sigma = \sigma \cdot \left\{1 - H \cdot \left[1 - \left(\frac{E^{\text{int}}}{E^{\text{int}}_{\max}}\right)^{\beta}\right]\right\}$ ここでE^{int}と$E^{\text{int}}_{\max}$はそれぞれ、現在の内部エネルギーおよび最大の内部エネルギー。6 （整数）	
K_D	減衰モデルフラグ、ヒステリシスタイプ *= 0*（デフォルト） 載荷時および除荷時の減衰がアクティブになります。 *= 1* 荷重時のみ減衰がアクティブになります *= 2* 除荷時のみ減衰がアクティブになります （整数）	
θ	瞬間モジュール更新の積分係数 デフォルト = 0.67（実数）	
K_{air}	空気量計算フラグ 7 *= 0*（デフォルト） 拘束空気量はありません。 *= 1* 拘束空気量の計算がアクティブになります。 *= 2* 静水圧曲線（*fct_ID*$_p$によって定義される関数の識別子）を読み出します。純圧縮と静水圧の違いが考慮されます。 （整数）	
fct_ID$_p$	圧力曲線の識別子（圧力 vs 相対体積） （整数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
$Fscale_P$	圧力曲線スケールファクター （実数）	[Pa]
P_0	大気圧 （実数）	[Pa]
R_P	圧力の緩和速度 デフォルト = 10^{-30}（実数）	
$P_{max}MAX$	最大気圧 デフォルト = 10^{30}（実数）	[Pa]
Φ	空隙率（フォーム密度 / ポリマー密度） （実数）	
fct_ID_{ul}	除荷関数の識別子 *> 0* 除荷ひずみ速度が静的速度と一致していれば、関数fct_ID_{ul}のみが除荷に使用されます （整数）	
$Fscale_{unload}$	除荷関数スケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	[Pa]
$\dot{\varepsilon}_{unload}$	除荷ひずみ速度（$\dot{\varepsilon}_1$より大きくする必要がある） （実数）	$\left[\frac{1}{s}\right]$
a	応力補間の指数 デフォルト = 1.0（実数）	
b	応力補間の指数 デフォルト = 1.0（実数）	
N_{funct}	速度依存を定義する関数の数（5個以下） （整数）	
CUToff	張力カットオフ応力。 1つの要素の積分点が張力カットオフ応力を超えた際、その要素が削除されます。	[Pa]

フィールド	内容	**SI**単位の例
	デフォルト = 10^{30}（実数）	
I_{insta}	材料不安定性制御フラグ = *0*（デフォルト） 材料不安定性制御なし = *1* 材料不安定性制御あり （整数）	
E_{final}	最大張力率 デフォルト =E_0（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
ε_{final}	最終率におけるひずみの絶対値 デフォルト = 1.0（実数）	
λ	率補間係数 デフォルト = 1.0（実数）	
ViscVISC	最大粘性。10 デフォルト = 10^{30}（実数）	$[\mathrm{Pa \cdot s}]$
Tol	主方向更新時のトレランス デフォルト = 1.0（実数）	
$Fscale_i$	曲線*i*のスケールファクター （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
$\dot{\varepsilon}_i$	曲線*i*の工学ひずみ速度 （実数）	$\left[\frac{1}{\mathrm{s}}\right]$
fct_ID_{iL}	曲線*i*の荷重関数識別子 （整数）	
fct_ID_{iul}	曲線*i*の除荷関数識別子 （整数）	

例（フォーム材）

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
```

```
unit for mat
                  Mg                    mm                    s
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/VISC_TAB/1/1
Foam
#               RHO_I
                2E-10
#                 E_0                nu_t                nu_c                 R_V     Iflag     Itota
                  200                   0                   0                   0         0         0
#                Beta                   H                 R_D       K_R       K_D                Teta
                   0                   0                   0         0         0                   0
#    K_air  fct_ID_p            Fscale_P
         0         0                   1
#                  P0                  Rp                Pmax                 Phi
                   0                   0                   0                   0
#funID_unl                  Fscale_unload        Eps_._unload                   a                   b
         0                             0                   0                   0                   0
#  N_funct                       CUT_off   I_insta
         1                             0         0
#            E_final           Eps_final              Lambda                Visc                 Tol
                   0                   0                   0                   0                   0
#      Fscale_i
                   1
#      Eps_._i
                   0
#    func_ID_iload
         4
#    func_ID_iunload
         0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  3. FUNCTIONS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/4
function_4
#                  X                   Y
                  -1                -200
                   1                 200
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
/END
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. 工学応力vs.工学ひずみは、異なるひずみ速度の関数として入力できます。応力とひずみは圧縮では正、引張では負となります。デフォルト(*Itota*=0)では、引張の挙動はヤング率E_0を使用し線形弾性です。*Itota*=1の場合、工学応力ひずみの挙動は関数fct_ID_{iL}を用いて入力され、応力ひずみ曲線は共に圧縮と引張で定義されていなくてはなりません。
2. 応力ひずみ関数が異なるひずみ速度で定義されている場合、応力は入力関数からの補間で計算されます:
   $\sigma = f(\varepsilon, \dot{\varepsilon})$

   特定の$\dot{\varepsilon}$に対して、εにおける、2つのひずみ速度(直下および直上)の2つの関数値が読み出されます。

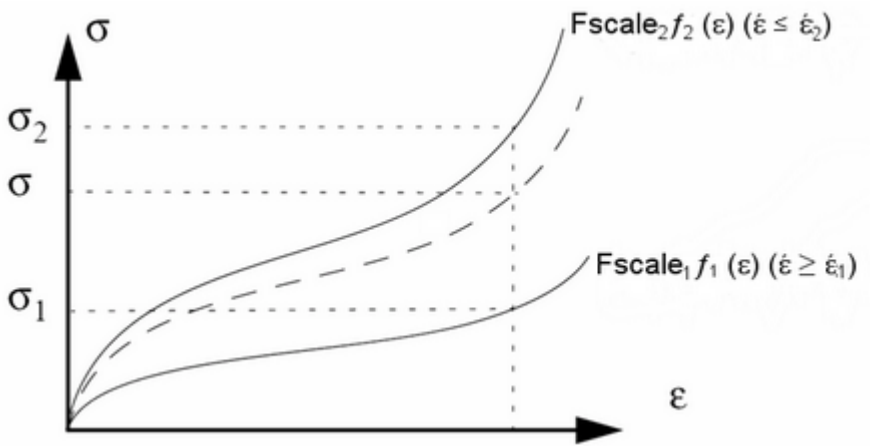


図 *117: 2*つのひずみ速度曲線(*5*つまで入力可能)

ここで、

$$\sigma = \sigma_2 + (\sigma_1 - \sigma_2)\left[1 - \left(\frac{\dot{\varepsilon} - \dot{\varepsilon}_1}{\dot{\varepsilon}_2 - \dot{\varepsilon}_1}\right)^a\right]^b \quad (409)$$

パラメータaおよびbは、各区間内の補間関数の形状を定義します。$a = b = 1$の場合、補間は線形です。

3. 主公称応力の"連成"セットは、次のように異方性ポアソン比を使用して計算されます:

$\nu_{ij} = \nu_c + (\nu_t - \nu_c)\left(1 - \exp\left(-R_v|\varepsilon_{ij}|\right)\right)$ 引張の場合$(\varepsilon_{ij} \geq 0)$

$\nu_{ij} = \nu_c$ 圧縮の場合

ここで、

$$\varepsilon_{ij} = \frac{(\varepsilon_i + \varepsilon_j)}{2}$$

$\varepsilon_{ij} \geq 0$

4. 解析定式化タイプ*Iflag*。

Iflag=0: 粘弾性フォーム表形式材料に対応します(粘弾性は主応力方向それぞれで計算されます)。

Iflag=1: 挙動は、Hookの関係に従って張力と圧縮の両方で線形になります。

圧縮の場合は、ヤング率E_0、およびポアソン比ν_cが使用されます。

張力では瞬間ヤング率E_tが使用されます。

瞬間ヤング率は下記を使用して更新されます:

$$E_t = E_{final} + (E_0 - E_{final})\left[1 - e^{-\lambda(V_R^{-1} + \varepsilon_{final})}\right] \quad (410)$$

ここで、

$$E_0 < E < E_{final} \quad (411)$$

ここで、

E_0	最小張力率
E_{final}	最大張力率

V_R	Radiossで計算した相対体積
ε_{final}	最大張力率に対応するひずみの絶対値

瞬間率は張力のみで使用されます。

5. 安定性を得るため、$\dot{\varepsilon}$は下記を使用してフィルタリングされます：

$$\dot{\varepsilon}^n_{filt} = \dot{\varepsilon}^{n-1}_{filt} + R_D\left(\dot{\varepsilon}^n - \dot{\varepsilon}^{n-1}_{filt}\right) \quad (412)$$

6. ヒステリシスは線形引張の場合に適用されます。

K_R=1の場合、圧縮にのみヒステリシスが適用されます。

KR=2の場合、圧縮と引張の両方にヒステリシスが適用されます。

7. 気圧P_{air}（K_{air}=1である際）では、

fct_ID$_p$≠0の場合：

$$P_{air} = Fscale_p f\left(\frac{V}{V_0}\right) \quad (413)$$

ここで、fは関数番号*fct_ID*$_p$を指します。

fct_ID$_p$=0の場合：

$$P_{air} = P_0 \frac{\left(1 - \frac{V}{V_0}\right)}{\left(\frac{V}{V_0} - \Phi\right)} \quad (414)$$

緩和は次のように適用されます：

$$P_{air} = \min\left(P_{air}, P_{\max}\right)\exp\left(-R_p t\right) \quad (415)$$

ここで、R_pは、圧力の緩和速度、tは時間です。

8. 除荷の際、除荷曲線が定義されていなければ（*fct_ID*$_{iul}$ =*fct_ID*$_{ul}$=0）、σは1つ目の載荷曲線*fct_ID*$_{1L}$から計算されます。

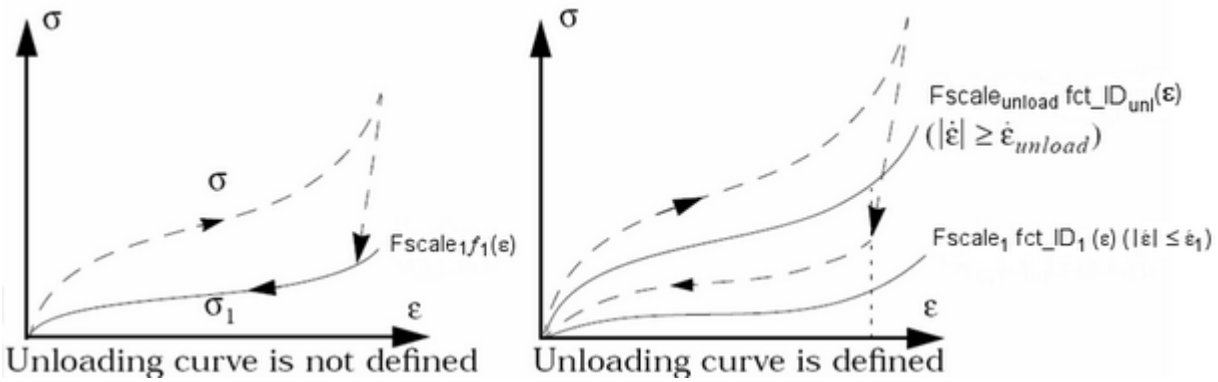


図 *118:*

除荷曲線が定義されている場合、σは、1つ目の載荷曲線*fct_ID*$_{1L}$と定義されている除荷曲線*fct_ID*$_{ul}$または*fct_ID*$_{iul}$の間に補間されます。この場合、*fct_ID*$_{1L}$は準-静的状態と一致している必要があります。

9. 除荷関数*fct_ID*$_{iul}$（行12）は、除荷曲線*fct_ID*$_{ul}$が定義されていない場合にのみ使用されます。

10. *ViscVISC*が入力の場合は、時間ステップを広げるために、補間される応力がこの値で制限されます：

$$\sigma \le \sigma_1 + Visc\left(\dot{\varepsilon} - \dot{\varepsilon}_1\right) \tag{416}$$

11. $\dot{\varepsilon} \le \dot{\varepsilon}_1$の場合、挙動はひずみ速度に依存しません。

12. 粘性効果を含めるには、この材料則と共に/VISC/PRONYを使用する必要があります。

See Also

材料の適合性

Failure Models (Reference Guide)

Tabulated Strain Rate Dependent Law for Viscoelastic Materials (LAW38) (Theory Manual)

/MAT/LAW40 (KELVINMAX)

ブロックフォーマットのキーワード
この材料則は、一般化Maxwell-Kelvin材料を記述します。この材料則はソリッド要素と一緒にのみ使用できます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW40/*mat_ID*/*unit_ID*または/MAT/KELVINMAX/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
ρ_i									
K		G_∞		A_{stass}		B_{stass}		K_{vm}	
G_1		G_2		G_3		G_4		G_5	
β_1		β_2		β_3		β_4		β_5	

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
K	体積弾性率 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
G_∞	長期せん断係数 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
A_{stass}	Stassi A係数 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
B_{stass}	Stassi B係数 （実数）	[Pa]
Kvm	フォンミーゼス係数 （実数）	
G_1	せん断係数1 （実数）	[Pa]
G_2	せん断係数2 （実数）	[Pa]
G_3	せん断係数3 （実数）	[Pa]
G_4	せん断係数4 （実数）	[Pa]
G_5	せん断係数5 （実数）	[Pa]
β_1	時間減衰定数1 （実数）	
β_2	時間減衰定数2 （実数）	
β_3	時間減衰定数3 （実数）	
β_4	時間減衰定数4 （実数）	
β_5	時間減衰定数5 （実数）	

例（弾性ゴム材）

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

```
/UNIT/1
unit for mat
                 Mg                    mm                    s
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/KELVINMAX/1/1
LAW40 elastic rubber
#              RHO_I
                1E-9
#                   K               G_inf              Astass              Bstass                Kvm
                 8.97                   3                   0                   0                  0
#                  G1                  G2                  G3                  G4                 G5
                    0                   0                   0                   0                  0
#              BETA1               BETA2               BETA3               BETA4              BETA5
                    0                   0                   0                   0                  0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
/END
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. せん断係数は、下記の方程式によって計算されます：

$$G(t) = G_\infty + \sum_1^5 G_i e^{-\beta_i t} \tag{417}$$

ここで、$\beta_i = \frac{1}{\tau_i}$

ここで、τ_iは緩和時間です。

2. 変数K_{vm}、A_{stass}、B_{stass}は、ユーザー変数の一部を除き、この材料則では使用されません。
3. ポアソン数"NU"(ν)は、time=0の時点で体積弾性率Kと初期せん断係数Gによって、次のように自動的に計算されます：

$$\nu = \frac{3K - 2G}{2(3K + G)} \tag{418}$$

ここで、初期せん断係数 $G = G_\infty + G_1 + G_2 + G_3 + G_4 + G_5$

ポアソン数"NU"(ν)は正の数で、$0 < \nu < 0.5$でなければなりません。

See Also

材料の適合性

Failure Models (Reference Guide)

Generalized Maxwell-Kelvin Model for Viscoelastic Materials (LAW40) (Theory Manual)

RD-E:5200 クリープと応力緩和

/MAT/LAW42 (OGDEN)

ブロックフォーマットのキーワード
このキーワードは、Ogden、Mooney-Rivlin材料モデルを使用して指定された超弾性、粘性、および非圧縮性の材料を定義します。

この法則は、通常、非圧縮性のゴム、ポリマー、フォーム、およびエラストマーのモデル化に使用されます。この材料は、シェル要素とソリッド要素に使用できます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW42/*mat_ID*/*unit_ID*または/MAT/OGDEN/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
ρ_i									
ν		σ_{cut}			fct_ID_{blk}	$Fscale_{blk}$		M	$I_{form}FORM$
μ_1		μ_2		μ_3		μ_4		μ_5	
空白のフォーマット									
α_1		α_2		α_3		α_4		α_5	
空白のフォーマット									

M > 0の場合

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
G_1		G_2		G_3		G_4		G_5	
. ..*M*個のGの値（1行あたり5つ）									
τ_1		τ_2		τ_3		τ_4		τ_5	
...*M*個のτの値（1行あたり5つ）									

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
ν	ポアソン比 3 デフォルト = 0.495（実数）	
σ_{cut}	引張におけるカットオフ応力。 デフォルト = 10^{30}（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
fct_ID$_{blk}$	体積係数を相対体積の関数としてスケーリングする関数識別子 6 （整数）	
Fscale$_{blk}$	体積弾性関数のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	
M	Prony級数内の粘性項の数（Maxwellモデルの順序） （整数）	
I_{form}*FORM*	シェル要素に対する非圧縮性の定式化フラグ。このフラグは、ソリッド要素に対しては効果がありません。 = *0*（デフォルト） シェル要素の法線方向のストレッチを計算して、要素の非圧縮性を提供します。 = *1* ソリッド要素に対して使用するのと同様の定式化を使用します。	
μ_1	せん断超弾性係数の第1パラメータ （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
μ_2	せん断超弾性係数の第2パラメータ （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
μ_3	せん断超弾性係数の第3パラメータ （実数）	$[\mathrm{Pa}]$

フィールド	内容	SI単位の例
μ_4	せん断超弾性係数の第4パラメータ （実数）	[Pa]
μ_5	せん断超弾性係数の第5パラメータ （実数）	[Pa]
α_1	第1材料指数 （実数）	
α_2	第2材料指数 （実数）	
α_3	第3材料指数 （実数）	
α_4	第4材料指数 （実数）	
α_5	第5材料指数 （実数）	
G_i	*ith*番目の乗数（Prony粘性項の）7 （実数）	[Pa]
τ_i	*ith*番目の時間緩和（Prony粘性項の） （実数）	[s]

例（ゴム材）

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
                  kg                  mm                  ms
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/OGDEN/1/1
rubber
#              RHO_I
                1E-6
#                 Nu           sigma_cut           funIDbulk         Fscale_bulk         M      Iform
                .495                   0                   0                   0         0          0
#               Mu_1                Mu_2                Mu_3                Mu_4                Mu_5
                2e-3               -1e-3                   0                   0                   0
# blank card

#             alpha_1             alpha_2             alpha_3             alpha_4             alpha_5
                    2                  -2                   0                   0                   0
# blank card
```

```
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#enddata
/END
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. この材料モデルは、Ogden、Neo-Hookean、またはMooney-Rivlin材料モデルを使用して指定された超弾性、粘性、および非圧縮性の材料を定義します。この法則は、通常、非圧縮性のゴム、ポリマー、フォーム、およびエラストマーのモデル化に使用されます。この材料は、シェル要素とソリッド要素に使用できます。

   LAW42は、以下のOgden材料モデルのひずみエネルギー密度表現を使用します。

   $$W(\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3) = \sum_{p=1}^{5} \frac{\mu_p}{\alpha_p}(\bar{\lambda}_1^{\alpha_p} + \bar{\lambda}_2^{\alpha_p} + \bar{\lambda}_3^{\alpha_p} - 3) + \frac{K}{2}(J-1)^2 \quad (419)$$

   ここで、

W	ひずみエネルギー密度
λ_i	*ith*主工学ストレッチ
J	相対体積は次のように定義されます：$J = \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 = \frac{\rho_0}{\rho}$
$\bar{\lambda}_i = J^{-\frac{1}{3}}\lambda_i$	偏差ストレッチ
α_p および μ_p	材料定数係数ペア。 5つまでの材料定数ペアを定義できます。

   初期せん断弾性率μおよび体積弾性率(K)は、次のように与えられます：

   $$\mu = \frac{\sum_{p=1}^{5} \mu_p \cdot \alpha_p}{2} \quad (420)$$

   および

   $$K = \mu \cdot \frac{2(1+\nu)}{3(1-2\nu)} \quad (421)$$

   ここで、νはポアソン比で、体積弾性率の計算のみに使用されます。

2. パラメータα_pおよびμ_pは、初期せん断弾性率$\mu > 0$となるように選択されなくてはなりません。

   材料の安定性のためには、各材料定数ペアが$\mu_p \cdot \alpha_p > 0$である必要があります。

3. ポアソン比νは、体積弾性率の計算のみに使用されます式 421。

   純粋な非圧縮性材料の場合は、$\nu = 0.5$です。この値は、体積弾性率(K)の無限大値を意味します。そのため、非圧縮性材料に推奨される最大ポアソン比は、$\nu = 0.495$です。

   陰解法および陽解法シミュレーションの場合は、ポアソン比を高くすると、時間ステップ値の減少や発散につながる可能性があります。

4. Ogden材料モデルの特殊なケースが、ひずみエネルギー密度関数の次の式を使用して表現可能な非圧縮性Mooney-Rivlinモデルです：

$$W = C_{10}(I_1 - 3) + C_{01}(I_2 - 3) \quad (422)$$

ここで、I_1とI_2は、右Cauchy-Greenテンソルの第1不変量と第2不変量です。

この表現は、次の場合に、Ogdenひずみエネルギー密度関数から求められます：

$$\mu_1 = 2 \cdot C_{10} \quad (423)$$

$$\mu_2 = -2 \cdot C_{01} \quad (424)$$

$$\alpha_1 = 2 \quad (425)$$

$$\alpha_2 = -2 \quad (426)$$

5. Ogden材料モデルのシンプルなケースが、ひずみエネルギー密度関数の次の式を使用して表現可能なNeo-Hookeanモデルです：

$$W = C_{10}(I_1 - 3) \quad (427)$$

ここで、

I_1	右Cauchy-Greenテンソルの第1不変量
C_{10}	材料の定数

この表現は、次の場合に、LAW42 Ogdenひずみエネルギー密度関数から求められます：

$$\mu_1 = 2 \cdot C_{10} \quad (428)$$

$$\alpha_1 = 2 \quad (429)$$

および

$$\mu_2 = \alpha_2 = 0 \quad (430)$$

6. 材料の体積弾性率が圧縮を防ぐのに十分大きくない場合、LAW42では関数（*fct_ID*$_{blk}$）の入力が可能で、それにより体積弾性率を大きくして非圧縮性を保持できるよう、体積弾性率を相対体積の関数としてスケーリングします。

7. LAW42ではMaxwellモデル（剛性G_iとダンパη_iを持つn個のスプリングの系として簡単に記述することができる）を使用した粘性（速度）効果がモデル化されます：

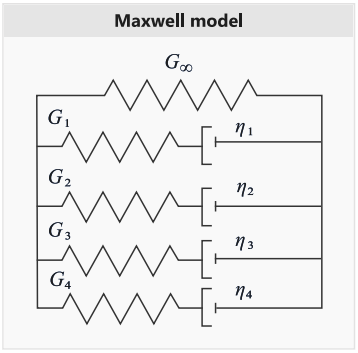


図 *119: Maxwell*モデル

Maxwellモデルは、Prony級数の入力(G_i, τ_i)を使って表現されます。超弾性初期せん断弾性率μ は、Maxwellモデルの長期せん断弾性率G_∞と同じであり、τ_iは緩和時間です:

$$\tau_i = \frac{\eta_i}{G_i} \qquad (431)$$

G_iおよびτ_iの値は正の値である必要があります。

8. 粘性効果を含めるには、この材料則と共に/VISC/PRONYを使用する必要があります。

See Also

材料の適合性
Failure Models (Reference Guide)
Hyperelastic Materials (User Guide)
Ogden Materials (LAW42, LAW69 and LAW82) (Theory Manual)
RD-E:5600 超弾性材料と曲線入力

/MAT/LAW62 (VISC_HYP)

ブロックフォーマットのキーワード
この材料則は超粘弾性材料を記述します。この材料則は、ソリッド要素およびシェル要素と適合性があります。一般的には、ポリマーおよびエラストマーをモデル化する場合に使用します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW62/*mat_ID*/*unit_ID*または/MAT/VISC_HYP/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
ρ_i									
ν		N	M	μ_{max}		*Flag_Visc*			

*N*個のパラメータの定義（1行あたり5個）

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
μ_1		μ_2		μ_3		μ_4		μ_5	
α_1		α_2		α_3		α_4		α_5	

*M*個のパラメータの定義（1行あたり5個）

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
γ_1		γ_2		γ_3		γ_4		γ_5	
τ_1		τ_2		τ_3		τ_4		τ_5	

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（文字、最大100文字）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
v	ポアソン比 デフォルト = 0.0（実数）	
N	材料則の次数 - 正である必要があります。 （整数）	
M	マックスウェルモデルの次数 *=0* 材料則は超弾性 （整数）	
$\mu_{\max}$	最大粘性 デフォルト = 10^{30}（実数）	$[\mathrm{Pa}\cdot\mathrm{s}]$
Flag_Visc	粘性定式化のフラグ。M > 0の場合に使用。 *= 0*（デフォルト） 粘性応力は偏差応力でのみ考慮されるため、ポアソン比が0.5に近い非圧縮性材料にのみ使用されるべきです。 *=1* 粘性応力は偏差応力および体積応力の両方で考慮されるため、入力されたポアソン比について横方向の膨張効果が可能となります。	
μ_i	*i*番目のグラウンドせん断係数パラメータ （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
α_i	*i*番目材料パラメータ （実数）	
γ_i	*i*番目の剛性比 （実数）	
τ_i	*i*番目の時間緩和 （実数）	$[\mathrm{s}]$

例（超弾性ゴム材）

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
                  Mg                    mm                    s
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/LAW62/1/1
LAW62 RUBBER
#               RHO_I
                 1E-9
#                  Nu         N         M              mu_max Flag_Visc
                  .495         2         0                1000         1
#         mu_i
                     2                   1
#       alpha_i
                     2                  -2
#         gamma_i

#         tetha_i

#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
/END
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. ひずみエネルギー*W*は、次の式によって計算されます：

$$W(\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3) = \sum_{i=1}^{N} \frac{2\mu_i}{\alpha_i^2}\left(\lambda_1^{\alpha_i} + \lambda_2^{\alpha_i} + \lambda_3^{\alpha_i} - 3 + \frac{1}{\beta}(J^{-\alpha_i\beta} - 1)\right) \quad (432)$$

ここで、

- λ_i はFの固有値（Fは変形勾配マトリックス）、
- *J*はヤコビアン行列式で$J = \det\mathbf{F}$）、
- *N*は材料則の次数、
- μ_i およびα_iは材料パラメータ：

$$\beta = \frac{v}{(1-2v)} \quad (433)$$

- $v \neq 0$ および $v \neq 1/2$
- v はポアソン比

2. 係数（G_i, η_i）は、次のMaxwellモデルによって速度効果を記述するために使用されます：

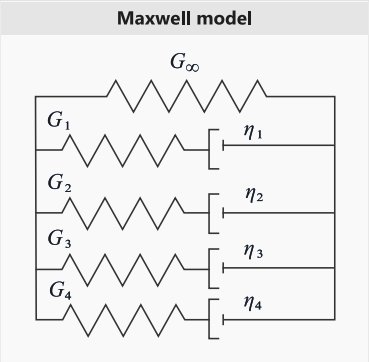


図 *120:*

初期せん断係数は:

$$G_0 = \sum_{i=1}^{N} \mu_i \tag{434}$$

μ_iの合計は0よりも大きい必要があります:

$$G_0 = G_\infty + \sum_i G_i \tag{435}$$

剛性比は:

$$\gamma_\infty = \frac{G_\infty}{G_0} = 1 - \sum_i \gamma_i \tag{436}$$

$$\gamma_i = \frac{G_i}{G_0} \tag{437}$$

ここで、

$$\gamma_i \in [0,\ 1],\ \sum_i \gamma_i < 1 \tag{438}$$

および

$$G_0 = G_\infty + \sum_i G_i \tag{439}$$

はグラウンドせん断係数

相対時間τ_iは正の値であることが必要です:

$$\tau_i = \frac{\eta_i}{G_i} \tag{440}$$

3. 速度効果は、Prony級数による畳み込み積分を使用してモデル化されます。これは、微小ひずみ理論を大ひずみ理論へ拡張したものです。ひずみ速度効果は、偏差応力にのみ適用されます。偏差粘性応力の完全な式については、*Radioss*理論マニュアルをご参照ください。
4. /MAT/LAW42 (OGDEN)と/MAT/LAW62の間にはいくつかの違いがあります。グランドせん断係数の表現は入力値によって同じにならないことには特別な注意が必要です。ひとつのケースで長時間せん断係数が一致する場合でも、初期せん断係数は別の事もあります。

See Also

材料の適合性
Failure Models (Reference Guide)
Hyperelastic Materials (User Guide)
Hyper Visco-elastic Law for Foams (LAW62) (Theory Manual)
RD-E:5600 超弾性材料と曲線入力

/MAT/LAW69

ブロックフォーマットのキーワード
この材料則は/MAT/LAW42 (OGDEN)の拡張で、Ogden、Mooney-Rivlin材料モデルを使用して指定された超弾性および非圧縮性材料を定義します。

通常は、非圧縮性のゴム、ポリマー、フォーム、およびエラストマーのモデル化に使用されます。材料パラメータは、単軸引張および圧縮試験の工学応力ひずみ曲線から計算されます。シェルおよびソリッド要素で使用されます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW69/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
ρ_i									
law_ID	fct_ID_{blk}	*v*		$Fscale_{blk}$		*N_pair*	*Icheck*		
fct_ID_1									

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{kg}{m^3}\right]$
law_ID	超弾性材料モデルタイプ 2 （整数） *= 1* Ogdenモデル *= 2* Mooney-Rivlinモデル	

フィールド	内容	**SI**単位の例
fct_ID_{blk}	体積係数を相対体積の関数としてスケーリングする関数 6 （整数）	
v	ポアソン比。 デフォルト = 0.495（実数）	
$Fscale_{blk}$	fct_ID_{blk}のスケールファクター。 デフォルト = 1.0（実数）	[Pa]
N_pair	ひずみエネルギー密度関数（*W*）の表現にある材料パラメータのペア（μ_pとα_p） 材料パラメータは、指定された応力ひずみ曲線（fct_ID_1）から計算されます。 （*N_pair* ≤ 5） デフォルト = 2（整数）	
Icheck	材料パラメータ（μ_pとα_p）の妥当性チェック *= 0* -3に設定 （整数） パラメータフィッティングは圧縮および引張試験データを使用します： *= -1* $\sum_p \mu_p \alpha_p > 0$ 、（p=1,..5） *= -2* $\mu_p \alpha_p > 0$ 、（p=1,..5） *= -3*（デフォルト） 曲線フィッティング手順は*Icheck*= -2から始まります。あてはまる曲線が見つからない場合は、*Icheck*= -1に切り替えられます。 パラメータフィッティングは引張試験データのみを使用します： *= 1* $\sum_p \mu_p \alpha_p > 0$ 、（p=1,..5） *= 2* $\mu_p \alpha_p > 0$ 、（p=1,..5） *= 3* 曲線フィッティング手順は*Icheck*= 2から始まります。あてはまる曲線が見つからない場合は、*Icheck*= 1に切り替えられます。	
fct_ID_1	単軸引張および圧縮試験による工学応力ひずみ曲線の関数識別子。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	

例（**Mooney-Rivlin** 定式化）

```
#RADIOSS STARTER
/UNIT/1
unit for mat
                  Mg                  mm                  s
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/LAW69/1/1
LAW69 rubber
#              RHO_I
                1E-9
#    LAW_ID    FCT_ID                  NU              FSCALE    N_PAIR    ICHECK
         2         0                .495                   0         2         0
#  FCT_ID1
         2
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  3. FUNCTIONS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/2
LAW69  e.strain        e.stress
#                   X                   Y
                    0                   0
                  .03                 .30
                  .06                 .55
                  .10                 .80

                  .20                1.4

                  .30                2.0

                  .50                2.7

                  .70                3.4

                 1.0                 4.0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
/END
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

例（**Ogden** 定式化）

```
#RADIOSS STARTER
/UNIT/1
unit for mat
                  Mg                  mm                  s
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/LAW69/1/1
LAW69 rubber
#              RHO_I
                1E-9
#    LAW_ID    FCT_ID                  NU              FSCALE    N_PAIR    ICHECK
         1         0                .495                   0         2         0
#  FCT_ID1
         2
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  3. FUNCTIONS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/2
LAW69  e.strain        e.stress
#                   X                   Y
                    0                   0
                  .03                 .30
                  .06                 .55
                  .10                 .80
```

```
                .20                1.4
                .30                2.0
                .50                2.7
                .70                3.4
                1.0                4.0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
/END
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. 現在のところ、Radiossで使用できるテストデータは、次の変形理論に基づくデータです。

   単軸引張および圧縮。

   入力応力ひずみデータ(*fct_ID*$_1$)は、工学ひずみの関数としての工学応力です。工学ひずみは、負の値(圧縮)から正の値(引張)の範囲で単調に増加する必要があります。圧縮では、工学ひずみを-1.0より大きくする必要があります。*fct_ID*$_1$のデータが不完全であると(引張データのみ)、引張のみが考慮されます。

2. 使用されるひずみエネルギー密度定式化は、*law_ID*に基づきます。

   - *law_ID* = 1 (Orgden則):

   $$W = \sum_p \frac{\mu_p}{\alpha_p}\left(\lambda_1^{\alpha_p} + \lambda_2^{\alpha_p} + \lambda_3^{\alpha_p} - 3\right) \tag{441}$$

   - *law_ID* = 2 (Mooney-Rivlin則):

   $$W = C_{10}(I_1 - 3) + C_{01}(I_2 - 3) \tag{442}$$

3. Radiossは、応力ひずみ曲線(*fct_ID*$_1$)を読み出してから、非線形最小2乗フィッティングを使用して、対応するパラメータペアを計算します。

   - 古典的なOgden則では、パラメータペアはμ_pおよびα_p (p=1,...5, max of *N_pair* = 5)
   - Mooney-Rivlin則では、パラメータペアはμ_pおよびα_p (p=1,2, *N_pair* = 常に2)

4. 非線型最小2乗フィッティングの精度を向上させるために、以下を推奨します。

   - 実験データ曲線は、横軸点が一様に分布するスムーズな単調増加関数を表します。実験データ曲線内のデータ点の数は、パラメータペア*N_pair*)の数より多くする必要があります。
   - *N_pair* ≥ 3の場合は、試験データのカバー率を引張ひずみで100%以上、圧縮ひずみで50%以上にする必要があります。
   - *N_pair*は、フィッティング手順での減衰を回避するために大きい値に設定しないようにする必要があります。
   - Radiossは、入力(実験)と、フィッティングプロセス中に決定された対応する材料パラメータを使用してひずみエネルギー密度関数(*W*))から計算された応力ひずみ曲線間の"フィッティングの平均誤差"を出力します。最大"フィッティングの平均誤差"は10%を超えないようにする必要があります。

5. この材料則は、$\mu_p\alpha_p > 0$(p=1,...5)があらゆる荷重条件のパラメータペアに最適な場合に安定します。デフォルトで、RADIOSSは、このような条件(*Icheck*= 2)を考慮して曲線をあてはめようとします。

   あてはまる曲線が見つからなかった場合は、弱い方の条件(*Icheck*= 1: $\sum_p \mu_p\alpha_p > 0$)が使用されます。後者は、初期せん断超弾性係数(μ)が正となるようにするために必要な条件です。

6. 材料 の非圧縮性は、密度の変化に比例して圧力を計算するペナルティアプローチを使用して求められます:

$$P = K \cdot Fscale_{blk} \cdot f_{blk}(J) \cdot (J - 1) \quad (443)$$

ここで、*f*は*fct_ID*$_{blkblk}$の関数です。

比例係数(*K*)は、一般的には非常に高い値になる体積係数です。これにより、非圧縮性条件(J=1)に違反した場合、圧縮抵抗が非常に高い値となります。ヤコビアン(*J*)は、初期要素体積に対する現在の要素体積の比率として解釈することができます。

fct_ID$_{blk}$は、非圧縮性をさらに制御します(図 121参照)。これにより、*J*の値に基づく体積係数値の増加が可能になります。デフォルトで、関数識別子は0で、体積スケーリング関数の値は1に等しくなります。密度のばらつきが小さくなるように、つまり、*J*の値が1に近付くように、LAW69コンポーネントの密度分布を出力および制御することをお勧めします。

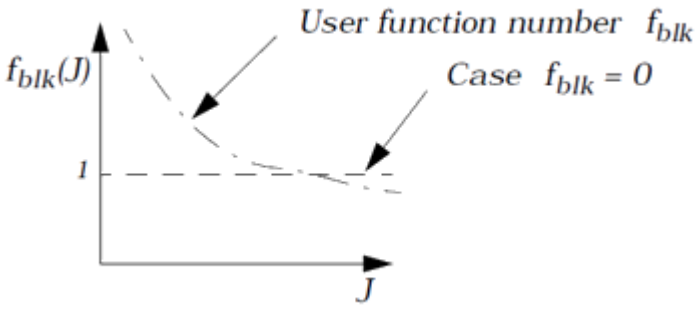


図 *121:*

7. ポアソン比*v*は、体積弾性率(*K*)の計算のみに使用されます。

   純粋な非圧縮性材料の場合は、$\upsilon = 0.5$です。このポアソン比の値は、体積弾性率(*K*)の無限大値を意味します。そのため、非圧縮性材料に推奨されるポアソン比は$\upsilon = 0.495$(デフォルト)。陰解法および陽解法シミュレーションの場合は、ポアソン比を高くすると、時間ステップ値の減少や発散につながる可能性があります。
8. 粘性効果を含めるには、この材料則と共に/VISC/PRONYを使用する必要があります。
9. この材料則の詳細については、"Non-Linear Elastic Deformations"(R.W Ogden、Ellis Horwood著、1984年)をご参照ください。

See Also

材料の適合性
Failure Models (Reference Guide)
/MAT/LAW69 (User Guide)
Hyperelastic Materials (User Guide)
RD-E:5600 超弾性材料と曲線入力

/MAT/LAW70 (FOAM_TAB)

ブロックフォーマットのキーワード
この材料則は粘弾性フォーム表形式材料を記述します。この材料則は、ソリッド要素でのみ使用できます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW70/*mat_ID*/*unit_ID*または/MAT/FOAM_TAB/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
ρ_i									
E_0		v		E_{max}		ε_{max}		*Itens*	
F_{cut}*CUT*		F_{smooth}*smoo*	N_L	N_{uL}	*Iflag*	*ShapeSHAPE*		*HysHYS*	

$N_L > 0$の場合、N_L載荷関数を行ごとに定義

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
fct_ID_L	$\dot{\varepsilon}_L$		$Fscale_L$						

$N_{uL} > 0$の場合、N_{uL}除荷関数を行ごとに定義

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
fct_ID_{uL}	$\dot{\varepsilon}_{uL}$		$Fscale_{uL}$						

Itens = 1の場合

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
fct_ID_T	$Fscale_T$								

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
E_0	初期ヤング率 3 （実数）	[Pa]
v	ポアソン比 （実数）	
E_{max}	最大ヤング率 3 *= 0* *Emax*はE_0と等値（デフォルト） （実数）	[Pa]
$\varepsilon_{\max}$	最大ヤング率を用いる参照ひずみ値 デフォルト =1（実数）	
Itens	引張と圧縮の間で異なる挙動をアクティブ化するためのフラグ *= 0*（デフォルト） 圧縮と引張の間で同じ挙動 *= 1* 圧縮と引張の間で異なる挙動引張挙動は圧縮曲線に、fct_ID_Tで定義されたスケールファクターを掛けたものです。 （整数）	
F_{cut}*CUT*	ひずみ速度フィルタリングのカットオフ周波数。 デフォルト = 10^{30}（実数）	[Hz]
F_{smooth}*smooth*	ひずみ速度スムージングオプションフラグ。 *= 0*（デフォルト） ひずみ速度を平滑化しません。 *= 1* ひずみ速度スムージングはアクティブ。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	
N_L	載荷関数の数 2 （整数）	
N_{uL}	除荷関数の数 2 （整数）	
Iflag	除荷応答を制御するためのフラグ 2 *= 0*（デフォルト） 材料の挙動は、N_L載荷曲線とN_{uL}除荷曲線に従います。 *= 1* 材料の挙動は、N_L載荷曲線（準-静的な場合は最初の曲線のみを使用）とN_{uL}除荷曲線に従います。除荷の場合は、偏差応力が準-静的除荷曲線を使用して削減されます： $$\boldsymbol{\sigma} = (1-D)\ (\boldsymbol{\sigma}+P)-P \quad (444)$$ ここで、$D=\left(\frac{\sigma_{unloading}}{\sigma_{quasi\text{-}static}}\right)$ *= 2* 材料の挙動は、*NL*載荷曲線（準-静的な場合は最初の曲線のみを使用）と*NuL*載荷曲線に従います。除荷の場合は、テンソル応力が準-静的除荷曲線を使用して削減されます： $$\boldsymbol{\sigma} = (1-D)\boldsymbol{\sigma} \quad (445)$$ ここで、$D=\left(\frac{\sigma_{unloading}}{\sigma_{quasi\text{-}static}}\right)$ *3* 載荷挙動と除荷挙動の両方で、載荷曲線が使用されます。偏差除荷応力は、次の式を使用して削減されます： $$\boldsymbol{\sigma} = (1-D)\ (\boldsymbol{\sigma}+P)-P \quad (446)$$ ここで、$D=(1-Hys)\left(1-\left(\frac{W_{cur}}{W_{\max}}\right)^{Shape}\right)$ *= 4* 載荷挙動と除荷挙動の両方に載荷曲線が使用され、除荷応力テンソルは次の式に従って減少します： $$\boldsymbol{\sigma} = (1-D)\boldsymbol{\sigma} \quad (447)$$ ここで、$D=(1-Hys)\left(1-\left(\frac{W_{cur}}{W_{\max}}\right)^{Shape}\right)$ （整数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
ShapeSHAPE	形状係数。 デフォルト = 1.0（実数）	
HysHYS	ヒステリシス除荷係数。 デフォルト = 1.0（実数）	
fct_ID$_L$	載荷関数（圧縮の場合）識別子 1つ目の関数は、$\dot{\varepsilon}_L = 0$ひずみ速度を定義しなければなりません。 （整数）	
$\dot{\varepsilon}_L$	荷重関数のひずみ速度 （実数）	$\left[\frac{1}{\mathrm{s}}\right]$
Fscale$_L$	載荷関数スケールファクター （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
fct_ID$_{uL}$	除荷関数（圧縮の場合）識別子 1つ目の関数は、$\dot{\varepsilon}_{uL} = 0$ひずみ速度を定義しなければなりません。 （整数）	
$\dot{\varepsilon}_{uL}$	除荷関数のひずみ速度 （実数）	$\left[\frac{1}{\mathrm{s}}\right]$
Fscale$_{uL}$	除荷関数スケールファクター （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
fct_ID$_T$	ひずみに従う引張と圧縮の間のスケールファクター関数 （整数）	
Fscale$_T$	縦軸のスケール （実数）	

例（フォーム材）

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
                kg                  mm                  ms
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/LAW70/1/1
Foam
```

```
#              RHO_I
                5E-8
#                  EO                  NU               E_max             EPS_max    Itens
                  .01                   0                  10                  .8        0
#               F_cut  F_smooth       N_L      N_ul     Iflag               Shape                 Hys
                  .1         1         4         0         4                   2              1E-20
#  fctID_L             Eps_._L            Fscale_L
         1                   0                .001
         2                 .01               .0015
         3                  .1                .002
         3                   1                .003
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  3. FUNCTIONS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/1
Foam
#                    X                   Y
                     0                   0
                   .03                .002
                   .04                .003
                   .14                .005
                   .46                .008
                   .63                 .01
                   .82                 .07
                   .83                 .08
                   .93                1.4
                   .94                2.0
                   .95                3.0
                   .96                  6
                   .97                 10
                   .98                 35
                   .99                300
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/2
Foam
#                    X                   Y
                     0                   0
                   .03                .002
                   .04                .003
                   .14                .005
                   .46                .008
                   .63                 .01
                   .82                 .07
                   .83                 .08
                   .93                1.4
                   .94                2.0
                   .95                3.0
                   .96                  6
                   .97                 10
                   .98                 35
                   .99                300
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/3
Foam
#                    X                   Y
                     0                   0
                   .03                .002
                   .04                .003
                   .14                .005
                   .46                .008
                   .63                 .01
                   .82                 .07
                   .83                 .08
                   .93                1.4
                   .94                2.0
                   .95                3.0
                   .96                  6
                   .97                 10
                   .98                 35
                   .99                300
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
/END
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. この材料は、ソリッドプロパティの以下のパラメータにのみ使用できます。

   六面体の場合:

要素	I_{solid}SOLID	I_{smstr}SMSTR	I_{frame}FRAME
Hexa	1	1	1
	1	1	2
	1	11	1
	1	11	2
	17	11	1
	17	11	2
	14	11	なし
	18	11	2
	24	11	2

定式化の選択は特定の荷重ケースによって異なります。I_{solid}SOLID、I_{smstr}SMSTR、およびI_{frame}FRAMEの最適な値(/DEF_SOLIDを参照)。アワグラスが出現する場合は、I_{solid}SOLID=14、I_{smstr}SMSTR=11またはI_{solid}SOLID= 17、I_{smstr}SMSTR= 11、I_{frame}FRAME= 1または2の完全積分ソリッド要素を使用できます。

四面体の場合:

要素	I_{solid}SOLID	I_{smstr}SMSTR	I_{frame}FRAME
四面体要素	1	1	1
	1	11	1

2. 除荷応答を制御するためのフラグ*Iflag*

- *Iflag* = 0の場合、N_LとN_{uL}は0より大きいことが必要です($N_L \geq 1$かつ$N_{uL} \geq 1$)
- *Iflag* = 1または2の場合:
  - N_LとN_{uL}は0より大きいことが必要です($N_L \geq 1$かつ$N_{uL} \geq 1$)
  - 準-静的な場合は最初の載荷曲線を使用します。
  - *D*は次のように計算されます:

$$D = \left(\frac{\sigma_{unloading}}{\sigma_{quasi\text{-}static}} \right) \tag{448}$$

    ここで、$\sigma_{unloading}$および$\sigma_{quasi\text{-}static}$はそれぞれ計算された現在の応力

  - *P*は圧力 $P = -\frac{1}{3}(\sigma_{xx} + \sigma_{yy} + \sigma_{zz})$
- *Iflag* = 3または4の場合:
  - N_{uL}は0であっても可(除荷曲線は使用されないため)
  - *D*は次のように計算されます:

$$D = (1 - Hys)\left(1 - \left(\frac{W_{cur}}{W_{\max}}\right)^{Shape}\right) \quad (449)$$

ここで、W_{curv}およびW_{max}はそれぞれ現在のエネルギーおよび最大エネルギー

3. $\varepsilon_{\max}$に達すると、どんな曲線が定義されていてもE_{max}が用いられます。

   EとE_{max}は、現在の時間ステップの計算に使用されます。ひずみの現在値に従って、RadiossはE_0とE_{max}との間のヤング率を線形に補間します。ここで、E_0は接触剛性の計算にも使用されます。Radiossは、E_0が入力応力 / ひずみ曲線接線に基づく初期値より小さい場合、それを自動的に修正します。

   - E_0が指定されていない場合は、すべての応力ひずみ載荷曲線の最大初期傾斜をE_0として使用します。
   - E_{max}が指定されていない（またはデフォルトに設定されている）場合は、E_{max}をE_0として使用します。E_{max}の設定値は、E_0より大きくする必要があります。そうしない場合も、E_0をE_{max}として取得します。
   - $\varepsilon_{\max}$が指定されていない（またはデフォルトに設定されている）場合は、載荷曲線のいずれかで初めてE_{max}に到達したひずみを取得します。
   - $\varepsilon_{\max}$と$Emax$の両方が指定されている場合は、載荷曲線のいずれかで初めて$Emax$に到達した$\varepsilon_{\max}$を取得します。
4. 最後の載荷関数を超える応力の場合、その挙動は最後の2つの載荷関数を使用して外挿されます。その後で、膨大な応力値を回避するために、最後の載荷関数を繰り返すことをお勧めします。
5. すべての曲線は正の横軸と正の縦軸として定義する必要があります。
6. 関数fct_ID_Tは、圧縮時の指定された応力ひずみ曲線のスケーリングに使用されます。この関数と圧縮時の指定された応力ひずみ関数の積により、引張時の応力ひずみ関数が得られます。圧縮時の応力ひずみ関数は、ひずみがフォームの完全収縮に相当する1になるまでしか指定できないことに注意してください。そのため、引張時の応力ひずみ関数は、引張ひずみが1になるまでしか定義できません。
7. 初期状態ファイル内の応力とひずみを復元するには、以下のオプションをASCII出力ファイル（STY-ファイル）に保存する必要があります。
   - `/OUTP/STRESS/FULL`
   - `/OUTP/STRAIN/FULL`
   - `/OUTP/USERS/FULL`
8. 材料特有の出力変数:
   - USR1: 相当ひずみ*（$\varepsilon^*_{eq} = \varepsilon_{eq} - \frac{\sigma_y}{E}$）
   - USR2:内部エネルギーの最大値
   - USR3:現在のヤング率
   - USR4:相当ひずみ ε_{eq}
   - USR5:状態（1=載荷、-1=除荷）
   - USR6:応力
   - USR7:ひずみ速度
   - USR8:内部エネルギー
9. 粘性効果を含めるには、この材料則と共に`/VISC/PRONY`を使用する必要があります。

See Also

材料の適合性

Failure Models (Reference Guide)

/MAT/LAW77

ブロックフォーマットのキーワード
この開放セルフォームの材料則はLAW70を一般化したものです。ここではフォーム材内部の非粘性圧縮性の理想的な気体流とフォーム構造との相互作用が考慮されます。

気体流のALEシミュレーションとフォーム変形のLagrangeシミュレーションは、同じ要素システム上で実行されます。気体流と構造との相互作用は、Darcy則と、構造への気体圧力の直接適用を介して行われます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW77/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
ρ_i									
E_0		ν		E_{max}		ε_{max}		FP_0	
F_{cut}*CUT*	F_{smooth}*smoo*		N_L	N_{uL}	*Iflag*	*ShapeSHAPE*		*HysHYS*	

$N_L \neq 0$の場合、行ごとに各載荷関数

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
fct_ID$_L$	$\dot{\varepsilon}_L$		*Fscale*$_L$						

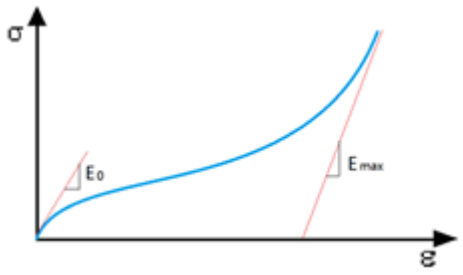
$N_{uL} \neq 0$の場合、行ごとに各除荷関数

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
fct_ID$_{uL}$	$\dot{\varepsilon}_{uL}$		*Fscale*$_{uL}$						

気体および外部気体用のカード

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
ρ_{gas}		P_0		γ				R	
ρ_{ext}		P_{ext}*EXT*		*Iclos*	*Inc_gas*				
α		β		τ		K			
fct_ID$_K$	*fct_ID*$_R$								

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
E_0	初期ヤング率 （実数）	[Pa]
ν	ポアソン比 （実数）	
E_{max}	最大ヤング率 （実数） 	[Pa]
$\varepsilon_{\max}$	最大ヤング率を用いる参照ひずみ値 デフォルト = 1（実数）	
FP_0	発砲圧力 デフォルト = 0（実数）	[Pa]
F_{cut}*CUT*	ひずみ速度フィルタリングのカットオフ周波数。 デフォルト = 10^{20}（実数）	[Hz]
F_{smooth}*smooth*	ひずみ速度スムージングオプションフラグ	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 0（デフォルト） ひずみ速度を平滑化しません。 *= 1* ひずみ速度スムージングはアクティブ。 （整数）	
N_L	載荷関数の数 デフォルト = 0（整数）	
N_{uL}	除荷関数の数 デフォルト = 0（整数）	
Iflag	除荷応答制御フラグ *= 0* 材料挙動は、載荷および除荷の定義曲線に従います。 *= 1*（デフォルト） 載荷挙動と除荷挙動の両方で、載荷曲線が使用されます。除荷の場合は、偏差応力が準-静的除荷曲線を使用して損傷されます： $\boldsymbol{\sigma} = (1 - D)(\boldsymbol{\sigma} + P) - P$ *(450)* ここで、*D*は準-静的除荷曲線に従って計算され、 $D = \left(\frac{\sigma_{unloading}}{\sigma_{quasi-static}}\right)$ *(451)* は、それぞれ、除荷曲線と準-静的曲線から計算された現在の応力です。 *= 2* 載荷挙動と除荷挙動の両方で、載荷曲線が使用されます。除荷の場合は、テンソル応力が準-静的除荷曲線を使用して削減されます： $\boldsymbol{\sigma} = (1 - D)\boldsymbol{\sigma}$ *(452)* ここで、*D*は準-静的除荷曲線に従って計算され、 $D = \left(\frac{\sigma_{unloading}}{\sigma_{quasi-static}}\right)$ *(453)* は、それぞれ、除荷曲線と準-静的曲線から計算された現在の応力です。 *= 3* 載荷挙動と除荷挙動の両方で、載荷曲線が使用されます。偏差除荷応力は、次の式を使用して削減されます： $\boldsymbol{\sigma} = (1 - D)(\boldsymbol{\sigma} + P) - P$ *(454)*	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	$$D = (1 - Hys)\left(1 - \left(\frac{W_{cur}}{W_{\max}}\right)^{Shape}\right) \quad (455)$$ ここで、W_{cur}およびW_{max}はそれぞれ現在のエネルギーおよび最大エネルギー*Iflag* = 3の場合は、除荷曲線が使用されません。 （整数）	
ShapeSHAPE	形状係数は除荷曲線の"凸性"を記述します。 *= 1* 線形の除荷曲線に対応します。 *< 1* 凸性の除荷曲線。 デフォルト = 1.0（実数）	
HysHYS	ヒステリシス除荷係数。 デフォルト = 1.0（実数）	
fct_ID_L	載荷関数識別子 （整数）	
$\dot{\varepsilon}_L$	荷重関数のひずみ速度 （実数）	$\left[\frac{1}{s}\right]$
$Fscale_L$	載荷関数スケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	$[Pa]$
fct_ID_{uL}	除荷関数識別子 （整数）	
$\dot{\varepsilon}_{uL}$	除荷関数のひずみ速度 （実数）	$\left[\frac{1}{s}\right]$
$Fscale_{uL}$	除荷関数スケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	$[Pa]$
ρ_{gas}	空気密度 デフォルト = 0（実数）	$\left[\frac{kg}{m^3}\right]$
P_0	初期圧力	$[Pa]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
	デフォルト = 0（実数）	
γ	気体のガンマ定数 デフォルト（実数）	
ρ_{ext}	外部気体密度 デフォルト = ρ_{gas}（実数）	$\left[\frac{kg}{m^3}\right]$
P_{ext}*EXT*	外部圧力 デフォルト =P_0（実数）	$[Pa]$
Inc_gas	逆流フラグ *= 0*（デフォルト） 外気のフォームへの逆流なし *= 1* 逆流が許される （整数）	
R	気体で満たされた要素体積の初期空隙率 （0 < *R* < 1） *= 0.0* 要素に気体がなく、気体流なし *= 1.0* 気体流に完全な要素体積を使用 （実数）	
α	一般化されたDarcy則の線形パラメータ デフォルト = 0（実数）	
β	一般化されたDarcy則の2次パラメータ デフォルト = 0（実数）	$\left[\frac{s}{m}\right]$
τ	一般化されたDarcy則の時刻歴パラメータ デフォルト = 0（実数）	$[s]$
K	初期泡透水率 デフォルト = 0（実数）	$\left[\frac{m^2}{Pa \cdot s}\right]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
Iclos	ソリッドブロックのフリーサーフェスの開閉フラグ（どのソリッド要素にも結合されていないサーフェス） *= 0*（デフォルト） 自由サーフェス上の自由流出（開） *= 1* 自由サーフェス上の流出なし（閉） *= 2* 接触している外部サーフェス経由の気体流出なしパラメータ*Ibag*=1は対応する接触でアクティブにする必要があります。 （整数）	
fct_ID$_K$	透水倍率関数（スケールと相対フォーム密度の比較） *= 0*（デフォルト） 透水率は一定 （整数）	
fct_ID$_R$	空隙倍率関数（スケールと相対フォーム密度の比較） *= 0*（デフォルト） 空隙が一定で、*fct_ID*$_R$=*fct_ID*$_K$ （整数）	

例（セルフォーム）

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
                  kg                  mm                  ms
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/LAW77/1/1
Open cell foam
#              RHO_I
             4.5E-8
#                E0                  NU                EMAX             EPS_max                 FP0
                .1                   0                   5                 .99
#               FCUT   FSMOOTH     NLOAD   NUNLOAD     IFLAG                SHAPE                 HYS
                .1         1         1         0         3                    2               1E-20
#  F_ID_ID               SLOAD          FSCALELOAD
         1                   0                .001
#            RHO_AIR                  P0               GAMMA                                      R
             1.2E-9              1.0E-4                 1.4                                    1.0
#            RHO_EXT               P_EXT    ICLOSE   INC_GAS
             1.2E-9              1.0E-4         2         0
#              ALPHA                BETA                 T                   K
                   1                   5                 0               1e07
#   F_ID_K    F_ID_R
         2         3
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/1
LoadCurve
#                 X                   Y
                -.8                -.11
                -.7                -.10
```

```
                  -.4                -.05
                  -.2                -.02
                    0                   0
                   .2                .004
                   .4                .006
                   .6                 .01
                   .7                .020
                   .8                .050
                  .99                 134
/FUNCT/2
Funct_2
#                   X                   Y
                  0.0                 0.2
                0.555                 0.2
                0.909                 1.0
                  1.0                 1.0
/FUNCT/3
Funct_3
#                   X                   Y
                  0.0                0.25
                0.555                0.25
                0.909                0.55
                  1.0                0.55
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
/END
```

コメント

1. この材料則は、ソリッド非縮退ヘキサ要素と一緒にのみ使用できます。この材料は、ソリッドプロパティの以下のパラメータにのみ使用できます。
   - I_{solid}*SOLID* = 1（Belytschko）
   - I_{smstr}*SMSTR* = 1（微小ひずみ）
   - I_{frame}*FRAME* = 1（共回転なし）
2. 最後の載荷関数を超える応力の場合、その挙動は最後の2つの載荷関数を使用して外挿されます。巨大な応力値を回避するためには、最後の載荷関数を繰り返すことをお勧めします。
3. ALEアプローチを使用した理想気体の非粘性流を検討します。
4. 1つの積分点でε_pがε_p^{max}に到達した場合、対応する積分点の偏差応力には永久に0が設定されますが、ソリッド要素は削除されません。
5. フォームと気体の結合の場合は、修正Darcy則（Dupuit-Forchiemer）を使用します：

$$\alpha V + \beta V^2 + \tau \frac{\partial V}{\partial t} = -K \cdot Grad(\mathbf{P}) \qquad (456)$$

   ここで、

V	流体速度
$\mathbf{P}$	流体圧力
K	透水率

6. 構造応力、ひずみ、および気体流データを保存するには、以下のオプションをEngineファイルで使用する必要があります。

   ```
   /STATE/BRICK/STRAIN/FULL
   /STATE/BRICK/STRESS/FULL
   /STATE/BRICK/AUX/FULL
   ```

7. フォームの予応力とフォーム内部の空気の初期状態は、予応力のシミュレーションから定義し、/INIBRI/STRS_F、/INIBRI/STRA_F、/INIBRI/AUXカードによってモデルに読み込むことができます。

8. 次のユーザー変数を使用して、気体流データをアニメーションファイル(/ANIM/BRICK/TENS)または時刻歴ファイル(/TH/BRIC)に出力できます:
   - USR1: 気体密度
   - USR20: 気体圧力
   - USR21: *R* 値
   - USR22: *K* 値
   - 気体速度ベクトルのフィールドは/ANIM/VECT/GVELでアニメーションに出力できます。

See Also

材料の適合性

Failure Models (Reference Guide)

/MAT/LAW82

ブロックフォーマットのキーワード
このキーワードは、Ogden材料を定義します。この材料則は、ソリッド要素およびシェル要素と適合性があります。一般的には、ポリマーおよびエラストマーをモデル化する場合に使用します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW82/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
ρ_i									
N		*v*							
μ_1		μ_2		μ_3					
...*N*個のμの値（1行あたり5つ）									
α_1		α_2		α_3					
...*N*個のαの値（1行あたり5つ）									
D_1		D_2		D_3					
...*N*個の*D*の値（1行あたり5つ）									

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{kg}{m^3}\right]$
N	Ogdenモデルの次数	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数、最大10桁）	
v	ポアソン比 D_1入力に依存するデフォルト値 2（実数）	
μ_i	i番目のパラメータ（i = 1、N） （実数）	
α_i	i番目のパラメータ（i= 1、N） （実数）	
D_i	i番目のパラメータ（i= 1、N） （実数）	

例（ゴム材）

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
                  Mg                    mm                    s
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/LAW82/1/1
LAW82 RUBBER
#               RHO_I
                1E-9                     0
#         N                             Nu
          2                           .495
#                Mu_i
                   2                     1
#             Alpha_i
                   2                    -2
#                 D_i
                   0                     0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
/END
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

例（超弾性ゴム材）

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
                  Mg                    mm                    s
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/LAW82/1/1
Rubber
#               RHO_I
                2E-9
#         N                             Nu
          3                             0
#                Mu_i
             1.061898            .0578289            .0159176
#             Alpha_i
              .428246             5.71269            -4.59726
```

```
#                D_i
               1E-4                    0                    0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
/END
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. ひずみエネルギー密度Wは、次の式によって計算されます:

$$W = \sum_{i=1}^{N} \frac{2\mu_i}{\alpha_i^2}\left(\bar{\lambda}_1^{\alpha_i} + \bar{\lambda}_2^{\alpha_i} + \bar{\lambda}_3^{\alpha_i} - 3\right) + \sum_{i=1}^{N} \frac{1}{D_i}(J-1)^{2i} \tag{457}$$

   ここで、$\bar{\lambda} = J^{-\frac{1}{3}}\lambda$ および $J = \lambda_1\lambda_2\lambda_3$

   ここで、λ_iはi^t番目の主ストレッチです。

2. 初期せん断係数:

$$\mu = \sum_{i=1}^{N} \mu_i \tag{458}$$

   体積弾性率は、以下のルールに基づき、$K = \frac{2}{D_1}$のように計算されます:

   - $v = 0$の場合、D_1が入力されなければなりません。
   - $v \neq 0$の場合、D_1入力は無視され、再計算されて、下記の定式を用いてStarter出力に出力されます:

$$D_1 = \frac{3(1-2v)}{\mu(1+v)} \tag{459}$$

   - $v = 0$でD_1=0の場合、$v = 0.495$のデフォルト値が使用され、D_1が以下を用いて計算されます: 式 459
3. ポアソン比の影響を受けない材料を得るには、vを、微小値(1e-10)で定義する必要があります。
4. この材料則の詳細については、"Non-Linear Elastic Deformations"(R.W Ogden、Ellis Horwood著、1984年)をご参照ください。

See Also

材料の適合性
Failure Models (Reference Guide)
Hyperelastic Materials (User Guide)
Ogden Materials (LAW42, LAW69 and LAW82) (Theory Manual)
RD-E:5600 超弾性材料と曲線入力

/MAT/LAW88

ブロックフォーマットのキーワード
この材料則は、ひずみ速度効果を含むヒステリシス材料の挙動を表します。この法則は、通常、非圧縮性のゴム、ポリマー、フォーム、およびエラストマーのモデル化に使用されます。異なるひずみ速度における応力vsひずみ曲線のファミリーにより定義されます。

除荷は、除荷関数を使って、もしくはエネルギーに基づきヒステリシスおよび形状係数入力を損傷モデルに与えることによって表すことができます。この材料則はソリッド要素とのみ適合性があります。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW88/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
ρ_i									
ν		K		F_{cut}*CUT*		F_{smooth}*smoo*	N_L		
fct_ID$_{unL}$		*Fscale*$_{unL}$		*HysHYS*		*ShapeSHAPE*		*Tension*	

N_L > 0の場合、N_L関数を行毎に定義します。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
fct_ID$_{Li}$		*Fscale*$_{Li}$		$\dot{\varepsilon}_{Li}$					

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
v	ポアソン比 非圧縮性材料の場合、0.495が最大値 デフォルト = 0.495（実数）	
K	体積弾性率 （実数）	[Pa]
F_{cut}*CUT*	ひずみ速度フィルタリングのカットオフ周波数。 デフォルト = 10^{30}（実数）	[Hz]
F_{smooth}*smooth*	ひずみ速度スムージングオプションフラグ。 = *0*（デフォルト） ひずみ速度を平滑化しません。 = *1* ひずみ速度スムージングはアクティブ。 （整数）	
N_L	載荷応力ひずみ曲線の数 （整数）	
fct_{unL}	除荷工学応力vs工学ひずみ関数の識別子 3 （整数）	
$Fscale_{unL}$	除荷関数スケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	[Pa]
HysHYS	ヒステリシス除荷係数。除荷関数が使用されている場合、無視 3 0.0 ≤ *HysHYS* ≤ 1.0 デフォルト = 0.0（実数）	
ShapeSHAPE	形状係数。除荷関数が使用されている場合、無視 3 デフォルト = 1.0（実数）	
Tension	除荷速度効果オプションのフラグ 引張または圧縮で載荷中、載荷ひずみ速度依存の曲線が常に使用されます。除荷の場合、利用できるオプションには以下のものがあります： = *0*（デフォルト） 除荷は準-静的除荷曲線に従います。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	=1 除荷は載荷ひずみ速度依存の曲線に従い、除荷曲線は使用されません。 *=-1* 引張での除荷は準-静的除荷曲線に従います。圧縮での除荷は載荷ひずみ速度依存の曲線に従います。	
fct_ID_{Li}	i番目のひずみ速度関数について工学応力vs工学ひずみを定義する載荷関数の識別子 （整数）	
$\dot{\varepsilon}_{Li}$	i番目の載荷工学応力vs工学ひずみ関数のひずみ速度 （実数）	$\left[\frac{1}{s}\right]$
$Fscale_{Li}$	i番目の載荷関数のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	$[Pa]$

例（ゴム材）

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
                  kg                  mm                  ms
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/LAW88/1/1
rubber
#              RHO_I
                1E-6
#                 NU                   K               F_cut  F_smooth       N_L
                .495               19.93                   0                 1
#fctID_Unl                  Fscale_unload                 HYs               Shape   Tension
         1                             1.                  0.                  0.         0
#fctID_l                     Fscale_load          Eps_._load
         1                             1.                  0.
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/1
function 1
#                   X                   Y
           -8.51E-01           -3.55E+01
           -7.76E-01           -1.10E+01
           -7.02E-01           -4.83E+00
           -6.01E-01           -2.06E+00
           -5.00E-01           -1.05E+00
           -4.05E-01           -5.98E-01
           -3.04E-01           -3.33E-01
            0.00E+00            0.00E+00
            4.05E-01            1.53E-01
            8.50E-01            2.37E-01
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. このモデルは、Ogden材料定式化を使用します。材料パラメータは、異なるひずみ速度についての単軸試験からの入力応力ひずみ曲線より直接得られます。材料は、ポアソン比が0.495であるほぼ非圧縮性であると仮定されます。
2. ひずみ速度効果は、異なるひずみ速度*fct_ID*$_{Li}$における載荷工学応力ひずみ試験データを含めることによってモデル化することができます。これは、従来のヒステリシス材料モデルについて粘性パラメータを計算するよりも簡単な場合があります。応力ひずみカーブを異なるひずみ速度で使用する際、以下の提案が推奨されます:
   - 応力ひずみ曲線は、単調に増大しスムーズであるべきです。応力ひずみ曲線の導出はスムーズであるべきです。
   - *F*$_{smooth}$*smooth* =1で*F*$_{cut}$*CUT* =500 Hzを定義することにより、ひずみ曲線の平滑化を有効にします。
   - `/PROP/SOLID`では*I*$_{HKT}$*HKT* =2を定義し、必要であればNumerical Navier Stokes粘度を増やします。
3. 除荷は、除荷関数*Fscale*$_{unL}$を使って、もしくはエネルギーに基づきヒステリシス*HysHYS*および形状係数*ShapeSHAPE*入力を損傷モデルに与えることによって表すことができます。

   損傷モデルを使用する際、載荷と除荷の両方に載荷曲線が使用され、除荷応力テンソルは次の式に従って減少します:

   $$\boldsymbol{\sigma} = (1 - D)\boldsymbol{\sigma} \tag{460}$$

   ここで、

   $$D = (1 - Hys)\left(1 - \left(\frac{W_{cur}}{W_{\max}}\right)^{Shape}\right) \tag{461}$$

   ここで、

W_{cur}	現在のエネルギー
$W_{\max}$	準-静的挙動に従った最大エネルギー

   除荷関数*Fscale*$_{unL}$が入力される場合、除荷は除荷フラグ*Tension*に基づいて定義されます。
4. 粘性効果を含めるには、この材料則と共に`/VISC/PRONY`を使用する必要があります。

See Also

材料の適合性
Failure Models (Reference Guide)
Hyperelastic Materials (User Guide)
RD-E:5600 超弾性材料と曲線入力

/MAT/LAW90

ブロックフォーマットのキーワード
この材料則は粘弾性フォーム表形式材料を記述します。この材料則は、ソリッド要素でのみ使用できます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW90/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
ρ_i									
$E_0$0		ν							
N_L	I_{smooth}SMOO	F_{cut}CUT		ShapeSHAPE		HysHYS			

$N_L \neq 0$の場合、行ごとに各載荷関数

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
fct_ID$_L$	$\dot{\varepsilon}_L$		Fscale$_L$						

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
$E_0$0	初期ヤング率 2 （実数）	[Pa]
ν	ポアソン比	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（実数）	
I_{smooth}*SMOOTH*	ひずみ速度スムージングオプションフラグ。 *= 0*（デフォルト） ひずみ速度を平滑化しません。 *= 1* ひずみ速度スムージングはアクティブ。 （整数）	
F_{cut}*CUT*	ひずみ速度フィルタリングのカットオフ周波数。 デフォルト = 10^{30}（実数）	[Hz]
N_L	載荷関数の数 （整数）	
fct_ID$_L$	載荷関数（圧縮の場合）識別子 （整数）	
$\dot{\varepsilon}_L$	荷重関数のひずみ速度 （実数）	$\left[\frac{1}{s}\right]$
Fscale$_L$	載荷関数スケールファクター （実数）	[Pa]
ShapeSHAPE	形状係数。 デフォルト = 1.0（実数）	
HysHYS	ヒステリシス除荷係数。 デフォルト = 1.0（実数）	

例

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
                  kg                  mm                  ms
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. MATERIALS:
/MAT/LAW90/1/1
foam
#              RHO_I
                3E-8
#                 EO                  NU
              0.01                   0
#    Nload   Ismooth               F_cut               Shape                 Hys
```

```
         3         1                  10                 10.               0.15
#  fct_IDL          Eps_._load          Fscaleload
        12                  .1                   0
        13                   1                   0
        13                 100                   0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  3. FUNCTIONS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/12
NULL
#                  X                   Y
               -0.300              -0.546
               -0.200              -0.534
               -0.100              -0.398
                0.000               0.000
                0.010               0.065
                0.020               0.105
                0.030               0.123
                0.040               0.129
                0.050               0.134
                0.060               0.138
                0.070               0.142
                0.080               0.145
                0.090               0.150
                0.100               0.153
                0.200               0.183
                0.300               0.211
                0.400               0.243
                0.500               0.287
                0.600               0.356
                0.700               0.489
                0.800               0.828
                0.900               2.434
                0.950              11.978
                0.960              24.042
                0.970              74.879
                0.980             460.893
                0.99             12810.97
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/13
NULL
#                  X                   Y
               -0.300              -0.546
               -0.200              -0.534
               -0.100              -0.398
                0.000               0.000
                0.010               0.065
                0.020               0.105
                0.030               0.123
                0.040               0.129
                0.050               0.134
                0.060               0.138
                0.070               0.142
                0.080               0.145
                0.090               0.150
                0.100               0.153
                0.200               0.183
                0.300               0.211
                0.400               0.243
                0.500               0.287
                0.600               0.356
                0.700               0.489
                0.800               0.828
                0.900               2.434
                0.950              11.978
                0.960              24.042
                0.970              74.879
                0.980             460.893
                0.99             12810.97
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
/END
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. 除荷応答のコントロール：除荷をコントロールするには、以下の2つの方法があります：
   - *HysHYS*=0の場合、除荷については準-静的な載荷曲線に従います。

- *HysHYS* > 0の場合、載荷挙動と除荷挙動の両方に載荷曲線が使用され、テンソル除荷テンソル応力は次の式に従って減少します:

$$\boldsymbol{\sigma} = (1 - D)\boldsymbol{\sigma} \tag{462}$$

ここで、

$$D = (1 - Hys)\left(1 - \left(\frac{W_{cur}}{W_{\max}}\right)^{Shape}\right) \tag{463}$$

ここで、W_{cur}と$W_{\max}$はそれぞれ現在のエネルギーと最大準-静的エネルギー

2. 最後の載荷関数を超える応力の場合、その挙動は最後の2つの載荷関数を使用して外挿されます。その後で、膨大な応力値を回避するために、最後の載荷関数を繰り返すことをお勧めします。
3. 載荷曲線は次のように定義されなくてはなりません:
   - 圧縮の場合、正の横軸と正の縦軸
   - 引張の場合、負の横軸と負の縦軸
4. 初期状態ファイルを用いて応力とひずみを復元するには、以下のオプションをASCII出力ファイル（STY-ファイル）に保存する必要があります:
   - `/OUTP/STRESS/FULL`
   - `/OUTP/STRAIN/FULL`
   - `/OUTP/USERS/FULL`
5. 材料特有の出力変数:
   - USR2:右記の準-静的エネルギーの最大値; $W_{\max}$
   - USR3:主ひずみの方向1のひずみ速度
   - USR4:主ひずみの方向2のひずみ速度
   - USR5:主ひずみの方向3のひずみ速度
6. 粘性効果を含めるには、この材料則と共に`/VISC/PRONY`を使用する必要があります。

See Also

材料の適合性

Failure Models (Reference Guide)

/MAT/LAW92

ブロックフォーマットのキーワード
この材料則は、超弾性の挙動のモデル化に使用できるArruda-Boyce材料モデルを記述します。

応力対ひずみ曲線を入力関数として定義し、その曲線のフィッティングによって材料パラメータを決定できます。この材料則はソリッド要素とのみ適合性があります。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW92/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
ρ_i									

パラメータ入力

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
μ		D		λ_m					

関数入力

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Itype	*fct_ID*	ν		*Fscale*					

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
μ	せん断係数 *fct_ID*が定義されていない場合のみ使用されます。 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
D	材料パラメータ 0の場合、*D*はμ、λ_mおよびν=0.495から自動的に計算されます。2 *fct_ID*が定義されていない場合のみ使用されます。 （実数）	$\left[\frac{1}{\mathrm{Pa}}\right]$
λ_m	ストレッチの限界 *fct_ID*が定義されていない場合のみ使用されます。 デフォルト = 7.0（実数）	
Itype	試験データのタイプ（応力ひずみ曲線） = *1*（デフォルト） 単軸データ試験 = *2* 等2軸データ試験 = *3* 平面データ試験 （整数）	
fct_ID	工学応力と工学ひずみの関係を定義する関数識別子 （整数）	
ν	ポアソン比。 *fct_ID*が定義されている場合のみ使用されます。 デフォルト = 0.495（実数）	
Fscale	*fct_ID*の縦軸（応力）のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	$[\mathrm{Pa}]$

例（ゴム、パラメータ入力）

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
                  Mg                  mm                  s
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. MATERIALS:
```

```
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/LAW92/1/1
Generic RUBBER
#              RHO_I
            1.000E-9
#                 mu                    D                  LAM
          2.8000E+01           1.4000E-1                1000.
#    IType    fct_ID                   NU               Fscale

#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
/END
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

例（ゴム、関数入力）

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
                  Mg                    mm                    s
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/LAW92/1/1
rubber
#              RHO_I
            1.000E-9
#                 mu                    D                  LAM

#    IType    fct_ID                   NU               Fscale
         1         2                0.495
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/2
LAW92  e.strain vs  e.stress from uniaxial test(IType=1)
#                   X                    Y
                    0                    0
                  .03                  .30
                  .06                  .55
                  .10                  .80
                  .20                  1.4
                  .30                  2.0
                  .50                  2.7
                  .70                  3.4
                 1.0                   4.0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
/END
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. Arruda-Boyceエネルギー密度。

$$W = \mu \sum_{i=1}^{5} \frac{c_i}{(\lambda_m)^{2i-2}} \left(\bar{I}_1^i - 3^i\right) + \frac{1}{D}\left(\frac{J^2-1}{2} + \ln(J)\right) \tag{464}$$

ここで、

$$c_1 = \frac{1}{2},\ c_2 = \frac{1}{20},\ c_3 = \frac{11}{1050},\ c_4 = \frac{19}{7000},\ c_5 = \frac{519}{673750} \tag{465}$$

および

$$\bar{I}_1 = \bar{\lambda}_1^2 + \bar{\lambda}_2^2 + \bar{\lambda}_3^2 \tag{466}$$

ここで、$\bar{\lambda}_k = J^{-1/3}\lambda \quad J = \lambda_1\lambda_2\lambda_3$

Cauchy応力は次のように計算されます。

$$\sigma_i = \frac{\lambda_i}{J}\frac{\partial W}{\partial \lambda_i} \tag{467}$$

2. 応力ひずみ曲線*fct_ID*が定義されていない場合、行3内の材料パラメータμ、D、λ_mが定義されなくてはならず、行4の入力は使用されません。

グランドせん断係数は次のように計算されます:

$$\mu_0 = \mu\left(1+\frac{3}{5}\left(\frac{1}{\lambda_m^2}\right)+\frac{99}{175}\left(\frac{1}{\lambda_m^4}\right)+\frac{513}{875}\left(\frac{1}{\lambda_m^6}\right)+\frac{42039}{67375}\left(\frac{1}{\lambda_m^8}\right)\right) \tag{468}$$

Dが定義されていない場合、体積弾性率は次のように計算されます:

$$K = \frac{2(1+\upsilon)\mu_0}{3(1-2\upsilon)} \tag{469}$$

ここで、$\upsilon = 0.495$、$D = \frac{2}{K}$

Dが定義されている場合、式は$K = \frac{2}{D}$である必要があり、ポアソン比は$\upsilon = \frac{3K-2\mu_0}{3}$で更新されます。

> **注:** せん断係数μとストレッチの限界λ_mが正の値である場合、モデルは常に安定です。

3. 応力ひずみ曲線*fct_ID*が定義されている場合、行3の入力パラメータμ、Dおよびλ_mは無視され、与えられている応力対ひずみ曲線のフィッティングにより自動的に特定されます。

Arruda-Boyceパラメータのフィッティングには、非線形最小2乗アルゴリズムが使用されます。このモデルは、体積試験を除き、試験データに対するArruda-Boyce定数のフィッティングで完全に非圧縮となります。

$$E = \sum_{k=1}^{ndata}\left(\frac{N_k^{test}-N_k^{th}}{N_k^{test}}\right)^2 \tag{470}$$

ここで*E*は相対誤差。材料定数は、最小2乗フィッティング手順を使用して求められます。この手順では、理論的な公称応力と所定の実験データの間で相対誤差を最小化します。

$$\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda \text{ and } \lambda_3 = \lambda^{-2} \text{ with } \lambda = 1+\varepsilon \tag{471}$$

ここで、N_k^{test}は試験データの応力値、N_i^{th}は工学ひずみ*i*ごとに与えられた理論的な公称応力です。

$$N_k^{th} = \frac{\partial W}{\partial \lambda_k} \tag{472}$$

公称応力は、完全に非圧縮とみなして、モードごとに次のように計算されます:

$$J = \lambda_1\lambda_2\lambda_3 = 1 \tag{473}$$

- 単軸モード:

$$\lambda_1 = \lambda \text{ and } \lambda_2 = \lambda_3 = \lambda^{-\frac{1}{2}} \text{ with } \lambda = 1+\varepsilon \tag{474}$$

したがって、

$$N^{th} = \frac{\partial W}{\partial \lambda} = 2\mu(\lambda - \lambda^{-2}) \sum_{i=1}^{5} \frac{ic_i}{(\lambda_m)^{2i-2}} \bar{I}_1^{i-1} \text{ with } \bar{I}_1 = \lambda^2 + \frac{2}{\lambda} \quad (475)$$

- 等2軸モード:

$$\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda \text{ and } \lambda_3 = \lambda^{-2} \text{ with } \lambda = 1 + \varepsilon \quad (476)$$

したがって、

$$N^{th} = \frac{\partial W}{\partial \lambda} = 2\mu(\lambda - \lambda^{-5}) \sum_{i=1}^{5} \frac{ic_i}{(\lambda_m)^{2i-2}} \bar{I}_1^{i-1} \qquad \text{with} \qquad \bar{I}_1 = 2\lambda^2 + \frac{1}{\lambda^4} \quad (477)$$

- 平面(せん断モード):

$$\lambda_1 = \lambda,\ \lambda_3 = 1 \quad \text{and} \quad \lambda_2 = \lambda^{-1} \quad \text{with} \quad \lambda = 1 + \varepsilon \quad (478)$$

したがって、

$$N^{th} = \frac{\partial W}{\partial \lambda} = 2\mu(\lambda - \lambda^{-3}) \sum_{i=1}^{5} \frac{ic_i}{(\lambda_m)^{2i-2}} \bar{I}_1^{i-1} \text{ with } \bar{I}_1 = \lambda^2 + 1 + \lambda^{-2} \quad (479)$$

4. 粘性効果を含めるには、LAW92と共に`/VISC/PRONY`を使用する必要があります。

See Also

材料の適合性
/VISC/PRONY (Starter)
Arruda-Boyce (/MAT/LAW92) (User Guide)
Arruda-Boyce Material (LAW92) (Theory Manual)
RD-E:5600 超弾性材料と曲線入力

/MAT/LAW94 (YEOH)

ブロックフォーマットのキーワード
この材料則は、非圧縮超弾性の挙動のモデル化に使用できるYEOH材料モデルを記述します。この材料則はソリッド要素とのみ適合性があります。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW94/*mat_ID*/*unit_ID*または/MAT/YEOH/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
ρ_i									
空白									
C_{10}		C_{20}		C_{30}					
D_1		D_2		D_3					

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
C_{10}	偏差材料パラメータ1 デフォルト = 0.0（実数）	
C_{20}	偏差材料パラメータ2 デフォルト = 0.0（実数）	
C_{30}	偏差材料パラメータ3 デフォルト = 0.0（実数）	

フィールド	内容	SI単位の例
D_1	体積弾性率の計算に使用する体積材料パラメータ1 $K = \frac{2}{D_1}$ デフォルト = 0.0（実数）	
D_2	体積材料パラメータ2 デフォルト = 0.0（実数）	
D_3	体積材料パラメータ3 デフォルト = 0.0（実数）	

例（プラスチック）

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
                  Mg                    mm                    s
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/LAW94/1/1
plastic
#              RHO_I
             1.19E-9
#Blank

#                C10                 C20                 C30
              1.3169             0.02758            0.003686
#                D1                  D2                  D3
             7.26e-3
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. YEOHエネルギー密度。

$$W = \sum_{i=1}^{3}\left[C_{i0}(\bar{I}_1 - 3)^i + \frac{1}{D_i}(J-1)^{2i}\right] \tag{480}$$

ここで、

$$\bar{I}_1 = \bar{\lambda}_1^2 + \bar{\lambda}_2^2 + \bar{\lambda}_3^2 \tag{481}$$

および

$$\bar{\lambda}_i = J^{-\frac{1}{3}}\lambda_i \tag{482}$$

Cauchy応力は次のように計算されます。

$$\sigma_i = \frac{\lambda_i}{J}\frac{\partial W}{\partial \lambda_i} \tag{483}$$

2. 初期せん断弾性係数と体積弾性係数は次のように計算されます:

$$G = 2 \cdot C_{10} \tag{484}$$

および

$$K = \frac{2}{D_1} \tag{485}$$

3. D_1= 0の場合、非圧縮性材料が考慮されます。
4. この材料は、Hexa要素とのみ適合性がある点を除くと、LAW42と同様の適合性を有します。四面体要素についての検証が現在行われています。
5. この材料は、Yeoh, O. H., 1993, "*Some forms of the strain energy function for rubber*", Rubber Chemistry and Technology, Volume 66, Issue 5, November 1993, Pages 754-771に基づいています。

See Also

材料の適合性
Failure Models (Reference Guide)
/VISC/PRONY (Starter)
Hyperelastic Materials (User Guide)
RD-E:5600 超弾性材料と曲線入力

/MAT/LAW95 (BERGSTROM_BOYCE)

ブロックフォーマットのキーワード
この材料則は、エラストマー状の材料の非線形時間依存を予測するための構成モデルです。

非線形粘弾性時間依存材料の応答を表すために、超弾性材料応答およびBergstrom-Boyce材料モデル[15]に多項式材料モデルを使用します。この材料則はソリッド要素とのみ適合性があります。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW95/*mat_ID*/*unit_ID*または/MAT/BERGSTROM_BOYCE/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
ρ_i									
C_{10}		C_{01}		C_{20}		C_{11}		C_{02}	
C_{30}		C_{21}		C_{12}		C_{03}		s_b	
$D_1 1$		$D_2 2$		$D_3 3$					
A		C		M		ξ		*Tau_ref*	

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
C_{10}	超弾性モデル用の材料パラメータ デフォルト = 0.0（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
C_{01}	超弾性モデル用の材料パラメータ デフォルト = 0.0（実数）	$[\mathrm{Pa}]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
C_{20}	超弾性モデル用の材料パラメータ デフォルト = 0.0（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
C_{11}	超弾性モデル用の材料パラメータ デフォルト = 0.0（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
C_{02}	超弾性モデル用の材料パラメータ デフォルト = 0.0（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
C_{30}	超弾性モデル用の材料パラメータ デフォルト = 0.0（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
C_{21}	超弾性モデル用の材料パラメータ デフォルト = 0.0（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
C_{12}	超弾性モデル用の材料パラメータ デフォルト = 0.0（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
C_{03}	超弾性モデル用の材料パラメータ デフォルト = 0.0（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
S_b	ネットワークB用の応力スケールファクター デフォルト = 0.0（実数）	
$D_1 1$	体積弾性率の計算に使用する体積材料パラメータ1 $K = \frac{2}{D_1}$ デフォルト = 0.0（実数）	$\left[\frac{1}{\mathrm{Pa}}\right]$
$D_2 2$	体積材料パラメータ2 デフォルト = 0.0（実数）	$\left[\frac{1}{\mathrm{Pa}}\right]$
$D_3 3$	体積材料パラメータ3 デフォルト = 0.0（実数）	$\left[\frac{1}{\mathrm{Pa}}\right]$
A	有効クリープひずみ速度 デフォルト = 0.0（正の実数）	$\left[\frac{1}{\mathrm{s}}\right]$
C	ネットワークBでの有効クリープひずみ速度のクリープひずみ依存性を特性化する指数（-1 < C < 0）	

フィールド	内容	SI単位の例
	デフォルト = -0.7（実数）	
M	ネットワークBでの有効クリープひずみ速度の有効応力依存性を特性化する正の指数（$M \geq 1.0$） デフォルト = 1.0（実数）	
ξ	非変形状態近傍のクリープひずみ速度の正則化の定数 デフォルト = 0.01（実数）	
Tau_ref	2番目のネットワークでの有効クリープひずみ速度の基準応力 デフォルト = 1.0（実数）	[Pa]

例

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
                  kg                  mm                  ms
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/LAW95/1/1
BERGSTROM
#              RHO_I
             1.42E-6
#                C10                 C01                 C20                 C11                 C22
              0.2019                  0.             4.43E-5
#                C30                 C21                 C12                 C03                  Sb
            1.295E-4                  0.                  0.                  0.                 2.0
#                 D1                  D2                  D3
           2.1839E-3             8.68E-5           -1.794E-5
#                  A                EXPC                EXPM                 KSI             Tau_ref
              1.0E-1                -0.7                   5                0.01
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. 材料の応答は、2つの並列ネットワークAとBを用いて表すことができます。ネットワークAは、非線形超弾性コンポーネントを伴う均衡ネットワークです。ネットワークBでは、非線形超弾性コンポーネントは非線形粘弾性流れ要素と直列であり、したがって、時間依存のネットワークです。

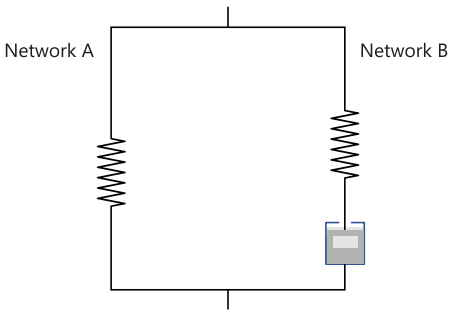


図 *122:* 時間依存のネットワーク

2. 両方のネットワークで、超弾性コンポーネントに同じ多項式ひずみエネルギーポテンシャルが用いられます。ネットワークBでは、このポテンシャルは係数S_bによってスケーリングされます。ひずみエネルギー密度はその後、ネットワークの超弾性コンポーネント用に書き出されます：

$$W_A = \sum_{i+j=1}^{3} C_{ij}(\bar{I}_1 - 3)^i \cdot (\bar{I}_2 - 3)^j + \sum_{i=1}^{3} \frac{1}{D_i}(J-1)^{2i} \quad (486)$$

および

$$W_B = S_b \cdot W_A \quad (487)$$

ここで、

$$\bar{I}_1 = \bar{\lambda}_1^2 + \bar{\lambda}_2^2 + \bar{\lambda}_3^2$$
$$\bar{I}_2 = \bar{\lambda}_1^{-2} + \bar{\lambda}_2^{-2} + \bar{\lambda}_3^{-2}$$
$$\bar{\lambda}_i = J^{-\frac{1}{3}}\lambda_i$$

3. C_{ij}の特別な値について、多項式モデルは下記の材料モデルに縮小することが可能です：
   - Yeoh: j=0
     ここで、C_{10},C_{20}、C_{30}は0以外
   - Mooney-Rivlin: i+j =1
     ここで、C_{10}とC_{01}は0以外で、$D_2 2 = D_3 3 = 0$
   - Neo-Hookean：
     C_{10}と$D_1 1$のみが0以外
4. 初期せん断弾性係数と体積弾性係数は次のように計算されます：

$$\mu = 2(S_b + 1)(C_{10} + C_{01}) \quad (488)$$

および

$$K = \frac{2}{D_1}(1 + S_b) \quad (489)$$

5. $D_1 1 = 0$の場合、非圧縮性材料が考慮されます。
6. A=0の場合、超弾性多項式材料モデルのみが粘弾性時間依存材料の応答なしで使用されます。
7. ネットワークBでの有効クリープひずみ速度は、次の式で与えられます：

$$\dot{\varepsilon}_B^v = A(\tilde{\lambda} - 1 + \xi)^C \left(\frac{\bar{\sigma}_B}{\tau_{ref}}\right)^M \quad (490)$$

ここで、

$\tilde{\lambda} = \sqrt{\frac{\bar{I}_1}{3}}$ および $\bar{\sigma}_B$	ネットワークBでの有効応力
ξ、M、Cおよび τ_{ref}	入力材料パラメータ

15. Bergström, J. S., and M. C. Boyce.*Constitutive modeling of the large strain time-dependent behavior of elastomers.*" Journal of the Mechanics and Physics of Solids" 46, No. 5 (1998): 931-954

See Also
材料の適合性
Failure Models (Reference Guide)
/VISC/PRONY (Starter)

/MAT/LAW100 (MNF)

ブロックフォーマットのキーワード
マルチネットワークフレームワーク(MNF)は、非線形粘性挙動を有するポリマーおよびエラストマーをモデル化する場合に使用されます。

1つの弾性コンポーネントおよびオプションの1つの流体成分を含んだ特定数のネットワークから成ります。この材料則はソリッド要素とのみ適合性があります。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW100/*mat_ID*/*unit_ID*または/MAT/MNF/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
ρ_i									
N_net	*Flag_HE*	*Flag_Cr*							

Flag_HE = 1 (多項式フォーム)の場合

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
C_{10}		C_{01}		C_{20}		C_{11}		C_{02}	
C_{30}		C_{21}		C_{12}		C_{03}			
$D_1 1$		$D_2 2$		$D_3 3$					

Flag_HE = 2(Arruda-Boyceモデル)の場合

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
μ		D		λ_m					
Itype	fct_ID_{AB}	ν		$Fscale_{AB}$					

Flag_HE = 3 (Neo-Hookeanモデル)の場合

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
C_{10}		$D_1 1$							

Flag_HE = 4 (Mooney-Rivlin則)の場合

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
C_{10}		C_{01}		$D_1 1$					

Flag_HE = 5（Yeohモデル）の場合

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
C_{10}		C_{20}		C_{30}		$D_1 1$			

Flag_HE = 13（温度依存を含むNeo Hookeanモデル）の場合

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
fct_ID_{SM}	fct_ID_{BM}	$Fscale_{SM}$		$Fscale_{BM}$					

Flag_Cr =1（クリープ）の場合

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
A_{pl}		$\hat{\sigma}_0$		f_f		$\hat{\varepsilon}$		n_{pl}	

各ネットワークについて

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
networkID	*Flag_visc*	*stiffness*							

Flag_visc = 1（Bergstrom Boyce粘性モデル）の場合

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$A_1 1$		C		M		ξ		Tau_ref	

Flag_visc = 2（双曲線正弦粘性モデル）の場合

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$A_2 2$		B		n_2					

Flag_visc = 3（Power則粘性モデル）の場合

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$A_3 3$		n_3		M_3					

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
N_net	2番目のネットワークの総数 （整数）	
Flag_HE	超弾性モデルフラグ *=1* 多項式フォーム *=2* Arruda Boyce *=3* Neo Hookean *=4* Mooney-Rivlin *=5* Yeoh *=13* Neo Hookean（温度依存性） （整数）	
Flag_Cr	均衡ネットワーク内のクリープのフラグ *= 0*（デフォルト） クリープなし（追加の行はなし）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	=1 クリープ（追加の行内のパラメータを読み出し） （整数）	
Flag_visc	粘性モデルフラグ *=1* Bergstrom Boyce *=2* 双曲線正弦 *=3* Power則 （整数）	
C_{10}	超弾性モデル用の材料パラメータ デフォルト = 0.0（実数）	[Pa]
C_{01}	超弾性モデル用の材料パラメータ デフォルト = 0.0（実数）	[Pa]
C_{20}	超弾性モデル用の材料パラメータ デフォルト = 0.0（実数）	[Pa]
C_{11}	超弾性モデル用の材料パラメータ デフォルト = 0.0（実数）	[Pa]
C_{02}	超弾性モデル用の材料パラメータ デフォルト = 0.0（実数）	[Pa]
C_{30}	超弾性モデル用の材料パラメータ デフォルト = 0.0（実数）	[Pa]
C_{21}	超弾性モデル用の材料パラメータ デフォルト = 0.0（実数）	[Pa]
C_{12}	超弾性モデル用の材料パラメータ デフォルト = 0.0（実数）	[Pa]
C_{03}	超弾性モデル用の材料パラメータ デフォルト = 0.0（実数）	[Pa]

フィールド	内容	**SI**単位の例
D_1*1*	体積弾性率の計算に使用する体積材料パラメータ1 デフォルト = 0.0（実数）	$\left[\frac{1}{\text{Pa}}\right]$
D_2*2*	体積材料パラメータ2 デフォルト = 0.0（実数）	$\left[\frac{1}{\text{Pa}}\right]$
D_3*3*	体積材料パラメータ3 デフォルト = 0.0（実数）	$\left[\frac{1}{\text{Pa}}\right]$
μ	せん断係数 （実数）	$[\text{Pa}]$
D	体積弾性率の計算に使用する材料パラメータ$K = \frac{2}{D}$ デフォルト = 10^{30}（実数）	
λ_m	ストレッチの限界 デフォルト = 7.0（実数）	
Itype	試験データのタイプ（応力ひずみ曲線） = *1*（デフォルト） 単軸データ試験 =*2* 等2軸データ試験 =*3* 平面データ試験 （整数）	
fct_ID$_{AB}$	Arruda-Boyce材料モデルについて工学応力に対する工学ひずみを定義する関数の識別子 （整数）	
ν	ポアソン比 （実数）	
Fscale$_{AB}$	*fct_ID*$_{AB}$のスケールファクター。 （実数）	$[\text{Pa}]$
fct_ID$_{SM}$	せん断係数と温度の関数識別子	$[\text{Pa}]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	
fct_ID$_{BM}$	体積弾性率と温度の関数識別子 （整数）	$[\mathrm{Pa}]$
Fscale$_{SM}$	*fct_ID*$_{SM}$のせん断係数スケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	
Fscale$_{BM}$	*fct_ID*$_{bM}$の体積弾性率スケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	
Stiffness	2番目のネットワークの剛性重量係数（S_i） デフォルト = 0.0（実数）	
networkID	ネットワークの数（左詰めにする必要あり）5 *NETWORK1* 1つ目のネットワーク用 *NETWORK2* 2つ目のネットワーク用 *NETWORKi* ith ネットワーク用 （文字）	
A$_1$*1*	有効クリープひずみ速度 7 デフォルト = 0.0（正の実数）	$\left[\frac{1}{\mathrm{s}\cdot Pa^{\mathrm{M}}}\right]$
A$_2$*2*	有効クリープひずみ速度 デフォルト = 0.0（正の実数）	$\left[\frac{1}{\mathrm{s}}\right]$
A$_3$*3*	有効クリープひずみ速度 デフォルト = 0.0（正の実数）	$\left[\frac{1}{\mathrm{s}}\right]$
C	ネットワークBでの有効クリープひずみ速度のクリープひずみ依存性を特性化する指数（-1 < *C* < 0） デフォルト = -0.7（実数）	
M	2番目のネットワークでの有効クリープひずみ速度の有効応力依存性を特性化する1以上の正の指数 デフォルト = 1.0（実数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
ξ	非変形状態近傍のクリープひずみ速度の正則化の定数 デフォルト = 0.01（実数）	
Tau_ref	2番目のネットワークでの有効クリープひずみ速度の基準応力 デフォルト = 1.0（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
B	2番目のネットワークでの応力のノルムを乗じる双曲線正弦粘性モデル内の係数 （実数）	
n_2	2番目のネットワークでの双曲線正弦粘性モデル内の指数 （実数）	
n_3	2番目のネットワークでのPower則粘性モデル内の指数 （実数）	
M_3	2番目のネットワークでのPower則粘性モデル内の指数 （実数）	
A_{pl}	塑性流れ則用のスケーリングファクター （実数）	$\left[\frac{1}{\mathrm{s}}\right]$
$\hat{\sigma}_0$	塑性流れ則用の流れ抵抗 デフォルト = 1.0（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
f_f	塑性流れ則での流れ抵抗の重量係数 デフォルト = 1.0（実数）	
$\hat{\varepsilon}$	塑性流れ則用の特性ひずみ デフォルト = 1.0（実数）	
n_{pl}	塑性流れ則用の指数 デフォルト = 1（整数）	

例（多項式モデルで**1**つのネットワーク）

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
                  kg                  mm                  ms
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. MATERIALS:
```

```
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/LAW100/1/1
Hyperelastic mat with Polynomial form and one network
#              RHO_I
 1.4200000000000E-06
#N_NETWORK    FLAG_HE    FLAG_Cr
         1          1
#                C10                 C01                 C20                 C11                 C02
             0.2019                  0.             4.43E-5
#                C30                 C21                 C12                 C03
            1.295E-4                  0.                  0.                  0.
#                D1                  D2                  D3
           2.1839e-3
#   KEYNET FLAG_VISC          SCALESTIFF
NETWORK1            1                 1.0
#                 A                EXPC                EXPM                 KSI             Tau_ref
              2000.                -1.0                  10                0.01
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

例（多項式モデルで**3**つのネットワーク）

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
                  kg                  mm                  ms
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/LAW100/1/1
Hyperelastic mat with Polynomial form and three networks
#              RHO_I
 1.4200000000000E-06
#N_NETWORK    FLAG_HE    FLAG_Cr
         3          1
#                C10                 C01                 C20                 C11                 C02
             0.2019                  0.             4.43E-5
#                C30                 C21                 C12                 C03
            1.295E-4                  0.                  0.                  0.
#                D1                  D2                  D3
           2.1839e-3
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#   KEYNET FLAG_VISC          SCALESTIFF
NETWORK1            1                 0.6
#                 A1                EXPC                EXPM                 KSI             Tau_ref
              2000.                -1.0                  10                0.01
NETWORK3            2                 0.1
#                 A2                  B0                EXPN
             1.000                 1.0                   2.
NETWORK2            3                 0.3
#                 A3                EXPN                EXPM
               1.0                 5.0                   2.
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. この材料は、Lagrange型全ひずみを有するソリッド要素でのみ互換性があります。ひずみ定式化フラグは、自動的に/PROP/SOLIDでI_{smstr}*SMSTR*＝10に設定されます。
2. 材料の応答は、並列ネットワークのセットを用いて表すことができます。ネットワーク0は、1つの線形超弾性コンポーネントとオプションのクリープコンポーネントを含む均衡ネットワークです。2番目のネットワークでは、非線形超弾性コンポーネントは非線形粘弾性流れ要素と直列であり、したがって、時間依存のネットワークです。すべてのネットワークは、2番目のネットワークの剛性重量係数によりスケーリングされる同じ超弾性挙動を有します。

   剛性重量係数の和は1に等しくなければなりません：

$$\sum_{i=0}^{N} S_i = 1 \tag{491}$$

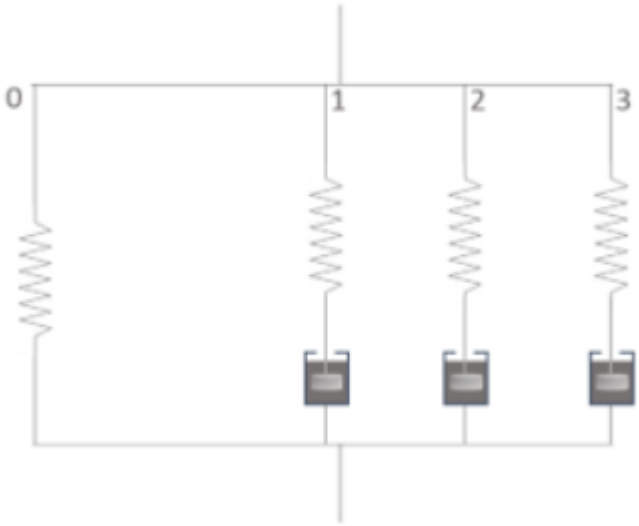


図 *123:*

3. すべてのネットワークで、超弾性コンポーネントに同じ多項式ひずみエネルギーポテンシャルが用いられます。2番目のネットワークでは、このポテンシャルは係数S_iによってスケーリングされます。

4. *Flag_HE*

a. 1 = 項式フォーム: エネルギー密度は次のように書かれます

$$W_0 = \sum_{i+j=1}^{3} C_{ij}(\bar{I}_1 - 3)^i(\bar{I}_2 - 3)^j + \sum_{i=1}^{3} \frac{1}{D_i}(J-1)^{2i} \tag{492}$$

b. 2 = Arruda-Boyce: エネルギー密度は次のように書かれます

$$W_0 = \mu \sum_{i=1}^{5} \frac{c_i}{(\lambda_m)^{2i-2}}(\bar{I}_1^i - 3^i) + \frac{1}{D}\left(\frac{J^2-1}{2} + \ln(J)\right) \tag{493}$$

c. 3 = Neo-Hook: エネルギー密度は次のように書かれます

$$W_0 = C_{10}(\bar{I}_1 - 3) + \frac{1}{D}(J-1)^2 \tag{494}$$

d. 4 = Mooney-Rivlin: エネルギー密度は次のように書かれます

$$W_0 = C_{10}(\bar{I}_1 - 3) + C_{01}(\bar{I}_2 - 3) + \frac{1}{D}(J-1)^2 \tag{495}$$

e. 5 = Yeoh: エネルギー密度は次のように書かれます

$$W_0 = C_{10}(\bar{I}_1 - 3) + C_{20}(\bar{I}_1 - 3)^2 + C_{30}(\bar{I}_1 - 3)^3 + \frac{1}{D}(J-1)^2 \tag{496}$$

f. 13 = 温度をともなうNeo-Hook: エネルギー密度は次のように書かれます

$$W_0 = \frac{\mu(T)}{2}(\bar{I}_1 - 3) + \frac{K(T)}{2}(J-1)^2 \tag{497}$$

2番目の各ネットワークについてのエネルギー密度:

$$W_i = S_i W_0 \tag{498}$$

そこで、2番目の各ネットワークについての全エネルギー密度:

$$W = \sum_{i=0}^{N} W_i \tag{499}$$

注:

$$\sum_{i=0}^{N} S_i = 1 \tag{500}$$

$$\bar{I}_1 = \bar{\lambda}_1^2 + \bar{\lambda}_2^2 + \bar{\lambda}_3^2 \tag{501}$$

$$\bar{I}_2 = \bar{\lambda}_1^{-2} + \bar{\lambda}_2^{-2} + \bar{\lambda}_3^{-2} \tag{502}$$

$$\bar{\lambda}_i = J^{-\frac{1}{3}} \lambda_i \tag{503}$$

Cauchy応力は次のように計算されます。

$$\sigma_i = \frac{\lambda_i}{J} \frac{\partial W}{\partial \lambda_i} \tag{504}$$

5. *networkID*は左詰にされる必要があり、名称は"*NETWORK*$_i$"の形式を用いなければなりません。

   ここで、*i*は*networkID*。"*network1*"や"*NET1*"のようなその他の名称は許されません。

6. 多項式フォーム:

   a. 初期せん断弾性係数と体積弾性係数は次のように計算されます:

   $$G = 2\left(\sum S_i + 1\right)\left(C_{10} + C_{01}\right) \tag{505}$$

   および

   $$K = \frac{2}{D_1}\left(1 + \sum S_i\right) \tag{506}$$

   b. $D_1 1$ = 0の場合、非圧縮性材料が考慮されます。

7. 有効クリープひずみ速度

   a. Bergstrom Boyce粘性モデルの場合、式は:

   $$\dot{\varepsilon}_B^v = A_1\left(\tilde{\lambda} - 1 + \xi\right)^C \left(\frac{\bar{\sigma}_B}{\tau_{ref}}\right)^M \tag{507}$$

   ここで、

   $$\tilde{\lambda} = \sqrt{\frac{\bar{I}_1}{3}} \tag{508}$$

   b. 双曲線正弦粘性モデルの場合、式は:

   $$\dot{\varepsilon}_B^v = A_2\left(\sinh B\bar{\sigma}\right)^{n_2} \tag{509}$$

   c. Power則粘性モデルの場合、式は:

$$\dot{\varepsilon}_B^v = A_3\left\{\bar{\sigma}^{n_3}\left[\left(M_3+1\right)\varepsilon^v\right]^{M_3}\right\}^{\frac{1}{M_3+1}} \tag{510}$$

均衡ネットワークの流動則：

$$\dot{\varepsilon}_{cr} = A_{pl}\left(\frac{\bar{\sigma}}{\hat{\sigma}}\right)^{n_{pl}} \tag{511}$$

$$\hat{\sigma} = \hat{\sigma}_0\left[f_f + \left(1-f_f\right)\exp\left(\frac{-\varepsilon_{cr}}{\hat{\varepsilon}}\right)\right] \tag{512}$$

16. Bergström, J. S., and M. C. Boyce.*Constitutive modeling of the large strain time-dependent behavior of elastomers.*"Journal of the Mechanics and Physics of Solids 46, no. 5 (1998): 931-954

/MAT/LAW101

ブロックフォーマットのキーワード
この材料則は、時間 / 依存性熱可塑性ポリマー材料モデルであり、物理ベースのマルチスケール内部状態変数による熱力学的手法を使用しています。この材料則はソリッド要素にのみ有効です。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW101/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
ρ_i									
E_{ref}		$E_1$1		ν		VE_1			
VE_2		$\dot{\varepsilon}_{ref}$		$\dot{\gamma}_0^p$		α_p			
ΔH		V		m		$C_3$3			
$C_4$4		α_{k1}		α_{k2}		h_0			
$\bar{z}_{1i}$		$C_5$5		$C_6$6		C_7			
C_8		C_9		C_{10}		h_1			
$\bar{z}_{2i}$		C_{11}		C_{12}		C_{13}			
C_{14}		$C_1$1		$C_2$2		λ_L			
$\rho(\theta_{ref})$		$c_v(\theta_{ref})$		θ_{ref}		α_{th}			
θ_{glass}		ω		θ_{flag}		θ_i			

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（文字、最大100文字）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
E_{ref}	参照温度におけるヤング率。6 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
$E_1 1$	材料パラメータ 6 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{Pa}}{\mathrm{K}}\right]$
v	ポアソン比 （実数）	
VE_1, VE_2	温度依存のヤング率の材料パラメータ。6 （実数）	
$\dot{\varepsilon}_{ref}$	温度依存のヤング率の材料パラメータ。6 （実数）	$\left[\frac{1}{\mathrm{s}}\right]$
$\dot{\gamma}_0^p$	粘性流。8 （実数）	$\left[\frac{1}{\mathrm{s}}\right]$
α_p	圧力感度パラメータ。8 （実数）	
ΔH	アクティブ化エネルギー。8 モデルで使用している単位に関係なく、アクティブ化エネルギーは必ず$\left[\frac{\mathrm{kJ}}{mol}\right]$として入力されます。 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{mol}}\right]$
V	アクティブ化体積。8 （実数）	$[\mathrm{m}^3]$
m	粘性流指数。8 （実数）	
$C_3 3$	材料パラメータ 8 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{Pa}}{\mathrm{K}}\right]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
$C_4$4	材料パラメータ 8 （実数）	[Pa]
α_{k1}、α_{k2}	材料パラメータ 7 （実数）	
h_0	硬化係数。7 （実数）	
$\bar{z}_{1i}$	状態変数の初期値$\bar{z}_1$。7 （実数）	
$\bar{z}_{2i}$	状態変数の初期値$\bar{z}_2$。7 （実数）	
$C_5$5	材料パラメータ 7 （実数）	$\left[\frac{1}{K}\right]$
$C_6$6	材料パラメータ 7 （実数）	
C_7	材料パラメータ 7 （実数）	$\left[\frac{1}{K}\right]$
C_8	材料パラメータ 7 （実数）	
C_9	材料パラメータ 7 （実数）	$\left[\frac{1}{K}\right]$
C_{10}	材料パラメータ 7 （実数）	
h_1	硬化係数。7 （実数）	
C_{11}	材料パラメータ 7 （実数）	$\left[\frac{1}{K}\right]$
C_{12}	材料パラメータ 7	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（実数）	
C_{13}	材料パラメータ 7 （実数）	$\left[\frac{1}{\mathrm{K}}\right]$
C_{14}	材料パラメータ 7 （実数）	
C_1	材料パラメータ 7 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{Pa}}{\mathrm{K}}\right]$
C_2	材料パラメータ 7 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
λ_L	ネットワークロッキングストレッチ。7 （実数）	
$\rho(\theta_{ref})$	参照温度における密度。9 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
$c_v(\theta_{ref})$	参照温度における熱容量。9 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{K}}\right]$
θ_{ref}	参照温度。 （実数）	$[\mathrm{K}]$
α_{th}	熱膨張。 （実数）	$\left[\frac{1}{\mathrm{K}}\right]$
θ_{glass}	ガラスの遷移温度。9 （実数）	$[\mathrm{K}]$
ω	断熱条件を設定している状態で材料温度の計算に使用する変換係数。9 （実数）	
θ_{flag}	温度アクティブ化フラグ。 *= 0.0* 等温条件（温度=θ_i）。 *= 1.0* 熱機械問題。	

フィールド	内容	SI単位の例
	= 2.0 断熱条件（初期温度=θ_i）。 （実数）	
θ_i	初期温度 （実数）	$[\mathrm{K}]$

例

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
                  kg                  mm                  ms
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/LAW101/1/1
Talc filled Polypropylene
#              RHO_I
             9.05E-3
#               EREF                  E1                  Nu                 VE1
              2700.0                                   0.2600               0.0E-1
#                VE2            EDOT_REF        GAMA_DOT_REF              ALPHAP
              1.0E-2               1.0E3           3.464E+18            8.313E-2
#             delta_H                   V                   m                  C3
            109000.0           1.325E-27               5.000
#                  C4             ALPHAK1             ALPHAK2                  H0
                  12              1.0E-2                 0.0                  40
#             ZETA1_i                  C5                  C6                  C7
               0.000              -9.0E-3              0.6600                   0
#                  C8                  C9                 C10                  h1
               0.200              -0.300               6.700               0.000
#             ZETA2_i                 C11                 C12                 C13
               0.000                 0.0              12.000             -7.0E-3
#                 C14                  C1                  C2              LAMBDA_L
               0.600             -0.1000               8.000               4.800
#         RHO_theta_0          CV_theta_0            THETA0             ALPHA_TH
            9.05E-10               2.0E9             298.000             7.70E-5
#         THETA_GLASS         TEMP_FACTOR          THETA_FLAG              THETAi
             373.000               0.000               0.000             298.000
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#enddata
```

コメント

1. この材料は、Lagrange型全ひずみを有するソリッド要素でのみ互換性があります。ひずみ定式化フラグは、/PROP/SOLIDでI_{smstr}*SMSTR*＝10がデフォルトです。
2. この材料則では計算コストが高くなります。ただし、ポリプロピレン材料では、このモデルできわめて優れた結果が得られます。
3. このモデルは、Bouvard[17]によって提唱されている熱力学のフレームワークに基づくモデルです。このフレームワークでは、重合鎖の変形の基礎となる物理学を正確に記述するために、物理ベースの内部状態変数（ISV）が選択されています。これらのISVは、ポリマーネットワークの現在のエネルギー状態を記述する値であり、ヘルムホルツの自由エネルギーで使用されています。このモデルでは、次の3つのISVを使用しています。

   $\bar{z}_1$ エンタングルメント点によって誘導される、内部ひずみ類似のスカラー。エンタングルメント点は、鎖の運動に対する障害の一種を記述します。鎖のエンタングルメントでは、一定量の応力における滑りによってひずみ軟化が発生します（図 124参照）。

$\bar{z}_2$ 大きなひずみの下で鎖に発生する整列とコイル化に伴う、内部ひずみ類似のスカラーであって、材料硬化の原因となるもの。

$\boldsymbol{\beta}$ 大きなひずみの下で発生する鎖配向と鎖のストレッチに伴う、内部ひずみ類似のテンソルであって、材料硬化の原因となるもの。

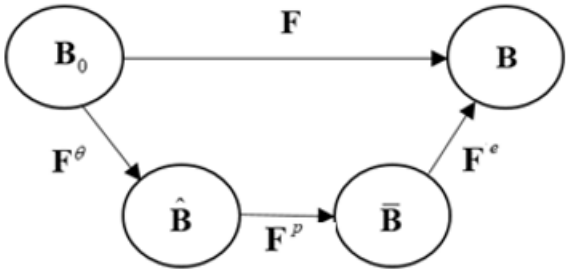


図 *124:* 全変形勾配の分解

この問題の動力学の記述は、変形勾配を弾性成分、粘塑性成分、等方性成分、熱的成分に分解することを基本としています。

$$\mathbf{F} = \mathbf{F}^e\mathbf{F}^p\mathbf{F}^\theta \tag{513}$$

4. このモデルでは、$J^p = 1$となる非圧縮性塑性流を考慮します。$\mathbf{F}^e = \mathbf{R}^e\mathbf{U}^e$および弾性対数ひずみテンソル$\mathbf{E}^e = \ln\mathbf{U}^e$を考慮すると、Mandel応力テンソル$\mathbf{M}$は次の式で計算できます。

$$\mathbf{M} = 2\mu(\theta)\mathbf{E}^e + \left(K(\theta) - \frac{2}{3}\mu(\theta)\right)tr(\mathbf{E}^e)\mathbf{I} \tag{514}$$

ここで、

$$\mu(\theta) = \frac{E(\theta)}{2+2v} \tag{515}$$

また、

$$K(\theta) = 2\mu(\theta)\frac{1+v}{3(1-2v)} \tag{516}$$

ここで、

$E(\theta)$ ヤング率

v ポアソン比

$K(\theta)$ 体積弾性率

$\mu(\theta)$ せん断率

5. Cauchy応力テンソル$\boldsymbol{\sigma}$は、次のようにMandel応力から求めることができます。

$$\boldsymbol{\sigma} = J^{e-1}\mathbf{R}^e\mathbf{M}\mathbf{R}^{eT} \tag{517}$$

$\mathbf{F}^p$の発展方程式を記述する粘塑性流動則は次のようになります。

$$\dot{\mathbf{F}}^p = \mathbf{D}^p \mathbf{F}^p \tag{518}$$

ここで、

$$\mathbf{D}^p = \frac{1}{\sqrt{2}} \dot{\gamma}^p \mathbf{N}^p \tag{519}$$

ここで、

$\mathbf{N}^p$ 粘性流の方向。

dev テンソルの偏差部分。

$$\mathbf{N}^p = \frac{dev(\mathbf{M} - \boldsymbol{\alpha})}{\| dev(\mathbf{M} - \boldsymbol{\alpha}) \|} \tag{520}$$

テンソル$\boldsymbol{\alpha}$は、ひずみ類似のテンソル$\boldsymbol{\beta}$に対応する応力類似のテンソルであり、大変形の下での鎖のストレッチを表します。粘性流は次の式で求められます。

$$\dot{\gamma}^p = \dot{\gamma}_0^p \times e^{-\frac{\Delta H}{R\theta}} \left[\sinh\left(\frac{\tau_{eq} V}{k_B \theta} \right) \right]^m \tag{521}$$

ここで、

$\dot{\gamma}^p$ 粘性せん断ひずみ速度。

τ_{eq} 塑性せん断応力の大きさ。

最後に、内部状態変数の発展則は次のようになります。

$$\dot{\bar{z}}_1 = h_0 \left(1 - \frac{\bar{z}_1}{z^*} \right) \dot{\gamma}^p \tag{522}$$

$$\dot{z}^* = \left(\bar{z}_{sat}^* - g_0(\theta) z^* \right) \dot{\gamma}^p \tag{523}$$

$$\dot{\bar{z}}_2 = h_1 (\lambda^p - 1) \left(1 - \frac{\bar{z}_2}{z_{2sat}(\theta)} \right) \dot{\gamma}^p \tag{524}$$

そして

$$\dot{\boldsymbol{\beta}} = R_s(\theta) \left(\mathbf{D}^p \boldsymbol{\beta} + \boldsymbol{\beta} \mathbf{D}^p \right) \tag{525}$$

6. 温度の関数としたヤング率は次のようになります。

$$E(\theta) = \left[E_{ref} + E_1 (\theta - \theta_{ref}) \right] \left[1 + \frac{VE_1}{1 + \exp\left(- \frac{\log\dot{\varepsilon} - \log\dot{\varepsilon}_{ref}}{VE_2} \right)} \right] \tag{526}$$

7. 内部状態変数（ISV）：

ISV1	ISV2	ISV3
$k_1 = \alpha_{k1} \mu(\theta) \bar{z}_1$	$k_2 = \alpha_{k2} \mu(\theta) \bar{z}_2$	$\boldsymbol{\alpha} = \mu_B(\theta) \boldsymbol{\beta}$

ISV1	ISV2	ISV3
$\dot{\bar{z}}_1 = h_0\left(1-\frac{\bar{z}_1}{z^*}\right)\dot{\gamma}^p$	$\dot{\bar{z}}_2 = h_1(\lambda^p-1)\left(1-\frac{\bar{z}_2}{z_{2sat}(\theta)}\right)\dot{\gamma}^p$	$\dot{\boldsymbol{\beta}} = R_s(\theta)(\mathbf{D}^p\boldsymbol{\beta}+\boldsymbol{\beta}\mathbf{D}^p)$
$\dot{z}^* = \left(\bar{z}^*_{sat}-g_0(\theta)z^*\right)\dot{\gamma}^p$	$\bar{z}_{2sat}(\theta) = C_{11}(\theta-\theta_{ref})+C_{12}$	$\mu_B(\theta) = \mu_R(\theta)\left(1-\frac{tr(\boldsymbol{\beta})-3}{\lambda_L}\right)^{-1}$
$\bar{z}^*_{sat}(\theta) = C_7(\theta-\theta_{ref})+C_8$		$\mu_R(\theta) = C_1(\theta-\theta_{ref})+C_2$
$g_0(\theta) = C_9(\theta-\theta_{ref})+C_{10}$		$R_s(\theta) = C_{13}(\theta-\theta_{ref})+C_{14}$
$z^*_0(\theta) = C_5(\theta-\theta_{ref})+C_6$		

8. 流動則:

$$\dot{\mathbf{F}}^p = \mathbf{D}^p\mathbf{F}^p$$

$$\mathbf{D}^p = \frac{1}{\sqrt{2}}\dot{\gamma}^p\mathbf{N}^p$$

$$\mathbf{N}^p = \frac{dev(\mathbf{M}-\boldsymbol{\alpha})}{\|dev(\mathbf{M}-\boldsymbol{\alpha})\|}$$

$$\dot{\gamma}^p = \dot{\gamma}^p_0 e^{-\frac{\Delta H}{k\theta}}\left[\sinh\left(\frac{\tau_{eq}V}{k_B\theta}\right)\right]^m$$

$$\tau_{eq} = \tau-\left(Y(\theta)+\kappa_1+\kappa_2+\alpha_p\bar{\pi}\right)$$

$$Y(\theta) = C_3(\theta-\theta_{ref})+C_4$$

$$\tau = \frac{1}{\sqrt{2}}\|dev(\mathbf{M}-\boldsymbol{\alpha})\|$$

9. 発熱(断熱条件下)

$$c_v\dot{\theta} = \omega\mathbf{M}:\mathbf{D}^p$$

$$\rho(\theta) = \rho(\theta_{ref})\frac{1.42\theta_g+44.7}{1.42\theta_g+0.15\theta}$$

$$c_v = c_v(\theta_{ref})(0.106+3\times10^{-3}\theta)$$

ここで、

記法	説明	記法	説明
α_{k1}	材料パラメータ	$\mathbf{D}^p$	速度勾配の塑性成分
α_{k2}	材料パラメータ	$\mathbf{E}$	対数ひずみテンソル
$\boldsymbol{\alpha}$	内部せん断応力	E_{ref}	参照温度におけるヤング率

記法	説明	記法	説明
α_p	圧力感度パラメータ	E_1	材料パラメータ
$\boldsymbol{\beta}$	ISV3テンソル	$\mathbf{F}$	変形勾配
$\dot{\gamma}^p$	粘性流	$\mathbf{F}^e$	の弾性成分 $\mathbf{F}$
ε^{nom}	公称ひずみ	$\mathbf{F}^p$	の塑性成分 $\mathbf{F}$
ε^{true}	Henckyひずみ（真のひずみ）	$\mathbf{F}^\theta$	の熱成分 $\mathbf{F}$
η	粘性	g_0	材料パラメータ
θ	温度	ΔH	アクティブ化エネルギー
κ_1, κ_2	エンタングルメント点によって誘導される内部応力場	h_0	硬化係数
λ	ストレッチ	h_1	硬化係数
λ_L	ネットワークロッキングストレッチ	J	のデターミナント $\mathbf{F}$
λ_p	相当塑性ストレッチ	K	体積弾性率
μ	弾性せん断係数	k_B	ボルツマン定数
μ_B	内部せん断応力係数	$\mathbf{M}$	Mandel応力
μ_R	ゴム係数	m	粘性流指数
ν	ポアソン比	$\mathbf{N}^p$	粘性流の方向
$\overline{\pi}$	有効圧力	R	気体定数
σ	Cauchy応力（真の応力）	R_s	材料パラメータ
τ	相当せん断応力	$\mathbf{R}, \mathbf{U}$	の反対称、対称部分 $\mathbf{F}$
ψ	自由エネルギー	V	アクティブ化体積
ω	変換係数	Y	降伏曲面
$\mathbf{C}$	Cauchy-Greenテンソル	$\overline{z}_1$	ISV1
c_v	熱容量	$\overline{z}_2$	ISV2
$C_1, C_2, .., C_{14}$	材料パラメータ	$\overline{z}^*$	鎖の滑りのひずみ基準
$\mathbf{D}$	速度勾配	$\overline{z}^*_{sat}$	の飽和値 $\overline{z}^*$

17. Bouvard JL, Francis DK, Tschopp MA, Marin EB, Bammann DJ, Horstemeyer MF (2013) An internal state variable material model for predicting the time, thermomechanical, and stress state dependence of amorphous glassy polymers under large deformation.Int J Plast 42:168–193

/MAT/LAW111

ブロックフォーマットのキーワード
超弾性挙動のモデル化に使用できるMarlow材料モデルを記述します。この材料則はソリッド要素とのみ適合性があります。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW111/*mat_ID*/*unit_ID*または/MAT/MARLOW/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
ρ_i									

関数入力

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Itype	*fct_ID*	*Fscale*		*v*					

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	（オプション）単位識別子 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
ρ_i	初期密度。 （実数）	$\left[\frac{kg}{m^3}\right]$
Itype	試験データのタイプ（応力ひずみ曲線） *= 1*（デフォルト） 単軸データ試験。 *= 2* 等2軸データ試験。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 3 平面データ試験。 （整数）	
fct_ID	工学応力と工学ひずみの関係を定義する関数の識別子。 （整数）	
v	ポアソン比 デフォルト = 0.495（実数）	
Fscale	関数*fct_ID*の縦軸（応力）のスケールファクター。 デフォルト = 1.0（実数）	[Pa]

例

```
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit_Mg_mm_s
                  Mg                      mm                      s
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/MARLOW/1/1
Aluminium
#         Init. dens.
              1.0E-9
#     Itype     fct_ID              Fscale                  Nu
          1         11                   0               0.495
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/11
eng. stress vs eng. strain (data from Treloar 1975)
#                  X                       Y
    0.0                    0.0
    0.118558340245158      0.147781942125394
    0.229807469073257      0.235370392667332
    0.352872064166251      0.317098176147032
    0.575267906053679      0.4127492327798
    0.826025385319594      0.497843181600741
    1.15247263605042       0.600395253711613
    1.41741319317695       0.681964895195418
    1.99461340483096       0.866102422989683
    2.57183319597017       1.06544342104666
    3.01188513821085       1.24856432172444
    3.75483021047915       1.60560301197591
    4.32044087300526       1.97102586370987
    4.74886561326187       2.30619464551444
    5.13008421468603       2.70807751093106
    5.41191132474589       3.04925719469397
    5.61340230088995       3.43730640075521
    5.84795248474777       3.79023377564191
    6.0210291095147        4.1479076695769
    6.14916629739038       4.49627566011047
    6.26551964740034       4.87506376966911
    6.36059461533377       5.25621459595217
    6.44855620568032       5.62216985907231
    6.59373206402824       6.34826716084913
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#enddata
```

コメント

1. Marlowエネルギー密度は次のように考慮されます：

$$W = U(\bar{I}) + V(J) \tag{527}$$

ここで、$\bar{I} = \bar{\lambda}_1^2 + \bar{\lambda}_2^2 + \bar{\lambda}_3^2$ および $J = \lambda_1\lambda_2\lambda_3$

ここで、$\bar{\lambda}_k = J^{-1/3}\lambda_k$は方向$k$=1、2、3におけるストレッチです。

V は、体積弾性率Kを使用して計算されます（試験データ関数とポアソン比から計算されます）。

$$V(J) = \frac{1}{2}K(J-1)^2 \tag{528}$$

U は、単軸試験、2軸試験、またはせん断試験（関数*fct_ID*）のデータを使用して次のように特定されます：

$$U(\bar{I}) = \int_0^{\lambda_t - 1} T(\lambda_t - 1)\partial\varepsilon \tag{529}$$

ここで、

T	工学ひずみ$\lambda_t - 1$に対応する応力。
λ_t	単軸引張試験、等2軸試験、または平面試験に対応する相当ストレッチ。

2. Cauchy応力は次のように計算されます。

$$\sigma = \frac{2}{J}\frac{\partial U}{\partial \bar{I}}dev(b^*) + \frac{\partial V}{\partial J}I \tag{530}$$

ここで、$b^* = J^{-2/3}FF^T$です。

3. `/VISC/PRONY`をLAW111と組み合わせて使用することで、粘性効果を含めることができます。

See Also

材料の適合性
Failure Models (Reference Guide)
/VISC/PRONY (Starter)

複合材と繊維材料

これらの材料は、複合材と繊維材料を表現するのに使用できます。

/MAT/LAW12 (3D_COMP)

ブロックフォーマットのキーワード
この材料則は、通常は複合材のモデル化に使用するTsai-Wu定式化を使用してソリッド材料を記述します。この材料は、Tsai-Wu基準を満たすまでは、3D直交異方性弾性であると見なされます。

材料は、その後、非線形となります。Tsai-Wu基準は、材料硬化をモデル化するよう、せん断における各直交異方性方向での塑性仕事およびひずみ速度に応じて設定できます。脆性損傷および破壊のための応力ベースの直交異方性基準を使用できます。この材料は`/MAT/LAW14 (COMPSO)`を一般化および改善したものです。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
`/MAT/LAW12`/*mat_ID*/*unit_ID*または`/MAT/3D_COMP`/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
ρ_i									
E_{11}		E_{22}		E_{33}					
ν_{12}		ν_{23}		ν_{31}					
$G_{12}12$		$G_{23}23$		$G_{31}31$					
σ_{t1}		σ_{t2}		σ_{t3}		δ			
B		n		f_{max}		W_p^{ref}			
σ_{1y}^t		σ_{2y}^t		σ_{1y}^c		σ_{2y}^c			
σ_{12y}^t		σ_{12y}^c		σ_{23y}^t		σ_{23y}^c			
σ_{3y}^t		σ_{3y}^c		σ_{13y}^t		σ_{13y}^c			
α		E_f		c		$\dot{\varepsilon}_0$			

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
E_{11}	方向1のヤング率 （実数）	[Pa]
E_{22}	方向2のヤング率 （実数）	[Pa]
E_{33}	方向3のヤング率 （実数）	[Pa]
ν_{12}	方向1と2の間のポアソン比 （実数）	
ν_{23}	方向2と3の間のポアソン比 （実数）	
ν_{31}	方向3と1の間のポアソン比 （実数）	
$G_{12}12$	方向12におけるせん断係数 （実数）	[Pa]
$G_{23}23$	方向23におけるせん断係数 （実数）	[Pa]
$G_{31}31$	方向31におけるせん断係数 （実数）	[Pa]
σ_{t1}	方向1における複合引張 / 圧縮破壊の開始時点の応力 4 デフォルト = 10^{30}（実数）	[Pa]
σ_{t2}	方向2における複合引張 / 圧縮破壊の開始時点の応力 4	[Pa]

フィールド	内容	**SI**単位の例
	デフォルト = σ_{t1}（実数）	
σ_{t3}	方向3における複合引張 / 圧縮破壊の開始時点の応力 4 デフォルト = σ_{t2}（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
δ	最大損傷係数 4 デフォルト = 0.05（実数）	
B	グローバル塑性硬化パラメータ 3 （実数）	
n	グローバル塑性硬化の指数 デフォルト = 1.0（実数）	
$f_{\max}$	Tsai-Wu基準の制限の最大値 3 デフォルト = 10^{10}（実数）	
W_p^{ref}	単位ソリッド体積あたりの基準塑性仕事 デフォルト = 1.0（局所単位系）（実数）	$\left[\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{m}^3}\right]$
σ_{1y}^t	方向1の引張りにおける降伏応力 3 デフォルト = 0.0（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
σ_{2y}^t	方向2の引張りにおける降伏応力 デフォルト = 0.0（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
σ_{1y}^c	方向1の圧縮における降伏応力 デフォルト = 0.0（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
σ_{2y}^c	方向2の圧縮における降伏応力 デフォルト = 0.0（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
σ_{12y}^t	方向12の引張せん断における降伏応力 デフォルト = 0.0（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
σ_{2y}^c	方向12の圧縮せん断における降伏応力 デフォルト = 0.0（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
σ_{23y}^t	方向23の引張せん断における降伏応力 デフォルト = 0.0（実数）	$[\mathrm{Pa}]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
σ_{23y}^{c}	方向23の圧縮せん断における降伏応力 デフォルト = 0.0（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
α	繊維体積率 5 （実数）	
E_f	繊維ヤング率 5 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
c	グローバルひずみ速度係数 *= 0* ひずみ速度効果はなし （実数）	
$\dot{\varepsilon}_0$	参照ひずみ速度 （実数）	$\left[\frac{1}{2}\right]$
ICC	ひずみ速度効果フラグ 3 *= 1*（デフォルト） ひずみ速度効果あり $f_{\max}$ *= 2* ひずみ速度効果なし $f_{\max}$ （整数）	

例（**Carbon**）

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
                  Mg                  mm                   s
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/LAW12/1/1
carbon
#              RHO_I
              1.5E-9
#                E11                 E22                 E33
               64000               60000                5000
#               NU12                NU23                NU31
                 .07                 .07                 .07
#                G12                 G23                 G31
               4000                2000                2000
#           sigma_t1            sigma_t2            sigma_t3               delta
                  0                   0                   0                   0
#                 B                   n                fmax               Wpref
                 50                  .5                   0                   0
#           sigma_1yt           sigma_2yt           sigma_1yc           sigma_2yc
                600                 500                 600                 600
```

```
#          sigma_12yt          sigma_12yc          sigma_23yt          sigma_23yc
                 100                 100                  30                  30
#           sigma_3yt           sigma_3yc          sigma_13yt          sigma_13yc
                  50                  50                 100                 100
#               alpha                  Ef                   c         EPS_RATE_0         ICC
                    0                   0                   0                   0           0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
/END
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. この材料には、直交異方性ソリッドプロパティ(/PROP/TYPE6 (SOL_ORTH)、/PROP/TYPE21 (TSH_ORTH)または/PROP/TYPE22 (TSH_COMP))が必要です。これは、3次元解析用のソリッド要素でのみ使用できます。この材料則は、10節点四面体および4節点四面体の要素と適合性があります。直交異方性材料の方向は、プロパティエントリで設定されます。
2. 弾性相での応力-ひずみの関係。

   応力とひずみは次のように関係付けられます:

$$\varepsilon_{11} = \frac{1}{E_{11}}\sigma_{11} - \frac{\nu_{21}}{E_{22}}\sigma_{22} - \frac{\nu_{31}}{E_{33}}\sigma_{33} \quad (531)$$

$$\varepsilon_{22} = \frac{1}{E_{22}}\sigma_{22} - \frac{\nu_{12}}{E_{11}}\sigma_{11} - \frac{\nu_{32}}{E_{33}}\sigma_{33} \quad (532)$$

$$\varepsilon_{33} = \frac{1}{E_{33}}\sigma_{33} - \frac{\nu_{13}}{E_{11}}\sigma_{11} - \frac{\nu_{23}}{E_{22}}\sigma_{22} \quad (533)$$

$$\gamma_{12} = \frac{1}{2G_{12}}\sigma_{12} \quad \frac{\nu_{21}}{E_{22}} = \frac{\nu_{12}}{E_{11}} \quad (534)$$
$$\gamma_{23} = \frac{1}{2G_{23}}\sigma_{23} \quad \frac{\nu_{32}}{E_{33}} = \frac{\nu_{23}}{E_{22}}$$
$$\gamma_{31} = \frac{1}{2G_{31}}\sigma_{31} \quad \frac{\nu_{13}}{E_{11}} = \frac{\nu_{31}}{E_{33}}$$

   ここで、

ε_{ij}	ひずみ
σ_{ij}	応力
γ_{12}、γ_{23}および γ_{31}	対応する材料方向の歪み

   例えば、γ_{12}の場合:

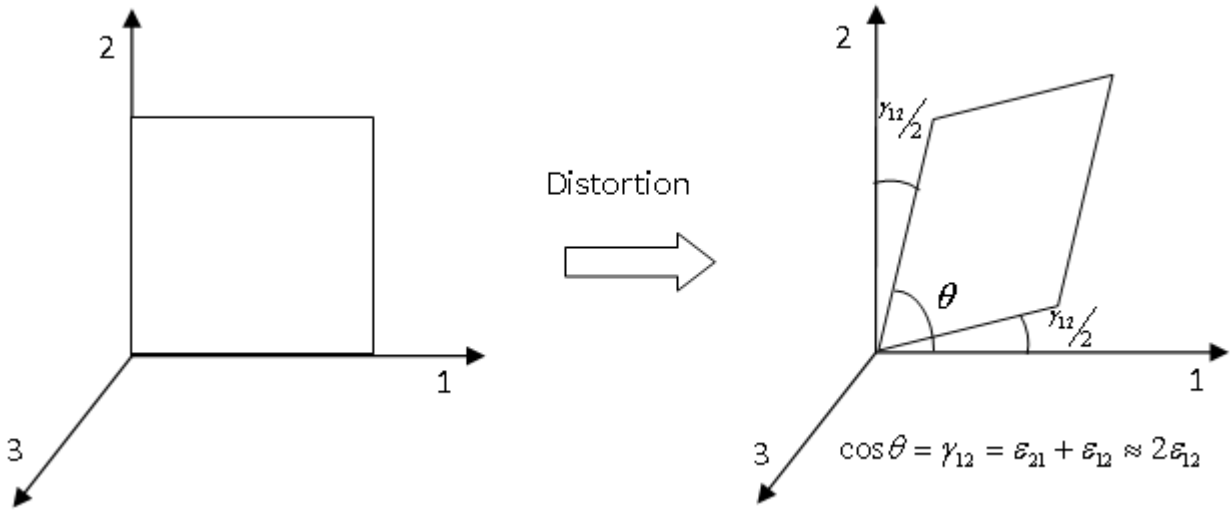


図 *125:*

3. Tsai-Wu基準:

この材料は、Tsai-Wu基準を満たすまでは、弾性であると見なされます。Tsai-Wu基準の制限$F(W_p^*, \dot{\varepsilon})$を超えると、材料は次のように非線形になります:

- $F(\sigma) < F(W_p^*, \dot{\varepsilon})$の場合: 弾性
- $F(\sigma) > F(W_p^*, \dot{\varepsilon})$の場合: 非線形

ここで、

- Tsai-Wu基準における要素内の応力$F(\sigma)$は次のように計算されます:

$$\begin{aligned} F(\sigma) &= F_1\sigma_1 + F_2\sigma_2 + F_3\sigma_3 \\ &+ F_{11}\sigma_1^2 + F_{22}\sigma_2^2 + F_{33}\sigma_3^2 + F_{44}\sigma_{12}^2 + F_{55}\sigma_{23}^2 + F_{66}\sigma_{31}^2 \\ &+ 2F_{12}\sigma_1\sigma_2 + 2F_{23}\sigma_2\sigma_3 + 2F_{13}\sigma_1\sigma_3 \end{aligned} \qquad (535)$$

Tsai-Wu基準の係数は、材料が圧縮または引張りの方向1、2、3または12、23、31（せん断）で非線形になった場合の制限応力から、次のように決定されます:

$$F_1 = -\frac{1}{\sigma_{1y}^c} + \frac{1}{\sigma_{1y}^t} \qquad F_2 = -\frac{1}{\sigma_{2y}^c} + \frac{1}{\sigma_{2y}^t} \qquad F_3 = -\frac{1}{\sigma_{3y}^c} + \frac{1}{\sigma_{3y}^t}$$

$$F_{11} = \frac{1}{\sigma_{1y}^c \sigma_{1y}^t} \qquad F_{22} = \frac{1}{\sigma_{2y}^c \sigma_{2y}^t} \qquad F_{33} = \frac{1}{\sigma_{3y}^c \sigma_{3y}^t}$$

$$F_{44} = \frac{1}{\sigma_{12y}^c \sigma_{12y}^t} \qquad F_{55} = \frac{1}{\sigma_{23y}^c \sigma_{23y}^t} \qquad F_{66} = \frac{1}{\sigma_{31y}^c \sigma_{31y}^t}$$

$$F_{12} = -\frac{1}{2}\sqrt{(F_{11}F_{22})} \qquad F_{23} = -\frac{1}{2}\sqrt{(F_{22}F_{33})} \qquad F_{13} = -\frac{1}{2}\sqrt{(F_{11}F_{33})}$$

- $F(W_p^*, \dot{\varepsilon})$ は、次のように定義された可変のTsai-Wu基準の制限:

$$F(W_p^*, \dot{\varepsilon}) = \left[1 + B(W_p^*)^n\right] \cdot \left[1 + c \cdot \ln\left(\frac{\dot{\varepsilon}}{\dot{\varepsilon}_0}\right)\right] \quad (536)$$

ここで、

W_{pref}	参照塑性仕事
$W_p^* = \frac{W_p}{W_p^{ref}}$	相対塑性仕事
B	塑性硬化パラメータ
n	塑性硬化指数
$\dot{\varepsilon}_0$	参照真ひずみ速度
c	ひずみ速度係数

$F(W_p^*, \dot{\varepsilon})$ *ICC*に応じたTsai-Wu基準の制限の最大値:

*ICC=1*の場合

$$f_{\max} \cdot \left(1 + c \cdot \ln\left(\frac{\dot{\varepsilon}}{\dot{\varepsilon}_o}\right)\right)$$

*ICC=2*の場合

$$f_{\max}$$

ここで、$f_{\max} = \left(\frac{\sigma_{\max}}{\sigma_y}\right)^2$

4. 応力損傷:

引張でσ_{ti}の制限応力値に達した場合、対応する応力値は$\sigma_i^{reduced} = (1 - D_i)\sigma_{ti}$としてスケーリングされます。損傷の値$D_i$は各時間ステップで増分損傷パラメータ$\delta$と共に更新されます。

$$D_i = \sum_i \delta_i \quad (537)$$

D_iの値が1に達すると、対応する方向の応力が0に設定されます。損傷は逆転できないので、D_iの値が到達した場合、材料がそれ以上低い損傷値に達することはありません。

5. 繊維補強:

これらのパラメータにより、方向11の繊維補強を追加で定義できます。追加の方向11の応力は、$\alpha \cdot E_f \cdot \varepsilon_{11}$と同じように追加されます。

See Also

材料の適合性
Failure Models (Reference Guide)
Elastic-Plastic Orthotropic Composite Solids (Theory Manual)

/MAT/LAW14 (COMPSO)

ブロックフォーマットのキーワード
この材料則は、主に1方向の複合材をモデル化するために設計されたTsai-Wu定式化を使用して、直交異方性ソリッド材料を記述します。この材料は、Tsai-Wu基準を満たすまでは、3D直交異方性弾性であると見なされます。材料は、その後、非線形となります。

方向3の非線形は方向2の非線形と同じになり、複合マトリックス材料の挙動を表します。Tsai-Wu基準は、材料硬化をモデル化するよう、せん断における各直交異方性方向での塑性仕事およびひずみ速度に応じて設定できます。脆性損傷および破壊のための応力ベースの直交異方性基準を使用できます。`/MAT/LAW12 (3D_COMP)`はこの材料の強化版で、LAW14の代わりに使用する必要があります。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
`/MAT/LAW14`/*mat_ID*/*unit_ID*または`/MAT/COMPSO`/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
ρ_i									
E_{11}		E_{22}		E_{33}					
ν_{12}		ν_{23}		ν_{31}					
G_{12}12		G_{23}23		G_{31}31					
σ_{t1}		σ_{t2}		σ_{t3}		δ			
B		*n*		f_{max}		W_p^{ref}			
σ_{1y}^t		σ_{2y}^t		σ_{1y}^c		σ_{2y}^c			
σ_{12y}^t		σ_{12y}^c		σ_{23y}^t		σ_{23y}^c			
α		*Ef*		*c*		$\dot{\varepsilon}_0$		*ICC*	

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（文字、最大100文字）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
E_{11}	方向1のヤング率 （実数）	[Pa]
E_{22}	方向2のヤング率 （実数）	[Pa]
E_{33}	方向3のヤング率 （実数）	[Pa]
ν_{12}	方向1と2の間のポアソン比 （実数）	
ν_{23}	方向2と3の間のポアソン比 （実数）	
ν_{31}	方向3と1の間のポアソン比 （実数）	
$G_{12}12$	方向12におけるせん断係数 （実数）	[Pa]
$G_{23}23$	方向23におけるせん断係数 （実数）	[Pa]
$G_{31}31$	方向31におけるせん断係数 （実数）	[Pa]
σ_{t1}	方向1における複合引張 / 圧縮破壊の開始時点の応力 4 デフォルト = 10^{30}（実数）	[Pa]
σ_{t2}	方向2における複合引張 / 圧縮破壊の開始時点の応力 4 デフォルト = σ_{t1}（実数）	[Pa]
σ_{t3}	方向3における複合引張 / 圧縮破壊の開始時点の応力 4 デフォルト = σ_{t2}（実数）	[Pa]

フィールド	内容	**SI**単位の例
δ	最大損傷係数 4 デフォルト = 0.05(実数)	
B	グローバル塑性硬化パラメータ (実数)	
n	グローバル塑性硬化の指数 デフォルト = 1.0(実数)	
f_{max}	Tsai-Wu基準の制限の最大値 3 デフォルト = 10^{10}(実数)	
W_p^{ref}	単位ソリッド体積あたりの基準塑性仕事 デフォルト = 1.0(局所単位系)(実数)	$\left[\frac{J}{m^3}\right]$
σ_{1y}^t	方向1の引張りにおける降伏応力 デフォルト = 0.0(実数)	[Pa]
σ_{2y}^t	方向2の引張りにおける降伏応力 デフォルト = 0.0(実数)	[Pa]
σ_{1y}^c	方向1の圧縮における降伏応力 デフォルト = 0.0(実数)	[Pa]
σ_{2y}^c	方向2の圧縮における降伏応力 デフォルト = 0.0(実数)	[Pa]
σ_{12y}^t	方向12の引張せん断における降伏応力 デフォルト = 0.0(実数)	[Pa]
σ_{12y}^c	方向12の圧縮せん断における降伏応力 デフォルト = 0.0(実数)	[Pa]
σ_{23y}^t	方向23の引張せん断における降伏応力 デフォルト = 0.0(実数)	[Pa]
σ_{23y}^c	方向23の圧縮せん断における降伏応力 デフォルト = 0.0(実数)	[Pa]
α	繊維体積率 5	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	デフォルト = 0.0（実数）	
Ef	繊維ヤング率 デフォルト = 0.0（実数）	[Pa]
c	グローバルひずみ速度係数 *= 0* ひずみ速度効果はなし （実数）	
$\dot{\varepsilon}_0$	参照ひずみ速度 （実数）	$\left[\frac{1}{s}\right]$
ICC	ひずみ速度効果フラグ 3 *= 1*（デフォルト） *fl*に対するひずみ速度効果あり$_{max}$ *= 2* *fl*に対するひずみ速度効果なし$_{max}$ （整数）	

例（金属）

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
                  kg                  cm                  ms
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/COMPSO/1/1
Metal
#              RHO_I
               .0078
#                E11                 E22                 E33
                  10                 100                   1
#               NU12                NU23                NU31
                   0                   0                   0
#                G12                 G23                 G31
                   0                   0                   0
#           SIGMA_T1            SIGMA_T2            SIGMA_T3               DELTA
               1E31                1E31                1E31                   0
#                B                   n                fmax               Wpref
               1E31                1E31                1E31                   0
#          sigma_1yt           sigma_2yt           sigma_1yc           sigma_2yc
               1E31                1E31                1E31                1E31
#         sigma_12yt          sigma_12yc          sigma_23yt          sigma_23yc
               1E31                1E31                1E31                1E31
#              ALPHA                 E_f                   c          EPS_RATE_0       ICC
                   0                   0                   0                   0         0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
/END
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. この材料には、直交異方性ソリッドプロパティ(/PROP/TYPE6 (SOL_ORTH)、/PROP/TYPE21 (TSH_ORTH)または/PROP/TYPE22 (TSH_COMP))が必要です。これは、3次元解析用のソリッド要素でのみ使用できます。この材料則は、10節点四面体および4節点四面体の要素と適合性があります。直交異方性材料の方向は、プロパティエントリで指定されます。
2. 弾性相での応力-ひずみ関係。

   応力とひずみは次のように結合されます:

$$\varepsilon_{11} = \frac{1}{E_{11}}\sigma_{11} - \frac{\nu_{21}}{E_{22}}\sigma_{22} - \frac{\nu_{31}}{E_{33}}\sigma_{33} \quad (538)$$

$$\varepsilon_{22} = \frac{1}{E_{22}}\sigma_{22} - \frac{\nu_{21}}{E_{11}}\sigma_{11} - \frac{\nu_{32}}{E_{33}}\sigma_{33} \quad (539)$$

$$\varepsilon_{33} = \frac{1}{E_{33}}\sigma_{33} - \frac{\nu_{13}}{E_{11}}\sigma_{11} - \frac{\nu_{23}}{E_{22}}\sigma_{22} \quad (540)$$

$$\gamma_{12} = \frac{1}{2G_{12}}\sigma_{12}\frac{\nu_{21}}{E_{22}} = \frac{\nu_{12}}{E_{11}}$$

$$\gamma_{23} = \frac{1}{2G_{23}}\sigma_{23}\frac{\nu_{32}}{E_{33}} = \frac{\nu_{23}}{E_{22}}$$

$$\gamma_{31} = \frac{1}{2G_{31}}\sigma_{31}\frac{\nu_{13}}{E_{11}} = \frac{\nu_{31}}{E_{33}}$$

   ここで、

ε_{ij}	ひずみ
σ_{ij}	応力
γ_{12}、γ_{23}および γ_{31}	対応する材料方向の歪み

   例えば、γ_{12}の場合:

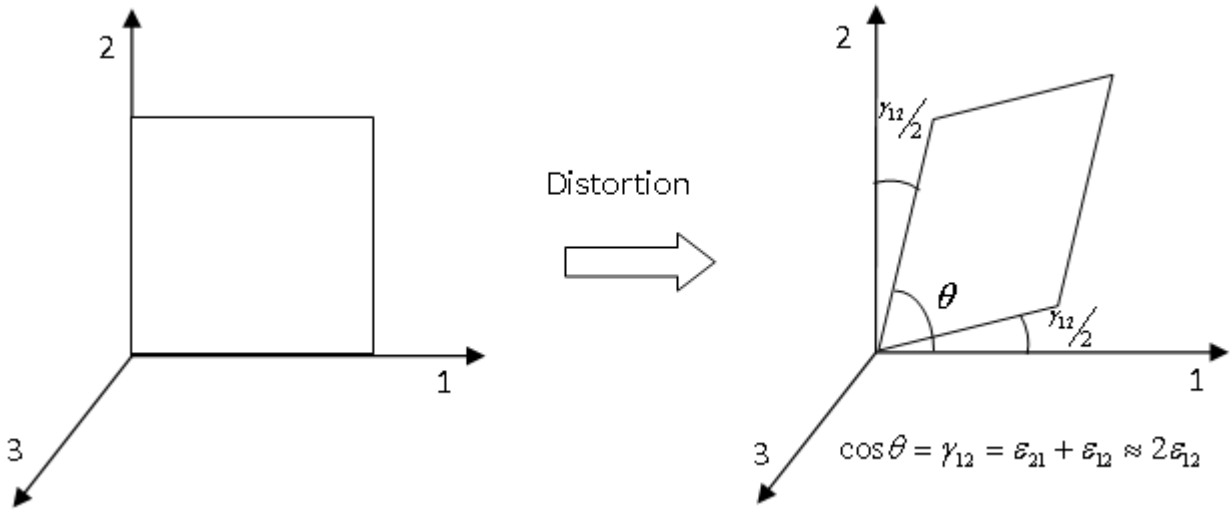


   図 *126:*

3. Tsai-Wu基準

この材料は、Tsai-Wu基準を満たすまでは、弾性であると見なされます。Tsai-Wu基準の制限$F(W_p^*, \dot{\varepsilon})$を超えると、材料は次のように非線形になります：

- $F(\sigma) < F(W_p^*, \dot{\varepsilon})$の場合：弾性
- $F(\sigma) > F(W_p^*, \dot{\varepsilon})$の場合：非線形

ここで、

- Tsai-Wu基準における要素内の応力$F(\sigma)$は、次のように計算されます：

$$F(\sigma) = F_1\sigma_1 + F_2\sigma_2 + F_3\sigma_3 + F_{11}\sigma_1^2 + F_{22}\sigma_2^2 + F_{33}\sigma_3^2 + F_{44}\sigma_{12}^2 + F_{55}\sigma_{23}^2 + F_{66}\sigma_{31}^2 + 2F_{12}\sigma_1\sigma_2 + 2F_{23}\sigma_2\sigma_3 + 2F_{13}\sigma_1\sigma_3 \quad (541)$$

Tsai-Wu基準の係数は、材料が圧縮または引張りの方向1、2、3または12、23、31（せん断）で非線形になった場合の制限応力から、次のように決定されます：

$$F_1 = -\frac{1}{\sigma_{1y}^c} + \frac{1}{\sigma_{1y}^t} \qquad F_2 = -\frac{1}{\sigma_{2y}^c} + \frac{1}{\sigma_{2y}^t} \qquad F_3 = -\frac{1}{\sigma_{3y}^c} + \frac{1}{\sigma_{3y}^t}$$

$$F_{11} = \frac{1}{\sigma_{1y}^c\sigma_{1y}^t} \qquad F_{22} = \frac{1}{\sigma_{2y}^c\sigma_{2y}^t} \qquad F_{33} = \frac{1}{\sigma_{3y}^c\sigma_{3y}^t}$$

$$F_{44} = \frac{1}{\sigma_{12y}^c\sigma_{12y}^t} \qquad F_{55} = \frac{1}{\sigma_{23y}^c\sigma_{23y}^t} \qquad F_{66} = \frac{1}{\sigma_{31y}^c\sigma_{31y}^t}$$

$$F_{12} = -\frac{1}{2}\sqrt{(F_{11}F_{22})} \qquad F_{23} = -\frac{1}{2}\sqrt{(F_{22}F_{33})} \qquad F_{13} = -\frac{1}{2}\sqrt{(F_{11}F_{33})}$$

複合マトリックス材料を表すために、方向2と3の非線形挙動は同じであると見なされます。複合マトリックス材料の降伏応力（方向2と3）は、次のように関係すると見なされます：

$$\sigma_{3y}^c = \sigma_{2y}^c \qquad \sigma_{3y}^t = \sigma_{2y}^t$$

$$\sigma_{31y}^c = \sigma_{12y}^c \qquad \sigma_{31y}^t = \sigma_{12y}^t$$

- $F(W_p^*, \dot{\varepsilon})$は、次のように定義された可変のTsai-Wu基準の制限：

$$F(W_p^*, \dot{\varepsilon}) = \left[1 + B(W_p^*)^n\right] \cdot \left[1 + c \cdot \ln\left(\frac{\dot{\varepsilon}}{\dot{\varepsilon}_0}\right)\right] \quad (542)$$

ここで、

W_{pref}	参照塑性仕事
$W_p^* = \frac{W_p}{W_p^{ref}}$	相対塑性仕事

B	塑性硬化パラメータ
n	塑性硬化指数
$\dot{\varepsilon}_0$	参照真ひずみ速度
c	ひずみ速度係数

$\mathrm{F}\left(W_p^*, \dot{\varepsilon}\right)$ *ICC*に応じたTsai-Wu基準の制限の最大値:

*ICC=1*の場合

$$f_{\max} \cdot \left(1 + c \cdot \ln\left(\frac{\dot{\varepsilon}}{\dot{\varepsilon}_o}\right)\right)$$

*ICC=2*の場合

$$f_{\max}$$

ここで、$f_{\max} = \left(\frac{\sigma_{\max}}{\sigma_y}\right)^2$

4. 応力損傷

   引張でσ_{ti}の制限応力値に達した場合、対応する応力値は$\sigma_i^{reduced} = (1 - D_i)\sigma_{ti}$としてスケーリングされます。$D_i$の値は時間ステップ$D_i = \sum_i \delta_i$ごとに更新されます。$D_i$の値が1に達すると、対応する方向の応力が0に設定されます。損傷は逆転できないので、D_iの値が到達した場合、材料がそれ以上低い損傷値に達することはありません。

5. 繊維補強

   これらのパラメータにより、方向11の繊維補強を追加で定義できます。追加の方向11の応力は、$\alpha \cdot E_f \cdot \varepsilon_{11}$と同じように追加されます。

See Also

材料の適合性

Failure Models (Reference Guide)

/MAT/LAW15 (CHANG)

ブロックフォーマットのキーワード
この材料則は、LAW25と同様に、複合シェル要素のモデル化に使用されます。Tsai-Wu基準（Tsai-Wuの説明については/MAT/LAW25 (COMPSH)をご参照ください）に基づく塑性挙動、およびChang-Chang破壊基準に基づく破壊が使用されます。

ただし、LAW15ではなく、LAW25を個別のChang-Chang破壊基準（/MAT/LAW25でキーワード/FAIL/CHANGを指定）と組み合わせて使用することが推奨されます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW15/*mat_ID*/*unit_ID*または/MAT/CHANG/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
ρ_i									
E_{11}		E_{22}		ν_{12}					
G_{12}12		G_{23}23		G_{31}31					
b		*n*		f_{max}					
$W_p^{\max}$		W_p^{ref}		*Ioff*					
σ_{1y}^t		σ_{2y}^t		σ_{1y}^c		σ_{2y}^c		α	
σ_{12y}^c		σ_{12y}^t		*c*		$\dot{\varepsilon}_0$		*ICC*	
β		$\tau_{\max}$		S_1		S_2		S_{12}	
F_{smooth}smoo	F_{cut}CUT		$C_1$1		$C_2$2				

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
E_{11}	方向1のヤング率 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
E_{22}	方向2のヤング率 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
ν_{12}	ポアソン比 （実数）	
$G_{12}12$	せん断係数 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
$G_{23}23$	せん断係数 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
$G_{31}31_1$	せん断係数 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
b	硬化パラメータ （実数）	
n	硬化指数 デフォルト = 1.0（実数）	
fmax	降伏関数の最大値 2 デフォルト = 10^{30}（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
$W_p^{\max}$	体積単位あたりの最大塑性エネルギー デフォルト = 10^{30}（実数）	$\left[\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{m}^3}\right]$
W_p^{ref}	体積単位あたりの基準塑性エネルギー デフォルト = 1.0（実数）	$\left[\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{m}^3}\right]$
Ioff	全要素破壊規準 4 *= 0* 1つの層で$W_p^* > W_p^{\max *}$の場合にシェルを削除	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 1 すべての層で$W_p^* > W_p^{max^*}$の場合にシェルを削除 *= 2* 各層で、$W_p^* > W_p^{max^*}$または方向1の引張破壊の場合 *= 3* 各層で、$W_p^* > W_p^{max^*}$または方向2の引張破壊の場合 *= 4* 各層で、$W_p^* > W_p^{max^*}$または方向1および2の引張破壊の場合 *= 5* すべてのレイヤーの場合：$W_p^* > W_p^{max^*}$または、方向1の引張破壊 または、すべてのレイヤーの場合：$W_p^* > W_p^{max^*}$または、方向2の引張損傷 *= 6* 各層で、$W_p^* > W_p^{max^*}$あるいは方向1または方向2の引張破壊の場合 （整数）	
σ_{1y}^t	方向1の張力における複合材降伏応力 2 （実数）	[Pa]
σ_{2y}^t	方向2の張力における複合材降伏応力 （実数）	[Pa]
σ_{1y}^c	方向1の圧縮における複合材降伏応力 （実数）	[Pa]
σ_{2y}^c	方向2の圧縮における複合材降伏応力 （実数）	[Pa]
α	*F12*減少係数 2 デフォルトは1.0に設定されます（実数）	
σ_{12y}^c	方向12のせん断およびひずみ速度圧縮における降伏応力 （実数）	[Pa]
σ_{12y}^t	方向12のせん断およびひずみ速度張力における降伏応力 （実数）	[Pa]
c	せん断およびひずみ速度の降伏応力係数 2	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 0 ひずみ速度依存なし。 （実数）	
$\dot{\varepsilon}_0$	せん断およびひずみ速度参照の降伏応力 （実数）	$\left[\frac{1}{s}\right]$
ICC	ひずみ速度計算フラグ 2 *= 1*（デフォルト） f_{max} にはひずみ速度効果あり、W_p^{max}にはなし *= 2* 右記に対するひずみ速度効果なし；f_{max}および W_p^{max} *= 3* 右記にに対するひずみ速度効果あり；f_{max}およびW_p^{max} *= 4* f_{max}にはひずみ速度効果なし、W_p^{max}にはあり （整数）	
β	せん断スケーリング係数 1 （実数）	
τ_{max}	時間緩和 3 デフォルト = 10^{30}（実数）	[s]
S_1	縦方向引張り強度 1 デフォルト = 10^{30}（実数）	[Pa]
S_2	横方向引張り強度 デフォルト = 10^{30}（実数）	[Pa]
S_{12}	せん断強度 デフォルト = 10^{30}（実数）	[Pa]
F_{smooth}*smooth*	ひずみ速度スムージングオプションフラグ *= 0*（デフォルト） ひずみ速度を平滑化しません *= 1* ひずみ速度スムージングはアクティブ	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	
F_{cut}*CUT*	ひずみ速度フィルタリングのカットオフ周波数。 デフォルト = 10^{30}（実数）	[Hz]
C_1*1*	縦方向圧縮強度 1 デフォルト = 10^{30}（実数）	[Pa]
C_2*2*	横方向圧縮強度 デフォルト = 10^{30}（実数）	[Pa]

例（**Carbon**）

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
                 kg                  mm                  ms
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/LAW15/1/1
Carbon
#              RHO_I
              1.8E-6                   0
#                 E11                 E22                 nu12
                   41                 3.3                   .3
#                 G12                 G23                  G31
                  5.2                 1.3                  1.3
#                   b                   n                 fmax
                 8E-6                   1               100000
#              Wpmax               Wpref       Ioff
              100000                   0          0
#          sigma_1yt           sigma_2yt           sigma_1yc           sigma_2yc                alpha
               .786               .1566                .786               .1566                    0
#         sigma_12yc          sigma_12yt                   c           Eps_dot_0       ICC
              .0655               .0655                   0                   0         0
#               beta                Tmax                  S1                  S2                 S12
                  1                 .01                   0                   0                   0
#  Fsmooth                Fcut                  C1                 C12
         0                   0                   0                   0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
/END
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. Chang Chang破壊基準

   Chang Chang破壊基準では、2つの異なる破断挙動を表すために6つの材料パラメータが使用されます。

   - 繊維破損の場合、破壊基準は：
     - 引張繊維モード $\sigma_{11} > 0$

$$e_f^2 = \left(\frac{\sigma_{11}}{S_1}\right)^2 + \beta\left(\frac{\sigma_{12}}{S_{12}}\right)^2 - 1.0 \quad (543) \qquad \begin{matrix} \geq 0 \, failed \\ < 0 elastic - plastic \end{matrix}$$

- 圧縮繊維モード $\sigma_{11} < 0$

$$e_c^2 = \left(\frac{\sigma_{11}}{C_1}\right)^2 - 1.0 \quad (544) \qquad \begin{matrix} \geq 0 \, failed \\ < 0 elastic - plastic \end{matrix}$$

- マトリックス亀裂の破壊基準は:
  - 引張繊維モード $\sigma_{22} > 0$

$$e_m^2 = \left(\frac{\sigma_{22}}{S_2}\right)^2 + \beta\left(\frac{\sigma_{12}}{S_{12}}\right)^2 - 1.0 \quad (545) \qquad \begin{matrix} \geq 0 \, failed \\ < 0 elastic - plastic \end{matrix}$$

  - 圧縮マトリックスモード $\sigma_{22} < 0$

$$e_d^2 = \left(\frac{\sigma_{22}}{2S_{12}}\right)^2 + \left[\left(\frac{C_2}{2S_{12}}\right)^2 - 1\right] \quad (546) \qquad \begin{matrix} \geq 0 \, failed \\ < 0 elastic - plastic \end{matrix}$$

2. 破壊される以前(損傷パラメータe_f^2, e_c^2, e_m^2, e_d^2が0未満)、材料は弾塑性相にあります。塑性挙動はTsai-Wu基準に基づきます(Tsai-Wu基準の説明については、Tsai-Wu定式化(IformFORM =0)をご参照ください)。
3. 破壊された後(損傷パラメータe_f^2, e_c^2, e_m^2, e_d^2が0以上)、数値の不安定性を回避するため、指数関数を使用して応力を減少します。

   緩和のテクニックが応力を徐々に減少させるために使用されます。

$$\boldsymbol{\sigma}(t) = \mathrm{f}(t) \cdot \boldsymbol{\sigma}_d(t_r) \quad (547)$$

   緩和の関数の使用で:

$$\mathrm{f}(t) = \exp\left(-\frac{t - t_r}{\tau_{\max}}\right) \text{ および } t \geq t_r$$

   ここで、

t	時間
t_r	損傷基準が推定される場合における緩和の開始時間
$\tau_{\max}$	動的緩和の時間
$\boldsymbol{\sigma}_d(t_r)$	損傷開始時の応力成分

4. シェルに複数の層が存在し、材料が層別である場合（各層で材料が異なり、I_{off}*OFF*も異なる）、使用されるI_{off}*OFF*は、シェル要素定義でシェルに関連付けられたものになります。

See Also

材料の適合性
Failure Models (Reference Guide)
Elastic-Plastic Orthotropic Composite Solids (Theory Manual)

/MAT/LAW19 (FABRI)

ブロックフォーマットのキーワード
この材料則は、弾性直交異方性材料を定義し、シェル要素のみで使用できます。エアバッグ繊維のモデル化に使用されます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW19/*mat_ID*/*unit_ID*または/MAT/FABRI/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
ρ_i									
E_{11}		E_{22}		ν_{12}					
G_{12}*12*		G_{23}*23*		G_{31}*31*					
R_E				*ZeroStress*		*Fscale_Por*		*sens_ID*	

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
E_{11}	方向1のヤング率 （実数）	[Pa]
E_{22}	方向2のヤング率 （実数）	[Pa]
ν_{12}	ポアソン比	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（実数）	
$G_{12}12$	せん断係数 （実数）	[Pa]
$G_{23}23$	せん断係数 （実数）	[Pa]
$G_{31}31$	せん断係数 （実数）	[Pa]
R_E	減少係数値 最小値、R_E > 0.001 デフォルト = 1.0（実数）	
ZeroStress	ゼロ応力フラグ *= 0* . *= 1* 応力完全削減 - 圧縮および引張の初期応力はゼロから参照状態までに設定されます。エアバッグフォルダが初期引張応力を生成した場合は、このオプションを使用する必要があります。 （実数）	
Fscale_Por	FVM内部サーフェス空隙率 3 デフォルトは0.0に設定されます（実数）	
sens_ID	センサーの識別子 4 （整数、最大10桁）	

例（**Airbag**）

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
                  Mg                  mm                  ms
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/FABRI/1/1
Fabric
#              RHO_I
             1.5e-9
#                 E11                 E22                NU12
                  500                 500                   0
#                 G12                 G23                 G31
```

```
                  10                  10                  10
#                 R_E                          ZEROSTRESS          Fscale_pro   SENS_ID
                  .01                                   0                   0         0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
/END
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. 材料則19は、/PROP/TYPE9 (SH_ORTH)（直交異方性シェル要素）と共に使用する必要があります。
2. 減少係数R_Eは、エアバッグ繊維が圧縮状態のときにヤング率を緩和させるために使用します：

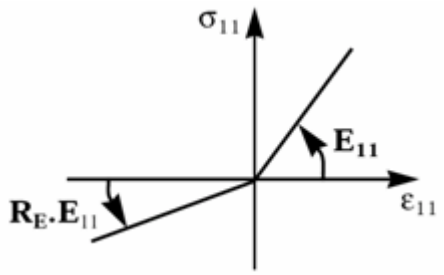


図 *127:*

3. *Fscale_Por*を/MONVOL/FVMBAG（廃止）または/MONVOL/FVMBAG1カードで$surf_ID_{in}$ > 0に設定して材料則19で使用することで、0（空隙率なし）から1（空隙率完全）の範囲で内部サーフェスの空隙率を定義します。
4. *sens_ID*は、*ZeroStress* > 0で、参照状態形状である場合にのみ使用されます。これにより、参照構成から変形されたメッシュの安定性が確保されます。初期の拘束状態は、センサーのアクティブ化によって決定された時間に解放されます。これは、膨張時間までに遅延があるエアバッグで役立ちます。

See Also

材料の適合性
Failure Models (Reference Guide)
Monitored Volume (/MONVOL) (User Guide)
FVMBAG1 Airbag Modeling Guidelines (User Guide)
Fabric Law for Elastic Orthotropic Shells (LAW19 and LAW58) (Theory Manual)
RD-E:0401 運転席側エアバッグ
RD-E:2700 サッカーのシュート

/MAT/LAW25 (COMPSH)

材料則タイプ25には、次の2つのバリエーションが装備されています: Tsai-Wu定式化とCRASURV定式化。

- 定式化フラグI_{form}*FORM*(行2、フィールド7)が0に設定されている場合、標準(Tsai-wu)定式化に基づく塑性モデルが使用されます。/MAT/LAW25(Tsai-Wu定式化(IformFORM =0))キーワードをご参照ください。
- 定式化フラグI_{form}*FORM*(行2、フィールド7)が1に設定されている場合、CRASURV定式化に基づく塑性モデルが使用されます。/MAT/LAW25(CRASURV定式化(IformFORM= 1))キーワードをご参照ください。

*Tsai-Wu*定式化(*I_{form}FORM =0*)

ブロックフォーマットのキーワード
この材料則は、Tsai-Wu定式化を使用して、複合シェルおよび固体材料を記述します。

この材料は、Tsai-Wu基準を満たすまでは、直交異方性弾性であるとみなされます。材料は、その後、非線形となります。ソリッド要素では、材料は、横断方向の線形弾性であるとみなされます。Tsai-Wu基準の制限は、材料硬化をモデル化するよう、塑性仕事およびひずみ速度に応じて設定できます。脆性損傷および破壊のためのひずみおよび塑性エネルギー基準を使用可能です。面外せん断角度に基づいた簡易剥離基準を使用できます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW25/*mat_ID*/*unit_ID*または/MAT/COMPSH/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
ρ_i									
E_{11}		E_{22}		υ_{12}		I_{form}*FORM*		E_{33}	
G_{12}		G_{23}		G_{31}		ε_{f1}		ε_{f2}	
ε_{t1}		ε_{m1}		ε_{t2}		ε_{m2}		d_{max}	

複合塑性硬化

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
W_p^{max}		W_p^{ref}		I_{off}*OFF*		*Ratio*			
b		*n*		f_{max}					

引張、圧縮における複合降伏応力

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
σ_{1y}^{t}		σ_{2y}^{t}		σ_{1y}^{c}		σ_{2y}^{c}		α	

せん断およびひずみ速度の降伏応力

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
σ_{12y}^{c}		σ_{12y}^{t}		*c*		$\dot{\varepsilon}$		*ICC*	

剥離

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
γ_{ini}		$\gamma_{\max}$		d_{3max}					

ひずみ速度フィルタリング

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
F_{smooth}smoo	F_{cut}CUT								

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
E_{11}	方向1のヤング率 （実数）	[Pa]

フィールド	内容	**SI**単位の例
E_{22}	方向2のヤング率 （実数）	[Pa]
υ_{12}	ポアソン比 （実数）	
I_{form}*FORM*	定式化フラグ 1 *= 0* Tsai-wu定式化 （整数）	
E_{33}	方向33のヤング率 2 （実数）	[Pa]
G_{12}	方向12におけるせん断係数 （実数）	[Pa]
G_{23}	方向23におけるせん断係数 （実数）	[Pa]
G_{31}	方向31におけるせん断係数 （実数）	[Pa]
ε_{f1}	材料方向1における要素削除の最大引張ひずみ デフォルト = 1.2 x 10^{20}（実数）	
ε_{f2}	材料方向2における要素削除の最大引張ひずみ デフォルト = 1.2 x 10^{20}（実数）	
ε_{t1}	応力が減少し始める材料方向1における引張破壊ひずみ 4 デフォルト = 1.0 x 10^{20}（実数）	
ε_{m1}	d_{max} = 1の場合、要素での応力が0に設定されている、材料方向1における最大引張ひずみ 4 デフォルト = 1.1 x 10^{20}（実数）	
ε_{t2}	応力が減少し始める材料方向2における引張破壊ひずみ デフォルト = 1.0 x 10^{20}（実数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
ε_{m2}	d_{max} = 2の場合、要素での応力が0に設定されている、材料方向1における最大引張ひずみ デフォルト = 1.1 x 10^{20}（実数）	
d_{max}	最大損傷係数（$d_{max} \le 1$）4 デフォルト = 0.999（実数）	
W_p^{max}	単位シェル体積あたりの最大塑性仕事 デフォルト = 10^{20}（実数）	$\left[\frac{J}{m^3}\right]$
W_p^{ref}	単位シェル体積あたりの基準塑性仕事 4 デフォルト = 1.0（実数）	$\left[\frac{J}{m^3}\right]$
I_{off}*OFF*	要素層での破壊モードに応じたシェルおよび厚肉シェル要素の削除を制御するフラグ。4 *= 0* 1つの要素層で最大塑性仕事に達する場合、シェルが削除されます。 *= 1* すべての要素層で最大塑性仕事に達する場合、シェルが削除されます。 *= 2* 各要素層で以下の場合にシェルを削除； $Condition1:\begin{cases} either \max.plasticwork reached \\ or \varepsilon_1 > \varepsilon_{m1} in direction 1 \\ or d_1 > d_{max} in direction 1 \end{cases}$ (548) *= 3* 各要素層で以下の場合にシェルを削除； $Condition2:\begin{cases} either \max.plasticwork reached \\ or \varepsilon_2 > \varepsilon_{m2} in direction 2 \\ or d_2 > d_{max} in direction 2 \end{cases}$ (549) *= 4* 各要素層で、Condition 1およびCondition 2が満たされている場合にシェルを削除 *= 5* すべての要素層で、条件1または条件2が満たされている場合にシェルを削除	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 6 各要素層で、Condition 1またはCondition 2が満たされている場合にシェルを削除 （整数）	
Ratio	破断層の数に基づいてシェル要素の削除を制御する比率パラメータ *< 0.0* 1つを除くすべての層が破断した場合に要素を削除（すなわち、破断していない層の数は1に等しくなります）4 *> 0.0* 次の場合に要素が削除されます： $\frac{number\ of\ failed\ layers}{number\ of\ total\ layers} \geq ratio$ (550) デフォルト = 1.0（実数）	
b	塑性硬化パラメータ デフォルト = 0.0（実数）	
n	塑性硬化指数 デフォルト = 1.0（実数）	
f_{max}	Tsai-Wu基準の制限の最大値 デフォルト = 10^{20}（実数）	[Pa]
σ^t_{1y}	方向1の引張りにおける降伏応力 デフォルト = 0.0（実数）	[Pa]
σ^t_{2y}	方向2の引張りにおける降伏応力 デフォルト = 0.0（実数）	[Pa]
σ^c_{1y}	方向1の圧縮における降伏応力 デフォルト = 0.0（実数）	[Pa]
σ^c_{2y}	方向2の圧縮における降伏応力 デフォルト = 0.0（実数）	[Pa]
α	Tsai-Wu基準でのF_{12}係数計算のための減少係数 デフォルトは1.0に設定されます（実数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
σ_{12y}^{c}	繊維方向の45度の圧縮における降伏応力 デフォルト = 0.0（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
σ_{12y}^{t}	繊維方向の45度の引張りにおける降伏応力 デフォルト = 0.0（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
c	塑性仕事基準のひずみ速度係数 *= 0* ひずみ速度依存なし。 （実数）	
$\dot{\varepsilon}_0$	参照ひずみ速度 $\dot{\varepsilon} \le \dot{\varepsilon}_0$の場合、ひずみ速度効果なし （実数）	$\left[\frac{1}{\mathrm{s}}\right]$
ICC	ひずみ速度効果フラグ 4 *= 1*（デフォルト） f_{max}へのひずみ速度効果は考慮され、$\mathrm{W}_p^{\max}$にはひずみ速度効果なし *= 2* f_{max}と$\mathrm{W}_p^{\max}$のどちらにもひずみ速度効果なし *= 3* f_{max}と$\mathrm{W}_p^{\max}$の両方にひずみ速度効果あり *= 4* $\mathrm{W}_p^{\max}$へのひずみ速度効果は考慮されるが、$f_{\max}$にはひずみ速度効果なし （整数）	
γ_{ini}	剥離開始時の面外せん断ひずみ 4 デフォルト = 10^{20}（実数）	
$\gamma_{\max}$	剥離が終了し、要素が削除されたときの面外せん断ひずみ 4 デフォルト = 1.1 * 10^{20}（実数）	
d_{3max}	最大剥離損傷係数（$d_{3max} < 1$） 4 デフォルト = 1.0（実数）	
F_{smooth}*smooth*	ひずみ速度フィルタリングフラグ。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 0（デフォルト） ひずみ速度スムージングは非アクティブ *= 1* ひずみ速度スムージングはアクティブ （整数）	
F_{cut}*CUT*	ひずみ速度フィルタリングのカットオフ周波数。 デフォルト = 10^{20}（実数）	[Hz]

例（複合材）

```
#RADIOSS STARTER
/UNIT/1
unit for mat
#               MUNIT                LUNIT                TUNIT
                    g                   mm                   ms
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/COMPSH/1/1
composite example
#               RHO_I
             .001506
#                  E11                  E22                  NU12     Iform                              E33
               144000                10000                    .25         0                           20000
#                  G12                  G23                  G31              EPS_f1                 EPS_f2
                 4200                 4200                 4200                   0                      0
#               EPS_t1               EPS_m1               EPS_t2               EPS_m2                  dmax
                    0                    0                    0                    0                      0
#                Wpmax                Wpref      Ioff                            ratio
             1000000                    0         0                               0
#                    b                    n                 fmax
                    0                    0              1000000
#             sig_1yt              sig_2yt              sig_1yc              sig_2yc                 alpha
               10100                10100                10100                10100                     0
#            sig_12yc             sig_12yt                    c           Eps_rate_0       ICC
               10068                10068                    0                    0         0
#           GAMMA_ini            GAMMA_max                d3max
                    0                    0                    0
#  Fsmooth                 Fcut
         0                    0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#enddata
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. Tsai-Wu定式化を使用する場合は、定式化フラグI_{form}*FORM*を0に設定する必要があります。I_{form}*FORM*=1と比較すると、この定式化では：
   - TSAI-WU基準の制限$F(W_p^*, \dot{\varepsilon})$塑性仕事とひずみ速度の関数
   - 亀裂の形成による脆性破壊のシミュレーションが可能に
   - 引張、圧縮、およびせん断における異なる塑性および破壊の挙動を考慮
2. プロパティおよび要素タイプとの使用
   - この材料には、直交異方性シェルプロパティ（/PROP/TYPE9 (SH_ORTH)、/PROP/TYPE10 (SH_COMP)または/PROP/TYPE11 (SH_SANDW)）および複合材シェルプロパティ（/PROP/TYPE17 (STACK)、/PROP/TYPE51、/STACK）を必要とします。これらのプロパティは、直交異方性方向を指定します。したがって、異方性シェルプロパティ（/PROP/TYPE1（SHELL））との適合性はありません。

- この材料は、低減積分Q4（I_{shell}*SHELL*= 1、2、3、4）および完全積分BATOZ（I_{shell}*SHELL*=12）シェル定式化で使用できます。
- この材料は、直交異方性ソリッドプロパティ（/PROP/TYPE6 (SOL_ORTH)）、直交異方性厚肉シェルプロパティ（/PROP/TYPE21 (TSH_ORTH)）、および複合材厚肉シェルプロパティ（/PROP/TYPE22 (TSH_COMP)）と適合性があります。これらのプロパティは、直交異方性方向を指定します。ソリッドおよび厚肉シェルについては、そのような場合、材料が横方向に弾性であり、E_{33}値を指定する必要があるとみなされます。
- シェルおよび厚肉シェルの複合材パートについては、材料は、/PROP/SH_COMP、/PROP/SH_SANDW、/PROP/TSH_ORTH、または/PROP/TSH_COMPを使用して、プロパティカードにおいて直接定義されます。この材料内で定義された破壊基準（例えば、LAW25）が考慮されます。対応する/PARTカードで参照される材料は、時間ステップおよびインターフェース剛性の計算のみに使用される
- バージョン14.0以降は、グローバルな材料プロパティ（膜剛性、曲げ剛性、質量、慣性）は、複合材プロパティTYPE11、TYPE16、TYPE19およびPLYカードで指定される材料プロパティとレイアップ（板厚）に基づいて計算されます。これらは安定性、質量、インターフェース剛性に使用されます。材料はパート定義レベルでも必要ですが、前後にのみ使用され（"材料による"可視化）、物理特性は無視されます。入力ファイルのバージョン番号が13.0以前の場合は、以前の定式化（パートに関連付けられている材料から剛性と質量が計算されていた）が使用されています。
- LAW25における破壊基準は、ソリッド要素には適用されません。ソリッド要素の破壊を決定するには、/FAILカードを使用する必要があります。

3. Tsai-Wu基準：

この材料は、Tsai-Wu基準を満たすまでは、弾性であると見なされます。Tsai-Wu基準の制限$\mathrm{F}(W_p^*, \dot{\varepsilon})$を超えると、材料は次のように非線形になります：

- $\mathrm{F}(\sigma) < \mathrm{F}(W_p^*, \dot{\varepsilon})$の場合、弾性
- $\mathrm{F}(\sigma) > \mathrm{F}(W_p^*, \dot{\varepsilon})$の場合、非線形

ここで、Tsai-Wu基準における要素内の応力$\mathrm{F}(\sigma)$は次のように計算されます：

$$\mathrm{F}(\sigma) = F_1\sigma_1 + F_2\sigma_2 + F_{11}\sigma_1^2 + F_{22}\sigma_2^2 + F_{44}\sigma_{12}^2 + 2F_{12}\sigma_1\sigma_2 \tag{551}$$

ここで、σ_1、σ_2、およびσ_{12}は、材料座標系における応力です。

Tsai-Wu基準の*F*係数は、材料が圧縮または引張りの方向1、2、3または12、23、31（せん断）で非線形になった場合の制限応力から、次のように決定されます：

$$F_1 = -\frac{1}{\sigma_{1y}^c} + \frac{1}{\sigma_{1y}^t} \tag{552}$$

$$F_2 = -\frac{1}{\sigma_{2y}^c} + \frac{1}{\sigma_{2y}^t} \tag{553}$$

$$F_{11} = \frac{1}{\sigma_{1y}^c \sigma_{1y}^t} \tag{554}$$

$$F_{12} = -\frac{\alpha}{2}\sqrt{F_{11}F_{22}} \tag{555}$$

$$F_{22} = \frac{1}{\sigma_{2y}^c \sigma_{2y}^t} \tag{556}$$

$$F_{44} = \frac{1}{\sigma_{12y}^{c}\sigma_{12y}^{t}} \tag{557}$$

ここで、上付き文字cおよびtはそれぞれ圧縮および引張を表します。

この基準は、σ_1、σ_2、およびσ_{12}空間における2次の閉じた3次元Tsai-Wuサーフェスを表します。

$\mathrm{F}\left(W_p^*, \dot{\varepsilon}\right)$ は塑性仕事（W_p^*）と真ひずみ速度（$\dot{\varepsilon}$）の関数として定義された可変のTsai-Wu基準の制限です：

$$\mathrm{F}\left(W_p^*, \dot{\varepsilon}\right) = \left[1 + b\left(W_p^*\right)^n\right] \cdot \left[1 + c \cdot \ln\left(\frac{\dot{\varepsilon}}{\dot{\varepsilon}_0}\right)\right] \tag{558}$$

ここで、

W_p^{ref}	参照塑性仕事
W_p^*	右記で定義される塑性仕事；$W_p^* = \frac{W_p}{W_p^{ref}}$
b	塑性硬化パラメータ
n	塑性硬化指数
$\dot{\varepsilon}_0$	参照真ひずみ速度
c	ひずみ速度係数

このTsai-Wuサーフェスは、W_pと$\dot{\varepsilon}$の増大が原因で、すべての方向に相似的に外側にスケーリングされます。

Tsai-Wu基準の制限の最大値$\mathrm{F}\left(W_p^*, \dot{\varepsilon}\right)$は、下記より下に制限されなければなりません。

- $f_{\max}$（*ICC*=2、4の場合）
- $f_{\max} \cdot \left(1 + c \cdot \ln\left(\frac{\dot{\varepsilon}}{\dot{\varepsilon}_o}\right)\right)$（*ICC*=1、3の場合）

4. 引張ひずみおよびエネルギー破壊基準での損傷

この材料は、面内と面外の損傷を描写できます。

- 右記の損傷係数での面内損傷；d_i

  ε_{ti}とε_{fi}の間の損傷は、次の式によって得られる損傷係数d_iによって制御されます：

  $$d_i = \min\left(\frac{\varepsilon_i - \varepsilon_{ti}}{\varepsilon_i} \cdot \frac{\varepsilon_{mi}}{\varepsilon_{mi} - \varepsilon_{ti}},\ d_{\max}\right)$$（方向は、i= 1、2）

- ヤング率

  ヤング率は、$\varepsilon_{ti} \le \varepsilon_i \le \varepsilon_{fi}$の場合、損傷パラメータに従って減少します：

  $$E_{ii}^{reduced} = E_{ii}(1 - d_i) \tag{559}$$

  ヤング率は、$\varepsilon_i > \varepsilon_{fi}$の場合、損傷パラメータに従って減少します：

  $$E_{ii}^{reduced} = E_{ii}(1 - d_{\max}) \tag{560}$$

  この場合、損傷は$d_{\max}$に設定され、それ以上は更新されません。

- 面外損傷（剥離） γ

単純な剥離基準は、面外せん断ひずみ(γ_{31}およびγ_{23})の評価に基づき、$\gamma = \sqrt{(\gamma_{13})^2 + (\gamma_{23})^2}$

- 右記の場合、要素応力は徐々に減少します; $\gamma_{\max} > \gamma > \gamma_{ini}$
- シェル層のいずれかで、$\frac{\gamma - \gamma_{ini}}{\gamma_{\max} - \gamma_{ini}} > d_{3\max}$であると、要素は完全になくなります(破断します)。

- 要素損傷は、塑性仕事(エネルギー)破壊基準によっても制御されることがあります。層内で次の場合、応力はゼロに設定されます:
  - $W_p^* > W_p^{\max}{}_*$ *ICC* = 1,2の場合
  - $W_p^* > W_p^{\max}{}_* \cdot \left(1 + c\ln\frac{\dot{\varepsilon}}{\dot{\varepsilon}_0}\right)$ *ICC* = 3,4の場合

  ここで、$W_p^* = \frac{W_p}{W_p^{ref}}$ and $W_p^{\max}{}_* = \frac{W_p^{\max}}{W_p^{ref}}$

  *ICC*フラグは、最大塑性仕事に対して、およびTsai-Wu基準の制限に対してひずみ速度効果を定義します。

  要素削除は、I_{off}*OFF*フラグによって制御されます。オプションI_{off}*OFF*における最大塑性仕事基準は、上記の*ICC*オプションにも依存します。

  I_{off}*OFF* = 0:1つの要素層で最大塑性仕事に達する場合、シェルが削除されます。

  この場合、塑性仕事W_p^*と応力が1つの要素層で基準未満に達すると、シェル要素は削除されます。
  - $W_p^* > W_p^{\max}{}_*$ *ICC* = 1,2の場合
  - $W_p^* > W_p^{\max}{}_* \cdot \left(1 + c\ln\frac{\dot{\varepsilon}}{\dot{\varepsilon}_0}\right)$ *ICC* = 3,4の場合

  この*Ratio*フィールドは、複合シェルコンポーネントに安定性を与えるために使用できます。1つを除くすべての層が破断した、不安定な要素を削除できるようになります。この最後の層は、剛性値が低いことにより、シミュレーション中に不安定になる可能性があります。このオプションは、ひずみおよび塑性エネルギーに基づく脆性破壊のために使用可能です。

  LAW25の引張ひずみおよびエネルギー破壊基準は、`/PROP/TYPE9`を使用する直交異方性シェルには使用できません。

5. W_p^{ref}の単位は、単位体積あたりのエネルギーです。W_p^{ref}がデフォルト値(0)として検出された場合、デフォルト値はモデルの1単位です。

   例:

   モデル内でkg-m-s単位系が使用されている場合、$W_p^{ref} = 1\left[\frac{J}{m^3}\right]$

   モデル内でTon-mm-s単位系が使用されている場合、$W_p^{ref} = 1\left[\frac{mJ}{mm^3}\right]$

   プリおよびポストプロセッサで単位を変更する場合に、この値を適切に変換するためには、デフォルト値を真値"1"に置換することが推奨されます。これにより、W_p^{ref}の値が自動的に変換されるようになります。W_p^{ref}フィールドを"0"のままにすると、自動変換の場合にエラーが発生する可能性があります。

   > **注:** 局所単位系を作成することで、材料の変換を回避できます。

6. ポスト処理用出力:
   - アニメーションファイル内でこの材料をポスト処理するには、以下のEngineカードを使用する必要があります:

/ANIM/SHELL/WPLA/ALL塑性仕事の出力用

/ANIM/BRICK/WPLA塑性仕事の出力用

/ANIM/SHELL/TENS/STRAIN 要素座標系でのひずみテンソル出力用

/ANIM/SHELL/TENS/STRESS 要素座標系での応力テンソル出力用

/ANIM/SHELL/PHI 要素と1つ目の材料方向の間の角度

/ANIM/SHELL/FAIL 破断層の数

- 時刻歴ファイル内でこの材料をポスト処理するには、以下の特別な定義を/TH/SHELカードまたは/TH/SH3Nカードで使用する必要があります:

  シェル内の最小および最大塑性仕事のための*PLAS*(またはEMINおよびEMAX)

  対応する層での塑性仕事のための*WPLAYJJ*(JJ=0から99)

7. 粘性効果を含めるには、この材料則と共に/VISC/PRONYを使用する必要があります。

See Also

材料の適合性

Failure Models (Reference Guide)

/VISC/PRONY (Starter)

Fabric Law for Elastic Orthotropic Shells (LAW19 and LAW58) (Theory Manual)

*CRASURV*定式化(*I_{form}FORM= 1*)

ブロックフォーマットのキーワード

この材料則は、CRASURV定式化を使用して、複合シェル材料および複合固体材料を記述します。

この材料は、Tsai-Wu基準を満たすまでは、直交異方性弾性であるとみなされます。材料は、その後、非線形となります。ソリッド要素では、材料は、横断方向の線形弾性であるとみなされます。Tsai-Wu基準は、材料硬化をモデル化するよう、せん断における各直交異方性方向での塑性仕事およびひずみ速度に応じて設定できます。脆性損傷および破壊のためのひずみおよび塑性エネルギー基準が使用可能です。面外せん断角度に基づいた簡易剥離基準を使用できます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW25/*mat_ID*/*unit_ID*または/MAT/COMPSH/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
ρ_i									
E_{11}		E_{22}		ν_{12}		I_{form}FORM		E_{33}	
G_{12}		G_{23}		G_{31}		ε_{f1}		ε_{f2}	
ε_{t1}		ε_{m1}		ε_{t2}		ε_{m2}		d_{max}	

複合塑性硬化

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
W_p^{max}				*I_{off}OFF*	*WP_fail*	*ratio*			

全体複合塑性パラメータ

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
c		$\dot{\varepsilon}_0$		α					*ICC_{global}*

引張方向1および2の複合塑性

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
σ_{1y}^t		b_1^t		n_1^t		$\sigma_{1\max}^t$		c_1^t	
ε_1^{t1}		ε_1^{t2}		σ_{1rs}^t		$W_{1p}^{max^t}$			
σ_{2y}^t		b_2^t		n_2^t		$\sigma_{2\max}^t$		c_2^t	
ε_2^{t1}		ε_2^{t2}		σ_{2rs}^t		$W_{2p}^{max^t}$			

圧縮方向1および2の複合塑性

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
σ_{1y}^c		b_1^c		n_1^c		$\sigma_{1\max}^c$		c_1^c	
ε_1^{c1}		ε_1^{c2}		σ_{1rs}^c		$W_{1p}^{max^c}$			
σ_{2y}^c		b_2^c		n_2^c		$\sigma_{2\max}^c$		c_2^c	
ε_2^{c1}		ε_2^{c2}		σ_{2rs}^c		$W_{2p}^{max^c}$			

せん断の複合塑性

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
σ_{12y}		b_{12}		n_{12}		$\sigma_{12\max}$		c_{12}	

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
ε_{12}^{1}		ε_{12}^{2}		σ_{12rs}		$W_{12p}^{\max}$			

剥離

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
γ_{ini}		$\gamma_{\max}$		d_{3max}					

ひずみ速度フィルタリング

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
F_{smooth}smoo	F_{cut}CUT								

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
E_{11}	方向1のヤング率 （実数）	[Pa]
E_{22}	方向2のヤング率 （実数）	[Pa]
ν_{12}	ポアソン比 （実数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
I_{form}*FORM*	定式化フラグ 1 **= 1** CRASURV定式化 （整数）	
E_{33}	方向33のヤング率 2 （実数）	[Pa]
G_{12}	方向12におけるせん断係数 （実数）	[Pa]
G_{23}	方向23におけるせん断係数 （実数）	[Pa]
G_{31}	方向31におけるせん断係数 （実数）	[Pa]
ε_{f1}	材料方向1における要素削除の最大引張ひずみ デフォルト = 1.2 x 10^{20}（実数）	
ε_{f2}	材料方向2における要素削除の最大引張ひずみ デフォルト = 1.2 x 10^{20}（実数）	
ε_{t1}	応力が減少し始める材料方向1における引張破壊ひずみ 4 デフォルト = 1.0 x 10^{20}（実数）	
ε_{m1}	要素での応力がd_{max}に依存した値に設定されている、材料方向1における最大引張ひずみ 4 デフォルト = 1.1 x 10^{20}（実数）	
ε_{t2}	応力が減少し始める材料方向2における引張破壊ひずみ デフォルト = 1.0 x 10^{20}（実数）	
ε_{m2}	要素での応力がd_{max}に依存した値に設定されている、材料方向2における最大引張ひずみ デフォルト = 1.1 x 10^{20}（実数）	
d_{max}	最大損傷係数（d_{max} < 1） 4 デフォルト = 0.999（実数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
W_p^{max}	単位シェル体積あたりの全体最大塑性仕事 デフォルト = 10^{20}（実数）	$\left[\frac{J}{m^3}\right]$
I_{off}OFF	要素層での破壊モードに応じたシェルおよび厚肉シェル要素の削除を制御するフラグ。4 *= 0* 1つの要素層で最大塑性仕事の場合、シェルが削除されます。 *= 1* すべての層で最大塑性仕事の場合、シェルが削除されます。 *= 2* 各要素層で以下の場合にシェルを削除； $Condition\,1:\begin{cases} either\ \max.\ plastic\ work\ reached \\ \quad or\ \varepsilon_1 > \varepsilon_{m1}\ in\ direction1 \\ \quad or\ d_1 > d_{max}\ in\ direction1 \end{cases}$ *= 3* 各要素層で以下の場合にシェルを削除； $Condition\,2:\begin{cases} either\ \max.\ plastic\ work\ reached \\ \quad or\ \varepsilon_2 > \varepsilon_{m2}\ in\ direction2 \\ \quad or\ d_2 > d_{max}\ in\ direction2 \end{cases}$ *= 4* 各要素層で、Condition 1およびCondition 2が満たされている場合にシェルを削除 *= 5* すべての要素層で、Condition 1またはCondition 2が満たされている場合にシェルを削除 *= 6* 各要素層で、Condition 1またはCondition 2が満たされている場合にシェルを削除 （整数）	
WP_fail	方向別最大塑性仕事破壊定式化 5 **= 0**（デフォルト）：方向別最大塑性仕事W_{ijp}^{max}は、残留応力が降伏応力より大きい場合にのみ破断を定義します。それ以外の場合、全体最大塑性仕事W_p^{max}が破断を定義します。 **=1**：方向別最大塑性仕事W_{ijp}^{max}が破断を定義します。	
Ratio	破断層の数に基づいてシェル要素の削除を制御する比率パラメータ 4	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	< 0.0 1つを除くすべての層が破断した場合に要素を削除（すなわち、破断していない層の数は1に等しくなります） *> 0.0* 次の場合に要素を削除：$\frac{number\ of\ failed\ layers}{number\ of\ total\ layers} \geq ratio$ デフォルト = 1.0（実数）	
c	塑性仕事基準の全体ひずみ速度係数 **= 0.0** ひずみ速度依存なし。 （実数）	
$\dot{\varepsilon}_0$	参照ひずみ速度 （実数）	$\left[\frac{1}{s}\right]$
α	Tsai-Wu基準でのF_{12}係数計算のための減少係数 デフォルトは1.0に設定されます（実数）	
ICC_{global}	全体ひずみ速度効果フラグ 4 *= 1*（デフォルト） σ^t_{1max}、σ^t_{2max}、σ^c_{1max}、σ^c_{2max}、σ_{12max}に対するひずみ速度効果は考慮されるが、右記に対するひずみ速度効果はなし；W_p^{max} *= 2* σ^t_{1max}、σ^t_{2max}、σ^c_{1max}、σ^c_{2max}、σ_{12max}、およびW_p^{max}に対するひずみ速度効果はなし *= 3* σ^t_{1max}、σ^t_{2max}、σ^c_{1max}、σ^c_{2max}、σ_{12max}に対するひずみ速度効果は考慮されるが、W_p^{max}に対するひずみ速度効果はなし *= 4* W_p^{max}に対するひずみ速度効果は考慮されるが、σ^t_{1max}、σ^t_{2max}、σ^c_{1max}、σ^c_{2max}、およびσ_{12max}に対するひずみ速度効果はなし （整数）	
σ^t_{1y}	方向1の引張りにおける降伏応力 デフォルト = 0.0（実数）	[Pa]
b^t_1	方向1の引張りにおける塑性硬化パラメータ	

フィールド	内容	SI単位の例
	デフォルト = 0.0（実数）	
n_1^t	方向1の引張りにおける塑性硬化指数 デフォルト = 1.0（実数）	
$\sigma_{1\max}^t$	方向1の引張りにおける最大応力 デフォルト = 10^{20}（実数）	[Pa]
c_1^t	方向1の引張りにおけるひずみ速度係数 **= 0** ひずみ速度依存なし。 デフォルト= c（実数）	
ε_1^{t1}	材料方向1の引張りにおける初期軟化ひずみ デフォルト = 1.0 x 10^{20}（実数）	
ε_1^{t2}	材料方向1の引張りにおける最大軟化ひずみ デフォルト = $1.2\varepsilon_1^{t1}$（実数）	
σ_{1rs}^t	方向1の引張りにおける残留応力 デフォルト = $10^{-3}\sigma_{1y}^t$（実数）	[Pa]
$W_{1p}^{\max^t}$	方向1の引張りにおける単位シェル体積あたりの方向別最大塑性仕事 4 デフォルト = 10^{20}（実数）	$\left[\frac{J}{m^3}\right]$
σ_{2y}^t	方向2の引張りにおける降伏応力 デフォルト = 0.0（実数）	[Pa]
b_2^t	方向2の引張りにおける塑性硬化パラメータ デフォルト = 0.0（実数）	
n_2^t	方向2の引張りにおける塑性硬化指数 デフォルト = 1.0（実数）	
$\sigma_{2\max}^t$	方向2の引張りにおける最大応力 デフォルト = 10^{20}（実数）	[Pa]
c_2^t	方向2の引張りにおけるひずみ速度係数 **= 0** ひずみ速度依存なし	

フィールド	内容	SI単位の例
	デフォルト= c（実数）	
ε_2^{t1}	材料方向2の引張りにおける初期軟化ひずみ デフォルト = 1.0 x 10^{20}（実数）	
ε_2^{t2}	方向2の引張りにおける最大軟化ひずみ デフォルト = $1.2\varepsilon_1^{t2}$（実数）	
σ_{2rs}^{t}	方向2の引張りにおける残留応力 デフォルト = $10^{-3}\sigma_{2y}^{t}$（実数）	[Pa]
$W_{2p}^{\max^t}$	方向2の引張りにおける単位シェル体積あたりの方向別最大塑性仕事 4 デフォルト = 10^{20}（実数）	$\left[\frac{J}{m^3}\right]$
σ_{1y}^{c}	方向1の圧縮における降伏応力 デフォルト = 0.0（実数）	[Pa]
b_1^c	方向1の圧縮における塑性硬化パラメータ デフォルト = b_2^t（実数）	
n_1^c	方向1の圧縮における塑性硬化指数 デフォルト = n_2^t（実数）	
$\sigma_{1\max}^{c}$	方向1の圧縮における最大応力 デフォルト = 10^{20}（実数）	[Pa]
c_1^c	方向1の圧縮におけるひずみ速度係数 **= 0** ひずみ速度依存なし。 デフォルト= c（実数）	
ε_1^{c1}	材料方向1の圧縮における初期軟化ひずみ デフォルト = 1.0 x 10^{20}（実数）	
ε_1^{c2}	材料方向1の圧縮における最大軟化ひずみ デフォルト = $1.2\varepsilon_1^{c1}$（実数）	
σ_{1rs}^{c}	方向1の圧縮における残留応力 デフォルト = $10^{-3}\sigma_{1y}^{c}$（実数）	[Pa]

フィールド	内容	SI単位の例
$W_{1p}^{\max^c}$	方向1の圧縮における単位シェル体積あたりの方向別最大塑性仕事 デフォルト = 10^{20}（実数）	$\left[\frac{J}{m^3}\right]$
σ_{2y}^c	方向2の圧縮における降伏応力 デフォルト = 0.0（実数）	$[Pa]$
b_2^c	方向2の圧縮における塑性硬化パラメータ デフォルト = b_2^t（実数）	
n_2^c	方向2の圧縮における塑性硬化指数 デフォルト = n_2^t（実数）	
$\sigma_{2\max}^c$	方向2の圧縮における最大応力 デフォルト = 10^{20}（実数）	$[Pa]$
c_2^c	方向2の圧縮におけるひずみ速度係数 **= 0** ひずみ速度依存なし。 デフォルト= c（実数）	
ε_2^{c1}	材料方向2の圧縮における初期軟化ひずみ デフォルト = 1.0 x 10^{20}（実数）	
ε_2^{c2}	材料方向2の圧縮における最大軟化ひずみ デフォルト = $1.2\varepsilon_2^{c1}$（実数）	
σ_{2rs}^c	方向2の圧縮における残留応力 デフォルト = $10^{-3}\sigma_{2y}^c$（実数）	$[Pa]$
$W_{2p}^{\max^c}$	方向2の圧縮における単位シェル体積あたりの方向別最大塑性仕事 4 デフォルト = 10^{20}（実数）	$\left[\frac{J}{m^3}\right]$
σ_{12y}	方向12における降伏応力（繊維方向の45度） デフォルト = 0.0（実数）	$[Pa]$
b_{12}	方向12における塑性硬化パラメータ デフォルト = b_2^t（実数）	
n_{12}	方向12における塑性硬化指数	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	デフォルト = n_2^t（実数）	
σ_{12max}	方向12の最大応力 デフォルト = 10^{20}（実数）	[Pa]
ε_{12}^1	方向12のひずみ速度係数 **= 0** ひずみ速度依存なし。 デフォルト= c（実数）	
ε_{12}^1	材料方向12における初期軟化ひずみ デフォルト = 1.0 x 10^{20}（実数）	
ε_{12}^2	材料方向12における最大軟化ひずみ デフォルト = $1.2\varepsilon_{12}^1$（実数）	
σ_{12rs}	方向12の残留応力 デフォルト = $10^{-3}\sigma_{12y}$（実数）	[Pa]
W_{12p}^{max}	方向12における単位シェル体積あたりの方向別最大塑性仕事 4 デフォルト = 10^{20}（実数）	$\left[\frac{J}{m^3}\right]$
γ_{ini}	剥離開始時の面外せん断ひずみ 4 デフォルト = 10^{20}（実数）	
γ_{max}	剥離が終了し、要素が削除されたときの面外せん断ひずみ 4 デフォルト = 1.1e^{20}（実数）	
d_{3max}	最大剥離損傷係数（$d_{3max} < 1$） 4 デフォルト = 1.0（実数）	
F_{smooth}smooth	ひずみ速度スムージングフラグ。 **= 0**（デフォルト） ひずみ速度スムージングは非アクティブ **= 1** ひずみ速度スムージングはアクティブ （整数）	
F_{cut}CUT	ひずみ速度スムージングのカットオフ周波数。 デフォルト = 10^{20}（実数）	[Hz]

例（炭素複合材）

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
                g                   mm                  ms
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/COMPSH/1/1
carbone based tissu
#              RHO_I
               .0015                   0
#                E11                 E22                 NU12     Iform                              E33
               56275               54868                 .042         1                              0
#                G12                 G23                  G31              EPS_f1              EPS_f2
               4212                4212                 4212                   0                   0
#             EPS_t1              EPS_m1               EPS_t2              EPS_m2               d_max
            .016305                 .02              .014131                .016                   0
#               Wpmax                           Ioff   WP_fail               ratio
                  15                              6         0                  .5
#                   c          EPS_rate_0               alpha                              ICC_global
                   0                   0                   0                                      0
#            sig_1yt               b_1t                n_1t           sig_1maxt               c_1t
              917.59                   0                   1                 919                   0
#            EPS_1t1             EPS_1t2          SIGMA_rst1            Wpmax_t1
                   0                   0                   0                   0
#            sig_2yt               b_2t                n_2t           sig_2maxt               c_2t
              775.38                   0                   1                 777                   0
#            EPS_2t1             EPS_2t2            sig_rst2            Wpmax_t2
                   0                   0                   0                   0
#            sig_1yc               b_1c                n_1c           sig_1maxc               c_1c
                 355                 .17                 .84              708.87                   0
#            EPS_1c1             EPS_1c2            sig_rsc1            Wpmax_c1
                .0226                .025                   0                   0
#            sig_2yc               b_2c                n_2c           sig_2maxc               c_2c
                 355                 .17                 .84              702.97                   0
#            EPS_2c1             EPS_2c2            sig_rsc2            Wpmax_c2
                .0226                .025                   0                   0
#            sig_12y              b_12                n_12           sig_12max               c_12
                  30     2.872290896763                  .3             132.57                   0
#           EPS_12t1            EPS_12t2          sig_rs_12            Wpmax_12
                   0                   0                   0                   0
#          GAMMA_ini           GAMMA_max              d3_max
                   0                   0                   0
#  Fsmooth                Fcut
         0                   0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
/END
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

例（ケブラー）

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
               Mg                   mm                   s
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/COMPSH/1/1
KEVLAR
#              RHO_I
             1.4E-9
#                E11                 E22                 NU12     Iform                              E33
              87000               87000                   .3         1                              0
#                G12                 G23                  G31              EPS_f1              EPS_f2
               2200                2200                 2200                   0                   0
#             EPS_t1              EPS_m1               EPS_t2              EPS_m2               d_max
               .015                .017                 .015                .017                   0
#              Wpmax                           Ioff   WP_fail               ratio
                   0                              6         0                  .5
#                   c          EPS_rate_0               alpha                              ICC_global
                   0                   0                   0                                      0
#            sig_1yt               b_1t                n_1t           sig_1maxt               c_1t
                 650                   0                   1                   0                   0
#            EPS_1t1             EPS_2t1          SIGMA_rst1            Wpmax_t1
                   0                   0                   0                   0
```

```
#             sig_2yt                 b_2t                 n_2t           sig_2maxt                 c_2t
                  650                    0                    1                   0                    0
#             EPS_1t2              EPS_2t2            sig_rst2             Wpmax_t2
                    0                    0                    0                   0
#             sig_1yc                 b_1c                 n_1c           sig_1maxc                 c_1c
                  335                    0                    1                 650                    0
#             EPS_1c1              EPS_2c1            sig_rsc1             Wpmax_c1
                  .02                    0                    0                   0
#             sig_2yc                 b_2c                 n_2c           sig_2maxc                 c_2c
                  160                    0                    0                 650                    0
#             EPS_1c2              EPS_2c2            sig_rsc2             Wpmax_c2
                  .03                    0                    0                   0
#             sig_12y                 b_12                 n_12           sig_12max                 c_12
                   50                    0                    0                 100                    0
#           EPS_1_12             EPS_2_12           sig_rs_12            Wpmax_12
                    0                    0                    0                   0
#          GAMMA_ini            GAMMA_max              d3_max
                    0                    0                    0
#  Fsmooth                 Fcut
         0                    0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
/END
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. CRASURV(衝突安全性)定式化を使用する場合は、定式化フラグI_{form}*FORM*を1に設定する必要があります。I_{form}*FORM*=0と比較すると、この定式化では:
   - F(σ)の*F*変数係数は、塑性仕事とひずみ速度の関数である
   - 直交異方性シェルの延性破壊のシミュレーションが可能
   - 引張、圧縮、およびせん断における異なる塑性および破壊の挙動を考慮している
2. プロパティおよび要素タイプとの使用
   - この材料には、直交異方性シェルプロパティ(/PROP/TYPE9 (SH_ORTH)、/PROP/TYPE10 (SH_COMP)または/PROP/TYPE11 (SH_SANDW))を必要とします。これらのプロパティは、直交異方性方向を指定します。したがって、異方性シェルプロパティ(/PROP/TYPE1(SHELL))との適合性はありません。プロパティ/PROP/SH_ORTHには、CRASURV定式化との適合性はありません。
   - この材料は、低減積分Q4(I_{shell}*SHELL*= 1、2、3、4)および完全積分BATOZ(I_{shell}*SHELL*=12)シェル定式化で使用できます。
   - この材料は、直交異方性ソリッドプロパティ(/PROP/SOL_ORTH)、直交異方性厚肉シェルプロパティ(/PROP/TSH_ORTH)、および複合材厚肉シェルプロパティ(/PROP/TSH_COMP)と適合性があります。これらのプロパティは、直交異方性方向を指定します。ソリッドおよび厚肉シェルについては、そのような場合は、材料が弾性であり、E_{33}値を指定する必要があるとみなされます。
   - LAW25における破壊基準は、ソリッド要素には適用されません。ソリッド要素の破壊を決定するには、/FAILカードを使用する必要があります。
   - シェルおよび厚肉シェルの複合材パートについては、材料は、/PROP/SH_COMP、/PROP/SH_SANDW、/PROP/TSH_ORTH、または/PROP/TSH_COMPを使用して、プロパティカードにおいて直接定義されます。この材料内で定義された破壊基準(例えば、LAW25)が考慮されます。対応する/PARTカード内で参照される材料は使用されません。
3. Tsai-Wu基準:

   この材料は、Tsai-Wu基準を満たすまでは、弾性であると見なされます。
   - $F(\sigma) < 1$の場合、弾性
   - $F(\sigma) > 1$の場合、非線形

   ここで、$F(\sigma)$はTsai-Wu基準における要素内の応力で、次のように計算されます:

$$F(\sigma) = F_1\sigma_1 + F_2\sigma_2 + F_{11}\sigma_1^2 + F_{22}\sigma_2^2 + 2F_{12}\sigma_1\sigma_2 + F_{44}\sigma_{12}^2 \quad (561)$$

ここで、σ_1、σ_2、およびσ_{12}は、材料座標系における応力です。

Tsai-Wu基準の$F(\sigma)$のF変数係数は、塑性仕事$F\left(W_p^* \cdot \dot{\varepsilon}\right)$の関数で、次のように決定されます:

$$F_i\left(W_p^*, \dot{\varepsilon}\right) = -\frac{1}{\sigma_i^c\left(W_p^*, \dot{\varepsilon}\right)} + \frac{1}{\sigma_i^t\left(W_p^*, \dot{\varepsilon}\right)} \quad (562)$$

$$F_{ii}\left(W_p^*, \dot{\varepsilon}\right) = \frac{1}{\sigma_i^c\left(W_p^*, \dot{\varepsilon}\right) \cdot \sigma_i^t\left(W_p^*, \dot{\varepsilon}\right)} \quad (563)$$

$$F_{12}\left(W_p^*, \dot{\varepsilon}\right) = -\frac{\alpha}{2}\sqrt{F_{11}\left(W_p^*, \dot{\varepsilon}\right)F_{22}\left(W_p^*, \dot{\varepsilon}\right)} \quad (564)$$

$$F_{44}\left(W_p^*, \dot{\varepsilon}\right) = \frac{1}{\sigma_{12}\left(W_p^*, \dot{\varepsilon}\right) \cdot \sigma_{12}\left(W_p^*, \dot{\varepsilon}\right)} \quad (565)$$

ここで、i=1または2です。

材料が方向1、2、または12において非線形になる場合の制限的応力の値(せん断)は、塑性仕事およびひずみ速度に基づいて、次のように変更されます:

引張りの場合:

$$\sigma_i^t\left(W_p^*, \dot{\varepsilon}\right) = \sigma_{iy}^t\left(1 + b_i^t\left(W_p^*\right)^{n_i^t}\right)\left(1 + c_i^t \ln\left(\frac{\dot{\varepsilon}}{\dot{\varepsilon}_0}\right)\right) \quad (566)$$

ここで、i=1または2です。

圧縮の場合:

$$\sigma_i^c\left(W_p^*, \dot{\varepsilon}\right) = \sigma_{iy}^c\left(1 + b_i^c\left(W_p^*\right)^{n_i^c}\right)\left(1 + c_i^c \ln\left(\frac{\dot{\varepsilon}}{\dot{\varepsilon}_0}\right)\right) \quad (567)$$

ここで、i=1または2です。

せん断の場合:

$$\sigma_{12}\left(W_p^*, \dot{\varepsilon}\right) = \sigma_{12y}\left(1 + b_{12}\left(W_p^*\right)^{n_{12}}\right)\left(1 + c_{12} \ln\left(\frac{\dot{\varepsilon}}{\dot{\varepsilon}_0}\right)\right) \quad (568)$$

ここで、上付き文字cおよびtはそれぞれ圧縮および引張を表します。

上記の制限応力内の塑性仕事W_p^*は次のように定義されます:

$$W_p^* = \frac{W_p}{W_p^{ref}} \quad (569)$$

ここで、W_p^{ref} は、体積あたりの単位基準塑性仕事です。

この基準は、σ_1、σ_2、およびσ_{12}空間における2次の閉じた3次元Tsai-Wuサーフェスを表します。このサーフェスは、塑性仕事および真ひずみ速度の変化によってスケーリング、移動、および回転されます。

> **注:** せん断については、非線形挙動を決定するパラメータは引張および圧縮におけるパラメータと同じです。

4. 引張ひずみおよびエネルギー破壊での損傷

この材料は、面内と面外の損傷を描写できます。

- 右記の損傷係数での面内損傷；d_i

  $d_i \varepsilon_{ti}$と ε_{fi}の間のグローバル引張ひずみ損傷は、次の式によって得られる損傷係数によって制御されます：

  $$d_i = \min\left(\frac{\varepsilon_i - \varepsilon_{ti}}{\varepsilon_i} \cdot \frac{\varepsilon_{mi}}{\varepsilon_{mi} - \varepsilon_{ti}},\ d_{\max}\right)$$（方向は、i = 1、2）

- ヤング率

  ヤング率は、$\varepsilon_{ti} \le \varepsilon_i \le \varepsilon_{fi}$の場合、損傷パラメータに従って減少します：

  $$E_{ii}^{reduced} = E_{ii}(1 - d_i) \quad (570)$$

  ヤング率は、$\varepsilon_i > \varepsilon_{fi}$の場合、損傷パラメータに従って減少します：

  $$E_{ii}^{reduced} = E_{ii}(1 - d_{\max}) \quad (571)$$

  この場合、損傷は$d_{\max}$に設定され、それ以上は更新されません。

- 降伏応力

  降伏応力は以下のとおり異なる荷重下の損傷ひずみに従って減少されます：

  ε_i^{t1} およびε_i^{t2}（引張の場合）

  ε_i^{c1} およびε_i^{c2}（圧縮の場合）

  ε_{12}^{1} およびε_{12}^{2}（せん断の場合）

  たとえば、方向1の引張は、$\sigma_{1\max}^{t}$がε_i^{t1}で減に転じ、残留応力σ_{1rs}^{t}がε_1^{t2}まで減少します。

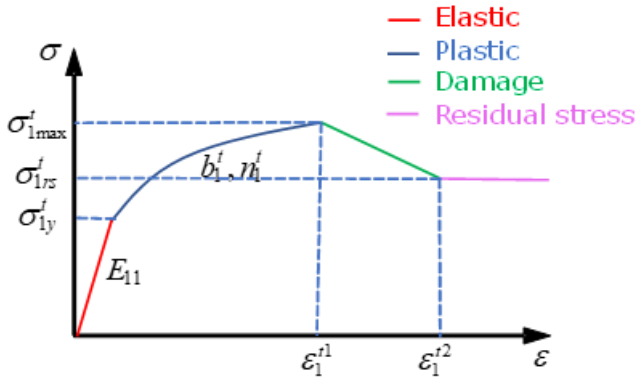


図 *128:* 方向*1*の引張

- 要素削除は、I_{off}*OFF*フラグによって制御されます。

面外損傷（剥離） γ

単純な剥離基準は、面外せん断ひずみ（γ_{31}およびγ_{23}）の評価に基づき、$\gamma = \sqrt{(\gamma_{13})^2 + (\gamma_{23})^2}$

- 右記の場合、要素応力は徐々に減少します；$\gamma_{\max} > \gamma > \gamma_{ini}$
- シェル層のいずれかで、$\frac{\gamma - \gamma_{ini}}{\gamma_{\max} - \gamma_{ini}} > d_{3\max}$であると、要素は完全になくなります（破断します）。

5. ひずみを伴う要素の破断、損傷およびエネルギー破壊基準

- 要素の破断（応力は0に設定）はオプション*WP_fail*に依存します。ここでは、全体最大塑性仕事$W_p^{\max}$または方向別最大塑性仕事$W_{ijp}^{\max}$のいずれかが考慮されます。すべての層の応力値が0の場合、要素は消去されます。

  *WP_fail=0*の場合

  残留応力が降伏応力より大きい場合（$\sigma_{rs} > \sigma_y$）、方向別最大塑性仕事$W_{ijp}^{\max}$に達すると、要素の層は破断します（応力は0に設定）。たとえば、方向1の引張荷重$\sigma_{1rs}^t > \sigma_{1y}^t$で、塑性仕事が$W_{1p}^{\max^t}$に達すると、要素の層は破断します。

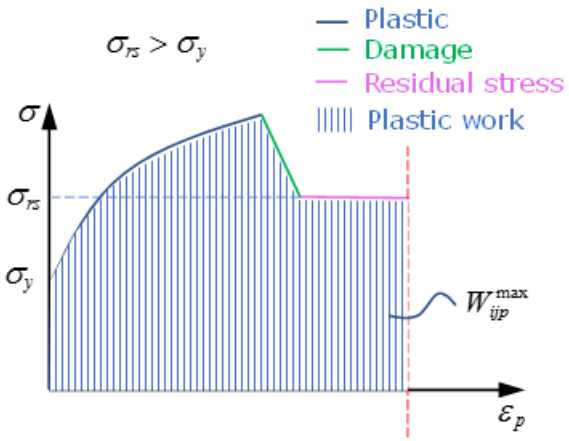


図 *129:*

残留応力が降伏応力より大きくない場合（$\sigma_{rs} \le \sigma_y$）、全体最大塑性仕事$W_p^{\max}$に達すると、要素の層は破断します。たとえば、方向2の引張荷重$\sigma_{2rs}^t \le \sigma_{2y}^t$で、塑性仕事が$W_p^{\max}$に達すると、要素の層は破断します。

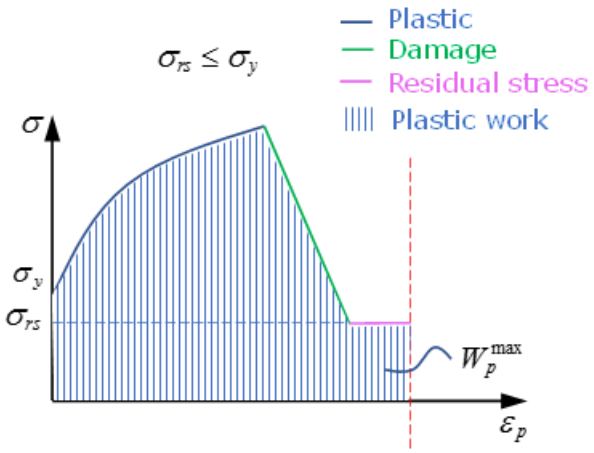


図 *130:*

*WP_fail=1*の場合

残留応力が降伏応力より小さくても、その方向の方向別最大塑性仕事$W_{ijp}^{\max}$に達すると、要素の層は破断します。

- 要素の消去は、下記の基準または基準の組み合わせを使用するオプション*I_off*=*OFF*によってコントロールされます。
  - 要素の破断がひずみ基準（方向*i*で$\varepsilon_i > \varepsilon_{mi}$）に達したため
  - 損傷基準（方向*i*で$d_i > d_{\max}$）
  - 塑性仕事破壊基準

> **注:**
> - 塑性仕事破壊基準*WP_fail*を用いる際、方向別最大塑性仕事が入力されていない場合、全体最大塑性ひずみが使用されます。
> - 同様に、*ICC_global*=4である際は、全体最大塑性仕事または方向別最大塑性仕事はひずみ速度に基づいてスケーリングされます。
>
> たとえば、方向2の引張荷重で、最大塑性仕事値はスケーリングされます。
>
> $$W_p^{\max} \cdot \left(1 + c \ln \frac{\dot{\varepsilon}_2}{\dot{\varepsilon}_0}\right) \quad (572)$$
>
> および
>
> $$W_{2p}^{\max t} \cdot \left(1 + c_2^t \ln \frac{\dot{\varepsilon}_2}{\dot{\varepsilon}_0}\right) \quad (573)$$

6. この*ratio*フィールドは、複合シェルコンポーネントに安定性を与えるために使用できます。たとえば、1つを除くすべての層が破断した、不安定な要素を削除できるようになります。この最後の層は、剛性値が低いことにより、シミュレーション中に不安定になる可能性があります。このオプションは、ひずみおよび塑性エネルギーに基づく脆性破壊のために使用可能です。
7. LAW25の引張ひずみおよびエネルギー破壊基準は、`/PROP/TYPE9`を使用する直交異方性シェルには使用できません。
8. W_p^{ref}の単位は、単位体積あたりのエネルギーです。W_p^{ref}がデフォルト値（0）として検出された場合、デフォルト値はモデルの1単位です。

   例:

   モデル内でkg-m-s単位系が使用されている場合、$W_p^{ref} = 1\left[\frac{J}{m^3}\right]$

   モデル内でTon-mm-s単位系が使用されている場合、$W_p^{ref} = 1\left[\frac{mJ}{mm^3}\right]$

   プリおよびポストプロセッサで単位を変更する場合に、この値を適切に変換するためには、デフォルト値を真値"1"に置換することが推奨されます。これにより、W_p^{ref}の値が自動的に変換されるようになります。W_p^{ref}フィールドを"0"のままにすると、自動変換の場合にエラーが発生する可能性があります。

   > **注:** 局所単位系を作成することで、材料の変換を回避できます。

9. ポスト処理用出力:

- アニメーションファイル内でこの材料をポスト処理するには、以下のEngineカードを使用する必要があります:

  /ANIM/SHELL/WPLA/ALL塑性仕事の出力用

  /ANIM/BRICK/WPLA塑性仕事の出力用

  /ANIM/SHELL/TENS/STRAIN 要素座標系でのひずみテンソル出力用

  /ANIM/SHELL/TENS/STRESS 要素座標系での応力テンソル出力用

  /ANIM/SHELL/PHI 要素と1つ目の材料方向の間の角度

  /ANIM/SHELL/FAIL 破断層の数

- 時刻歴ファイル内でこの材料をポスト処理するには、以下の特別な定義を/TH/SHELカードまたは/TH/SH3Nカードで使用する必要があります:

  シェル内の最小および最大塑性仕事のための*PLAS*(またはEMINおよびEMAX)

  対応する層での塑性仕事のための*WPLAYJJ*(JJ=0から99)

- 出力ファイル(0001.out)には、破壊基準を満たした場合にいくつかの情報が表示されます:

  破壊1および2は、それぞれ引張破壊方向1または2を意味します。

  破壊-Pは、全体の塑性仕事破壊を意味します。

  P-T1 / P-T2は、それぞれ引張方向1または2の塑性仕事破壊を意味します。

  P-C1 / P-C2は、それぞれ圧縮方向1または2の塑性仕事破壊を意味します。

  P-T12は、せん断の塑性仕事破壊を意味します。

  破壊メッセージには、影響を受ける要素と層も示されます。これは、積分点に対して破壊基準が満たされた場合に出力されます。Batoz要素には各層に4つの積分点があるので、このメッセージは層(およびこの場合は要素)ごとに最大4回出力される可能性があります。

10. 粘性効果を含めるには、この材料則と共に/VISC/PRONYを使用する必要があります。

See Also

材料の適合性
Failure Models (Reference Guide)
/VISC/PRONY (Starter)
Composite Material (User Guide)
Elastic-plastic Orthotropic Composite Shells (Theory Manual)
Elastic-plastic Orthotropic Composite Shells CRASURV Model (Theory Manual)
Materials/Failure (FAQ)

/MAT/LAW58 (FABR_A)

ブロックフォーマットのキーワード
この材料則は、超弾性異方性繊維材料を記述します。この材料則は異方性の角度を持つ異方性座標系を使用し、要素の変形に従います。

この材料定式化では、繊維間の物理的な相互作用を再現するために、縦糸と横糸方向の結合が提供されます。せん断自由度は並進自由度から完全に切り離されます。オプションで、縦糸と横糸方向とせん断に対して、載荷と除荷の非線形応力-ひずみ曲線を指定できます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW58/*mat_ID*/*unit_ID*または/MAT/FABR_A/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
ρ_i									
$E_1 1$		$B_1 1$		$E_2 2$		$B_2 2$		*Flex*	
G_0		G_T		α_T		G_{sh}			*sens_ID*
D_f		D_s		G_{frot}				*ZeroStress*	
$N_1 1$	$N_2 2$	S_1		S_2		$Flex_1$		$Flex_2$	

オプションの行：

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
fct_ID_1		$Fscale_1$							
fct_ID_2		$Fscale_2$							
fct_ID_3		$Fscale_3$							
fct_ID_4	fct_ID_5	$Fscale_4$		$Fscale_5$		fct_ID_6	$Fscale_6$		

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	

フィールド	内容	SI単位の例
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{kg}{m^3}\right]$
E_1*1*	縦糸方向のヤング率 （実数）	[Pa]
B_1*1*	縦糸方向の軟化係数 デフォルト = 0.00（実数）	[Pa]
E_2*2*	横糸方向のヤング率 （実数）	[Pa]
B_2*2*	横糸方向の軟化係数 デフォルト = 0.00（実数）	[Pa]
Flex	繊維曲げ率減少係数 デフォルト = 0.01（実数）	
G_0	初期せん断係数 デフォルト = G、ここで $G = \frac{G_T}{1+\tan^2(\alpha_T)}$ （実数）	[Pa]
G_T	α=α_Tにおける接線せん断係数 （実数）	[Pa]
α_T	せん断ロック角度 （実数）	[deg]
G_{sh}	横せん断係数（多層プロパティでのみ使用される） デフォルト$G_{sh} = G_0$（実数） G_0 = 0の場合、$G_{sh} = \frac{G_T}{1+\tan^2(\alpha_T)}$	[Pa]
sens_ID	参照ジオメトリをアクティブ化するためのセンサー識別子 8 （整数、最大10桁）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
D_f	縦糸と横糸方向における減衰係数(0.0 <D_f < 1.0) 2 デフォルト = 0.00(実数)	
D_s	縦糸と横糸方向における摩擦係数(0.0 <D_s < 1.0) 6 デフォルト = 0.00(実数)	
G_{frot}	せん断摩擦係数 6 デフォルト$G_{frot} = G_0$(実数) G_0 = 0の場合、$G_{frot} = \frac{G_T}{1+\tan^2(\alpha_T)}$。	
ZeroStress	参照状態形状を使用した、引張および圧縮における初期応力のゼロ応力フラグ 7 *= 0* 応力削減なし *= 1* 応力完全削減 (実数)	
N_1*1*	縦糸方向の繊維密度(単位長さあたりの繊維の本数) 2 デフォルト = 1(整数)	
N_2*2*	横糸方向の繊維密度(単位長さあたりの繊維の本数) 2 デフォルト = 1(整数)	
S_1	縦糸方向のひずみ矯正 5 デフォルト = 0.10(実数)	
S_2	横糸方向のひずみ矯正 5 デフォルト = 0.10(実数)	
$Flex_1$	縦糸方向の繊維曲げ率減少係数 5 デフォルト = Flex(実数)	
$Flex_2$	横糸方向の繊維曲げ率減少係数 5 デフォルト = Flex(実数)	
fct_ID_1	(オプション)縦糸方向の工学応力対工学ひずみの載荷関数識別子 4	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	デフォルト = 0(整数)	
$Fscale_1$	(オプション)関数1の縦軸のスケールファクター デフォルト = 1.0(実数)	[Pa]
fct_ID_2	(オプション)横糸方向の工学応力対工学ひずみの載荷関数識別子 4 デフォルト = 0(整数)	
$Fscale_2$	(オプション)関数2の縦軸のスケールファクター デフォルト = 1.0(実数)	[Pa]
fct_ID_3	(オプション)繊維方向(異方性軸)間の工学せん断応力対余角(単位=度)の載荷関数識別子 6 デフォルト = 0(整数)	
$Fscale_3$	(オプション)関数3の縦軸のスケールファクター デフォルト = 1.0(実数)	[Pa]
fct_ID_4	(オプション)縦糸方向の工学応力対工学ひずみの徐荷関数識別子 4 デフォルト = 0(整数)	
$Fscale_4$	(オプション)関数4の縦軸のスケールファクター デフォルト = 1.0(実数)	[Pa]
fct_ID_5	(オプション)横糸方向の工学応力対工学ひずみの徐荷関数識別子 4 デフォルト = 0(整数)	
$Fscale_5$	(オプション)関数5の縦軸のスケールファクター デフォルト = 1.0(実数)	[Pa]
fct_ID_6	(オプション)繊維方向(異方性軸)間の工学せん断応力対余角(単位=度)の徐荷関数識別子 6 デフォルト = 0(整数)	
$Fscale_6$	(オプション)関数6の縦軸のスケールファクター デフォルト = 1.0(実数)	[Pa]

例(繊維、パラメータ入力)

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

```
/UNIT/1
unit for mat
                  kg                    m                    s
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/LAW58/1/1
FABRIC
#              RHO_I
               722.5
#                 E1                   B1                   E2                   B2                 FLEX
           450000000                    0            450000000                    0                 0.01
#                 G0                   GT                AlphaT                  Gsh            sensor_ID
                  0             10000000                   60                    0                    0
#                 Df                   Ds                GFROT                                ZERO_STRESS
                 .05                  .05                    0                                        0
#       N1        N2                   S1                   S2               FLEX1                FLEX2
         1         1                   .05                  .05                    0                    0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
/END
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

例（繊維、関数入力）

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
                  kg                   mm                   ms
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/LAW58/1/1
Altair test fabric LAW58
#              RHO_I
               8e-07
#                 E1                   B1                   E2                   B2                 FLEX
                0.38                    0                 0.38                    0                    1
#                 G0                   GT                AlphaT                  Gsh            sensor_ID
             0.0035               0.0055                7.175                    0                    1
#                 Df                   Ds                GFROT                                ZERO_STRESS
                0.00                 0.00                    0                                        1
#       N1        N2                   S1                   S2               FLEX1                FLEX2
         1         1                    0                    0                    0                    0
#  fct_ID1                         Fscale1
       500                              1
#  fct_ID2                         Fscale2
       501                           1.07
#  fct_ID3                         Fscale3
       502                              1
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/500
stress-strain curve dir 1
#        true strain         true stress
   0.0000000000e+000                    0
   9.9503308532e-003   2.9636979188e-003
   1.9802627296e-002   5.3682944250e-003
   2.9558802242e-002   7.1312474875e-003
   3.9220713153e-002   8.7543744167e-003
   4.8790164169e-002   1.0626227281e-002
   5.8268908124e-002   1.2828957400e-002
   6.7658648474e-002   1.5214981140e-002
   7.6961041136e-002   1.7923677525e-002
   8.6177696241e-002   2.0931047458e-002
   9.5310179804e-002   2.4244941875e-002
   1.0436001532e-001   2.8050134750e-002
   1.1332868531e-001   3.2157106333e-002
   1.2221763272e-001   3.6791281562e-002
   1.3102826241e-001   4.1811352500e-002
   1.3976194238e-001   4.7185817708e-002
   1.4842000512e-001   5.3009665500e-002
/FUNCT/501
stress-strain curve dir 2
#        true strain         true stress
   0.0000000000e+000                    0
   9.9503308532e-003   3.7850414917e-003
   1.9802627296e-002   6.6041801875e-003
   2.9558802242e-002   8.9026150938e-003
   3.9220713153e-002   1.1200598067e-002
   4.8790164169e-002   1.3569178437e-002
   5.8268908124e-002   1.6244941225e-002
```

```
    6.7658648474e-002   1.9356706823e-002
    7.6961041136e-002   2.2930409250e-002
    8.6177696241e-002   2.7109342313e-002
    9.5310179804e-002   3.1773431250e-002
    1.0436001532e-001   3.6903321313e-002
    1.1332868531e-001   4.2590270333e-002
    1.2221763272e-001   4.8734555250e-002
    1.3102826241e-001   5.5311888000e-002
    1.3976194238e-001   6.2350489167e-002
    1.4842000512e-001   6.9690045000e-002
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/502
stress-strain curve dir 12
#                angle          true stress
  -16.170000000e-000  -1.5741500000e-003
  -7.1750000000e-000  -4.3750000000e-004
   0.0000000000e+000   0.0000000000e+000
   7.1750000000e-000   4.3750000000e-004
   16.170000000e-000   1.5741500000e-003
#ENDDATA
/END
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. この材料則は、プロパティ/PROP/TYPE16 (SH_FABR)、/PROP/TYPE19 (PLY)、/PROP/TYPE51、/PLYおよび/PROP/PCOMPPと使用されます。
2. 繊維特性：
   - $N_1 1$と$N_2 2$は、両方の繊維方向の応力の計算に使用される単位長さあたりの繊維の本数です。
   - 繊維方向（経糸および横糸）は、異方性の局所軸を定義します。材料データは各方向とせん断で個別に指定されます。
   - 材料の塑性挙動の結果として発生する不安定性を抑制するために、繊維の減衰を使用します。繊維方向D_fにおける減衰係数の推奨値は0.05です。
3. オプションの載荷応力ひずみ曲線と除荷応力ひずみ曲線の入力関数に関する規則。
   - 表形式の入力曲線は単調増加であることが必要です。入力に誤りがあって単調増加入力になっていない場合は、Radioss Starterからエラーメッセージが出力されます。
   - 除荷の過程が存在しない場合（$fct\_ID_4=fct\_ID_5=fct\_ID_6=0$）：

     すべての載荷関数はオプションです。解析定式を使用できるほか、任意の方向に載荷関数を定義できます。任意の方向に表形式挙動と解析挙動の混在を指定できます。
   - 除荷関数を1つ以上定義し、ヒステリシスを設定した載荷 / 除荷の場合：
     - 載荷関数を表形式入力として、すべての方向に載荷が必要です。関数fct_ID_1、fct_ID_2、fct_ID_3をすべて定義する必要があります。載荷での解析定式は除荷関数と混在できません。
     - 除荷曲線をすべて定義する必要はありません。いずれかの方向で除荷曲線が欠落している場合、載荷と除荷はヒステリシスを伴わずに同じ経路をたどります。
     - 載荷関数と除荷関数を定義する場合は、ヒステリシスループを定義する唯一の交差点を必ず設定する必要があります。入力に誤りがあるとエラーメッセージが出力されます。せん断関数はこの例外で、負数側と正数側の2つの交差点が必要です。
     - 入力に誤りがあるとエラーメッセージが出力されます。
4. 引張および圧縮での応力とひずみの関係。
   - 非線形関数を使用する場合：

     fct_ID_1とfct_ID_2で載荷の挙動を定義し、fct_ID_4とfct_ID_5で除荷の挙動を定義します。

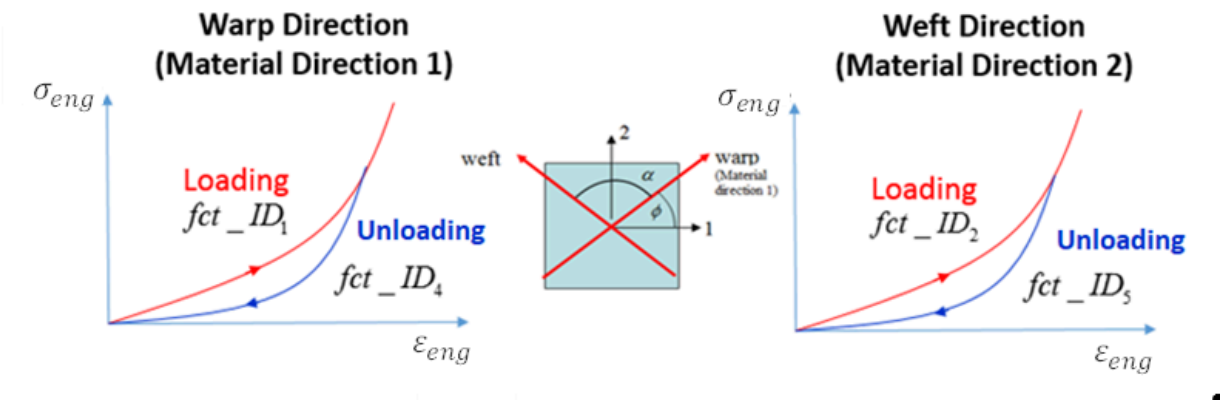


図 *131:*

- パラメータを使用する場合は、載可および除荷のどちらの場合においても、応力とひずみとの解析的関係を次のように定義します:
  - $\frac{d\sigma}{d\varepsilon} > 0$

$$\sigma_{ii} = E_i\varepsilon_{ii} - \frac{(B_i\varepsilon_{ii}2)}{2} \quad (i = 1, 2) \tag{574}$$

  - $\frac{d\sigma}{d\varepsilon} \leq 0$

$$\sigma_{ii} = \max_{\varepsilon_{ii}}\left(E_i\varepsilon_{ii} - \frac{(B_i\varepsilon_{ii}2)}{2}\right) \quad (i = 1, 2) \tag{575}$$

  非線形関数(*fct_ID*$_1$、*fct_ID*$_2$、*fct_ID*$_4$および*fct_ID*$_5$)を指定すると解析パラメータは使用されません。ただし、値E_11、E_22は、参照形状からの予応力を計算するために尚も必要とされます。この場合、E_11、E_22は、対応する非線形関数(fct_ID#)の平均剛性(平均勾配)に対応する必要があります。

5. 織物の初期矯正効果

この材料では、織物の初期の矯正効果を考慮に入れることができます。

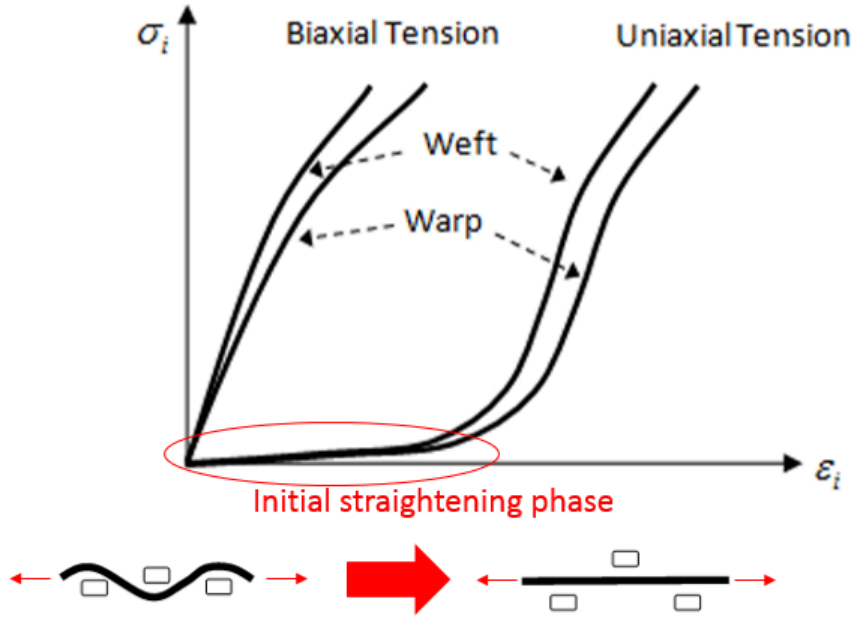


図 *132:*

- 矯正相では引張方向でより穏やかになると想定されます。2軸引張には矯正相が存在しないので、繊維は荷重相の最初から荷重を負うことになります。

  対応する方向の*E*率または関数f_i(*fct_ID*$_1$または*fct_ID*$_2$をスケーリングするには、スケールファクター*Flex*$_i$を使用します。

  $f_{ft\_i} = Flex_i \cdot f_i$（関数入力）

  $E_{ft} = Flex_i \cdot E_i$（パラメータ入力）

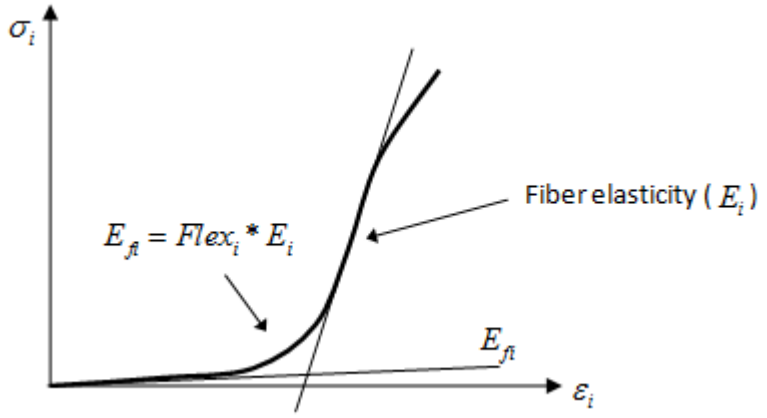


図 *133:*

  - *Flex*$_1$または*Flex*$_2$の値が0に等しい場合は、*Flex*の値が使用されます。
  - このひずみの矯正部分は、方向1および2にそれぞれ対応するひずみS_1とS_2によって与えられます。
  - 関数の*fct_ID*$_1$と*fct_ID*$_2$は2軸引張に対応し、初期矯正は考慮されません。1軸引張では、応力の計算で*Flex*$_1$と*Flex*$_2$を使用することによって矯正効果が考慮されます。これは、曲線の代わりに*E*$_1$*1*と*E*$_2$*2*が指定される際と同様です。

- 圧縮では、ヤング率は常に:

$$E = Flex_i \cdot E_i$$



図 *134:*

6. せん断での応力-ひずみ関係。

- 表形式入力を指定すると、載荷には*fct_ID*$_3$が使用され、除荷には*fct_ID*$_6$が使用されます。
  - *fct_ID*$_6$を指定しない場合、材料は超弾性であると見なされるので、載荷経路と除荷経路は同じになります。
  - *fct_ID*$_6$を指定すると、せん断方向のさまざまな載荷と除荷の経路に対してヒステリシス挙動を示します。
  - 非線形関数(*fct_ID*$_3$、*fct_ID*$_6$)は必須ではありません。これらの関数が指定されていない場合は、G_0およびG_Tの対応する値が材料の応力とひずみの関係の計算に使用されます。
  - せん断における載荷と除荷を決定する関数*fct_ID*$_3$、*fct_ID*$_6$は度で設定する必要があります。これらの関数は角の負および正の値について指定します(通常関数は対称)。
  - 角の絶対値およびその値は90度未満でなければなりません、$|\alpha| < 90^\circ$
  - 載荷関数と除荷関数は、ポイント(0,0)を通過しなければなりません。載荷曲線と除荷曲線は、負の角に1つの交点、正の角にもう1つの交点を有している必要があります。

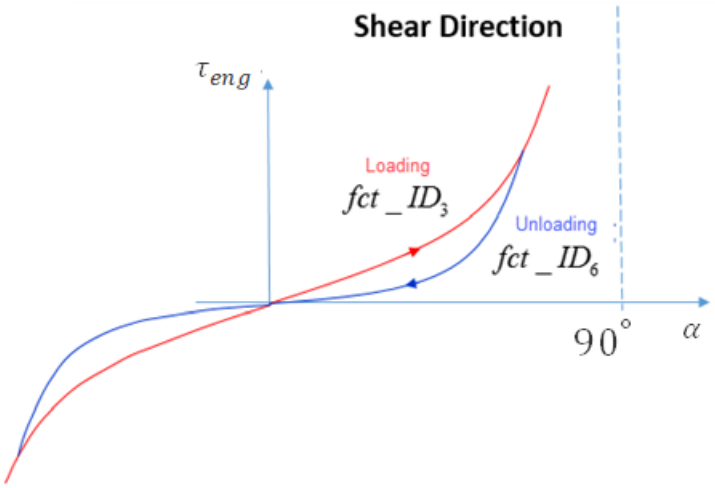


図 *135:*

異方向軸間の現在の角度と90度との差に等しい異方性余角α。

- せん断応力と角度の間の関係を記述するためにパラメータが使用される際、2つの異なるせん断の状況が記述できます:
  - 面(1 - 2)せん断:

    せん断ロック角$\alpha \le \alpha_T$の前:

$$\tau = G_0 \tan(\alpha) - \tau_0 \qquad (576)$$

せん断ロック角$\alpha > \alpha_T$の後:

$$\tau = G\tan(\alpha) + G_A - \tau_0 \qquad (577)$$

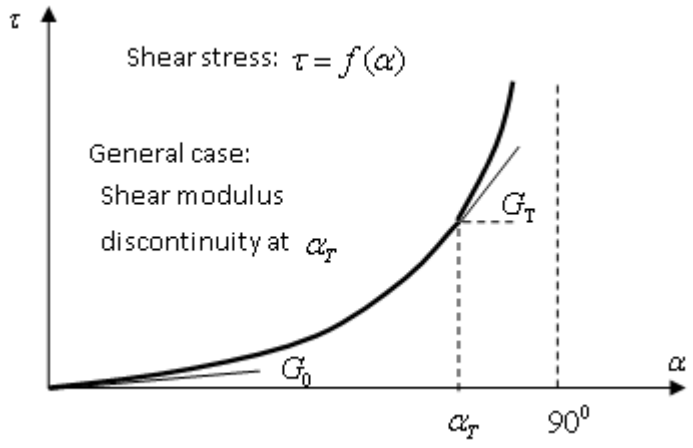


図 *136:*

ここで、

$$G_A = (G_0 - G)\tan(\alpha_T)$$

$$G = \frac{G_T}{1 + \tan^2(\alpha_T)}$$

$$\tau_0 = G_0\tan(\alpha_0)$$

α_T	せん断ロック角度
G_T	右記におけるせん断係数; α_T
G_0	右記におけるせん断係数; $\alpha = \alpha_0$

- G_0 = 0の場合、α_Tで不連続にならないように、この値が次のように計算されます:G_0 = G
- 非線形関数(*fct_ID*$_3$および*fct_ID*$_6$)を指定した場合、G_0およびG_Tの値は無視されます。ただし、値G_0は、参照形状からの予応力を計算するために尚も必要とされます。この場合G_0は、対応する載荷関数の平均剛性(平均勾配)に対応する必要があります。
- α_T は初期余角で、シェルプロパティ(/PROP/TYPE16 (SH_FABR))で定義された異方性軸間の初期角度と90度との差と等しくなります。

  > **注:** プロパティに指定された繊維軸間の初期角度が90度と等しくない場合、繊維材料には初期予応力が存在することに注意してください。

- 繊維間の相互作用のせん断応力を記述することも可能です。G_{frot}(せん断係数)は、繊維間の相互作用のせん断応力($G_{frot}{}^*(\dot{\alpha})$)を計算するために使用します。繊維間の摩擦面内せん断応力は、$D_s{}^* G_{frot}{}^*(\dot{\alpha})$として計算されます。
- 面外せん断:

  せん断率G_{sh}で複数層(プライ)間の横せん断を描写することが可能です。

7. 折りたたまれたエアバッグの初期応力を削除するには、*ZeroStress*フラグを使用します。これらの初期応力は折りたたみプロセスの過程で発生します。数値的には、この予応力は、折りたたまれていないエアバッグの状態を表す参照エアバッグ形状を通して指定されます。*ZeroStress* =1の場合、圧縮および引張の初期応力はゼロに設定され、展開開始後、徐々に実際の値まで増加します。
8. *sens_ID*は、*ZeroStress* > 1で、参照エアバッグ形状である場合にのみ使用されます。これはセンサーから出力された値に基づいて、予応力をアクティブ化します。これはtime to fire > 0のエアバッグで役立ちます。
9. ポスト処理用出力:

   この材料の使用する異方性座標系では、材料座標系の軸(異方性の角度)が要素の変形に基づいて更新されます。応力、ひずみ、せん断角度alphaの評価には、特別なユーザー定義の出力を使用します。Starterファイルの`/TH/SHEL`エントリと`/TH/SH3N`エントリ、およびEngineファイルの`/H3D/SHELL`または`/ANIM/SHELL`で以下を指定する必要があります。

   - 繊維方向1の`/H3D/SHELL/USER/UVAR`=1または`/ANIM/SHELL/USR1` - 応力
   - 繊維方向2の`/H3D/SHELL/USER/UVAR`=2または`/ANIM/SHELL/USR2` - 応力
   - せん断方向の`/H3D/SHELL/USER/UVAR`=3または`/ANIM/SHELL/USR3` - 応力
   - 繊維方向1の`/H3D/SHELL/USER/UVAR`=4または`/ANIM/SHELL/USR4` - ひずみ
   - 繊維方向2の`/H3D/SHELL/USER/UVAR`=5または`/ANIM/SHELL/USR2` - ひずみ
   - `/H3D/SHELL/USER/UVAR`=6または`/ANIM/SHELL/USR3` - - tan(α)
   - `/H3D/SHELL/ALPHA` - 材料`/MAT/LAW58`のせん断角度alpha(単位: 度)

   特別な材料定式化(繊維間の特殊な相互作用とDOFを分離)により、応力成分が応力テンソルを形成しないので、フォンミーゼス応力や主応力などの通常のテンソル評価はこの材料では意味を持ちません。

See Also

材料の適合性

エアバッグのモデル化

FVMBAG1エアバッグのモデリングガイドライン

Fabric Law for Elastic Orthotropic Shells (LAW19 and LAW58) (Theory Manual)

/MAT/LAW114(SPR_SEATBELT)

ブロックフォーマットのキーワード
このスプリング材料は、1Dシートベルト要素用に設計されています。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW114/*mat_ID*/*unit_ID*または/MAT/SPR_SEATBELT/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
ρ		*Lmin*							
K		*C*							
fct_load	*fct_uload*	*Xscale*		*Fscale*					
E		*I*		*J*		*Fmax*		*Mmax*	
AS		*R*							

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 (整数、最大10桁)	
unit_ID	(オプション)単位の識別子。 (整数、最大10桁)	
mat_title	材料のタイトル (文字、最大100文字)	
ρ	密度 (実数)	$\left[\frac{kg}{m^3}\right]$
Lmin	質量計算用の最小長さ。 デフォルト = 平均メッシュサイズの1%(実数)	$[m]$
K	単位長さあたりの線形載荷および除荷剛性。 *fct_load*が定義されていない場合のみ使用されます。 (実数)	$[N]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
C	減衰 定義されていない場合は、少量の減衰が自動的に適用されます。9 （実数）	$[\mathrm{Ns}]$
fct_load	載荷力と工学ひずみ$f(\varepsilon)$の関係を定義する関数の識別子。 （整数）	
fct_uload	除荷力と工学ひずみ$f(\varepsilon)$の関係を定義する関数の識別子。 要素がスリップリングまたはリトラクターの内部にある場合は使用されません。 （整数）	
Xscale	*fct_load*と*fct_uload*のεのスケールファクター。 デフォルト = 1.0（実数）	
Fscale	*fct_load*と*fct_uload*の$f(\varepsilon)$のスケールファクター。 デフォルト = 1.0（実数）	$[\mathrm{N}]$
E	圧縮と曲げのヤング率。 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
I	曲げの断面2次モーメント。 （実数）	$[\mathrm{m}^4]$
J	ねじれの断面2次モーメント。 （実数）	$[\mathrm{m}^4]$
Fmax	せん断と圧縮の最大力。 （実数）	$[\mathrm{N}]$
Mmax	曲げとねじりの最大モーメント。 （実数）	$[\mathrm{Nm}]$
AS	せん断面積。 （実数）	$[\mathrm{m}^2]$
R	慣性のスケールファクター。 デフォルト = 1.0（実数）	

例

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
Seatbelt
                  Mg                    mm                    s
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/SPR_SEATBELT/1/1
Seatbelt
#             Density                 Lmin
                 1E-6                    0
#               KTens                CTens
                10000                  1.1
# fct_load fct_uload               Xscale              Fscale
         0          0                    0                   0
#                   E                    I                   J                FMAX                MMAX
                    0                    0                   0                   0                   0
#                  AS                    R
                    0                    0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
/END
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. *K* > 0かつ*fct_load* = 0の場合は、引張挙動を線形弾性として定義できます。
2. 除荷曲線が定義されていない場合(*fct_uload* = 0)、載荷曲線(*fct_load* > 0)が載荷と除荷の両方に使用されます。
3. デフォルトでは圧縮はないため、関数*fct_load*と*fct_uload*は、正のひずみについてのみ入力される必要があります。
4. 圧縮での挙動はヤング率(*E*)を使用して定義できます。この場合、この挙動は必ず完全塑性となり、最大力は*Fmax*によって定義されます。
5. 曲げとねじりの挙動は、ヤング率、面積、断面2次モーメントを使用することによっても定義されます。この挙動は完全塑性です。
6. シートベルト要素がリトラクターまたはスリップリングの内部にある場合、除荷曲線は使用されません。
7. この要素がスリップリングおよびリトラクターの内部にある場合、減衰は適用されません。
8. 最小長さは、剛性が無限になるのを防ぐため、スリップリング(`/SLIPRING/*`)とリトラクター(`/RETRACTOR/*`)の場合にのみ使用されます。
9. シートベルトには、減衰を使用することをお勧めします。*C* = 0の場合、少量の臨界減衰が自動的に適用されます。

See Also

2022の新しいキーワード

材料の適合性

Failure Models (Reference Guide)

マルチスケール材料

/MAT/LAW200 (MDS)

ブロックフォーマットのキーワード
この材料則は、Multiscale Designer材料則へのリンクです。

この材料は、破壊モデル、粘性モデル、熱オプションには適合しません。すべての損傷と破壊は、この材料内で直接定義されます。この材料は、シェル要素と任意のソリッド要素に適合します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW200/*mat_ID*/*unit_ID*または/MAT/MDS/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
mds_material_file									
FLAG									
fiber_orientation_file									
Fail_1	*Fail_1_l*		*Fail_1_u*		*Fail_2*	*Fail_2_l*		*Fail_2_u*	
Ifail									

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
mds_material_file	mdsMAT材料ファイル名。 （文字、最大100文字）	
FLAG	材料オプション。 空白 オプションなし	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	FIBER 繊維方向入力の場合はオプション （文字、最大100文字）	
fiber_orientation_fil	`_mdsFiberOri.dat`ファイル名。*FLAG*=FIBERの場合にのみ使用されます。 （文字、最大100文字）	
Fail_1	1つ目のMDS破壊モデルの識別子。 （整数）	
Fail_1_l	1つ目の破壊基準の下限。 （実数）	
Fail_1_u	1つ目の破壊基準の上限。 （実数）	
Fail_2	2つ目のMDS破壊モデルの識別子。 （整数）	
Fail_2_l	2つ目の破壊基準の下限。 （実数）	
Fail_2_u	2つ目の破壊基準の上限。 （実数）	
Ifail	破壊フラグ *=0*（デフォルト） 破壊基準1と2に達すると、要素の削除が行われます。 *=1* 破壊基準1または2に達すると、要素の削除が行われます。 （整数）	

例（**MDS**）

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/MDS/1
# title
material MDS
# Material File name
material1_mdsMAT.dat
# Material Option
```

```
FIBER
# Fiber orientation file name
mdsFiberOri.dat
#   Fail_1            Fail_1_l            Fail_1_u    Fail_2            Fail_2_l            Fail_2_u
         0                 0.0                 0.0         0                 0.0                 0.0
#    Ifail
         0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/MDS/2
# title
material MDS
# Material File name
material1_mdsMAT.dat
# Material Option

# Fiber orientation file name

#   Fail_1            Fail_1_l            Fail_1_u    Fail_2            Fail_2_l            Fail_2_u
         0                 0.0                 0.0         0                 0.0                 0.0
#    Ifail
         0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
/END
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. この材料則は、Multiscale Designer材料則のRadiossへの直接入力です。各種ファイルの内容については、*Multiscale Designer*リファレンスガイドをご参照ください。
2. `/MAT/LAW200 (MDS)`は、RadiossをMultiscale Designerと連携させ、はるかに幅広い材料モデルを含めることを可能にします。
3. Multiscale Designerは、さまざまな異種材料のマルチスケール材料モデルを開発およびシミュレーションするための効率的なツールです。これらの異種材料としては、連続繊維、織り繊維、および / または短繊維の複合材、ハニカムコア、鉄筋コンクリート、土、骨などがあります。
4. 用途としては、設計、終局破壊、統計に基づく材料許容値、疲労、破断、衝撃、衝突、環境悪化、マルチフィジックスのシミュレーションのためのマルチスケール材料モデリングが挙げられます。
   - 前方均質化および逆最適化テクノロジーを使用したマルチスケール材料モデルの開発。
   - 一方向繊維、織り繊維、短繊維、および微粒子繊維複合材向けの組み込みパラメトリックユニットセル。
   - マイクロスケールでの終局破壊を含む非線形材料挙動のシミュレーション。
   - 試験でサポートされる仮想材料許容値の取得と疲労解析の実行。
   - 市販のFEAコードOptiStructおよびRadiossに対する効率的なプラグイン。
5. `/MAT/LAW200 (MDS)`エントリが指定されている場合、Radiossは、Radiossの実行が開始されたのと同じMechanical Solversインストール内でMultiscale Designerインストールを探します。`MDSDIR`入出力オプションエントリは、Multiscale Designerのインストール場所の指定に使用することもできます（これが異なる場所にインストールされる場合）。

See Also

2022の新しいキーワード

材料の適合性

Failure Models (Reference Guide)

コンクリートおよび岩石材料

Radiossでは、これらの材料は、岩石またはコンクリート材料のモデル化に使用できます。

これらの材料には、料が破壊したか塑性降伏したかを判断する圧力依存モデルDrücker-Prager降伏基準を使用します。

/MAT/LAW10 (DPRAG1)

ブロックフォーマットのキーワード
この材料則は、拡張Drücker-Prager降伏基準に基づくもので、岩石-コンクリートのように内部摩擦を伴う材料のモデル化に使用されます。

降伏基準は圧力依存です。圧力を計算するには、状態方程式が与えられる必要があります(`/EOS/COMPACTION`など)。この材料則はソリッド要素とのみ適合性があります。

> **重要:** バージョン2022より、この材料則から状態方程式(EOS)パラメータが削除されました。EOSパラメータを含む旧フォーマットを用いたモデルは、関連する`/EOS/COMPACTION`と共に更新された材料則へのインポート中に変換されます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
`/MAT/LAW10`/*mat_ID*/*unit_ID*または`/MAT/DPRAG1`/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
ρ_i									
E		ν							
A_0		$A_1 1$		$A_2 2$		A_{max}			
$\Delta P_{\min}$									

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 (整数、最大10桁)	
unit_ID	単位識別子 (整数、最大10桁)	
mat_title	材料のタイトル (文字、最大100文字)	

フィールド	内容	SI単位の例
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{kg}{m^3}\right]$
E	ヤング率 （実数）	$[Pa]$
v	ポアソン比 （実数）	
A_0	降伏基準係数 （実数）	$[Pa^2]$
A_11	降伏基準係数 （実数）	$[Pa]$
A_22	降伏基準係数 （実数）	
A_{max}	降伏基準制限（フォンミーゼス制限） （実数）	$[Pa^2]$
ΔP_{min}	最小圧力 デフォルト = -10^{30}（実数）	$[Pa]$

例（コンクリート）

```
#RADIOSS STARTER
/UNIT/1
unit for mat
                    g                   cm                  mus
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/LAW10/1/1
Concrete
#               RHO_I
                  2.4
#                   E                  Nu
                 .576                 .25
#                  A0                  A1                  A2                Amax
             9.72E-10             4.32E-5                 .48                .013
#               P_min
              -1E-20
/EOS/COMPACTION/1/1
Concreate EOS
#                  C0                  C1                  C2                  C3
                  0.0               0.256               0.256                   1
#               MUMIN               MUMAX                BUNL
                  0.0                0.44               0.115
#                 PSH                RHO0
                    0                2.40
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

```
#ENDDATA
```

コメント

1. 元のDrücker-Prager降伏基準は、線形圧力依存を有します。

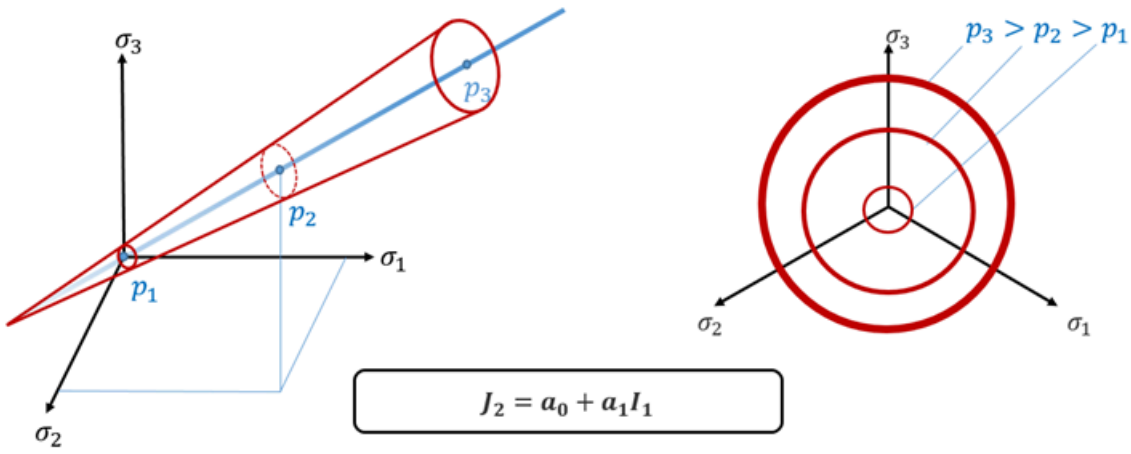


図 *137: 元のDrücker-Prager*降伏基準

Radiossは、その圧力依存が非線形である拡張Drücker-Prager降伏基準を使用しています。

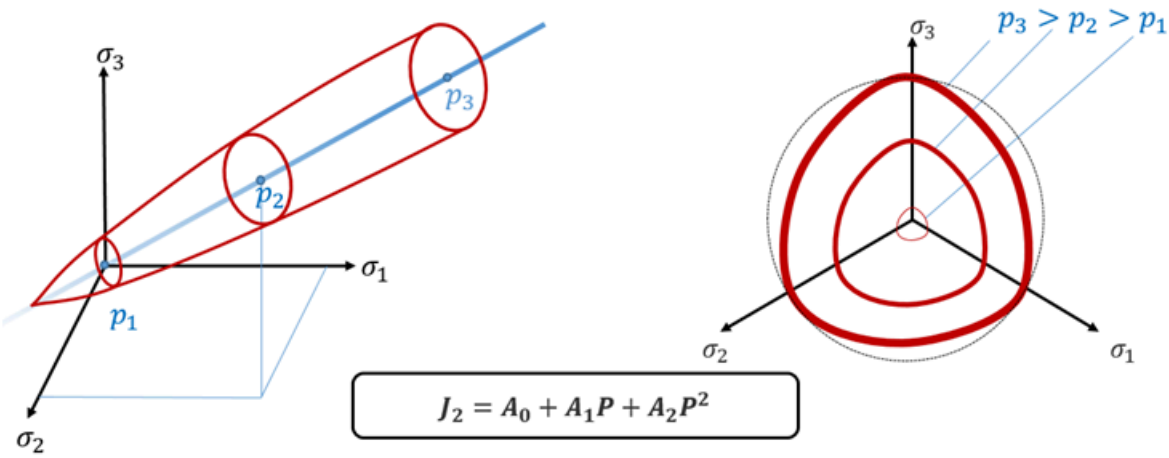


図 *138: Radioss*に組み込まれている拡張*Drücker-Prager*降伏基準

2. 拡張Drücker-Prager降伏基準は、Mohr-Coulomb基準と比較され得ます。

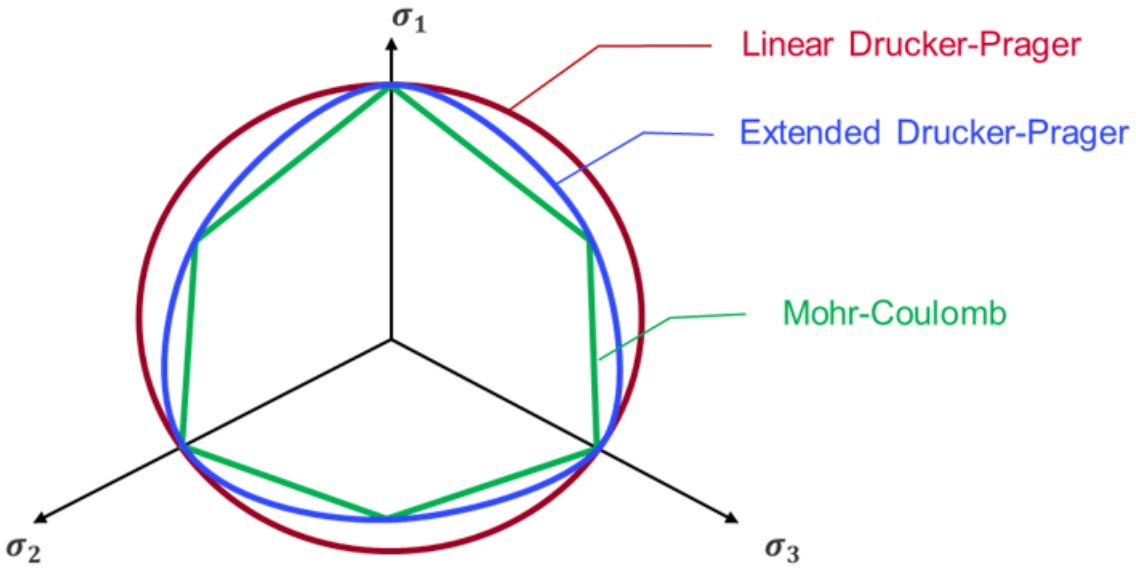


図 *139: Radioss*に組み込まれている拡張*Drücker-Prager*降伏基準 *vs. Mohr-Coulomb*基準

拡張Drücker-Prager降伏基準は、Mohr-Coulomb基準からフィッティングされ得ます。

c	粘着パラメータ
ϕ	内部摩擦の角度

この目的のために、パラメータA_0, A_1, A_2が次のように定義されなければなりません:

$$A_0 = k(c, \phi)^2$$
$$A_1 = 6k(c, \phi) \times \alpha(\phi)$$
$$A_2 = 9\alpha(\phi)^2$$

(578)

モデリングタイプ	パラメータ
外接**Drücker-Prager**基準	$k = \frac{6c \times \cos(\phi)}{\sqrt{3}(3 - \sin(\phi))}$ $\alpha = \frac{2\sin(\phi)}{\sqrt{3}(3 - \sin(\phi))}$
中央円	$k = \frac{6c \times \cos(\phi)}{\sqrt{3}(3 + \sin(\phi))}$ $\alpha = \frac{2\sin(\phi)}{\sqrt{3}(3 + \sin(\phi))}$
内接**Drücker-Prager**基準	$k = \frac{3c \times \cos(\phi)}{\sqrt{9 + 3\sin^2(\phi)}}$ $\alpha = \frac{\sin(\phi)}{\sqrt{9 + 3\sin^2(\phi)}}$

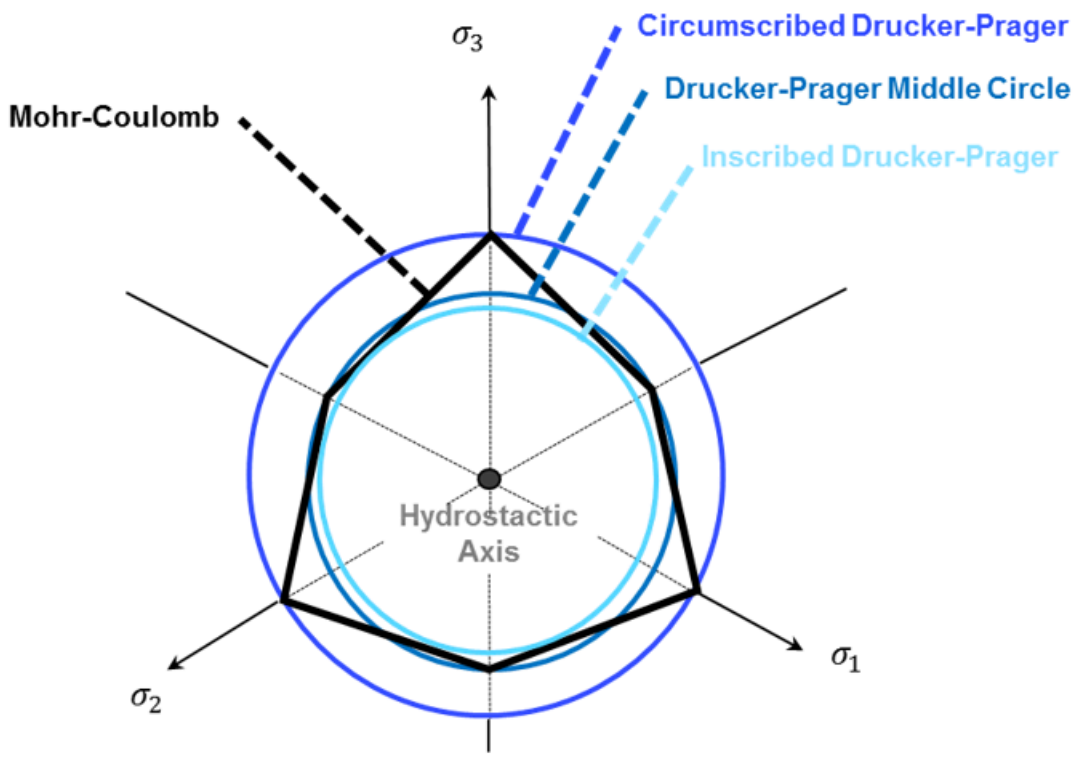


図 *140: Mohr-Coulomb*基準（黒色）から*Drücker-Prager*降伏基準（青色）をフィッティング

3. `/MAT/LAW21`もまた拡張Drücker-Prager降伏基準をベースとしていますが、圧力の変化はユーザー関数で描写されることが可能です。
4. ヤング率*E*とポアソン比*ν*は、ソリッド材料での音速計算に必要とされるせん断係数*G*の決定に使用されます。

See Also

材料の適合性
/EOS/COMPACTION (Starter)
Drücker-Prager Constitutive Model (LAWS 10, 21 and 81) (Theory Manual)

/MAT/LAW21 (DPRAG)

ブロックフォーマットのキーワード
この材料則は、Drücker-Prager降伏基準に基づくもので、岩石-コンクリートのように内部摩擦を伴う材料のモデル化に使用されます。これらの材料の塑性挙動は、材料内の圧力に依存します。

この材料則は/MAT/LAW10 (DRAGP1)と類似していますが、この材料則では圧力が体積ひずみのユーザー定義関数として入力される点が唯一異なります。この材料則はソリッド要素とのみ適合性があります。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW21/*mat_ID*/*unit_ID*または/MAT/DPRAG/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
ρ_i									
E		ν							
A_0		$A_1 1$		$A_2 2$		A_{max}			
fct_ID_f		K_t		$Fscale_P$					
ΔP_{min}		$P_{ext} EXT$							
B		μ_{max}							

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{kg}{m^3}\right]$
E	ヤング率 （実数）	$[Pa]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
ν	ポアソン比 （実数）	
A_0	材料塑性係数 （実数）	$[Pa^2]$
A_11	材料塑性係数 （実数）	$[Pa]$
A_22	材料塑性係数 （実数）	
A_{max}	制限的なフォンミーゼス応力。 デフォルトは10^{30}に設定されます（実数）	$[Pa^2]$
fct_ID_f	$P(\mu)$を記述する関数識別子 （整数）	
K_t	引張体積弾性係数 3 （実数）	$[Pa]$
$Fscale_P$	圧力関数スケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	$[Pa]$
ΔP_{min}	最小圧力 デフォルト = -10^{30}（実数）	$[Pa]$
$P_{ext}EXT$	外部圧力 4 デフォルト = 0（実数）	
B	除荷体積弾性係数 3 （実数）	$[Pa]$
μ_{max}	圧縮における最大体積ひずみ 5 （実数）	

例（**Sand**）

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
```

```
unit for mat
                  Mg                    mm                    s
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/DPRAG/1/1
Sand
#         Init. dens.
               1.6E-9
#                  E                   Nu
                 100                   .3
#                 A0                   A1                   A2                 Amax
                1E-7                 .001                    1                    0
#       If                            Kt               Fscale
         2                            1                    0
#              P_min
              -1.5E-4
#                  B              Mu_max
                 80                   .4
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  3. FUNCTIONS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/2
Sand
#                   X                    Y
                   -1                    0
                    0                    0
                   .1                 1000
                   .2                 2500
                   .3                 5000
                   .4                10000
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. 流体力学的挙動はユーザー定義の関数$P = \mathrm{f}(\mu)$で定義されます。

   ここで、

P	材料内の圧力
μ	右記の式で示される体積ひずみ; $\mu = \frac{\rho}{\rho_0} - 1$

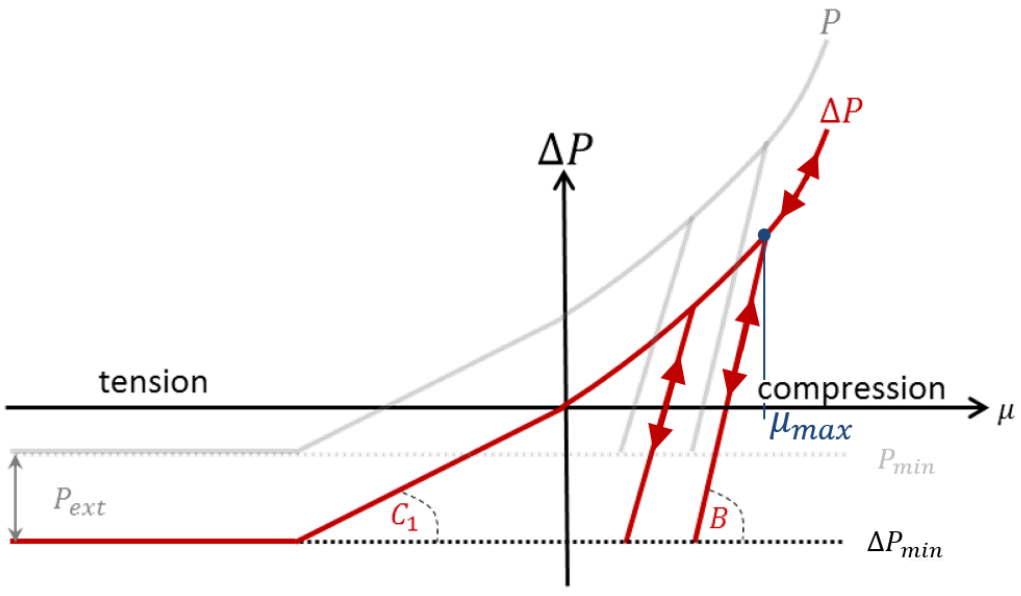


図 *141:*

2. Drücker-Prager降伏基準では、修正フォンミーゼス降伏基準を使用して塊状構造の圧力の影響を取り込みます:

$$F = J_2 - \left(A_0 + A_1 P + A_2 P^2\right) \tag{579}$$

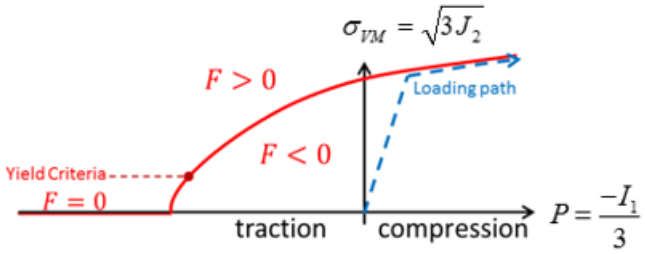


図 *142:*

ここで、

J_2	偏差応力の第2不変量で、$\sigma_{VM} = \sqrt{3J_2}$
P	圧力で、$P = \frac{-I_1}{3}$ で与えられる圧力（I_1は第1応力不変量）
A0、***A11***、および***A22***	材料塑性係数
$A_1 = A_2 = 0$	降伏基準はフォンミーゼス（$\sigma_{VM} = \sqrt{3A_0}$）

3. 除荷体積弾性率*B*は$P(\mu)$を記述する関数の初期勾配に、引張体積弾性率K_tは除荷体積弾性率*B*の1/100に、K_tは正の値に、それぞれ設定することが推奨されます。

4. 相対圧力定式化の場合は、外部圧力が必要です。この特定のケースでは、降伏基準とエネルギー統合に全圧力の値が必要とされます。Radiossは、P_{ext}に相対する圧力を出力します。全圧力の値は以下から算出できます:

$$P = P_{ext} + \Delta P \tag{580}$$

全圧力の限界は以下から算出できます:

$$P_{\min} = P_{ext} + \Delta P_{\min} \tag{581}$$

$P_{ext} = 0$の場合、出力結果が全圧力です:

$P = \Delta P$ および $P_{\min} = \Delta P_{\min}$

5. *B*は除荷体積弾性率*B*が定義されている場合、$\left[0, \mu_{\max}\right]$における勾配$\frac{dP}{d\mu}$よりも大きくする必要があります。

- $B = 0$で$\mu_{\max} = 0$の場合、除荷経路と荷重経路は同じです。
- $B = 0$または$\mu_{\max} \neq 0$の場合、*B*のデフォルト値は$B = \left.\frac{dP}{d\mu}\right|_{\mu_{\max}}$です。
- $B \neq 0$または$\mu_{\max} = 0$の場合、$\mu_{\max}$のデフォルト値は$B = \left.\frac{dP}{d\mu}\right|_{\mu_{max}}$です。

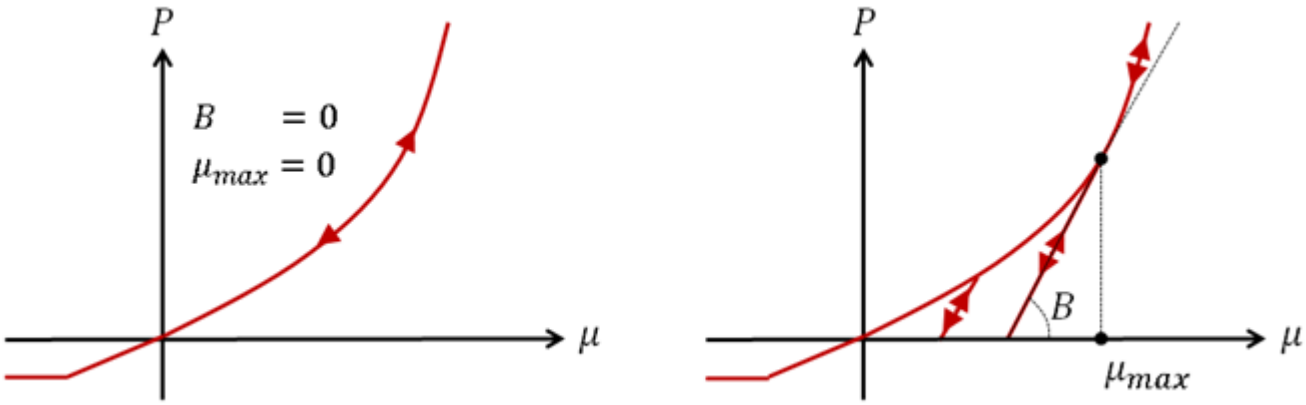


図 *143:*

See Also

材料の適合性

Failure Models (Reference Guide)

Drücker-Prager (LAW10 and LAW21) (Theory Manual)

/MAT/LAW24 (CONC)

ブロックフォーマットのキーワード
この材料則は、コンクリートの脆性弾塑性挙動をモデル化します。降伏面は、Ottosen 3軸破壊面からの演繹で求められます。直交異方性損傷をモデル化し、亀裂が開いた状態と閉じた状態を扱うことができます。

オプションの組み込みモデルを使用すると、均質モデルで鉄筋を考慮できます。組み込みモデルを使用しない場合、通常は1D要素または3D要素で鉄筋がメッシュ化されます。

この材料則はソリッド要素のみと適合性があります。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW24/*mat_ID*/*unit_ID*または/MAT/CONC/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
ρ_i									
E_c		ν		I_{cap}					
f_c		f_t/f_c		f_b/f_c		f_2/f_c		s_0/f_c	
H_t		D_{sup}		ε_{max}					
k_y		ρ_t		ρ_c		H_{bp}			
α_y		α_f		v_{max}					
f_k		f_0		H_{v0}		Eps_0		h_{fac}	
E		σ_y		E_t					
α_1		α_2		α_3					

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{kg}{m^3}\right]$
E_c	コンクリート弾性のヤング率 （実数）	[Pa]
ν	ポアソン比 （実数）	
I_{cap}	キャップ定式化フラグ 7 *= 0*（デフォルト） 改良されたキャップ定式化 *= 1* 元のキャップの定式化（Radioss 14.0以前で使用されていた初期定式化）。 *= 2* 更新された多軸および静水圧荷重の表現を取り入れたキャップモデル（推奨）。 （整数）	
f_c	コンクリートの単軸圧縮強度 （実数）	[Pa]
f_t/f_c	コンクリートの引張強度比 デフォルト = 0.10（実数）	
f_b/f_c	コンクリートの2軸強度比 デフォルト = 1.20（実数）	
f_2/f_c	コンクリートの拘束強度比 デフォルト = 4.00（I_{cap}= 0または1の場合） デフォルト = 7.00（I_{cap} = 2の場合） （実数）	
s_0/f_c	コンクリートの拘束応力比 デフォルト = 1.25（実数）	
H_t	コンクリートの引張接線係数	[Pa]

フィールド	内容	**SI**単位の例
	デフォルト = -E_c(実数)	
D_{sup}	コンクリートの最大損傷 デフォルト = 0.99999(実数)	
ε_{max}	コンクリートデータの合計破壊ひずみ デフォルト = 10^{20}(実数)	
k_y	硬化パラメータのコンクリート弾性初期値(第1パート) デフォルト = 0.5(実数)	
ρ_t	コンクリート弾性の破壊 / 塑性遷移圧力(第1パート) デフォルト = 0.0(実数)	[Pa]
ρ_c	コンクリート弾性の比例降伏に遷移する圧力(第1パート) デフォルト = -f_c/3(実数)	[Pa]
H_{bp}	コンクリート弾性ベースの塑性係数(第1パート)。 デフォルトはStarterによって計算されます(実数)。	[Pa]
α_y	コンクリート弾性の降伏時ダイタランシー係数(第2パート) デフォルト = -0.2(I_{cap}= 0または2の場合) デフォルト = 0.0(I_{cap} = 1の場合) (実数)	
α_f	コンクリート弾性の破壊時ダイタランシー係数(第2パート) デフォルト = 0.0(実数)	
v_{max}	コンクリート弾性の最大体積圧縮(< 0)(第2パート) デフォルト = -0.35(実数)	
f_k	初期のキャップ開始 6 デフォルト = -f_c/3(実数)	[Pa]
f_0	初期のキャップ終了 6 デフォルト = -0.8 f_c(I_{cap} = 0または1の場合) デフォルト = 2 f_c($Icap$ = 2の場合) (実数)	[Pa]

フィールド	内容	**SI**単位の例
H_{v0}	初期3軸塑性係数 デフォルト = 0.2 E_c(実数)	[Pa]
Eps_0	塑性硬化の参照塑性ひずみ(I_{cap} = 2の場合のみ) デフォルト = 0.02(実数)	
h_{fac}	塑性硬化のデフォルト減少係数(I_{cap} = 2の場合のみ)。 デフォルト = 0.1(実数)	
E	鋼材プロパティのヤング率 (実数)	[Pa]
σ_y	降伏強さ (実数)	[Pa]
E_t	接線率 (実数)	[Pa]
α_1	方向1の補強で鉄筋断面が占める比率。 (実数)	
α_2	方向2の補強で鉄筋断面が占める比率。 (実数)	
α_3	方向3の補強で鉄筋断面が占める比率。 (実数)	

例(コンクリート)

```
#RADIOSS STARTER
/UNIT/1
unit for mat
                    g                    mm                    ms
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/CONC/1/1
concrete - air dry
#               RHO_I
                .0024
#                 E_c                    NU      Icap
                41200                    .2         0
#                  fc             ft_on_fc             fb_on_fc             f2_on_fc             s0_on_fc
                   44                    0                    0                    0                    0
#                 H_t                D_sup              EPS_max
                    0                    0                    0
#                 k_y                  r_t                  r_c                 H_bp
                    0                    0                    0                    0
#             ALPHA_y              ALPHA_F                V_max
```

```
                -0.2                -0.1                   0
#                f_k                 f_0                 H_v0                eps0                h_fac
                   0                   0                   0
#                  E             sigma_y                 E_t
                   0                   0                   0
#             ALPHA1              ALPHA2              ALPHA3
                   0                   0                   0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
/END
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. この材料則は、ρ_i, E_c, νおよびf_cの4つのパラメータのみを指定して使用できます。f_t, f_b, f_2, s_0 の各値はf_cの比率で入力し、一般的なコンクリートの破壊に基づきます。
2. この損傷モデルの各パラメータは次のとおりです。

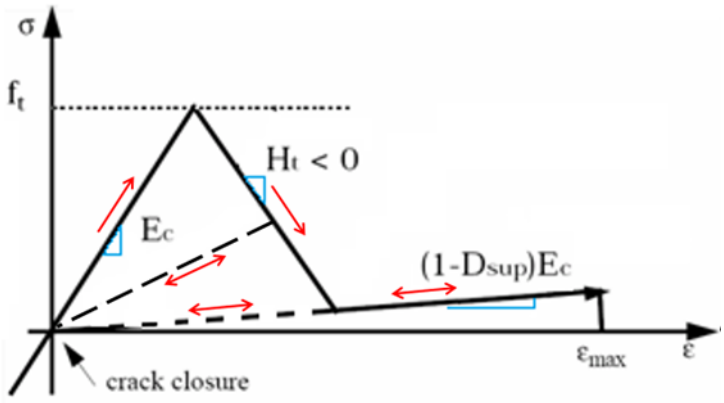


図 *144: LAW24*損傷モデルの応力ひずみ曲線
破壊サーフェスと降伏サーフェスの変化

f_cは単軸圧縮強度です。

3. 降伏エンベロープは、スケールファクター$\mathrm{k}(\sigma_m, k_0)$を使用して破壊エンベロープから導かれます。

$$f = r - \mathrm{k}(\sigma_m, k_0) \cdot r_f = 0 \tag{582}$$

4. スケールファクター$\mathrm{k}(\sigma_m, k_0)$は平均応力（圧力）の関数であり、$k_0$は硬化効果をモデル化しています。これは、弾性領域がその限界に達した状態の面に関連しています。引張では、$\mathrm{k}(\sigma_m, k_0) = 1$および降伏エンベロープと破壊エンベロープを重ねて表示しています。圧縮では、スケールファクター$\mathrm{k}(\sigma_m, k_0)$は$I_{cap}$の値（0、1、または2）によって異なります。

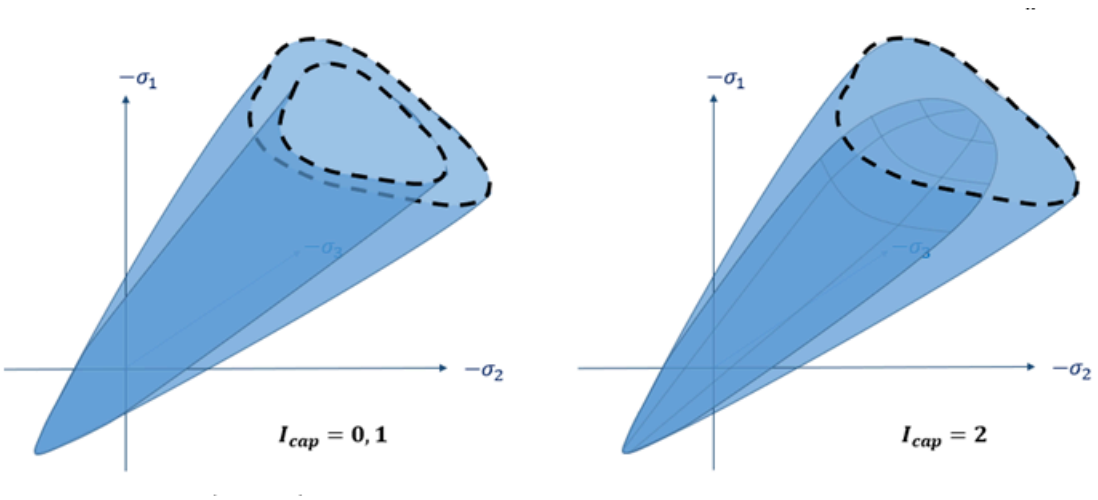


図 *145:* スケールファクター$\mathrm{k}(\sigma_m, k_0)$によって破壊面から降伏面を形成

- I_{cap}=0または1の場合：

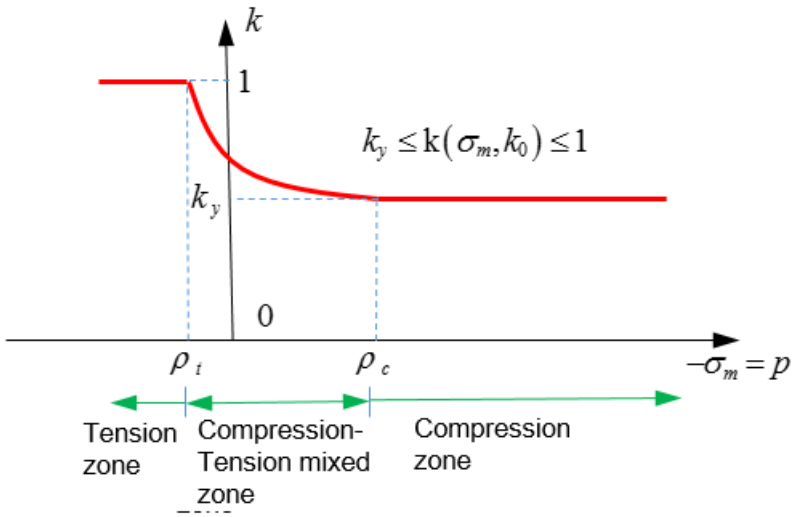


図 *146:*

- I_{cap}=2（キャップあり）の場合：

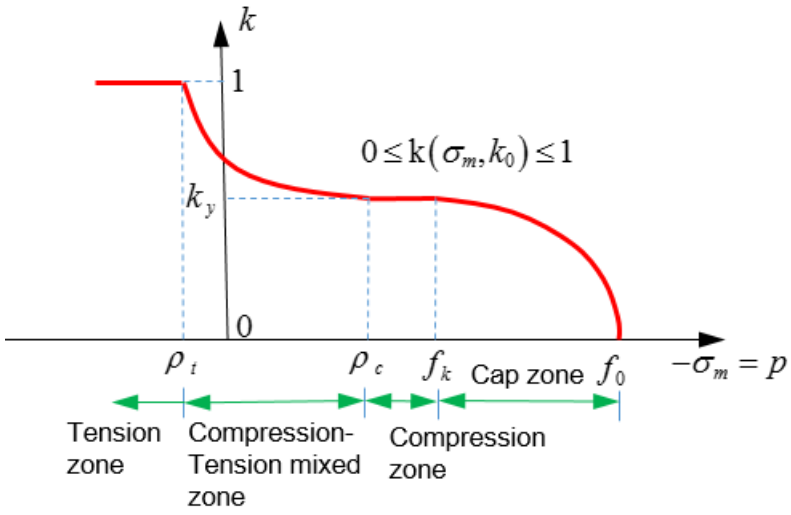


図 *147:*

$r = \sqrt{2J_2} = \sqrt{\frac{2}{3}}\,\sigma_{VM}$と$\sigma_m = \frac{I_1}{3}$は平均応力（圧力）、$I_1$と$J_2$は、それぞれ第1応力不変量と第2応力不変量です。

5. $\alpha_y = \alpha_f = 0$の場合は圧縮が発生しないので、キャップ効果はありません。ダイタランシーパラメータα_yとα_fのデフォルト値は、I_{cap} = 0と2の場合についてRadioss 2017で変更されています。これらのパラメータは負の値にする必要があり、推奨値は、それぞれ、-0.2と-0.1です。デフォルトのキャップ定式化はRadioss 2017で更新されています。Radioss 14.0以前で使用されていた元のキャップ定式化を使用するには、I_{cap}=1を設定します。3軸荷重と静水圧荷重の場合は、I_{cap} =2とした定式化の方が正確です。キャップ硬化は圧縮係数の関数です。せん断硬化係数は遷移領域で減少し、より良い安定性を確実にします。I_{cap} =2の設定は、`/ANIM/BRICK/EPSP`または`/H3D/SOLID/EPSP`を使用して塑性ひずみを出力する場合に使用する必要があります。
6. 組み込みの鉄筋モデルはオプションです。このモデルでは、硬化材料モデルで弾塑性材料を使用しています。鉄筋の断面積の比率を定義する際は、各要素が均質な挙動を示すことが前提となっています。この要素は、代表要素体積（REV）に該当する程度に十分に大きい必要があります。この均質モデルは、ほとんどの場合、大規模構造と粗いメッシュに使用します。それ以外の場合、鉄筋のモデル化には、トラス要素、スプリング要素、ビーム要素を使用できるほか、ソリッド要素も使用できます。鉄筋断面の比率α_1、α_2、およびα_3を指定する必要があります。

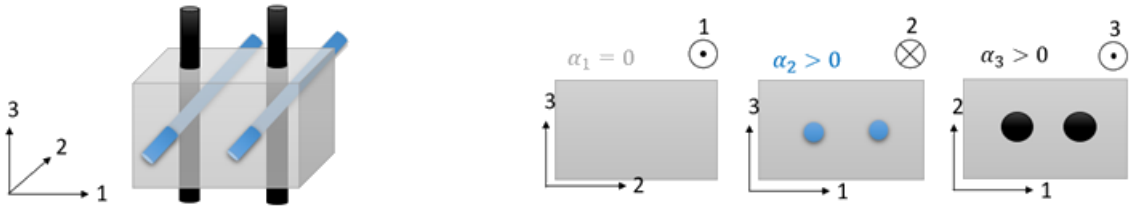


図 *148:*

7. 直交異方性ソリッドプロパティ`/PROP/TYPE6`で鉄筋の方向を定義する必要があります。それ以外の場合は、局所要素座標r、s、tがそれぞれ方向1、方向2、方向3となります。ただし、I_{frame}*FRAME* = 2でI_{solid}*SOLID* = 1または2の場合を除きます。この場合の直交異方性の方向1、2、3は、time = 0における局所共回転座標r、s、tで定義されます。
8. 軸対称解析では、θの方向が方向3になります。
9. この材料則は、10節点四面体要素に適用できます。

See Also

材料の適合性
Failure Models (Reference Guide)
Concrete Material (LAW24) (User Guide)
Brittle Damage: Reinforced Concrete Material (LAW24) (Theory Manual)
RD-E:5600 超弾性材料と曲線入力
RD-E:4701 Kupfer試験でのコンクリートの検証

/MAT/LAW81

ブロックフォーマットのキーワード
この材料則はcapのあるDrücker-Prager降伏基準に基づいています。ここにはFosterの原理に基づくひずみ硬化capモデルがあります。塑性には等方硬化が含まれます。

破壊サーフェスは、圧力軸を中心に対称的な、標準の線形Drücker-Prager関係に制限されます。この材料則はLAG、ALE、EULERと適合性があります。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW81/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
ρ_i									
K_0		G_0		c_0		P_{b0}			
ϕ		ψ							
α		*Eps_max*		ε_{v0}^p					
fct_ID_K	fct_ID_G	fct_ID_C	fct_ID_{Pb}	I_{soft}					
K_w		n_0		S_0		U_0			
Tol		α_v							

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
K_0	初期体積弾性率	$[\mathrm{Pa}]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（実数）	
G_0	初期せん断係数 （実数）	[Pa]
c_0	初期材料粘着力 （実数）	[Pa]
P_{b0}	初期cap制限圧力 （実数）	[Pa]
ϕ	摩擦角 （実数）	[deg]
ψ	塑性流れ角度 （実数）	[deg]
α	比率： $\alpha = \frac{p_a}{p_b}$ デフォルト = 0.5（実数）	
Eps_max	最大ダイラタンシー$(\frac{\rho}{\rho_0} - 1)$ デフォルト = -10^{20}（実数）	
ε_{v0}^{p}	体積塑性ひずみの初期値 3 （実数）	
fct_ID$_K$	（オプション）体積弾性率のスケールファクター対塑性体積ひずみの関数識別子 4 （整数）	
fct_ID$_G$	（オプション）せん断係数のスケールファクター対塑性体積ひずみの関数識別子 （整数）	
fct_ID$_C$	（オプション）材料粘着力のスケールファクター対相当塑性ひずみの関数識別子 （整数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
fct_ID_{Pb}	（オプション）cap制限圧力のスケールファクター対塑性体積ひずみの関数識別子 （整数）	
I_{soft}	cap軟化フラグ *= 0*（デフォルト） cap軟化が許可されます。 *= 1* ε_v^pとP_bが減少できないように設定されます。 （整数）	
K_w	孔の体積弾性率（水） （実数）	[Pa]
n_0	初期空隙率 （実数）	
S_0	初期飽和度 （実数）	
U_0	初期孔圧力 （実数）	[Pa]
Tol	capシフト粘性の許容値 デフォルト = 1.0E-4（実数）	
α_v	粘性係数 デフォルト = 0.5（実数）	

例

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
                  kg                    m                    s
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/LAW81/1/1
LAW81
#              RHO_I
                1700
#                 K0                   G0                   c0                  PB0
              2.83E9               1.31E9                    1                    1
#                 PHI                  PSI
                   15                   10
```

```
#              ALPHA           EPS_p_max               EPS_0
                 .5                 .02                .002
#  Fct_IDK   Fct_IDG   Fct_IDc  Fct_IDPb    I_soft
         0         0         3         4         1
#                 Kw                  n0                S0                U0
              2.5E10                 0.1               0.99               0.0
#                Tol             alpha_v
             0.0001                 0.5
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  3. FUNCTIONS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/3
Yield Hardening
#                   X                   Y
                    0                2000
                   .1             2002000
                    1             2002000
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/4
Cap Hardening
#                   X                   Y
                   -1                1000
                    0                1000
                 .001               30000
                .0022               70000
                .0024               80000
                 .004              100000
                .0056              200000
                .0078              800000
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
/END
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. 降伏サーフェスは、次のように定義されます：

$$F = q - \mathrm{r}_c(p)\cdot(p\tan\phi + c) = 0 \qquad (583)$$

ここで、

$\mathrm{r}_c(p) = 1$ 、右記の場合； $p \le p_a$

$\mathrm{r}_c(p) = \sqrt{1-\left(\frac{p-p_a}{p_b-p_a}\right)^2}$ 、右記の場合； $p_a < p \le p_b$

ここで、

p	圧力
q	フォンミーゼス応力
c	材料の粘着力
p_0	圧力。ここで $\frac{\partial F}{\partial p}(p_0) = 0$
p_b	cap制限圧力

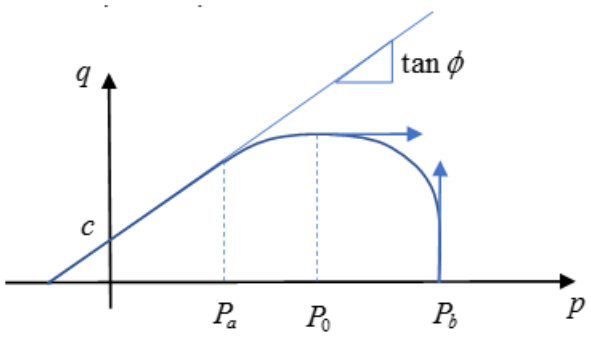


図 *149:*

この材料では、降伏サーフェスと破壊サーフェスは同じです。

2. 塑性流れは、次に定義するように、関連付けのない潜在的な流れ*G*によって制御されます:

   $G = q - p \cdot \tan\psi = 0$ 次の場合; $p \le p_a$

   $$G = q - \tan\psi\left(p - \frac{\left(p - p_a\right)^2}{2\left(p_0 - p_a\right)}\right) = 0 \text{ 次の場合; } p_a < p \le p_0$$

   $G = F$ $p > p_0$の場合、流れがcapで関連付けられるようになります。

3. cap軟化が許可された場合、ε_v^pは減少が可能になるので、それに続く曲線を適切な範囲で定義することをお奨めします。例えば、$\varepsilon_{v0}^p = 0$の場合は、負の値です。

4. 体積弾性率、せん断係数、材料粘着力、cap制限圧力の各初期値は、それぞれの値ごとにスケールファクター曲線とした関数を定義することによってスケーリングできます。この関数を定義しない場合、その値は定数と見なされます。以下に例を挙げます。

   fct_ID$_K$ = 0の場合、$K = K_0$

   fct_ID$_K$ ≠ 0の場合、$K = K_0 \mathrm{f}_K\left(\varepsilon_v^p\right)$、関数$\mathrm{f}_K$は*fct_ID*で定義$_K$

5. 初期体積弾性率と初期せん断係数は次のように計算できます。

   $$K_0 = \frac{E_c}{3(1-2v)}、\quad G_0 = \frac{E_c}{2(1+v)}$$

   ここで、

v	ポアソン比
E_c	コンクリートのヤング率

6. 空隙率は、材料体積全体にボイドが占める体積の比率として定義します。

   $$n = \frac{V_{void}}{V_{total}} \qquad (584)$$

   弾性材料ではボイドの体積は変化しません。一方、塑性材料では、空隙率の変化を次のように定義します。

   $$n = 1 - \left(1 - n_0\right)e^{\varepsilon_v^p - \varepsilon_{v0}^p} \qquad (585)$$

7. 水で満たされた孔による効果:

   孔の初期状態は、初期空隙率n_0、初期飽和度U_0、初期孔圧力S_0で定義し、次のように計算します。

$$n_0 = \frac{V_{void}}{V_{total}} \text{ and } S_0 = \frac{V_{water}}{V_{void}} \quad (586)$$

$\mu_0 > 0$であれば、S_0に入力した値は使用されず、S_0は再計算されます。

8. 後処理では以下のユーザー変数を使用できます:

USR1: 相当塑性ひずみEPSPD

USR2: 体積塑性ひずみEPSPV

USR3: 粘着力 c

USR4: cap制限圧力P_b

USR5: 孔圧力U

USR6: 空隙率n

USR7: 飽和度S

USR8: capシフト u^*

See Also

材料の適合性

Failure Models (Reference Guide)

Concrete Material (LAW81) (User Guide)

Drücker-Prager Constitutive Model with Cap (LAW81) (Theory Manual)

RD-E:4701 Kupfer試験でのコンクリートの検証

/MAT/LAW102 (DPRAG2)

ブロックフォーマットのキーワード
この材料則は、拡張Drücker-Prager降伏基準に基づくもので、岩石-コンクリートのように内部摩擦を伴う材料のモデル化に使用されます。これらの材料の塑性挙動は、材料内の圧力に依存します。

この材料則は/MAT/LAW10 (DRAGP1)に似ています；唯一の違いは、降伏基準がMohr-Coulombパラメータcおよびϕから計算される点です。狙いは、Mohr-Coulomb基準に適合するDrücker-Prager基準を計算することにあります。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW102/*mat_ID*/*unit_ID*または/MAT/DPRAG2/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
ρ_i									
Iform									
E		ν							
c		ϕ		A_{max}					
P_{min}*MIN*									

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{kg}{m^3}\right]$
Iform	定式化フラグ 1 = *1*（デフォルト） 外接基準	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 2 中央基準 *= 3* 内接基準 （整数）	
E	ヤング率 （実数）	[Pa]
ν	ポアソン比 （実数）	
c	粘着（Mohr-Coulombパラメータ） （実数）	[Pa]
ϕ	内部摩擦角（Mohr-Coulombパラメータ） （実数）	[deg]
A_{max}	降伏基準限度 デフォルト = 10^{30}（実数）	[Pa^2]
P_{min}*MIN*	最小圧力（通常、負またはゼロ、引張の場合は正） デフォルト = -10^{30}（実数）	[Pa]

例（コンクリート）

```
#RADIOSS STARTER
/UNIT/1
unit for mat
                    g                   mm                  ms
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/DPRAG2/102/1
Concrete
#              RHO_I
               .0024
#     Iform
          2
#                   E                  NU
               61000                 .17
#                   c                 PHI                AMAX
                  50                  40                 0.0
#              P_min
                    0
/EOS/POLYNOMIAL/102/1
Concrete
#                  C0                  C1                  C2                  C3
                    0               10000                   0                   0
#                  C4                  C5                 Psh                Rho0
                    0                   0                   0               .0024
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
```

```
/END
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. 拡張Drücker-Prager降伏基準は次のように定義されます:

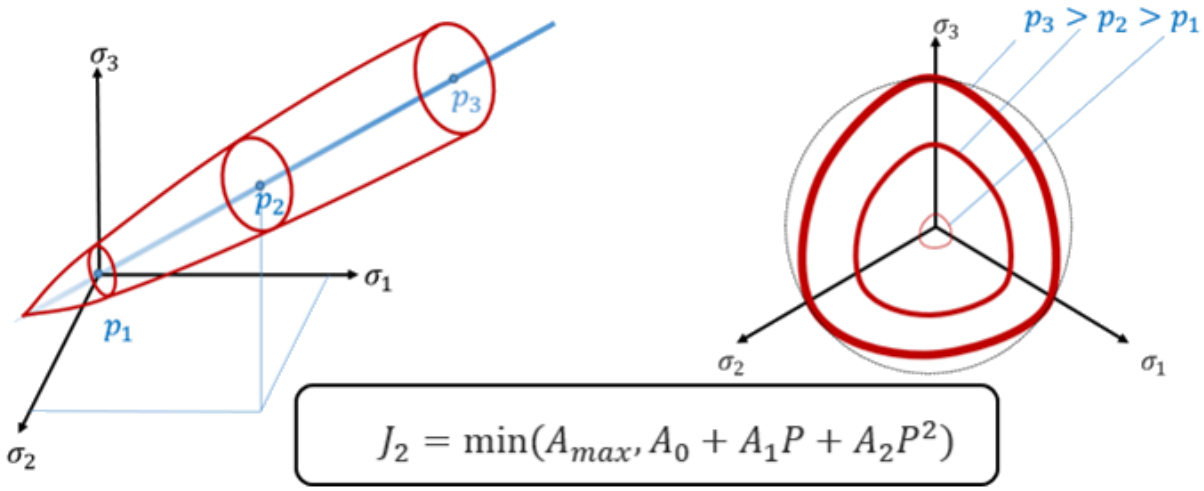


図 *150:*

この材料則の狙いは、A_0、A_1、A_2パラメータをMohr-Coulombパラメータc(粘着)およびϕ(内部摩擦の角度)から自動的に計算することにあります。

Mohr-Coulomb基準は通常次のように定義されます:

$$\tau = c - \sigma_n \tan\phi \qquad (587)$$

ここで、

τ	せん断応力
σ_n	法線応力
c	粘着
ϕ	内部摩擦の角度

Mohr-Coulombパラメータから、3つの異なる拡張Drücker-Prager降伏基準を計算することができます。

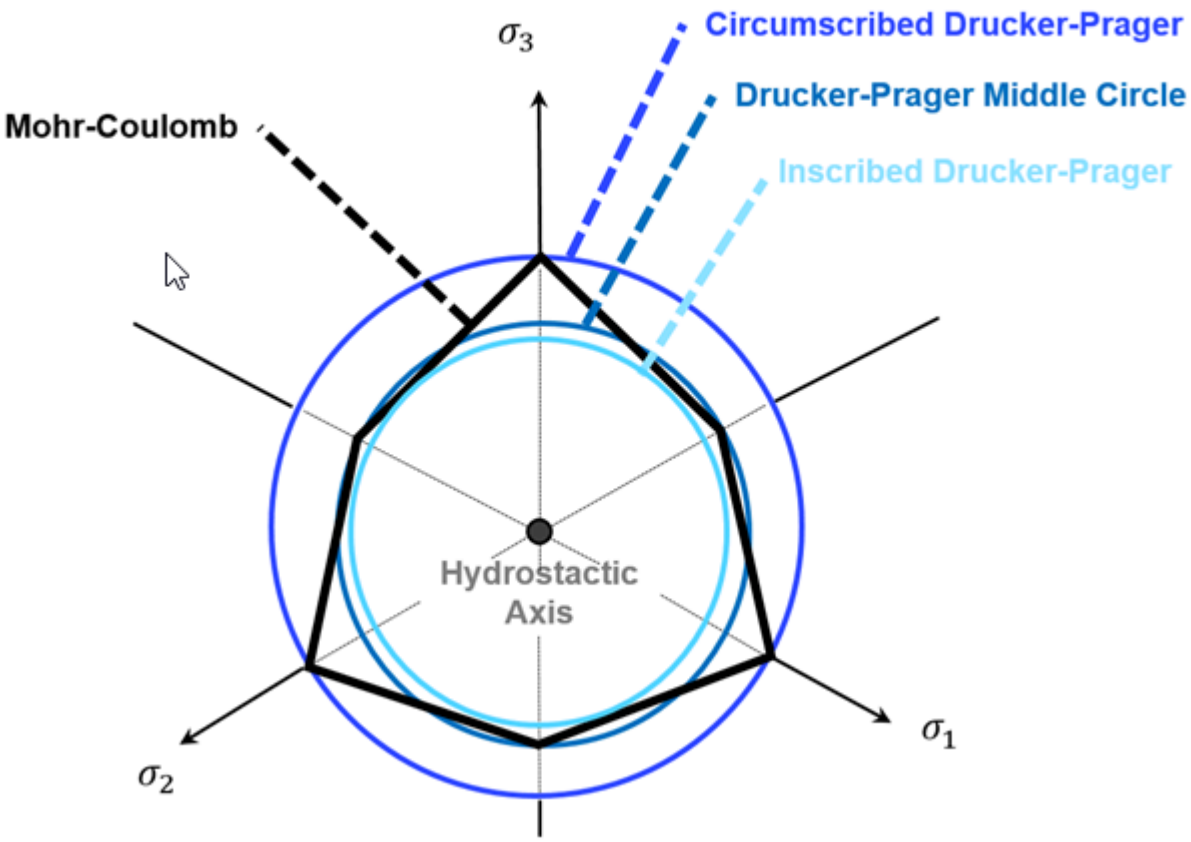


図 *151: Mohr-Coulombパラメータからの*Drücker-Prager降伏基準

以下の値が計算されます: $A_0 = k^2,\ A_1 = 6k\alpha,\ A_2 = 9\alpha^2$

ここで、

基準	k	**a**
外接	$k = \frac{6.c.\cos(\varphi)}{\sqrt{3}.(3-\sin(\varphi))}$	$\alpha = \frac{2.sin(\varphi)}{\sqrt{3}.(3-\sin(\varphi))}$
中央	$k = \frac{6.c.\cos(\varphi)}{\sqrt{3}.(3+\sin(\varphi))}$	$\alpha = \frac{2.sin(\varphi)}{\sqrt{3}.(3+\sin(\varphi))}$
内接	$k = \frac{3.c.\cos(\varphi)}{\sqrt{9+3\sin^2(\varphi)}}$	$\alpha = \frac{\sin(\varphi)}{\sqrt{9+3\sin^2(\varphi)}}$

2. 圧力$P(\mu, E)$は状態方程式(/EOS)を介して定義されます。

ここで、

P	材料内の圧力

μ $\mu = \frac{\rho}{\rho_0} - 1$で与えられる体積ひずみ

$E = \frac{E_{\text{int}}}{V}$ エネルギー密度

除荷:

$\mu \le \mu_{\max}$の場合、除荷体積弾性率Bは除荷 / 再載荷パスに使用されます。それぞれのμ($\mu_{\max}$を上回るもの)で、除荷経路は荷重経路と同じです。

3. Drücker-Prager降伏基準は次のように与えられます:

$$F = J_2 - \left(A_0 + A_1 P + A_2 P^2\right) \quad (588)$$

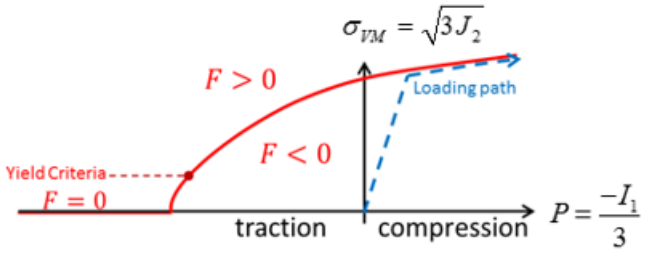


図 *152:*

ここで、

J_2 偏差応力の第2不変量で、$\sigma_{VM} = \sqrt{3J_2}$

P 圧力で、$P = \frac{-I_1}{3}$ で与えられる圧力(I_1は第1応力不変量)

$A_1 = A_2 = 0$ 降伏基準はフォンミーゼス($\sigma_{VM} = \sqrt{3A_0}$)

多項式には少なくとも1つのルートが必要で、増大する必要があります。

4. 圧力は常に、全圧力です。相対圧力をモデル化するには、`/EOS`、P_{sh}パラメータを用いて圧力出力をシフトする必要があります。

5. 降伏の最大A_{max}は、降伏関数が下記になった際のものです。

$$J_2 = \min\left(A_{\max}, \left(A_0 + A_1 P + A_2 P^2\right)\right) \quad (589)$$

See Also

材料の適合性

Failure Models (Reference Guide)

Drücker-Prager (LAW10 and LAW21) (Theory Manual)

ハニカム材料

これらの材料は、ハニカム材料を表現するのに使用できます。

/MAT/LAW28 (HONEYCOMB)

ブロックフォーマットのキーワード
この材料則は、通常ハニカム材料やフォーム材料のモデル化に使用される3次元非線形弾塑性材料を記述します。

非線形弾塑性の挙動は、直交方向ごとおよびせん断方向ごとにひずみまたは体積ひずみの関数として指定できます。どの自由度も連成されず、材料は完全に圧縮性です。引張ひずみおよびせん断ひずみに基づく破壊基準を指定できます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW28/*mat_ID*/*unit_ID*または/MAT/HONEYCOMB/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
ρ_i									
E_{11}		E_{22}		E_{33}					
$G_{12}12$		$G_{23}23$		$G_{31}31$					

法線方向11、22、33の破壊塑性ひずみと降伏応力:

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
fct_ID_{11}	fct_ID_{22}	fct_ID_{33}	$Iflag_1$	$Fscale_{11}$		$Fscale_{22}$		$Fscale_{33}$	
ε_{max11}		ε_{max22}		ε_{max33}					

法線方向12、23、31のせん断破壊塑性ひずみとせん断降伏応力:

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
fct_ID_{12}	fct_ID_{23}	fct_ID_{31}	$Iflag_2$	$Fscale_{12}$		$Fscale_{23}$		$Fscale_{31}$	
ε_{max12}		ε_{max23}		ε_{max31}					

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子	

フィールド	内容	SI単位の例
	（整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
ρ_i	初期材料密度 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
E_{11}	直交次元1のヤング率 （実数）	[Pa]
E_{22}	直交次元2のヤング率 （実数）	[Pa]
E_{33}	直交次元3のヤング率 （実数）	[Pa]
$G_{12}12$	方向12におけるせん断係数 （実数）	[Pa]
$G_{23}23$	方向23におけるせん断係数 （実数）	[Pa]
$G_{31}31$	方向31におけるせん断係数 （実数）	[Pa]
fct_ID_{11}	方向11における降伏応力関数の識別子 （整数）	
fct_ID_{22}	方向22における降伏応力関数の識別子 （整数）	
fct_ID_{33}	方向33における降伏応力関数の識別子 （整数）	
$Iflag_1$	降伏応力関数11、22、33のひずみ定式化 6	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 0（デフォルト） 降伏応力はμ（体積ひずみ）の関数になります。 *= 1* 降伏応力はε（ひずみ）の関数になります。 *= -1* 降伏応力は- εの関数になります。 （整数）	
$Fscale_{11}$	方向11の降伏応力関数のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	[Pa]
$Fscale_{22}$	方向22の降伏応力関数のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	[Pa]
$Fscale_{33}$	方向33の降伏応力関数のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	[Pa]
ε_{max11}	方向11の張力の破壊ひずみ （実数）	
ε_{max22}	方向22の張力の破壊ひずみ （実数）	
ε_{max33}	方向33の張力の破壊ひずみ （実数）	
fct_ID_{12}	方向12のせん断降伏応力関数の識別子 （整数）	
fct_ID_{23}	方向23のせん断降伏応力関数の識別子 （整数）	
fct_ID_{31}	方向31のせん断降伏応力関数の識別子 （整数）	
$Iflag_2$	せん断降伏応力関数12、23、31のひずみ定式化 *= 0*（デフォルト） 降伏応力はμ（体積ひずみ）の関数になります。 *= 1* 降伏応力はε（ひずみ）の関数になります。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= -1 降伏応力は- $\dot{\varepsilon}$の関数になります。 （整数）	
$Fscale_{12}$	せん断降伏関数12のスケールファクタ デフォルト = 1.0（実数）	[Pa]
$Fscale_{23}$	せん断降伏関数23のスケールファクタ デフォルト = 1.0（実数）	[Pa]
$Fscale_{31}$	せん断降伏関数31のスケールファクタ デフォルト = 1.0（実数）	[Pa]
ε_{max12}	せん断方向12の破壊ひずみ （実数）	
ε_{max23}	せん断方向23の破壊ひずみ （実数）	
ε_{max31}	せん断方向31の破壊ひずみ （実数）	

例（鋼材）

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
                 Mg                    mm                    s
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/HONEYCOMB/1/1
Steel
#              RHO_I
              7.8E-9
#               E_11                E_22                E_33
              200000              200000              200000
#               G_12                G_23                G_31
              100000              100000              100000
# fct_ID11  fct_ID22  fct_ID33    Iflag1            Fscale11            Fscale22            Fscale33
         1         1         1         0                   0                   0                   0
#          Eps_max11           Eps_max22           Eps_max33
                   0                   0                   0
# fct_ID12  fct_ID23  fct_ID31    Iflag2            Fscale12            Fscale23            Fscale31
         2         2         2         0                   0                   0                   0
#          Eps_max12           Eps_max23           Eps_max31
                   0                   0                   0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  3. FUNCTIONS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/1
FUNCTION: 1
#                 X                   Y
                  0                 200
```

```
                  .5                200
                 1.5               200000
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/2
FUNCTION: 2
#                  X                  Y
                   0                100
                  .5                100
                 1.5               100000
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
/END
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. この材料則では、ソリッドの直交プロパティ/PROP/TYPE6 (SOL_ORTH)が必要です。この材料則は、ヘキサ要素および10節点テトラ要素などのテトラ要素に適合します。適合性の詳細については、材料の適合性をご参照ください。
2. 要素ごとの材料直交異方性座標系(方向1、2、および3)は、所定のスキューシステムを使用するか、要素の座標系を基準として、プロパティカード/PROP/TYPE6で指定します。

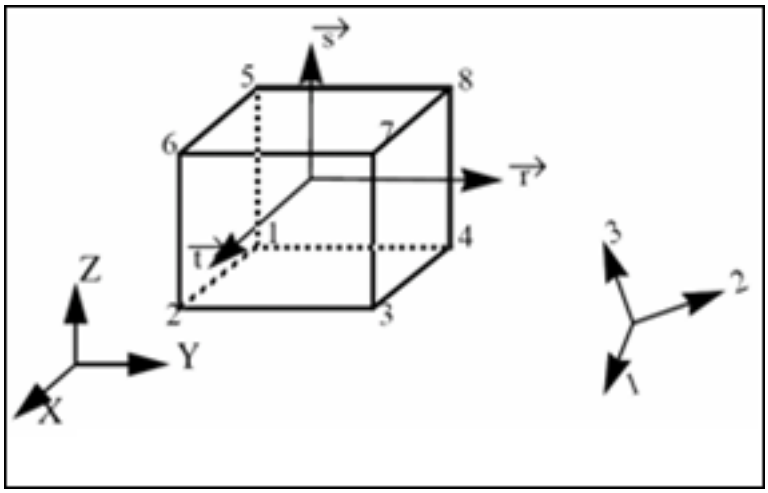


図 *153:*

3. どの要素自由度も完全に非連成です。

   弾性ケースの例:

   $\sigma_{11} = E_{11}\varepsilon_{11}$

   $\sigma_{12} = G_{12}\varepsilon_{12}$

   $\sigma_{22} = E_{22}\varepsilon_{22}$

   $\sigma_{23} = G_{23}\varepsilon_{23}$

   $\sigma_{33} = E_{33}\varepsilon_{33}$

   $\sigma_{31} = G_{31}\varepsilon_{31}$
4. 引張 / 圧縮およびせん断の方向ごとに、真体積ひずみμまたは真ひずみεの関数として真応力を指定できます。

   ひずみの符号規則は下記のとおりです。

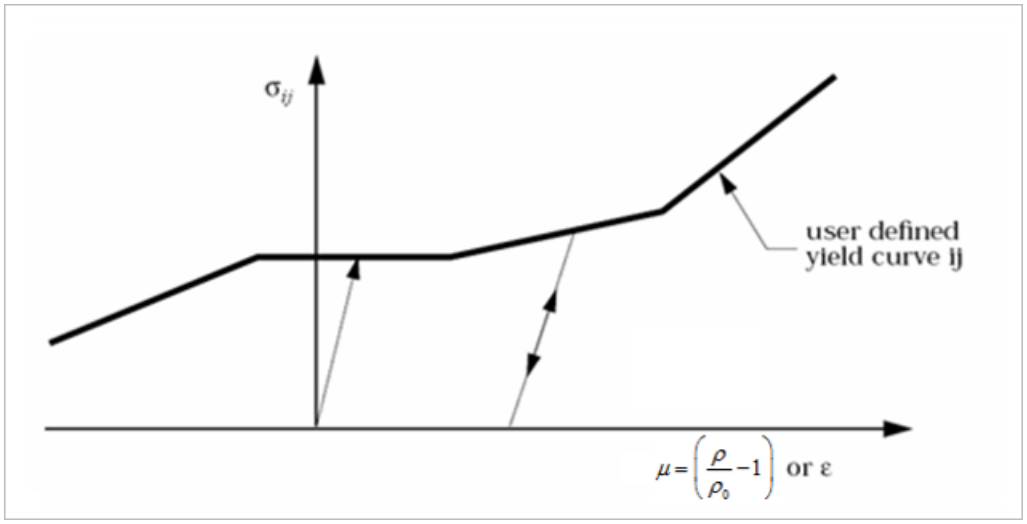


図 *154:*

応力値は常に正の値です。ひずみには以下の符号規則を使用します。

ひずみ定義	圧縮	引張
体積ひずみ（$Iflag_1$ =0）	+	-
ひずみ（$Iflag_1$ =1）	-	+
ひずみ（$Iflag_1$ =-1）	+	-

5. I_{smstr}*SMSTR* > 1を用いてプロパティ内で定義された大ひずみ定式化の場合：

$$\mu = \left(\frac{\rho}{\rho_0} - 1\right) = \left(\frac{V_0}{V} - 1\right) \qquad \varepsilon = \ln\frac{l}{l_0} \tag{590}$$

I_{smstr}*SMSTR* = 1を用いてプロパティ内で定義された微小ひずみ定式化の場合：

$$\mu = -(\varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3) \qquad \varepsilon_i = \frac{l_i - l_{i0}}{l_{i0}} \tag{591}$$

ここで、l_0は、初期長さです。

6. 体積ひずみ定式化からひずみ定式化に切り替える場合、$Iflag_1$ = -1または$Iflag_2$ = -1に設定すると、同じ関数定義を維持することができます。
7. 引張ひずみ破壊またはせん断ひずみ破壊のいずれかに達すると、その要素は削除されます。

See Also

材料の適合性
Failure Models (Reference Guide)
Nonlinear Pseudo-plastic Orthotropic Solids (LAW28, 50 and 68) (Theory Manual)

/MAT/LAW50 (VISC_HONEY)

ブロックフォーマットのキーワード
この材料則は、通常ハニカム材料やフォーム材料のモデル化に使用される3次元直交異方性非線形弾塑性材料を記述します。

非線形弾塑性の挙動は、直交方向ごとおよびせん断方向ごとにひずみまたは体積ひずみの関数として指定できます。どの自由度も完全に非連成です。材料は完全に圧縮性です。引張ひずみおよびせん断ひずみに基づく破壊基準を指定できます。このハニカム材料は、LAW50がひずみ速度依存性を含むことを除き、材料LAW28に類似しています。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW50/*mat_ID*/*unit_ID*または/MAT/VISC_HONEY/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
ρ_i									
E_{11}		E_{22}		E_{33}					
G_{12}		G_{23}		G_{31}					
asrate									

法線方向11、22、33の破壊塑性ひずみと降伏応力

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$Iflag_1$	ε_{max11}		ε_{max22}		ε_{max33}				
$fctID_{11\text{-}1}$	$fctID_{11\text{-}2}$	$fctID_{11\text{-}3}$	$fctID_{11\text{-}4}$	$fctID_{11\text{-}5}$					
$Fscale_{11\text{-}1}$		$Fscale_{11\text{-}2}$		$Fscale_{11\text{-}3}$		$Fscale_{11\text{-}4}$		$Fscale_{11\text{-}5}$	
$\dot{\varepsilon}_{11\text{–}1}$		$\dot{\varepsilon}_{11\text{–}2}$		$\dot{\varepsilon}_{11\text{–}3}$		$\dot{\varepsilon}_{11\text{–}4}$		$\dot{\varepsilon}_{11\text{–}5}$	
$fctID_{22\text{-}1}$	$fctID_{22\text{-}2}$	$fctID_{22\text{-}3}$	$fctID_{22\text{-}4}$	$fctID_{22\text{-}5}$					
$Fscale_{22\text{-}1}$		$Fscale_{22\text{-}2}$		$Fscale_{22\text{-}3}$		$Fscale_{22\text{-}4}$		$Fscale_{22\text{-}5}$	
$\dot{\varepsilon}_{22\text{–}1}$		$\dot{\varepsilon}_{22\text{–}2}$		$\dot{\varepsilon}_{22\text{–}3}$		$\dot{\varepsilon}_{22\text{–}4}$		$\dot{\varepsilon}_{22\text{–}5}$	
$fctID_{33\text{-}1}$	$fctID_{33\text{-}2}$	$fctID_{33\text{-}3}$	$fctID_{33\text{-}4}$	$fctID_{33\text{-}5}$					
$Fscale_{33\text{-}1}$		$Fscale_{33\text{-}2}$		$Fscale_{33\text{-}3}$		$Fscale_{33\text{-}4}$		$Fscale_{33\text{-}5}$	
$\dot{\varepsilon}_{33\text{–}1}$		$\dot{\varepsilon}_{33\text{–}2}$		$\dot{\varepsilon}_{33\text{–}3}$		$\dot{\varepsilon}_{33\text{–}4}$		$\dot{\varepsilon}_{33\text{–}5}$	

法線方向12、23、31のせん断破壊塑性ひずみとせん断降伏応力

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$Iflag_2$	ε_{max12}		ε_{max23}		ε_{max31}				
$fctID_{12\text{-}1}$	$fctID_{12\text{-}2}$	$fctID_{12\text{-}3}$	$fctID_{12\text{-}4}$	$fctID_{12\text{-}5}$					
$Fscale_{12\text{-}1}$		$Fscale_{12\text{-}2}$		$Fscale_{12\text{-}3}$		$Fscale_{12\text{-}4}$		$Fscale_{12\text{-}5}$	
$\dot{\varepsilon}_{12-1}$		$\dot{\varepsilon}_{12-2}$		$\dot{\varepsilon}_{12-3}$		$\dot{\varepsilon}_{12-4}$		$\dot{\varepsilon}_{12-5}$	
$fctID_{23\text{-}1}$	$fctID_{23\text{-}2}$	$fctID_{23\text{-}3}$	$fctID_{23\text{-}4}$	$fctID_{23\text{-}5}$					
$Fscale_{23\text{-}1}$		$Fscale_{23\text{-}2}$		$Fscale_{23\text{-}3}$		$Fscale_{23\text{-}4}$		$Fscale_{23\text{-}5}$	
$\dot{\varepsilon}_{23-1}$		$\dot{\varepsilon}_{23-2}$		$\dot{\varepsilon}_{23-3}$		$\dot{\varepsilon}_{23-4}$		$\dot{\varepsilon}_{23-5}$	
$fctID_{31\text{-}1}$	$fctID_{31\text{-}2}$	$fctID_{31\text{-}3}$	$fctID_{31\text{-}4}$	$fctID_{31\text{-}5}$					
$Fscale_{31\text{-}1}$		$Fscale_{31\text{-}2}$		$Fscale_{31\text{-}3}$		$Fscale_{31\text{-}4}$		$Fscale_{31\text{-}5}$	
$\dot{\varepsilon}_{31-1}$		$\dot{\varepsilon}_{31-2}$		$\dot{\varepsilon}_{31-3}$		$\dot{\varepsilon}_{31-4}$		$\dot{\varepsilon}_{31-5}$	

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
ρ_i	初期材料密度 （実数）	$\left[\frac{kg}{m^3}\right]$
E_{11}	直交方向1のヤング率 （実数）	$[Pa]$
E_{22}	直交方向2のヤング率 （実数）	$[Pa]$
E_{33}	直交方向3のヤング率	$[Pa]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（実数）	
G_{12}	方向12におけるせん断係数 （実数）	[Pa]
G_{23}	方向23におけるせん断係数 （実数）	[Pa]
G_{31}	方向31におけるせん断係数 （実数）	[Pa]
asrate	ひずみ速度フィルタリングカットオフ周波数 （実数）	[Hz]
$Iflag_1$	降伏応力関数11、22、33のひずみ定式化 6 *= 0* 降伏応力はμ（体積ひずみ）の関数になります。 *= 1* 降伏応力はε（ひずみ）の関数になります。 *= -1* 降伏応力は右記の関数です；$-\varepsilon$ （整数）	
ε_{max11}	方向11の破壊塑性ひずみ （実数）	
ε_{max22}	方向22の破壊塑性ひずみ （実数）	
ε_{max33}	方向33の破壊塑性ひずみ （実数）	
$fctID_{11\text{-}1}$	方向11における降伏応力関数1の識別子 （整数）	
$fctID_{11\text{-}2}$	方向11における降伏応力関数2の識別子 （整数）	
$fctID_{11\text{-}3}$	方向11における降伏応力関数3の識別子	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	
$fctID_{11\text{-}4}$	方向11における降伏応力関数4の識別子 （整数）	
$fctID_{11\text{-}5}$	方向11における降伏応力関数5の識別子 （整数）	
$Fscale_{11\text{-}1}$	方向11における降伏応力関数11のスケールファクター、$fctID_{11\text{-}1}$ デフォルト = 1.0（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
$Fscale_{11\text{-}2}$	方向11における降伏応力関数2のスケールファクター、$fctID_{11\text{-}2}$ デフォルト = 1.0（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
$Fscale_{11\text{-}3}$	方向11における降伏応力関数3のスケールファクター、$fctID_{11\text{-}3}$ デフォルト = 1.0（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
$Fscale_{11\text{-}4}$	方向11における降伏応力関数4のスケールファクター、$fctID_{11\text{-}4}$ デフォルト = 1.0（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
$Fscale_{11\text{-}5}$	方向11における降伏応力関数5のスケールファクター、$fctID_{11\text{-}5}$ デフォルト = 1.0（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
$\dot{\varepsilon}_{11\text{–}1}$	方向11の降伏応力関数1のひずみ速度、$fctID_{11\text{-}1}$ （実数）	$\left[\frac{1}{\mathrm{s}}\right]$
$\dot{\varepsilon}_{11\text{–}2}$	方向11の降伏応力関数2のひずみ速度、$fctID_{11\text{-}2}$ （実数）	$\left[\frac{1}{\mathrm{s}}\right]$
$\dot{\varepsilon}_{11\text{–}3}$	方向11の降伏応力関数3のひずみ速度、$fctID_{11\text{-}3}$ （実数）	$\left[\frac{1}{\mathrm{s}}\right]$
$\dot{\varepsilon}_{11\text{–}4}$	方向11の降伏応力関数4のひずみ速度、$fctID_{11\text{-}4}$ （実数）	$\left[\frac{1}{\mathrm{s}}\right]$
$\dot{\varepsilon}_{11\text{–}5}$	方向11の降伏応力関数5のひずみ速度、$fctID_{11\text{-}5}$ （実数）	$\left[\frac{1}{\mathrm{s}}\right]$
$fctID_{22\text{-}1}$	方向22における降伏応力関数1の識別子 （整数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
$fctID_{22\text{-}2}$	方向22における降伏応力関数2の識別子 （整数）	
$fctID_{22\text{-}3}$	方向22における降伏応力関数3の識別子 （整数）	
$fctID_{22\text{-}4}$	方向22における降伏応力関数4の識別子 （整数）	
$fctID_{22\text{-}5}$	方向22における降伏応力関数5の識別子 （整数）	
$Fscale_{22\text{-}1}$	方向22における降伏応力関数1のスケールファクター、$fctID_{22\text{-}1}$ デフォルト = 1.0（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
$Fscale_{22\text{-}2}$	方向22における降伏応力関数2のスケールファクター、$fctID_{22\text{-}2}$ デフォルト = 1.0（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
$Fscale_{22\text{-}3}$	方向22における降伏応力関数3のスケールファクター、$fctID_{22\text{-}3}$ デフォルト = 1.0（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
$Fscale_{22\text{-}4}$	方向22における降伏応力関数4のスケールファクター、$fctID_{22\text{-}4}$ デフォルト = 1.0（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
$Fscale_{22\text{-}5}$	方向22における降伏応力関数5のスケールファクター、$fctID_{22\text{-}5}$ デフォルト = 1.0（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
$\dot{\varepsilon}_{22\text{-}1}$	方向22の降伏応力関数1のひずみ速度、$fctID_{22\text{-}1}$ （実数）	$\left[\frac{1}{\mathrm{s}}\right]$
$\dot{\varepsilon}_{22\text{-}2}$	方向22の降伏応力関数2のひずみ速度、$fctID_{22\text{-}2}$ （実数）	$\left[\frac{1}{\mathrm{s}}\right]$
$\dot{\varepsilon}_{22\text{-}3}$	方向22の降伏応力関数3のひずみ速度、$fctID_{22\text{-}3}$ （実数）	$\left[\frac{1}{\mathrm{s}}\right]$
$\dot{\varepsilon}_{22\text{-}4}$	方向22の降伏応力関数4のひずみ速度、$fctID_{22\text{-}4}$ （実数）	$\left[\frac{1}{\mathrm{s}}\right]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
$\dot{\varepsilon}_{22-5}$	方向22の降伏応力関数5のひずみ速度、*fctID*$_{22-5}$ （実数）	$\left[\frac{1}{s}\right]$
fctID$_{33-1}$	方向33における降伏応力関数1の識別子 （整数）	
fctID$_{33-2}$	方向33における降伏応力関数2の識別子 （整数）	
fctID$_{33-3}$	方向33における降伏応力関数3の識別子 （整数）	
fctID$_{33-4}$	方向33における降伏応力関数4の識別子 （整数）	
fctID$_{33-5}$	方向33における降伏応力関数5の識別子 （整数）	
Fscale$_{33-1}$	方向33における降伏応力関数1のスケールファクター、*fctID*$_{33-1}$ デフォルト = 1.0（実数）	[Pa]
Fscale$_{33-2}$	方向33における降伏応力関数2のスケールファクター、*fctID*$_{33-2}$ デフォルト = 1.0（実数）	[Pa]
Fscale$_{33-3}$	方向33の降伏応力関数3のスケールファクター、*fctID*$_{33-3}$ デフォルト = 1.0（実数）	[Pa]
Fscale$_{33-4}$	方向33の降伏応力関数4のスケールファクター、*fctID*$_{33-4}$ デフォルト = 1.0（実数）	[Pa]
Fscale$_{33-5}$	方向33の降伏応力関数5のスケールファクター、*fctID*$_{33-5}$ デフォルト = 1.0（実数）	[Pa]
$\dot{\varepsilon}_{33-1}$	方向33の降伏応力関数1のひずみ速度、*fctID*$_{33-1}$ （実数）	$\left[\frac{1}{s}\right]$
$\dot{\varepsilon}_{33-2}$	方向33の降伏応力関数2のひずみ速度、*fctID*$_{33-2}$ （実数）	$\left[\frac{1}{s}\right]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
$\dot{\varepsilon}_{33-3}$	方向33の降伏応力関数3のひずみ速度、$fctID_{33\text{-}3}$ （実数）	$\left[\frac{1}{s}\right]$
$\dot{\varepsilon}_{33-4}$	方向33の降伏応力関数4のひずみ速度、$fctID_{33\text{-}4}$ （実数）	$\left[\frac{1}{s}\right]$
$\dot{\varepsilon}_{33-5}$	方向33の降伏応力関数5のひずみ速度、$fctID_{33\text{-}5}$ （実数）	$\left[\frac{1}{s}\right]$
$Iflag_2$	せん断降伏応力関数12、23、31のひずみ定式化 6 *= 0* 降伏応力はμ（体積ひずみ）の関数になります。 *= 1* 降伏応力はε（ひずみ）の関数になります。 *= -1* 降伏応力は右記の関数です； $-\varepsilon$ （整数）	
ε_{max12}	方向12のせん断破壊塑性ひずみ （実数）	
ε_{max23}	方向23のせん断破壊塑性ひずみ （実数）	
ε_{max31}	方向31のせん断破壊塑性ひずみ （実数）	
$fctID_{12\text{-}1}$	方向12におけるせん断降伏応力関数1の識別子 （整数）	
$fctID_{12\text{-}2}$	方向12におけるせん断降伏応力関数2の識別子 （整数）	
$fctID_{12\text{-}3}$	方向12におけるせん断降伏応力関数3の識別子 （整数）	
$fctID_{12\text{-}4}$	方向12におけるせん断降伏応力関数4の識別子 （整数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
$fctID_{12\text{-}5}$	方向12におけるせん断降伏応力関数5の識別子 （整数）	
$Fscale_{12\text{-}1}$	方向12のせん断降伏応力関数1のスケールファクター、$fctID_{12\text{-}1}$ デフォルト = 1.0（実数）	[Pa]
$Fscale_{12\text{-}2}$	方向12のせん断降伏応力関数2のスケールファクター、$fctID_{12\text{-}2}$ デフォルト = 1.0（実数）	[Pa]
$Fscale_{12\text{-}3}$	方向12のせん断降伏応力関数3のスケールファクター、$fctID_{12\text{-}3}$ デフォルト = 1.0（実数）	[Pa]
$Fscale_{12\text{-}4}$	方向12のせん断降伏応力関数4のスケールファクター、$fctID_{12\text{-}4}$ デフォルト = 1.0（実数）	[Pa]
$Fscale_{12\text{-}5}$	方向12のせん断降伏応力関数5のスケールファクター、$fctID_{12\text{-}5}$ デフォルト = 1.0（実数）	[Pa]
$\dot{\varepsilon}_{12\text{–}1}$	方向12の降伏応力関数1のひずみ速度、$fctID_{12\text{-}1}$ （実数）	$\left[\frac{1}{s}\right]$
$\dot{\varepsilon}_{12\text{–}2}$	方向12の降伏応力関数2のひずみ速度、$fctID_{12\text{-}2}$ （実数）	$\left[\frac{1}{s}\right]$
$\dot{\varepsilon}_{12\text{–}3}$	方向12の降伏応力関数3のひずみ速度、$fctID_{12\text{-}3}$ （実数）	$\left[\frac{1}{s}\right]$
$\dot{\varepsilon}_{12\text{–}4}$	方向12の降伏応力関数4のひずみ速度、$fctID_{12\text{-}4}$ （実数）	$\left[\frac{1}{s}\right]$
$\dot{\varepsilon}_{12\text{–}5}$	方向12の降伏応力関数5のひずみ速度、$fctID_{12\text{-}5}$ （実数）	$\left[\frac{1}{s}\right]$
$fctID_{23\text{-}1}$	方向23におけるせん断降伏応力関数1の識別子 （整数）	
$fctID_{23\text{-}2}$	方向23におけるせん断降伏応力関数2の識別子 （整数）	
$fctID_{23\text{-}3}$	方向23におけるせん断降伏応力関数3の識別子	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	
$fctID_{23\text{-}4}$	方向23におけるせん断降伏応力関数4の識別子 （整数）	
$fctID_{23\text{-}5}$	方向23におけるせん断降伏応力関数5の識別子 （整数）	
$Fscale_{23\text{-}1}$	方向23のせん断降伏応力関数1のスケールファクター、$fctID_{23\text{-}1}$ デフォルト = 1.0（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
$Fscale_{23\text{-}2}$	方向23のせん断降伏応力関数2のスケールファクター、$fctID_{23\text{-}2}$ デフォルト = 1.0（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
$Fscale_{23\text{-}3}$	方向23のせん断降伏応力関数3のスケールファクター、$fctID_{23\text{-}3}$ デフォルト = 1.0（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
$Fscale_{23\text{-}4}$	方向23のせん断降伏応力関数4のスケールファクター、$fctID_{23\text{-}4}$ デフォルト = 1.0（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
$Fscale_{23\text{-}5}$	方向23のせん断降伏応力関数5のスケールファクター、$fctID_{23\text{-}5}$ デフォルト = 1.0（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
$\dot{\varepsilon}_{23\text{–}1}$	方向23の降伏応力関数1のひずみ速度、$fctID_{23\text{-}1}$ （実数）	$\left[\frac{1}{\mathrm{s}}\right]$
$\dot{\varepsilon}_{23\text{–}2}$	方向23の降伏応力関数2のひずみ速度、$fctID_{23\text{-}2}$ （実数）	$\left[\frac{1}{\mathrm{s}}\right]$
$\dot{\varepsilon}_{23\text{–}3}$	方向23の降伏応力関数3のひずみ速度、$fctID_{23\text{-}3}$ （実数）	$\left[\frac{1}{\mathrm{s}}\right]$
$\dot{\varepsilon}_{23\text{–}4}$	方向23の降伏応力関数4のひずみ速度、$fctID_{23\text{-}4}$ （実数）	$\left[\frac{1}{\mathrm{s}}\right]$
$\dot{\varepsilon}_{23\text{–}5}$	方向23の降伏応力関数5のひずみ速度、$fctID_{23\text{-}5}$ （実数）	$\left[\frac{1}{\mathrm{s}}\right]$
$fctID_{31\text{-}1}$	方向31におけるせん断降伏応力関数1の識別子 （整数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
$fctID_{31\text{-}2}$	方向31におけるせん断降伏応力関数2の識別子 （整数）	
$fctID_{31\text{-}3}$	方向31におけるせん断降伏応力関数3の識別子 （整数）	
$fctID_{31\text{-}4}$	方向31におけるせん断降伏応力関数4の識別子 （整数）	
$fctID_{31\text{-}5}$	方向31におけるせん断降伏応力関数5の識別子 （整数）	
$Fscale_{31\text{-}1}$	方向31のせん断降伏応力関数1のスケールファクター、$fctID_{31\text{-}1}$ デフォルト = 1.0（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
$Fscale_{31\text{-}2}$	方向31のせん断降伏応力関数2のスケールファクター、$fctID_{31\text{-}2}$ デフォルト = 1.0（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
$Fscale_{31\text{-}3}$	方向31のせん断降伏応力関数3のスケールファクター、$fctID_{31\text{-}3}$ デフォルト = 1.0（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
$Fscale_{31\text{-}4}$	方向31のせん断降伏応力関数4のスケールファクター、$fctID_{31\text{-}4}$ デフォルト = 1.0（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
$Fscale_{31\text{-}5}$	方向31のせん断降伏応力関数5のスケールファクター、$fctID_{31\text{-}5}$ デフォルト = 1.0（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
$\dot{\varepsilon}_{31\text{-}1}$	方向31の降伏応力関数1のひずみ速度、$fctID_{31\text{-}1}$ （実数）	$\left[\frac{1}{\mathrm{s}}\right]$
$\dot{\varepsilon}_{31\text{-}2}$	方向31の降伏応力関数2のひずみ速度、$fctID_{31\text{-}2}$ （実数）	$\left[\frac{1}{\mathrm{s}}\right]$
$\dot{\varepsilon}_{31\text{-}3}$	方向31の降伏応力関数3のひずみ速度、$fctID_{31\text{-}3}$ （実数）	$\left[\frac{1}{\mathrm{s}}\right]$
$\dot{\varepsilon}_{31\text{-}4}$	方向31の降伏応力関数4のひずみ速度、$fctID_{31\text{-}4}$ （実数）	$\left[\frac{1}{\mathrm{s}}\right]$

フィールド	内容	SI単位の例
$\dot{\varepsilon}_{31-5}$	方向31の降伏応力関数5のひずみ速度、*fctID*$_{31\text{-}5}$ （実数）	$\left[\frac{1}{s}\right]$

例（ハニカム）

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
                kg                  mm                  ms
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/LAW50/1/1
Honeycomb material
#              RHO_I
             2.87E-8
#               E11                 E22                 E33
              .1655               .01655              .01655
#               G12                 G23                 G31
              .1103               .00552              .1103
#             asrate
                  0
#   Iflag1            Eps_max11           Eps_max22           Eps_max33
         -1                   .1                  .2                  .2
#fctID11-1 fctID11-2 fctID11-3 fctID11-4 fctID11-5
         2         12         13         13         0
#        Fscale_11-1         Fscale_11-2         Fscale_11-3         Fscale_11-4         Fscale_11-5
                  0                   0                   0                   0                   0
#      Eps_rate_11-1       Eps_rate_11-2       Eps_rate_11-3       Eps_rate_11-4       Eps_rate_11-5
                 .01                .012                .015                  .4                   0
#fctID22-1 fctID22-2 fctId22-3 fctID22-4 fctID22-5
         3         3          0          0         0
#        Fscale_22-1         Fscale_22-2         Fscale_22-3         Fscale_22-4         Fscale_22-5
                  0                   0                   0                   0                   0
#      Eps_rate_22-1       Eps_rate_22-2       Eps_rate_22-3       Eps_rate_22-4       Eps_rate_22-5
                 .01                  .4                   0                   0                   0
#fctID33-1 fctID33-2 fctID33-3 fctID33-4 fctnID33-5
         3         3          0          0          0
#        Fscale_33-1         Fscale_33-2         Fscale_33-3         Fscale_33-4         Fscale_33-5
                  0                   0                   0                   0                   0
#      Eps_rate_33-1       Eps_rate_33-2       Eps_rate_33-3       Eps_rate_33-4       Eps_rate_33-5
                 .01                  .4                   0                   0                   0
#   Iflag2            Eps_max12           Eps_max23           Eps_max31
         -1                   0                   0                   0
#fctID12-1 fctID12-2 fctID12-3 fctID12-4 fctID12-5
         4         4          0          0         0
#        Fscale_12-1         Fscale_12-2         Fscale_12-3         Fscale_12-4         Fscale_12-5
                  0                   0                   0                   0                   0
#      Eps_rate_12-1       Eps_rate_12-2       Eps_rate_12-3       Eps_rate_12-4       Eps_rate_12-5
                 .01                  .4                   0                   0                   0
#fctID23-1 fctID23-2 fctID23-3 fctID23-4 fctID23-5
         5         5          0          0         0
#        Fscale_23-1         Fscale_23-2         Fscale_23-3         Fscale_23-4         Fscale_23-5
                  0                   0                   0                   0                   0
#      Eps_rate_23-1       Eps_rate_23-2       Eps_rate_23-3       Eps_rate_23-4       Eps_rate_23-5
                 .01                  .4                   0                   0                   0
#fctID31-1 fctID31-2 fctID31-3 fctID31-4 fctID31-5
         4         4          0          0         0
#        Fscale_31-1         Fscale_31-2         Fscale_31-3         Fscale_31-4         Fscale_31-5
                  0                   0                   0                   0                   0
#      Eps_rate_31-1       Eps_rate_31-2       Eps_rate_31-3       Eps_rate_31-4       Eps_rate_31-5
                 .01                  .4                   0                   0                   0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/2
Y11_MAIN_BLOCK_STATIC
#                 X                   Y
                 -1              1.2E-6
               -.15              1.2E-6
                -.1               .0012
                  0             3.42E-4
                 .8             3.42E-4
                .85                7E-4
```

```
                  .86              9.3E-4
                    1              .00342
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/3
Y22_Y33_MAIN_BLOCK
#                   X                   Y
                   -1              4.5E-4
                 -.22              4.5E-4
                 -.14              2.5E-4
                 -.12             6.84E-5
                    0             6.84E-5
                   .8             6.84E-5
                  .85              1.4E-4
                  .86             1.86E-4
                    1             6.84E-4
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/4
Y12_13_MAIN_BLOCK
#                   X                   Y
                   -1                2E-6
                 -.35                2E-6
                  -.3                2E-4
                    0                2E-4
                   .3                2E-4
                  .35                2E-6
                    1                2E-6
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/5
Y23_MAIN_BLOCK
#                   X                   Y
                   -1                2E-4
                  -.3                2E-4
                 -.25                2E-5
                    0                2E-5
                  .25                2E-5
                   .3                2E-4
                    1                2E-4
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/12
Y11_MAIN_BLOCK_DYNAMIC
#                   X                   Y
                   -1              1.2E-6
                 -.15              1.2E-6
                  -.1               .0012
                    0             3.42E-4
                   .5             3.65E-4
                   .7              4.8E-4
                   .8                6E-4
                  .85                7E-4
                  .86              9.3E-4
                    1              .00342
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/13
Y11_MAIN_BLOCK_DYNAMIC-2
#                   X                   Y
                   -1              1.2E-6
                 -.15              1.2E-6
                  -.1               .0012
                    0             3.42E-4
                   .5             3.65E-4
                   .7              5.8E-4
                   .8                7E-4
                  .85                8E-4
                  .86              9.3E-4
                    1              .00342
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
/END
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. この材料は、右記の要素で使用できます: 六面体、4節点四面体、10節点四面体、厚肉シェル。
2. この材料は、材料/MAT/LAW28 (HONEYCOMB) + ひずみ速度依存性に基づいています。
3. 要素ごとの材料直交異方性座標系(方向1、2、および3)は、所定のスキューシステムを使用するか、要素の座標系を基準として、プロパティカード/PROP/TYPE6で指定します。

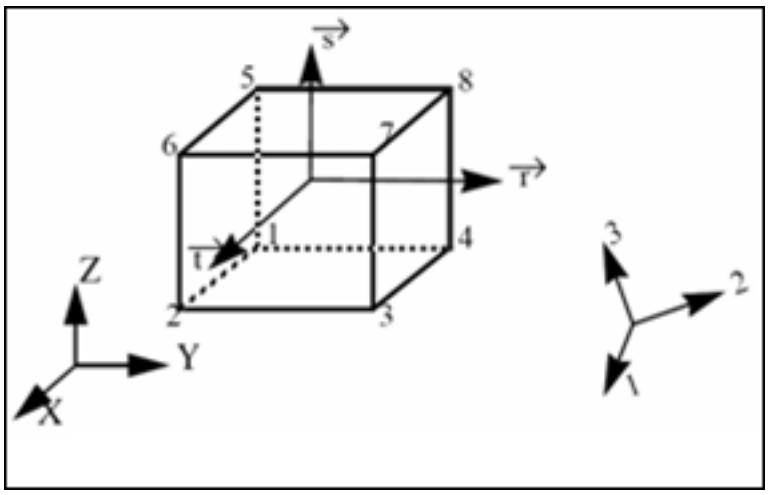


図 *155:*

4. どの要素自由度も完全に非連成です。

弾性ケースの例:

$\sigma_{11} = E_{11}\varepsilon_{11}$

$\sigma_{12} = G_{12}\varepsilon_{12}$

$\sigma_{22} = E_{22}\varepsilon_{22}$

$\sigma_{23} = G_{23}\varepsilon_{23}$

$\sigma_{33} = E_{33}\varepsilon_{33}$

$\sigma_{31} = G_{31}\varepsilon_{31}$

5. 引張 / 圧縮およびせん断の方向ごとに、真体積ひずみμまたは真ひずみεの関数として真応力を指定できます。

ひずみの符号規則は下記のとおりです。

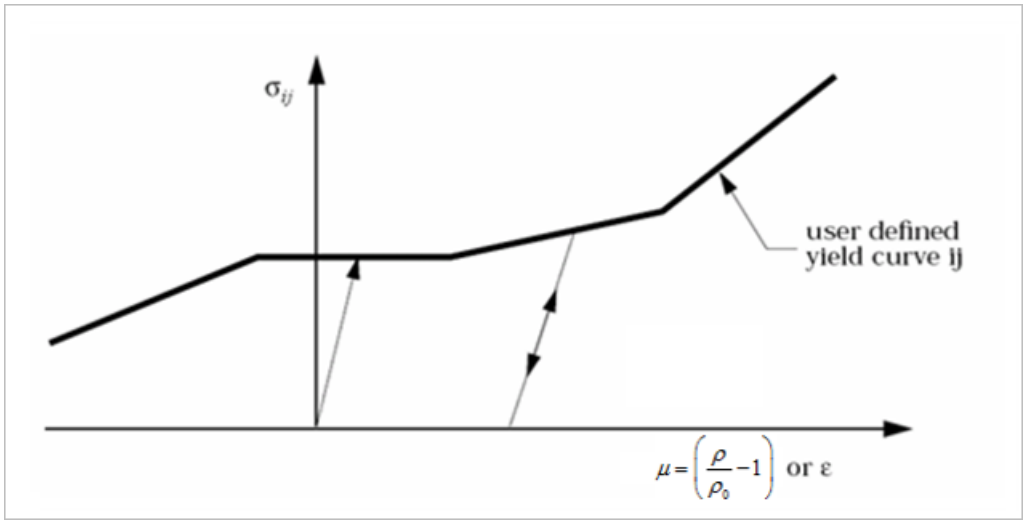


図 *156:*

応力値は常に正の値です。ひずみには以下の符号規則を使用します。

ひずみ定義	圧縮	引張
体積ひずみ（$Iflag_1$ =0）	+	-
ひずみ（$Iflag_1$ =1）	-	+
ひずみ（$Iflag_1$ =-1）	+	-

6. I_{smstr}*SMSTR* > 1を用いてプロパティ内で定義された大ひずみ定式化の場合：

$$\mu = \left(\frac{\rho}{\rho_0} - 1\right) = \left(\frac{V_0}{V} - 1\right) \qquad \varepsilon = \ln\frac{l}{l_0} \tag{592}$$

I_{smstr}*SMSTR* = 1を用いてプロパティ内で定義された微小ひずみ定式化の場合：

$$\mu = -(\varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3) \qquad \varepsilon_i = \frac{l_i - l_{i0}}{l_{i0}} \tag{593}$$

ここで、l_0は、初期長さです。

7. 体積ひずみ定式化からひずみ定式化に切り替える場合、$Iflag_1$ = -1または$Iflag_2$ = -1に設定すると、同じ関数定義を維持することができます。
8. 引張ひずみ破壊またはせん断ひずみ破壊のいずれかに達すると、その要素は削除されます。

See Also

材料の適合性
Failure Models (Reference Guide)
Nonlinear Pseudo-plastic Orthotropic Solids (LAW28, 50 and 68) (Theory Manual)

/MAT/LAW68 (COSSER)

ブロックフォーマットのキーワード
この材料則はハニカム材料を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW68/*mat_ID*/*unit_ID*または/MAT/COSSER/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
ρ_i									
E_{11}		E_{22}		E_{33}					
$G_{12}12$		$G_{23}23$		$G_{31}31$					
fct_ID_{11i}	fct_ID_{22i}	fct_ID_{33i}	$Iflag_1$	$Fscale_{11i}$		$Fscale_{22i}$		$Fscale_{33i}$	
ε_{max11i}		ε_{max22i}		ε_{max33i}					
fct_ID_{12i}	fct_ID_{23i}	fct_ID_{31i}	$Iflag_2$	$Fscale_{12i}$		$Fscale_{23i}$		$Fscale_{31i}$	
ε_{max12i}		ε_{max23i}		ε_{max31i}					
fct_ID_{21i}	fct_ID_{32i}	fct_ID_{13i}		$Fscale_{21i}$		$Fscale_{32i}$		$Fscale_{13i}$	
fct_ID_{11r}	fct_ID_{22r}	fct_ID_{33r}		$Fscale_{11r}$		$Fscale_{22r}$		$Fscale_{33r}$	
$\varepsilon_{trans11r}$		$\varepsilon_{trans22r}$		$\varepsilon_{trans33r}$					
fct_ID_{12r}	fct_ID_{23r}	fct_ID_{31r}		$Fscale_{12r}$		$Fscale_{23r}$		$Fscale_{31r}$	
$\varepsilon_{trans12r}$		$\varepsilon_{trans23r}$		$\varepsilon_{trans31r}$					
fct_ID_{21r}	fct_ID_{32r}	fct_ID_{13r}		$Fscale_{21r}$		$Fscale_{32r}$		$Fscale_{13r}$	

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（文字、最大100文字）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
E_{11}	ヤング率 （実数）	[Pa]
E_{22}	ヤング率 （実数）	[Pa]
E_{33}	ヤング率 （実数）	[Pa]
$G_{12}12$	せん断係数 （実数）	[Pa]
$G_{23}23$	せん断係数 （実数）	[Pa]
$G_{31}31$	せん断係数 （実数）	[Pa]
fct_ID_{11i}	方向11における初期降伏応力関数の識別子 （整数）	
fct_ID_{22i}	方向22における初期降伏応力関数の識別子 （整数）	
fct_ID_{33i}	方向33における初期降伏応力関数の識別子 （整数）	
$Iflag_1$	降伏応力関数11、22、33のひずみ定式化 *= 0* 降伏応力はμ（体積ひずみ）の関数になります。 *= 1* 降伏応力はε（ひずみ）の関数になります。 *= -1* 降伏応力は右記の関数です；$-\varepsilon$	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	
$Fscale_{11i}$	関数11の初期降伏応力スケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	[Pa]
$Fscale_{22i}$	関数22の初期降伏応力スケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	[Pa]
$Fscale_{33i}$	関数33の初期降伏応力スケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	[Pa]
ε_{max11i}	方向1における引張の初期破壊ひずみ （実数）	
ε_{max22i}	方向2における引張の初期破壊ひずみ （実数）	
ε_{max33i}	方向3における引張の初期破壊ひずみ （実数）	
fct_ID_{12i}	方向12における初期せん断降伏応力関数 （整数）	
fct_ID_{23i}	方向23における初期せん断降伏応力関数 （整数）	
fct_ID_{31i}	方向31における初期せん断降伏応力関数 （整数）	
$Iflag_2$	せん断降伏応力関数12、23、31のひずみ定式化 （整数）	
$Fscale_{12i}$	関数12の初期せん断降伏応力スケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	[Pa]
$Fscale_{23i}$	関数23の初期せん断降伏応力スケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	[Pa]
$Fscale_{31i}$	関数31の初期せん断降伏応力スケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	[Pa]

フィールド	内容	**SI**単位の例
ε_{max12i}	方向12の初期破壊ひずみ （整数）	
ε_{max23i}	方向23の初期破壊ひずみ （整数）	
ε_{max31i}	方向31の初期破壊ひずみ （整数）	
fct_ID$_{21i}$	方向21における初期せん断降伏応力関数 （整数）	
fct_ID$_{32i}$	方向32における初期せん断降伏応力関数 （整数）	
fct_ID$_{13i}$	方向13における初期せん断降伏応力関数 （整数）	
Fscale$_{21i}$	関数21の初期せん断降伏応力スケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	[Pa]
Fscale$_{32i}$	関数32の初期せん断降伏応力スケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	[Pa]
Fscale$_{13i}$	関数13の初期せん断降伏応力スケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	[Pa]
fct_ID$_{11r}$	方向11における残留降伏応力関数 （整数）	
fct_ID$_{22r}$	方向22における残留降伏応力関数 （整数）	
fct_ID$_{33r}$	方向33における残留降伏応力関数 （整数）	
Fscale$_{11r}$	関数11の残留降伏応力スケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	[Pa]
Fscale$_{22r}$	関数22の残留降伏応力スケールファクター	[Pa]

フィールド	内容	**SI**単位の例
	デフォルト = 1.0（実数）	
$Fscale_{33r}$	関数33の残留降伏応力スケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	[Pa]
$\varepsilon_{trans11r}$	方向11における遷移ひずみ （実数）	
$\varepsilon_{trans22r}$	方向22における遷移ひずみ （実数）	
$\varepsilon_{trans33r}$	方向33における遷移ひずみ （実数）	
fct_ID_{12r}	方向12における残留せん断降伏応力関数 （整数）	
fct_ID_{23r}	方向23における残留せん断降伏応力関数 （整数）	
fct_ID_{31r}	方向31における残留せん断降伏応力関数 （整数）	
$Fscale_{12r}$	関数12の残留せん断降伏応力スケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	[Pa]
$Fscale_{23r}$	関数23の残留せん断降伏応力スケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	[Pa]
$Fscale_{31r}$	関数31の残留せん断降伏応力スケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	[Pa]
$\varepsilon_{trans12r}$	方向12における遷移ひずみ （整数）	
$\varepsilon_{trans23r}$	方向23における遷移ひずみ （整数）	
	方向31における遷移ひずみ （整数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
fct_ID_{21r}	方向21における残留せん断降伏応力関数 （整数）	
fct_ID_{32r}	方向32における残留せん断降伏応力関数 （整数）	
fct_ID_{13r}	方向13における残留せん断降伏応力関数 （整数）	
$Fscale_{21r}$	関数21の残留せん断降伏応力スケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	[Pa]
$Fscale_{32r}$	関数32の残留せん断降伏応力スケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	[Pa]
$Fscale_{13r}$	関数13の残留せん断降伏応力スケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	[Pa]

例（ハニカム）

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
                 kg                  mm                  ms
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/LAW68/1/1
honeycomb
#              RHO_I
             3.2E-5                   0
#               E_11                E_22                E_33
                 40                  40                  80
#               G_12                G_23                G_31
                 15                  30                  30
# Initial tension/compression
#fun_ID11i fun_ID22i fun_ID33i    Iflag1          Fscale11i           Fscale22i           Fscale33i
        13        14        15         0                  1                   1                   1
# Tension/compression
#         Eps_max11i          Eps_max22i          Eps_max33i
                .12                 .12                 .12
# Initial shear
#fun_ID12i fun_ID23i fun_ID31i    Iflag2          Fscale12i           Fscale23i           Fscale31i
        16        18        17         0                  1                   1                   1
# Shear
#         Eps_max12i          Eps_max23i          Eps_max31i
                .14                 .14                 .14
# Initial shear
#fun_ID21i fun_ID32i fun_ID13i                    Fscale21i           Fscale32i           Fscale13i
        16        18        17                           0                   0                   0
# Residual tension/compression
#fun_ID11r fun_ID22i fun_ID33i                    Fscale11r           Fscale22r           Fscale33r
         3         4         5                           1                   1                   1
# Transition tension/compression
#       Eps_trans11r        Eps_trans22r        Eps_trans33r
               .022                .022                .022
# Residual shear
#fun_ID12r fun_ID23r fun_ID31r                    Fscale12r           Fscale23r           Fscale31r
```

```
         6         8         7                              1                   1                   1
# Transition shear
#       Eps_trans12r        Eps_trans23r        Eps_trans31r
                .041                .035                .035
# Residual shear
#fun_ID21r fun_ID32r fun_ID13r                      Fscale21r           Fscale32r           Fscale13r
         7         7         8                              0                   0                   0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  3. FUNCTIONS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/3
sig11
#                  X                   Y
                -100                  .4
                 100                  .4
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/4
sig22
#                  X                   Y
                -100                  .4
                 100                  .4
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/5
sig33
#                  X                   Y
                -100                  .8
                 100                  .8
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/6
sig12
#                  X                   Y
                -100                  .3
                 100                  .3
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/7
sig13
#                  X                   Y
                -100                  .5
                 100                  .5
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/8
sig23
#                  X                   Y
                -100                  .5
                 100                  .5
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/13
sig11
#                  X                   Y
                -100                  .4
              -.021                   .4
               -.02                   .8
                .02                   .8
               .021                   .4
                 100                  .4
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/14
sig22
#                  X                   Y
                -100                  .4
              -.021                   .4
               -.02                   .8
                .02                   .8
               .021                   .4
                 100                  .4
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/15
sig33
#                  X                   Y
                -100                  .8
              -.021                   .8
               -.02                  1.6
                .02                  1.6
               .021                   .8
                 100                  .8
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/16
sig12
#                  X                   Y
                -100                  .3
              -.041                   .3
               -.04                   .6
                .04                   .6
               .041                   .3
                 100                  .3
```

```
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/17
sig13
#                  X                   Y
                -100                  .5
              -.034                   .5
              -.033                    1
               .033                    1
               .034                   .5
                100                   .5
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/18
sig23
#                  X                   Y
                -100                  .5
              -.034                   .5
              -.033                    1
               .033                    1
               .034                   .5
                100                   .5
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
/END
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. この材料則は、積分要素およびI_{solid}*SOLID* =1またはI_{solid}*SOLID* =2の場合にのみ、8節点ソリッド要素と適合性があります。
2. 体積ひずみ定式化からひずみ定式化に切り替える場合、I_{flag}*FLAG* = -1に設定すると、同じ関数定義を維持することができます。
3. 破壊ひずみまたはせん断破壊ひずみのいずれかに達すると、要素は削除されます。
4. 過渡ひずみは、初期降伏応力関数から残留降伏応力関数への過渡状態を定義します。
5. 過渡ひずみまたはせん断過渡ひずみのいずれかに達した場合、要素の各方向には、残留関数で定義された降伏応力がかかります。過渡状態は、隣接する要素に適用されます。

See Also

材料の適合性

Failure Models (Reference Guide)

Nonlinear Pseudo-plastic Orthotropic Solids (LAW28, 50 and 68) (Theory Manual)

結合材料

これらの材料は、結合材料を表現するのに使用できます。

/MAT/LAW54 (PREDIT)

ブロックフォーマットのキーワード
この材料則はPredit材料を記述します。この材料則は`/PROP/TYPE36 (PREDIT)`とのみ使用されます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
`/MAT/LAW54`/*mat_ID*/*unit_ID*または`/MAT/PREDIT`/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
ρ_i									
E		ν							
	fct_ID	A		B		N		$Fscale_{yld}$	
A_Y		A_Z		B_Y		B_Z		C_X	
D_c		R_C		ε_{max}					

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{kg}{m^3}\right]$
E	ヤング率 （実数）	$[Pa]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
ν	ポアソン比 （実数）	
fct_ID	硬化パラメータ関数の識別子（オプション） *= 0* 材料則2が使用され、係数*A*、*B*および*N*が読み込まれます。 （整数）	
A	硬化パラメータ降伏係数*A* （実数）	
B	硬化パラメータ降伏係数*B* （実数）	
N	硬化パラメータ降伏係数*N* （実数）	
$Fscale_{yld}$	降伏関数スケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	[Pa]
A_Y	コンポーネント降伏のYせん断係数 （実数）	
A_Z	コンポーネント降伏のZせん断係数 （実数）	
B_Y	コンポーネント降伏のYモーメント係数 （実数）	
B_Z	コンポーネント降伏のZモーメント係数 （実数）	
C_X	コンポーネント降伏のXねじり係数 （実数）	
D_c	臨界損傷 （実数）	
R_C	臨界破壊	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（実数）	
ε_{max}	損傷ひずみ限界 （実数）	

例（鋼材）

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
                 Mg                  mm                  s
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/LAW54/1/1
Steel
#             RHO_I
            7.8E-9
#                 E                  NU
             21000                  .3
#            fct_ID                   A                   B                   N         Fscale_yld
                 0                  30                 150                  .9                   0
#                AY                  AZ                  BY                  BZ                  CX
                .2                  .2                  .6                  .6                   0
#                DC                  RC             EPS_max
                .8                   2                  .7
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
/END
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. スケールファクターは、*fct_ID*の場合にのみ使用されます。それ以外の場合は/MAT/LAW36 (PLAS_TAB)が使用されます。

See Also

材料の適合性

Failure Models (Reference Guide)

Johnson-Cook Plasticity Model (LAW2) (Theory Manual)

Tabulated Piecewise Linear and Quadratic Elasto-plastic Laws (LAW36 and LAW60) (Theory Manual)

/MAT/LAW59 (CONNECT)

ブロックフォーマットのキーワード
この材料則は結合材料を記述します。この材料則を使用して、スポット溶接、溶接線、接着、または積層複合材料内の接着層をモデル化できます。

法線方向とせん断方向の弾性挙動と弾塑性挙動を定義できます。塑性挙動を表す曲線はさまざまな変位速度で指定できます。この材料は六面体ソリッド要素(/BRICK)にしか適用できず、要素時間ステップが要素高さに依存しません。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW59/*mat_ID*/*unit_ID* または /MAT/CONNECT/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
ρ_i									
E		*G*		*Imass*	*Icomp*	*Ecomp*			
N_{b_fct}	F_{smooth}*smoo*	F_{cut}*CUT*							

N_{b_fct} > 0の場合、それぞれの真塑性応力に対する変位関数(行毎の法線 / 接線方向)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Y_fct_ID$_N$	*Y_fct_ID*$_T$	SR_{ref}		$Fscale_{yld}$					

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 (整数、最大10桁)	
unit_ID	単位識別子。 (整数、最大10桁)	
mat_title	材料のタイトル (文字、最大100文字)	
ρ_i	密度 (実数)	$\left[\frac{kg}{m^3}\right]$
E	単位長さ毎の法線方向のヤング率	$\left[\frac{Pa}{m}\right]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（実数）	
G	単位長さ毎の接線方向のせん断係数 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{Pa}}{\mathrm{m}}\right]$
Imass	質量計算フラグ *= 0*（デフォルト） 要素質量は密度と体積を使用して計算される *= 1* 要素質量は密度と（上面と底面の平均）面積を使用して計算される （整数）	
Icomp	圧縮での対称弾塑性挙動 *= 0* 引張と圧縮での対称弾塑性挙動 *= 1* 引張のみで入力降伏関数によって定義した弾塑性挙動	
Ecomp	単位長さ毎の圧縮率 デフォルト = *E*	$\left[\frac{\mathrm{Pa}}{\mathrm{m}}\right]$
N_{b_fct}	入力関数の数：真応力対塑性変位（法線または接線方向） *= 0* 材料は線形弾性 （整数）	
F_{smooth}*smooth*	変位速度フィルタリングフラグ *= 0*（デフォルト） 変位速度フィルタリングなし *= 1* 変位速度フィルタリングあり （整数）	
F_{cut}*CUT*	変位速度フィルタリングのカットオフ周波数 デフォルト = 10^{30}（実数）	[Hz]
Y_fct_ID$_N$	参照変位速度に対して定義された法線方向の真塑性応力対変位 （整数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
$Y\_fct\_ID_T$	参照変位速度に対して定義された接線方向の真塑性応力対変位 （整数）	
SR_{ref}	一連の関数が定義される変位速度値 デフォルト = 0.0（実数）	$\left[\frac{1}{s}\right]$
$Fscale_{yld}$	塑性応力のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	$[Pa]$

例（**Spotweld**）

```
#RADIOSS STARTER
/UNIT/1
unit for mat
                  Mg                    mm                    s
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/LAW59/1/1
spotweld
#              RHO_I
               7.9E-9
#                 E                     G      Imass      Icomp                Ecomp
                21000                 21000          0          0                    0
#    NB_fct    Fsmooth                 Fcut
         1          1                    0
# YFun_IDN  YFun_IDT               SR_ref           Fscale_yld
         1          2                    0                    0
/FAIL/CONNECT/1
#           EPS_MAX_N               EXP_N              ALPHA_N R_fct_IDN      Ifail  Ifail_so       ISYM
                   1                   0                    0          0           1           0
#           EPS_MAX_T               EXP_T              ALPHA_T R_fct_IDT
                 1.8                   0                    0          0
#               EIMAX               ENMAX                ETMAX                   Nn                   Nt
                   0                   0                    0                    0                    0
#                Tmax               Nsoft            AREAscale
                   0                   0                    0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  3. FUNCTIONS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/1
New_function
#                   X                   Y
                    0                 250
                    1                 350
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/2
New_function
#                   X                   Y
                    0                 350
                    1                 350
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
/END
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. この材料則は、8節点六面体要素（/BRICK）とのみ互換性があります。`/PROP/TYPE43`とのみ適合します。
2. ソリッド要素の初期高さに依存しないようにするため、剛性係数および応力は変位毎に定義されます。

   例えば、E=210000 MPa/mmは、降伏応力曲線で指定された降伏応力の限度に達するまで、法線方向応力が1mm変位するごとに21000Pa増加することを意味します。

3. 完全な要素の変位$\overline{u}$は弾性部分$\overline{u}^e$（降伏応力に達する前）と塑性の変位の部分$\overline{u}^{pl}$に分割できます。塑性の変位は次のように計算されます：

   法線塑性変位：

   $$\overline{u}_n^{pl} = \overline{u}_n - \overline{u}_n^e = \overline{u}_n - \frac{\sigma_n^{true}}{E} \quad (594)$$

   せん断塑性変位：

   $$\overline{u}_s^{pl} = \overline{u}_s - \overline{u}_s^e = \overline{u}_s - \frac{\sigma_s^{true}}{E} \quad (595)$$

   全法線（せん断）変位は、塑性法線（せん断）変位と弾性法線（せん断）変位の和です。

   塑性変位は、法線と接線の降伏応力曲線が指定されている場合に考慮されます。これらは通常、真応力を法線方向またはせん断方向の塑性変位の関数として表す、減少しない関数です。横軸の値の最初は "0"で、縦軸の値の最初は降伏応力であるべきです。関数は材料の損傷をモデル化する応力低下の部分を含む事もできます。

4. *Icomp* =0の場合、材料は引張と圧縮の両方で弾塑性の挙動を示し、圧縮弾性率は*Ecomp*で与えられます（デフォルトではEに等しくなります）。

   Icomp =1の場合、材料は引張で非線形の弾塑性となり、圧縮で線形の弾塑性となります。圧縮弾性率は*Ecomp*で与えられます。法線自由度とせん断自由度は連成されず、せん断方向の挙動は常に対称です。

5. ソリッド要素の高さは0にすることができます。

6. ソリッド要素のすべての節点が、他のシェルまたはソリッド要素か、剛体のセカンダリ節点（/RBODY）またはタイドインターフェースのセカンダリ節点（/INTER/TYPE2）に結合されている必要があります。

7. ソリッド要素のすべての節点が自由になると、その要素は削除されます。

8. この材料の破断基準は、/FAIL/CONNECTで定義されます。

See Also

材料の適合性

Failure Models (Reference Guide)

Connect Materials (LAW59) (Theory Manual)

RD-E:4802 クラッシュボックス内のソリッドおよびスプリングスポット溶接

/MAT/LAW83

ブロックフォーマットのキーワード
この材料則は結合材料を記述します。この材料則を使用して、スポット溶接、溶接線、接着、または積層複合材料内の接着層をモデル化できます。

弾性挙動と弾塑性挙動を定義できます。材料の塑性挙動は、対応する変位速度に対して法線方向とせん断方向で結合できます。この材料は六面体ソリッド要素(/BRICK)にしか適用できず、要素時間ステップが要素高さに依存しません。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW83/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
ρ_i									
E		*G*		*Imass*	*Icomp*	*Ecomp*			
fct_ID_1		Y_scale_1		X_scale_1		α		β	
R_N		R_S	F_{smooth}smoo		F_{cut}CUT				
fct_ID_N	fct_ID_S	XSCALE							

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 (整数、最大10桁)	
unit_ID	単位識別子。 (整数、最大10桁)	
mat_title	材料のタイトル (文字、最大100文字)	
ρ_i	初期密度 (実数)	$\left[\frac{kg}{m^3}\right]$
E	引張状態における単位長さ毎のヤング(剛性)率 (実数)	$\left[\frac{Pa}{m}\right]$
G	単位長さ毎のせん断(剛性)率	$\left[\frac{Pa}{m}\right]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
	デフォルト = *E*（実数）	
Imass	質量計算フラグ = *0*（デフォルト） 要素質量は密度と体積を使用して計算される = *1* 要素質量は密度と（上面と底面の平均）面積を使用して計算される （整数）	
Icomp	圧縮挙動のフラグ。 = *0* 引張と圧縮での対称弾塑性挙動 = *1* 圧縮における線形弾性、引張における弾塑性挙動 デフォルト = 0（整数）	
Ecomp	圧縮状態における単位長さ毎のヤング率 デフォルト = -E（実数）	$\left[\frac{\mathrm{Pa}}{\mathrm{m}}\right]$
fct_ID$_1$	真応力対塑性変位を指定する正規化された降伏曲線 （整数）	
Y_scale$_1$	正規化された関数*fct_ID*$_1$の縦軸のスケールファクター 10 デフォルト = 1.0（実数）	
X_scale$_1$	*fct_ID*$_1$の横軸のスケールファクター 10 デフォルト = 1.0（実数）	$[\mathrm{m}]$
α	有効な真応力の計算に使用されるパラメータ 8 デフォルト = 0.0（実数）	
β	有効な真応力の計算に使用される指数 8 デフォルト = 2.0（実数）	
R_N	有効な真応力の計算に使用される法線方向の最大真応力。 デフォルト = 1.0（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
R_S	有効な真応力の計算に使用されるせん断方向の最大真応力。 デフォルト = 1.0（実数）	$[\mathrm{Pa}]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
F_{smooth}*smooth*	変位速度フィルタリングフラグ = *0*（デフォルト） 変位速度フィルタリングなし = *1* 変位速度フィルタリングあり （整数）	
F_{cut}*CUT*	変位速度フィルタリングのカットオフ周波数 デフォルト = 10^{30}（実数）	[Hz]
fct_ID$_N$	スケールファクター対法線方向の塑性変位速度を定義する関数識別子。9 デフォルト = 0（整数）	
fct_ID$_S$	スケールファクター対せん断方向の塑性変位速度を定義する関数識別子。9 デフォルト = 0（整数）	
XSCALE	関数*fct_ID*$_N$と*fct_ID*$_S$の横軸のスケールファクター 9 デフォルト = 1.0（実数）	$[\frac{m}{s}]$

例（結合）

この例では、法線の降伏曲線は*fct_ID*$_1$=200です。最大法線真応力は0.2GPa、最大せん断真応力は0.4GPaです。$\beta = 2$で、これは結合の混合モード荷重ケース（30°または60°）のフィッティングに使用します。$\alpha = 0$で、剥離効果は考慮されません。

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
                  kg                  mm                  ms
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/LAW83/1/1
CONNECT MATERIAL
#              RHO_I
              7.8E-6
#                   E                   G     Imass     Icomp               Ecomp
                   20                               0         0
#  Fct_ID1                        Y_scale1            X_scale1               ALPHA                BETA
       200                               1                   1                   0                   2
#                  RN                  RS   Fsmooth                Fcut
                   .2                  .4         0                   0
#  Fct_IDN   Fct_IDS              XSCALE
         0         0                   0
/FAIL/SNCONNECT/1/1
#            ALPHA_0              BETA_0             ALPHA_F              BETA_F  Ifail_so      ISYM
                   0                   2                   0                   2         1         1
#   Fct_0N    Fct_0S    Fct_FN    Fct_FS             XSCALE_0            XSCALE_F           AREAscale
      2001      2002      2003      2004                   1                   1                   0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  3. FUNCTIONS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/200
MAT83 curve
```

```
#                   X                   Y
                    0                   1
                    1                   1
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/2001
Fct_0N
#                   X                   Y
                    0                  .5
                    1                  .5
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/2002
Fct_0S
#                   X                   Y
                    0                  .5
                    1                  .5
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/2003
Fct_fN
#                   X                   Y
                    0                   1
                    1                   1
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/2004
Fct_fS
#                   X                   Y
                    0                   1
                    1                   1
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
/END
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. この材料則は、8節点六面体要素(/BRICK)とのみ互換性があります。/PROP/TYPE43とのみ適合します。
2. 剛性係数および降伏曲線:
   - ソリッド要素の初期高さに依存しないようにするため、剛性係数および応力は変位毎に定義されます。

     例えば、E=210000 MPa/mmは、降伏応力曲線で指定された降伏応力の限度に達するまで、法線方向応力が1mm変位するごとに21000Pa増加することを意味します。
   - せん断方向の剛性は、剛性係数Eに等しいと見なされます(図 157)。
   - ポアソン比は0です。
   - 降伏応力(*fct_ID*$_1$1で定義)に達した後、材料は塑性相に移行します。最大応力R_N(引張)またはR_S(せん断)に達した後は、材料内の応力は増加しません(図 157)。

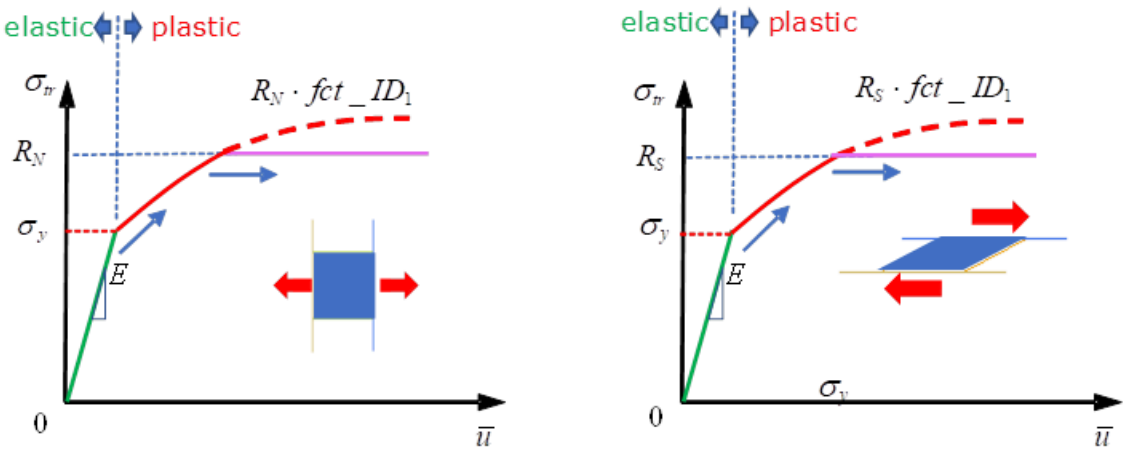


図 *157:*

- 塑性の伸びは、*fct_ID*$_1$が指定されている場合に考慮されます。これは、通常、真応力を塑性変位の関数として表す、減少しない関数です。横軸の値の最初は "0"で、縦軸の値の最初は降伏応力であるべきです。関数は材料の損傷をモデル化する応力低下の部分を含む事もできます。

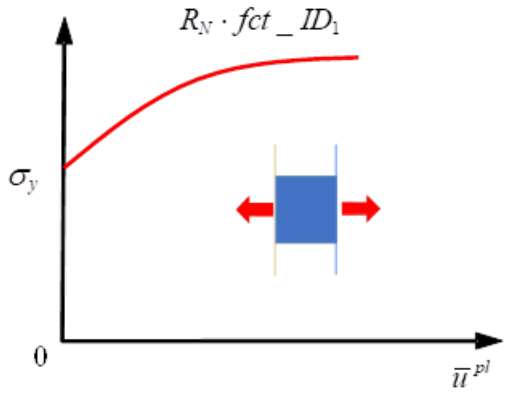


図 *158:*

3. 塑性変位。

完全な要素の変位$\bar{u}$は弾性部分$\bar{u}^e$（降伏応力に達する前）と塑性の変位の部分$\bar{u}^{pl}$に分割できます。単軸引張および圧縮の最も単純なケースでは、塑性変位は次の式で計算されます：

$$\bar{u}^{pl} = \bar{u} - \bar{u}^e = \bar{u} - \frac{\sigma_{tr}}{E} \qquad (596)$$

全法線変位は、塑性法線変位と弾性法線変位の和です。

4. 材料挙動は、引張や圧縮と同じです。法線DOFとせん断DOFは、弾性領域で連成されません。

5. 法線DOFとせん断DOFは、塑性領域で連成されます。正規化された有効な真応力（σ_y）は、法線（σ_n）とせん断応力（σ_s）から次のように計算されます：

$$\sigma_y = \left[\left(\frac{\sigma_n}{R_N \cdot \mathrm{f}_N(1-\alpha \cdot \mathrm{sym})}\right)^{\beta} + \left(\frac{\sigma_s}{R_S \cdot \mathrm{f}_S}\right)^{\beta}\right]^{\frac{1}{\beta}} \qquad (597)$$

ここで、

f_N および f_S
: *fct_ID*$_N$および*fct_IDS*の関数。

fct_ID$_N$ および *fct_ID*$_S$
: 塑性変位速度の関数として法線応力とせん断応力のスケーリング係数を指定します。

sym
: $\sin A$

A
: ソリッド要素の底面法線と上面法線の間の角度です。

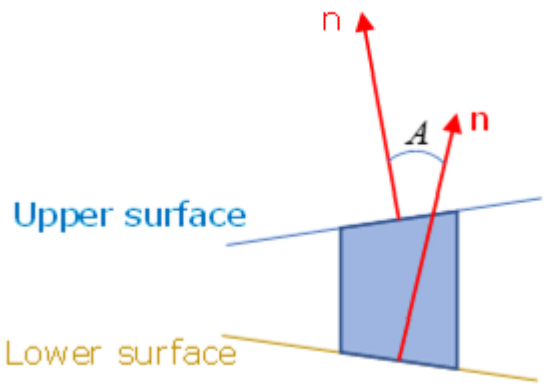


図 *159:*

α

モーメントの影響を記述する(たとえば剥離試験における)ために用いられるスケールファクターです。

β

法線およびせん断の組み合わせ試験でフィッティングされることが可能です。たとえば、60°試験または30°試験。
パラメータβをフィッティングさせるには、少なくとも1つの組み合わせ試験が必要です。図 160 は、組み合わせ試験での最大応力に対するβの影響を示しています。

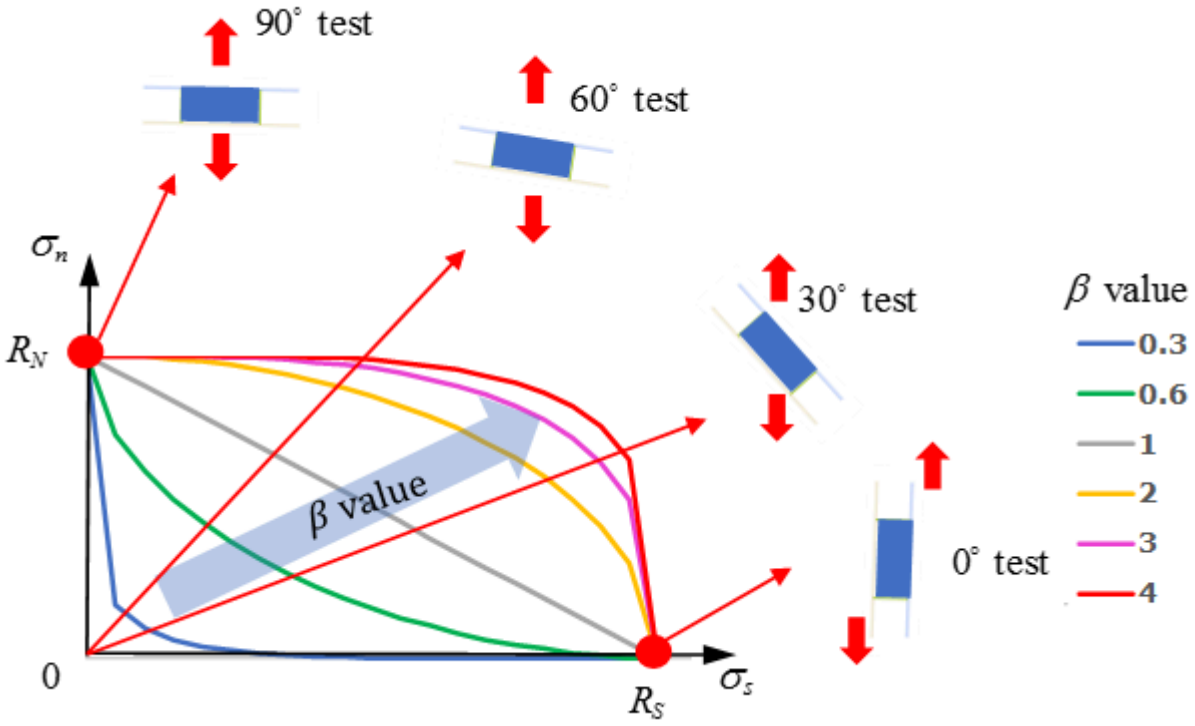


図 *160:*

6. ソリッド要素の高さは0にすることができます。要素の高さは時間ステップに影響しません。この材料で使用できるのは、節点時間ステップのみです。

7. ソリッド要素のすべての節点が、他のシェルまたはソリッド要素か、剛体のセカンダリ節点(/RBODY)またはタイドインターフェースのセカンダリ節点(/INTER/TYPE2)に結合されている必要があります。
8. ソリッド要素のすべての節点が自由になると、その要素は削除されます。
9. この材料の破断基準は、/FAIL/SNCONNECTで定義されます。
10. 真応力は、次のように、fct_ID_1から取得されます:

$$Y = Y\_scale_1 \cdot \mathrm{f}_1\left(\frac{X}{X\_scale_1}\right) \tag{598}$$

ここで、f_1はfct_ID_1の関数

See Also

材料の適合性

Failure Models (Reference Guide)

/MAT/LAW116

ブロックフォーマットのキーワード
損傷と破壊を伴う混合モードのひずみ速度依存の材料モデルを記述します。

この材料は、ソリッド六面体要素(/BRICK)と粘着ソリッドプロパティ(/PROP/TYPE43 (CONNECT))のみに適合します。

> **注:** どの破壊モデルにも適合しません。すべての損傷と破壊は、この材料内で直接定義されます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW116/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
ρ_i									
E_I		E_{II}		*Thick*		*Imass*	*Idel*	*Icrit*	
GC_{I_ini}		GC_{I_inf}		$\dot{\varepsilon}_{G_I}$		fG_I			
GC_{II_ini}		GC_{II_inf}		$\dot{\varepsilon}_{G_{II}}$		fG_{II}			
σ_{A_I}		σ_{B_I}		$\dot{\varepsilon}_I$		I_{order_I}	I_{fail_I}		
σ_{A_II}		σ_{B_II}		$\dot{\varepsilon}_{II}$		I_{order_II}	I_{fail_II}		

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 (整数、最大10桁)	
unit_ID	単位の識別子(オプション) (整数、最大10桁)	
mat_title	材料のタイトル (文字、最大100文字)	
ρ_i	初期密度。 (実数)	$\left[\frac{kg}{m^3}\right]$
E_I	単位長さあたりの法線方向のヤング(剛性)率。	$\left[\frac{Pa}{m}\right]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（実数）	
E_{II}	単位長さあたりの接線方向のせん断（剛性）係数。 デフォルト = $E_{II} = E_I$（実数）	$\left[\frac{\mathrm{Pa}}{\mathrm{m}}\right]$
Thick	基準粘着板厚。 （実数）	$[\mathrm{m}]$
Imass	質量計算フラグ = *1*（デフォルト） 要素質量は密度と平均面積を使用して計算されます。 = *2* 要素質量は密度と体積を使用して計算される （整数）	
Idel	要素を削除するための積分点の数を示す破壊フラグ（1～4）。 デフォルト = 1（整数）	
Icrit	降伏と損傷の開始フラグ。 = *1*（デフォルト） 2次公称応力に基づきます。 = *2* 最大公称応力に基づきます。 （整数）	
GC_{I_ini}	モードI（法線方向）の初期臨界エネルギー解放率。 （実数）	$[\mathrm{J}]$
GC_{I_inf}	臨界エネルギー解放率の上限。GC_Iのひずみ速度依存性を示します。 デフォルト = 0.0（実数）	$[\mathrm{J}]$
$\dot{\varepsilon}_{G_I}$	*GC*ひずみ速度依存性の参照（下限）ひずみ速度。 $GC_{I_inf} > 0$の場合、定義する必要があります。 （実数）	$[\mathrm{Hz}]$
fG_I	モードIでの破壊前のエネルギー解放率の形状係数。 （実数）	
GC_{II_ini}	モードII（せん断）の初期臨界エネルギー解放率。	$[\mathrm{J}]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（実数）	
GC_{II_inf}	臨界エネルギー解放率の上限。GC_{II}のひずみ速度依存性を示します。 デフォルト = 0.0（実数）	[J]
$\dot{\varepsilon}_{G_{II}}$	GCひずみ速度依存性の参照（下限）ひずみ速度。 $GC_{II_inf} > 0$の場合、定義する必要があります。 （実数）	[Hz]
fG_{II}	モードIIでの破壊前のエネルギー解放率の形状係数。 （実数）	
σ_{A_I}	モードIでの静的降伏応力。 （実数）	[Pa]
σ_{B_I}	モードIでのひずみ速度依存の降伏応力項。 （実数）	[Pa]
$\dot{\varepsilon}_I$	モードIでの降伏応力速度依存性の参照（下限）ひずみ速度値。 $\sigma_{B_I} > 0$の場合、定義する必要があります。 （実数）	[Hz]
I_{order_I}	モードIでのひずみ速度に対する降伏応力依存性の次数。 = *1*（デフォルト） ひずみ速度の線形対数依存性。 = *2* ひずみ速度の2次対数依存性。 （整数）	
I_{fail_I}	fG_Iによって定義される破壊基準： = *1*（デフォルト） 破壊エネルギーの比率。 = *2* 破壊変位の比率。 （整数）	
σ_{A_II}	モードIIでの静的降伏応力。 （実数）	[Pa]

フィールド	内容	SI単位の例
σ_{B_II}	モードIIでのひずみ速度依存の降伏応力項。 （実数）	[Pa]
$\dot{\varepsilon}_{II}$	モードIIでの降伏応力速度依存性の参照（下限）ひずみ速度値。 $\sigma_{B_II} > 0$の場合、定義する必要があります。 （実数）	[Hz]
I_{order_II}	モードIIでのひずみ速度の降伏応力依存性の次数。 = *1*（デフォルト） ひずみ速度の線形対数依存性。 = *2* ひずみ速度の2次対数依存性。 （整数）	
I_{fail_II}	fG_{II}によって定義される破壊基準： = *1*（デフォルト） 破壊エネルギーの比率。 = *2* 破壊変位の比率。 （整数）	

例

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
                  Mg                  mm                   s
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/LAW116/3/1
MAT_COHESIVE_MIXED_MODE_ELASTOPLASTIC_RATE
#              RHO_I
                1.2E-9
#                  E1                  E2              Thick     Imass      Idel     Icrit
                 3000                1000              0.200         2         1         0
#             GC1_INI             GC1_INF             SRATG1                FG1
                2.000               3.000              1.500                0.7
#             GC2_INI             GC2_INF             SRATG2                FG2
                9.00                   0                  0                0.4
#              SIGA1               SIGB1              SRATE1   Iorder1    Ifail1
                33.00               1.500          2.50000E-5         1         2
#              SIGA2               SIGB2              SRATE2   Iorder2    Ifail2
                26.00               1.300          1.00000E-5         1         2
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#enddata
```

コメント

1. 弾性剛性は次のように定義されます：

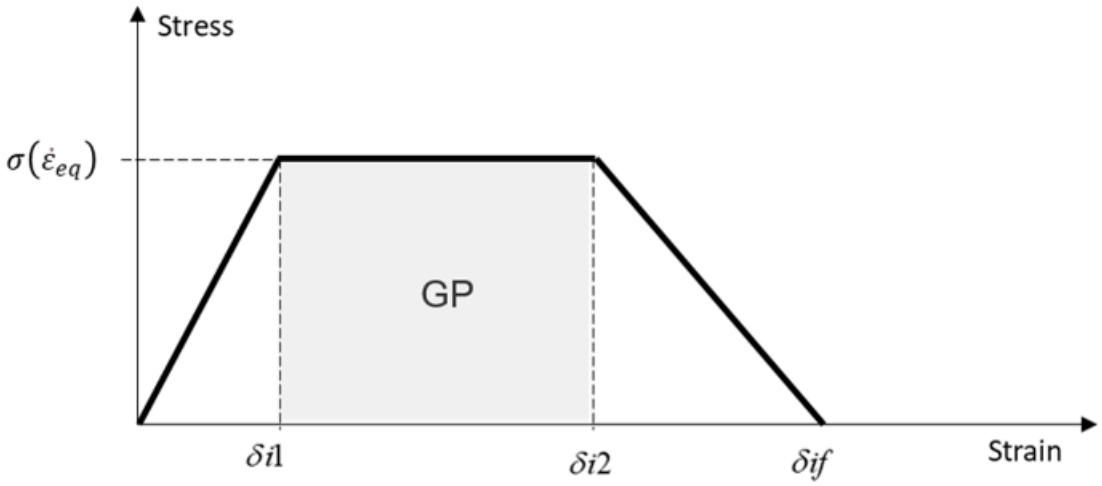


図 *161:*

ここで、

GP	一定応力下の塑性エネルギー
GC	全エネルギー
i**={I,II}**	モードI（法線）とモードII（せん断）

引張分離則の形状は次のように定義されます：

- 破壊エネルギーの比率によって定義される破壊基準（I_{fail_i}=1）

$$0 \le fG_i = \frac{GC_i(\dot{\varepsilon}_{eq})}{GC_i(\dot{\varepsilon}_{eq})} < 1 - \frac{\sigma(\dot{\varepsilon}_{eq})^2}{2GC_i(\dot{\varepsilon}_{eq})E_i} < 1 \quad (599)$$

- 破壊変位の比率によって定義される破壊基準（I_{fail_i}=2）

$$0 \le fG_i = \frac{\delta_{i2} - \delta_{i1}}{\delta_{if} - \delta_{i1}} < 1 \quad (600)$$

2. 降伏応力は次のように定義されます：

- I_{order_i}=1の場合：

$$\sigma(\dot{\varepsilon}_{eq}) = \sigma_{A\_i} + \sigma_{B\_i}\left[\max\left(0, \ln\left(\frac{\dot{\varepsilon}_{eq}}{\dot{\varepsilon}_i}\right)\right)\right] \quad (601)$$

- I_{order_i}=2の場合：

$$\sigma(\dot{\varepsilon}_{eq}) = \sigma_{A\_i} + \sigma_{B\_i}\left[\max\left(0, \ln\left(\frac{\dot{\varepsilon}_{eq}}{\dot{\varepsilon}_i}\right)\right)\right]^2 \quad (602)$$

ここで、i={I,II}、モードIとモードII。

3. 相当ひずみ速度は次のように定義されます：

$$\dot{\varepsilon}_{eq} = \frac{\sqrt{\dot{\Delta}^2_I + \dot{\Delta}^2_{II}}}{Thick} \quad (603)$$

ここで、

$\dot{\Delta}_I$ 法線速度。

$\dot{\Delta}_{II}$ せん断速度。

4. 速度依存の破壊エネルギーは次のように定義されます：

$$GC_i(\dot{\varepsilon}_{eq}) = GC_{i\_ini} + \left(GC_{i\_\inf} - GC_{i\_ini}\right)\exp\left(-\frac{\dot{\varepsilon}_{G_i}}{\dot{\varepsilon}_{eq}}\right) \quad (604)$$

ここで、i={I,II}、モードIとモードII。

5. 降伏応力と損傷則を以下に示します：

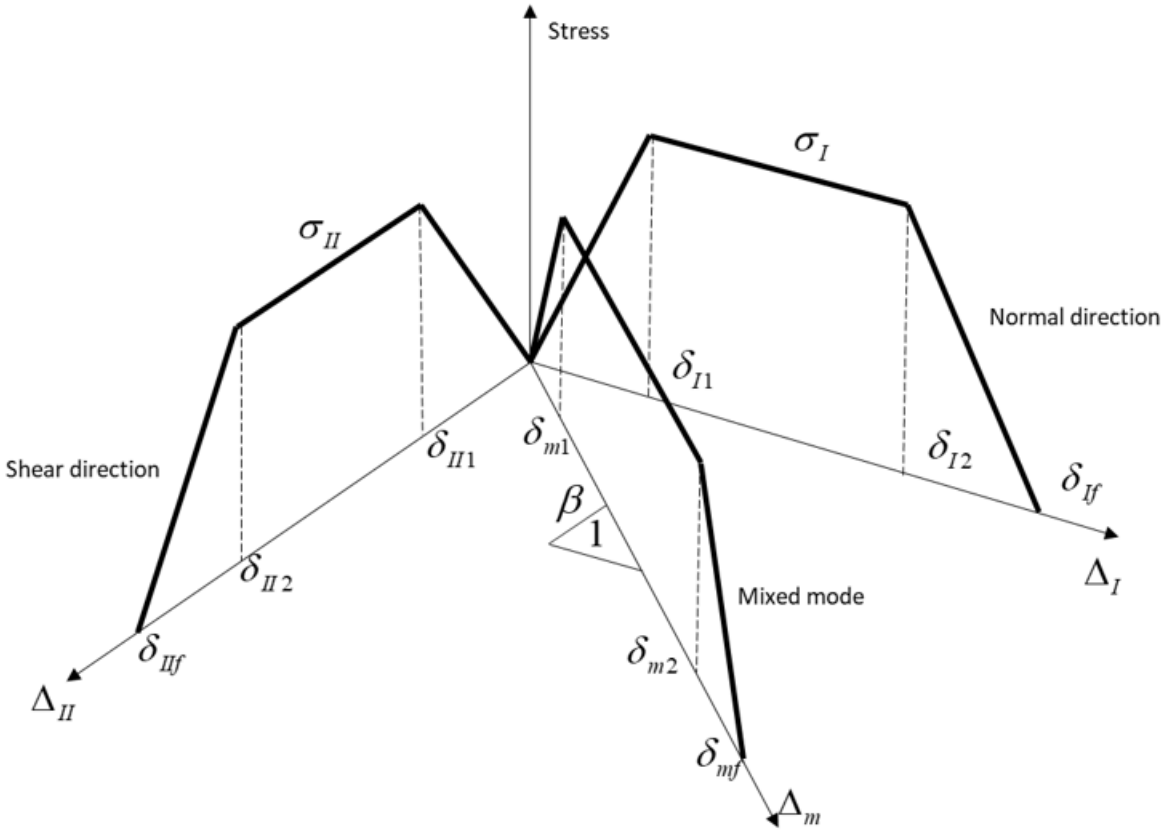


図 *162:*

6. 2次公称応力に基づいた降伏と損傷の場合（*Icrit*=1）：

- 混合モードの降伏開始変位は次のとおりです：

$$\delta_{m1} = \delta_{I1}\delta_{II1}\sqrt{\frac{1+\beta^2}{\delta_{II1}^2 + (\beta.\delta_{I1})^2}} \quad (605)$$

ここで、

$\delta_{i1} = \frac{\sigma_i}{E_i}$ i={I,II}、モードIとモードII。

$$\beta = \frac{\Delta_{II}}{\Delta_I}$$

- 混合モードの損傷開始は次のとおりです：

$$\delta_{m2} = \delta_{I2}\delta_{II2}\sqrt{\frac{1+\beta^2}{\delta_{II2}^2+(\beta.\delta_{I2})^2}} \quad (606)$$

ここで、

$\delta_{i2} = \delta_{i1} + \frac{f G_i.GC_i}{\sigma_i}$ i={I,II}、モードIとモードII。

7. 2次公称応力に基づいた降伏と損傷の場合（*Icrit*=2）。

- 混合モードの降伏開始変位は次のとおりです：

$\beta \le \frac{\delta_{II1}}{\delta_{I1}}$の場合、

$$\delta_{m1} = \delta_{I1}.\sqrt{1+\beta^2} \quad (607)$$

$\beta > \frac{\delta_{II1}}{\delta_{I1}}$の場合、

$$\delta_{m1} = \frac{\delta_{II1}}{\beta}.\sqrt{1+\beta^2} \quad (608)$$

ここで、

$$\beta = \frac{\Delta_{II}}{\Delta_I}$$

Δ_I 変位はモードI（法線）です。

Δ_{II} 変位はモードII（せん断）です。

- 混合モードの損傷開始は次のとおりです：

$\beta \le \frac{\delta_{II2}}{\delta_{I2}}$の場合、

$$\delta_{m2} = \delta_{I2}.\sqrt{1+\beta^2} \quad (609)$$

$\beta > \frac{\delta_{II2}}{\delta_{I2}}$の場合、

$$\delta_{m2} = \frac{\delta_{II2}}{\beta}.\sqrt{1+\beta^2} \quad (610)$$

8. 混合モードの最終損傷は次のとおりです（*Icrit*=1,2）：

$$\delta_{mf} = \frac{\delta_{m1}.(\delta_{m1}-\delta_{m2})E_I GC_{II}\cos^2\gamma + GC_I.(2GC_{II} + \delta_{m1}.(\delta_{m1}-\delta_{m2})E_{II}\sin^2\gamma)}{\delta_{m1}(E_I GC_{II}\cos^2\gamma + E_{II}GC_I\sin^2\gamma)} \quad (611)$$

ここで、

$$\gamma = \arccos(\frac{\Delta_I}{\Delta_m})$$

Δ_m 変位は混合モードです。

9. 塑性ひずみは次のように定義されます:

- モードI:

$$\Delta p_I = \max\left(\Delta p_I(t-1), \Delta p_I - \delta_{m1}\cos\gamma, 0\right) \quad (612)$$

ここで、$(t-1)$は前の時間ステップの値です。

- モードII:

次の場合; $\sqrt{\left(\Delta_{II-1} - \Delta p_{II-1}(t-1)\right)^2 + \left(\Delta_{II-2} - \Delta p_{II-2}(t-1)\right)^2} > \delta_{m1}$

せん断面内の方向1および2のそれぞれについて、塑性ひずみが計算されます。

$$\Delta p_{II-1} = \Delta p_{II-1}(t-1) + \Delta_{II-1} - \Delta_{II-1}(t-1) \quad (613)$$

$$\Delta p_{II-2} = \Delta p_{II-2}(t-1) + \Delta_{II-2} - \Delta_{II-2}(t-1) \quad (614)$$

10. 応力値は、損傷開始から最終損傷まで直線的に低減されます($\Delta_m > \delta_{m2}$)。

$$D = \max\left(\frac{\Delta_m - \delta_{m2}}{\delta_{mf} - \delta_{m2}}, D(t-1), 0\right) \quad (615)$$

応力の低減は、法線方向では次のように計算されます:

$\Delta_I > \Delta p_I$の場合、$\sigma_I = E_I\left(\Delta_I - \Delta p_I\right)$です。

上記以外の場合は、$\sigma_I = E_I(1-D)\left(\Delta_I - \Delta p_I\right)$です。

せん断面内の方向1および2のそれぞれについて、次のようになります:

$$\sigma_{II-1} = E_{II}(1-D)\left(\Delta_{II-1} - \Delta p_{II-1}\right) \quad (616)$$

$$\sigma_{II-2} = E_{II}(1-D)\left(\Delta_{II-2} - \Delta p_{II-2}\right) \quad (617)$$

11. 結合要素は、$\Delta_m > \delta_{mf}$の場合に削除されます。

See Also

材料の適合性

Failure Models (Reference Guide)

/MAT/LAW117

ブロックフォーマットのキーワード
この材料則は、法線方向と接線方向の2モードにおける延性接着材料の構成関係を表します。この材料則では、材料の弾性および破壊応答をモデル化します。

この材料は、ソリッド六面体要素(/BRICK)とTYPE43プロパティ(粘着ソリッド)のみに適合します。この材料は、破壊モデルとの適合性はありません。すべての損傷と破壊は、この材料内で直接定義されます。

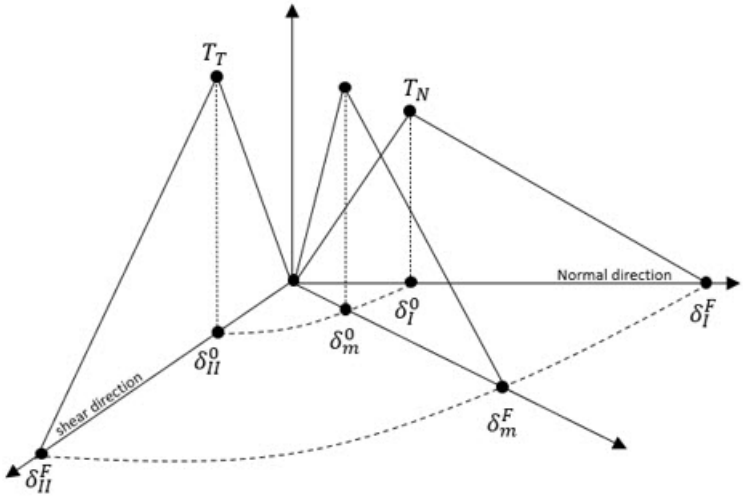


図 *163:* 混合モードモデルを表す図:

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW117/*mat_ID/unit_ID*									
mat_title									
ρ_i									
EN		*ET*		I_{mass}	I_{del}*DEL*	I_{rupt}			
Fct_TN	*Fct_TT*	*TN*		*TT*		*Fscale_x*			
GIC		*GIIC*		*EXP_G*		*EXP_BK*		*Gamma*	

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 (整数、最大10桁)	

フィールド	内容	**SI**単位の例
unit_ID	(オプション)単位識別子 (整数、最大10桁)	
mat_title	材料のタイトル (文字、最大100文字)	
ρ_i	初期密度。 (実数)	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
EN	粘着要素の平面に対して垂直方向の剛性。 (実数)	$\left[\frac{\mathrm{Pa}}{\mathrm{m}}\right]$
ET	粘着要素の平面内の剛性。 (実数)	$\left[\frac{\mathrm{Pa}}{\mathrm{m}}\right]$
I_{mass}	質量計算フラグ = *1*(デフォルト) 要素質量は密度と平均面積を使用して計算されます。 = *2* 要素質量は密度と体積を使用して計算される (整数)	
I_{del}*DEL*	要素を削除するための積分点の数を示す破壊フラグ(1～4)。 デフォルト = 1(整数)	
I_{rupt}	混合モードの変位則のフラグ。 = *1*(デフォルト) べき乗則 = *2* Benzeggage-Kenane (実数)	
Fct_TN	法線方向のピーク引張と要素メッシュサイズの関係を示す関数の識別子。 (整数)	
Fct_TT	接線方向のピーク引張と要素メッシュサイズの関係を示す関数の識別子。 (整数)	
TN	法線方向のピーク引張(デフォルト = 0)	$[\mathrm{Pa}]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
	または*Fct_TN*の縦軸スケールファクター（デフォルト = 1） （実数）	
TT	接線方向のピーク引張（デフォルト = 0） または*Fct_TT*の縦軸スケールファクター（デフォルト = 1） （実数）	[Pa]
Fscale_x	*Fct_TN*と*Fct_TT*の横軸スケールファクター。 デフォルト = 1（実数）	[m]
GIC	モードIのエネルギー解放率。 （実数）	[Pa.m]
GIIC	モードIIのエネルギー解放率。 （実数）	[Pa.m]
EXP_B	混合モードのべき乗則指数。 デフォルト = 2（実数）	
EXP_BK	混合モードのBenzeggage-Kenane指数。 （実数）	
Gamma	Benzeggage-Kenane則のGamma指数。 デフォルト = 1（実数）	

例

```
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
Units
                  kg                  mm                  ms
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/LAW117/1/1
CONNECT MATERIAL
#              RHO_I
              7.8E-6
#                EN                  ET      Imass      Idel      Irupt
                  5                 1.2          0         1          0
#    Fct_TN    Fct_TT                  TN                  TT           Fscale_x
         0         0                    2                 0.7                 0
#                 GIC                GIIC               EXP_B              EXP_BK                Gamma
                    1                1.75                   2                   2                    1
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
/END
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. モードIは法線方向であり、モードIIはせん断方向です。δ_Iは、δ_{zz}方向に等しい法線方向の分離です。δ_{II} は、接線方向の分離と等しくなります（$\delta_{II}=\sqrt{\delta_{yz}+\delta_{zx}}$）。混合モードの変位は、$\delta_m$と表されます。
2. モードIとモードIIの損傷開始変位は、それぞれ$\delta_I^0=\frac{T_N}{EN}$と$\delta_{II}^0=\frac{T_T}{ET}$であり、混合モードでは次のとおりです：

$$\delta_m^0=\delta_I^0\cdot\delta_{II}^0\cdot\sqrt{\frac{1+\beta^2}{\left(\delta_{II}^0\right)^2+\left(\beta\cdot\delta_I^0\right)^2}} \tag{618}$$

ここで、モード混合$\beta=\frac{\delta_{II}}{\delta_I}$です。

3. 破壊時の最大変位δ_m^Fは、I_{rupt}=1の場合はべき乗則を使用して計算できます：

$$\delta_m^F=\frac{2\left(1+\beta^2\right)}{\delta^0}\cdot\left[\left(\frac{EN}{GIC}\right)^{EXP\_G}+\left(\frac{\beta\cdot ET}{GIIC}\right)^{EXP\_G}\right]^{\left(\frac{1}{EXP\_G}\right)} \tag{619}$$

I_{rupt} =2の場合は、Benzeggage-Kenane則を使用して計算できます：

$$\delta_m^F=\frac{2}{\delta^0\left(\frac{1}{1+\beta^2}\cdot EN^\gamma+\frac{\beta^2}{1+\beta^2}\cdot ET^\gamma\right)^{\frac{1}{\gamma}}}\cdot\left[GIC+\left(GIIC-GIC\right)\left(\frac{\beta^2\cdot ET}{EN+\beta^2\cdot ET}\right)^{EXP\_BK}\right] \tag{620}$$

4. *GIC*と*GIIC*はそれぞれモードIとモードIIのピーク引張と最大変位の間のエネルギー解放率です。

$GIC=\frac{TN\cdot\delta_I^F}{2}$ および $GIIC=\frac{TT\cdot\delta_{II}^F}{2}$

See Also

2022の新しいキーワード

材料の適合性

Failure Models (Reference Guide)

その他の材料

これらの材料は、その他の材料を表現するのに使用できます。

/MAT/LAW0 (VOID)

ブロックフォーマットのキーワード
この材料はボイドまたは空のスペースとして働く要素を定義するのに用います。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW0/*mat_ID*/*unit_ID*または/MAT/VOID/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									

オプション

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
ρ		E		υ					

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
ρ	初期密度 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
E	ヤング率 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
υ	ポアソン比	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（実数）	

例（鋼材）

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
                    Mg                      mm                      s
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/VOID/1/1
Void
#                 RHO                       E                      Nu
              7.85E-9                  210000                     0.3
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
/END
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. law、*mat_ID*、および*mat_title*のみが使用されます（キーワード材料をご参照ください）。
2. この追加データを使用すると、ボイド材料とボイドプロパティによってインターフェースを定義できます。これにより、あらゆる種類のインターフェースの入力（I_{gap}*GAP* =1、剛性係数としての*StfacSTFAC*等）を使用できるようになります。
3. 接触剛性は、*E*、υ、および*t*（プロパティの板厚）が指定された場合のみ正しく計算されます。
4. ボイド材料の密度が定義された場合は、運動エネルギー計算で材料の質量が考慮されます。

See Also

材料の適合性
Failure Models (Reference Guide)
Void Materials (LAW0) (Theory Manual)

/MAT/LAW1 (ELAST)

ブロックフォーマットのキーワード
このキーワードは、フックの法則を使用して等方性の線形弾性材料を定義します。この材料則は応力とひずみの間の線形関係を表します。トラス、ビーム（タイプ3のみ）、シェルとソリッド要素に使用可能です。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW1/*mat_ID*/*unit_ID*または/MAT/ELAST/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
ρ_i									
E		υ							

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
E	ヤング率 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
υ	ポアソン比 （実数）	

例（弾性-鋼）

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
                  Mg                    mm                    s
```

```
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/ELAST/1/1
Steel
#              RHO_I
            7.85E-9                   0
#                   E                  nu
             210000                  .3
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
/END
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. この材料則は、純弾性材料をモデル化する際に使用されます。材料の剛性は、ヤング率(*E*)とポアソン比(*υ*)という2つの値のみで決定されます。せん断係数(*G*)は、次に示すように、*E*と*ν*を使用して計算できます:

$$G = \frac{E}{2(1+\nu)} \tag{621}$$

2. 応力-ひずみ関係は次のように表されます:

$$\begin{bmatrix} \varepsilon_{11} \\ \varepsilon_{22} \\ \varepsilon_{33} \\ 2\varepsilon_{23} \\ 2\varepsilon_{31} \\ 2\varepsilon_{12} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \varepsilon_{11} \\ \varepsilon_{22} \\ \varepsilon_{33} \\ \gamma_{23} \\ \gamma_{31} \\ \gamma_{12} \end{bmatrix} = \frac{1}{E} \begin{bmatrix} 1 & -\nu & -\nu & 0 & 0 & 0 \\ -\nu & 1 & -\nu & 0 & 0 & 0 \\ -\nu & -\nu & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 2(1+\nu) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 2(1+\nu) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2(1+\nu) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sigma_{11} \\ \sigma_{22} \\ \sigma_{33} \\ \sigma_{23} \\ \sigma_{31} \\ \sigma_{12} \end{bmatrix} \tag{622}$$

3. 密度の値は明示的シミュレーションで常に使用されます。この値は、準静的解析でより適切な収束を得るために、静的な暗黙的シミュレーションで使用されることもあります。
4. グローバル積分アプローチは、シェル厚全体の積分点の数が*NP*=1(膜)と異なる場合に、LAW1とシェル要素(/PROP/TYPE1(SHELL))に適用されます。

> **注:** グローバル積分の場合は破壊モデルが使用できません。このような場合は、降伏応力が非常に高いLAW2とLAW27がLAW1の代わりとして使用されます。

See Also

材料の適合性
Failure Models (Reference Guide)
RD-E:1000: 曲げ
RD-E:1200 ジャンプする自転車
RD-E:1801 正方形板のねじり
RD-E:2000 アイスキューブ
RD-E:3900 バイオメディカルバルブ
RD-E:4400 AMSを用いたブロー成型

/MAT/LAW71

ブロックフォーマットのキーワード
この材料則は超弾性材料の挙動を記述します。この材料則を使用して、ニチノールなどの形状記憶合金の挙動をモデル化できます。

これらの材料の特徴は、大きな変形が発生しても除荷するとすべてのひずみが回復する点にあります。また、これらの材料は、載荷と除荷の完全なサイクルにおいてヒステリシス応答を示します。この完全回復は、微細構造の相変化に起因しています。このモデルは、1997年のAuricchioらの研究に基づいています。この材料則は、ソリッド要素およびシェル要素と適合性があります。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW71/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
ρ_i									
E		υ		*E_mart*					
σ_S^{AS}		σ_F^{AS}		σ_S^{SA}		σ_F^{SA}		α	
EpsL		*CAS*		*CSA*		*TS_AS*		*TF_AS*	
TS_SA		*TF_SA*		C_p		T_{ini}*INI*			

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right]$
E	ヤング率 （実数）	[Pa]

フィールド	内容	**SI**単位の例
υ	ポアソン比 （実数）	
E_mart	マルテンサイトヤング率 デフォルト = 0.0（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
σ_S^{AS}	オーステナイトからマルテンサイトへの相変態（AS）の開始を定義する材料パラメータ。1 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
σ_F^{AS}	オーステナイトからマルテンサイトへの相変態（AS）の終了を定義する材料パラメータ。1 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
σ_S^{SA}	マルテンサイトからオーステナイトへの相変態（SA）の開始を定義する材料パラメータ。1 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
σ_F^{SA}	マルテンサイトからオーステナイトへの相変態（SA）の終了を定義する材料パラメータ。1 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
α	引張と圧縮での応答の違いを評価する材料パラメータ。 デフォルト = 0（実数）	
EpsL	最大残留ひずみ 2 （実数）	
CAS	載荷中の温度に対する応力の比率。 デフォルト = 0（実数）	$\left[\frac{\mathrm{Pa}}{\mathrm{K}}\right]$
CSA	除荷中の温度に対する応力の比率。 デフォルト = 0（実数）	$\left[\frac{\mathrm{Pa}}{\mathrm{K}}\right]$
TS_AS	変態（AS）の開始の基準温度。 デフォルト = 298K（実数）	$[\mathrm{K}]$
TF_AS	変態（AS）の終了の基準温度。 デフォルト = 298K（実数）	$[\mathrm{K}]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
TS_SA	変態(SA)の開始の基準温度。 デフォルト = 298K(実数)	[K]
TF_SA	変態(SA)の終了の基準温度。 デフォルト = 298K(実数)	[K]
C_p	比熱容量。 デフォルト = 10^{30}(実数)	$\left[\frac{J}{kg \cdot K}\right]$
T_{ini}*INI*	初期温度。 デフォルト = 360K(実数)	[K]

例

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
                  Mg                  mm                   s
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/LAW71/1/1
metal
#              RHO_I
             6.50E-9
#                  E                  Nu              E_mart
               62500                  .3               51000
#           sig_AS_s            sig_AS_f            sig_SA_s            sig_SA_f              alpha
                450                 600                 300                 200               0.20
#               EpsL                 CAS                 CSA               TS_AS              TF_AS
              0.045                   1                   1                 383                343
#              TS_SA               TF_SA                  CP                TINI
                363                 403                 837                 360
#ENDDATA
/END
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. *E_mart*=0の場合、ヤング率は、一定であり、Eに等しく、材料の相分率に依存しないと見なされます。
2. 相変態の開始と終了を定義するさまざまな応力σ_S^{SA}、σ_F^{AS}、σ_S^{SA}およびσ_F^{SA}は、残留ひずみと並んで、単軸の引張テストに対応しています。

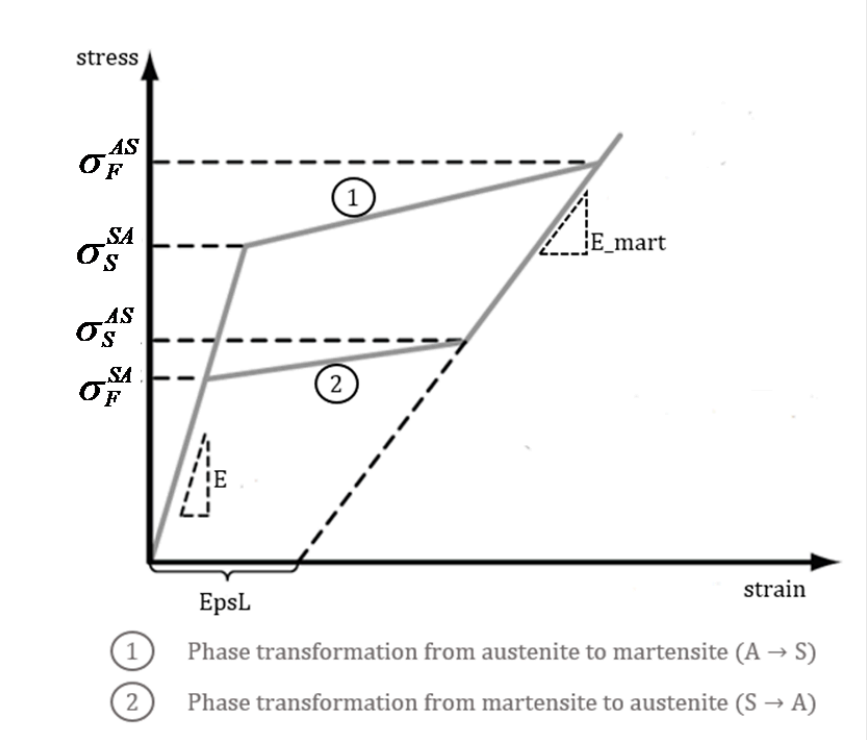


図 *164:*

3. パラメータα は、以下の関係の引張$\left(\sigma_S^{AS}\right)_T$および圧縮$\left(\sigma_S^{AS}\right)_C$におけるオーステナイトからマルテンサイトへの相変態の初期値から計算されます。

$$\alpha = \sqrt{\frac{2}{3}} \frac{\left(\sigma_S^{AS}\right)_C - \left(\sigma_S^{AS}\right)_T}{\left(\sigma_S^{AS}\right)_C + \left(\sigma_S^{AS}\right)_T} \tag{623}$$

4. Drücker-Pragerタイプの載荷関数Fは、応力偏差s、圧力pおよび温度を使用して導入されます。

$$F = \|s\| + 3\alpha p \tag{624}$$

オーステナイトからマルテンサイトへの変態（A→S）またはマルテンサイトからオーステナイトへの変態（S→A）の開始点と最終点には、2つの関数が定義されています。

	（A→S）	**（S→A）**
変態の開始点	$F_S^{AS} = F - R_S^{AS}$ $R_S^{AS} = \sigma_S^{AS}\left(\sqrt{\frac{2}{3}} + \alpha\right) - C^{AS}\left(T - T_S^{AS}\right)$	$F_S^{SA} = F - R_S^{SA}$ $R_S^{SA} = \sigma_S^{SA}\left(\sqrt{\frac{2}{3}} + \alpha\right) - C^{SA}\left(T - T_S^{SA}\right)$
変態の最終点	$F_F^{AS} = F - R_F^{AS}$ $R_F^{AS} = \sigma_F^{AS}\left(\sqrt{\frac{2}{3}} + \alpha\right) - C^{AS}\left(T - T_F^{AS}\right)$	$F_F^{SA} = F - R_F^{SA}$ $R_F^{SA} = \sigma_F^{SA}\left(\sqrt{\frac{2}{3}} + \alpha\right) - C^{SA}\left(T - T_F^{SA}\right)$
条件	$F_S^{AS} > 0$	$F_S^{SA} < 0$

	(**A→S**)	(**S→A**)
	$F_F^{AS} < 0$ $\dot{F} > 0$	$F_F^{SA} > 0$ $\dot{F} < 0$
マルテンサイトの進展方程式	載荷時: $\dot{X}_m = (1 - X_m)\frac{\dot{F}}{F - R_F^{AS}}$	除荷時: $\dot{X}_m = X_m\frac{\dot{F}}{F - R_F^{SA}}$

$\sigma_S^{AS}, \sigma_F^{AS}, T_S^{AS}, T_F^{AS}, \alpha, C^{AS}, \sigma_S^{SA}, \sigma_F^{SA}, T_S^{SA}, T_F^{SA}, C^{SA}$ は材料パラメータです。オーステナイトからマルテンサイトへの変換は、上記の条件(表内)が確認されたときに行われます。

5. アニメーション出力(`/ANIM/BRICK/USRI`)のリスト:

   USR 1=マルテンサイト相の分率

   USR 2=載荷関数

   USR 3=除荷関数

See Also

材料の適合性

Failure Models (Reference Guide)

/MAT/LAW75 (POROUS)

ブロックフォーマットのキーワード
P-α多孔質材料モデルを記述します。この材料はHerrmannモデルでの延性多孔質材料を記述します。これは8節点3次元ソリッド要素のみで機能し、ALEとは適合性がありません。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW75/*mat_ID*/*unit_ID*または/MAT/POROUS/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
ρ_i									
E		υ							
mat_ID_s	$Iflag_1$	$Iflag_2$	ite_{max}						
P_E		P_s		n					
tol									

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
ρ_i	多孔質材料の初期密度 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
E	ヤング率 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
υ	ポアソン比 （実数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
mat_ID_s	ソリッド(完全にコンパクトな)材料の材料識別子 (整数)	
$Iflag_1$	圧力定式化フラグ = *1*(デフォルト) Herrmann [18] = *2* 修正Herrmann [19] (整数)	
$Iflag_2$	偏差応力定式化フラグ = *1*(デフォルト) 流体力学的 = *2* 弾性 (整数)	
ite_{max}	計算の最大反復回数 デフォルト = 5(整数)	
P_E	弾性コンパクト圧力 3 (実数)	[Pa]
P_s	ソリッド(マトリックス)コンパクト圧力 3 (実数)	[Pa]
n	実験用データのフィッティングに使用する指数 3 デフォルト = 2(実数)	
tol	計算の収束判定基準 $\frac{\lvert\Delta\alpha\rvert}{\alpha} < tol$ デフォルト = 10^{-8}(実数)	

例(多孔質土壌)

```
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. LOCAL_UNIT_SYSTEM:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
```

```
unit for mat
#              MUNIT                LUNIT               TUNIT
                   g                   cm                 mus
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  1. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/LAW75/1/1
porous soil
#               RHO_I
                  1.7
#                   E                    NU
                    3                    .3
#  MAT_IDs     IFLAG1     IFLAG2     ITEMAX
         2          1          2          0
#                  PE                    PS                   N
                  .01                   .05                   0
#                 TOL
                    0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/HYD_JCOOK/2/1
soil
#               RHO_I                RHO_O
          1.76000004                    0
#                   E                   nu
            3.5999999           .300000012
#                   A                    B                    n              epsmax              sigmax
                10000                    0                    0                   0                   0
#                Pmin
                    0
#                   C           EPS_DOT_0                    M               Tmelt                Tmax
                    0                    0                    0                   0                   0
#               RHOCP                                                         Troom
                    0                                                             0
/EOS/POLYNOMIAL/2/1
EOS for soil
#                  C0                   C1                   C2                  C3
                    0           2.81999993                    2               -1.37
#                  C4                   C5                   E0                 Psh               RHO_0
          1.53999996           1.53999996                    0                   0                   0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#enddata
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. 空隙率αは次のように定義されます：

$$\alpha = \frac{\rho_s}{\rho} \tag{625}$$

α ≥ 1 ($\rho_s \geq \rho$)である点にご留意ください。

ここで、

ρ_s	ソリッド（完全にコンパクトなマトリックス）材料の密度
ρ	多孔質材料の密度

2. ソリッド（マトリックス）材料のEOSが次の場合：

$$P = \mathrm{f}(\rho_s, e) \tag{626}$$

の場合、多孔質材料のEOSは次のようになります：

$P = \mathrm{f}(\alpha\rho, e)$	Herrmann定式の場合
$P = \frac{1}{\alpha}\mathrm{f}(\alpha\rho, e)$	修正Herrmann定式の場合

ここで(e)は、単位初期体積あたりの内部エネルギーです。これは多孔質材料でもソリッド（マトリックス）材料でも同じです。

3. $P < P_E$の場合、材料挙動は弾性で、$P > P_E$は塑性領域を記述します。

弾性領域では、圧力Pによる空隙率αの変化は可逆的です。

塑性領域での空隙率αは圧力に次のように依存すると仮定されます：

$$\alpha = 1 + (\alpha_P - 1)\left[\frac{P_S - P}{P_S - P_E}\right]^n \qquad (627)$$

ここで、

α_P	圧力が弾性コンパクト圧力に達する場所の空隙率 P_E
$\alpha = 1$	圧力はソリッド（マトリックス）コンパクト圧力に達します P_S
α_0	初期空隙率

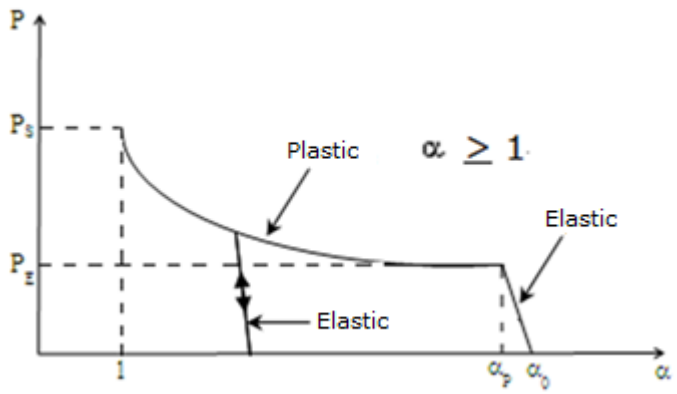


図 *165:*

See Also

材料の適合性

Failure Models (Reference Guide)

18. "Constitutive equation for the dynamic compaction of ductile porous materials", Herrmann W., J. Applied Physics 40, 1969
19. "Static and dynamic pore collapse relations for ductile porous materials", Carroll M.M., Holt A.C., J. Applied Physics 43, 1972

/MAT/LAW108 (SPR_GENE)

ブロックフォーマットのキーワード
このスプリング材料は、6種類の独立した変形モードで機能し、非線形剛性、減衰、さまざまな除荷を考慮しています。

変形、荷重、エネルギーに基づく破壊基準を使用できます。多くの場合、2つのパートのジョイント結合をモデル化するには、一般的なスプリング材料を使用します。この材料は、スプリングのプロパティ/PROP/TYPE23 (SPR_MAT)を参照する/PARTに割り当てる必要があります。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW108/*mat_ID*/*unit_ID*または/MAT/SPR_GENE/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
ρ									
I_{fail}FAIL	I_{equil}EQUIL	I_{fail2}							

Loading index=1:X方向の並進

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
K_1*1*		C_1*1*		A_1*1*		B_1*1*		D_1*1*	
fct_ID$_{11}$	H_1*1*	*fct_ID*$_{21}$	*fct_ID*$_{31}$	*fct_ID*$_{41}$		$\delta^1_{\min}$		$\delta^2_{\max}$	
F_1*1*		E_1*1*		*Ascale*$_1$		*Hscale*$_1$			

Loading index=2:Y方向の並進

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
K_2*2*		C_2*2*		A_2*2*		B_2*2*		D_2*2*	
fct_ID$_{12}$	H_2*2*	*fct_ID*$_{22}$	*fct_ID*$_{32}$	*fct_ID*$_{42}$		$\delta^2_{\min}$		$\delta^2_{\max}$	
F_2*2*		E_2*2*		*Ascale*$_2$		*Hscale*$_2$			

Loading index=3:Z方向の並進

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
K_3*3*		C_3*3*		A_3*3*		B_3*3*		D_3*3*	
fct_ID$_{13}$	H_3*3*	*fct_ID*$_{23}$	*fct_ID*$_{33}$	*fct_ID*$_{43}$		$\delta^3_{\min}$		$\delta^3_{\max}$	

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$F_3 3$		$E_3 3$		$Ascale_3$		$Hscale_3$			

Loading index=4：X軸を中心とした回転

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$K_4 4$		$C_4 4$		$A_4 4$		$B_4 4$		$D_4 4$	
fct_ID_{14}	$H_4 4$	fct_ID_{24}	fct_ID_{34}	fct_ID_{44}		$\theta^4_{\min}$		$\theta^4_{\max}$	
$F_4 4$		$E_4 4$		$Ascale_4$		$Hscale_4$			

Loading index=5：Y軸を中心とした回転

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$K_5 5$		$C_5 5$		$A_5 5$		$B_5 5$		$D_5 5$	
fct_ID_{15}	$H_5 5$	fct_ID_{25}	fct_ID_{35}	fct_ID_{45}		$\theta^5_{\min}$		$\theta^5_{\max}$	
$F_5 5$		$E_5 5$		$Ascale_5$		$Hscale_5$			

Loading index=6：Z軸を中心とした回転

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$K_6 6$		$C_6 6$		$A_6 6$		$B_6 6$		$D_6 6$	
fct_ID_{16}	$H_6 6$	fct_ID_{26}	fct_ID_{36}	fct_ID_{46}		$\theta^6_{\min}$		$\theta^6_{\max}$	
$F_6 6$		$E_6 6$		$Ascale_6$		$Hscale_6$			

力のフィルタリング

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$F_{smooth}smoo$	$F_{cut}CUT$								

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
prop_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
prop_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
ρ	密度 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
I_{fail}*FAIL*	破壊基準 *= 0* 1方向基準 *= 1* 多方向基準 （整数）	
I_{equil}*EQUIL*	つり合いフラグ 5 6 *= 0* つり合いません *= 1* 力とモーメントはつり合います （整数）	
I_{fail2}	破壊モデルフラグ *= 0*（デフォルト） 変位と回転の基準 *= 1* 力の基準（モーメントの基準） *= 3* 内部エネルギー基準 （整数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
K_i	$fct_ID_{1i} = 0$の場合、線形載荷および除荷剛性。 $fct_ID_{1i} \neq 0$の場合、弾塑性スプリングの除荷剛性としてのみ使用されます。 *i*=1、2、3は並進自由度 *i*=4、5、6は回転自由度 （実数）	$\left[\frac{N}{m}\right]$: *i*=1、2、3の場合 $\left[\frac{Nm}{rad}\right]$: *i*=4、5、6の場合
C_i	減衰 *i*=1、2、3は並進自由度 *i*=4、5、6は回転自由度 （実数）	$\left[\frac{Ns}{m}\right]$: *i*=1、2、3の場合 $\left[\frac{Nms}{rad}\right]$: *i*=4、5、6の場合
A_i	非線形剛性関数スケールファクター *i*=1、2、3は並進自由度 *i*=4、5、6は回転自由度 デフォルト = 1.0（実数）	$[N]$: *i*=1、2、3の場合 $[Nm]$: *i*=4、5、6の場合
B_i	対数速度効果スケールファクター *i*=1、2、3は並進自由度 *i*=4、5、6は回転自由度 デフォルト = 0.0（実数）	$[N]$: *i*=1、2、3の場合 $[Nm]$: *i*=4、5、6の場合
D_i	対数速度効果スケールファクター *i*=1、2、3は並進自由度 *i*=4、5、6は回転自由度 デフォルト = 1.0（実数）	$\left[\frac{m}{s}\right]$: *i*=1、2、3の場合 $\left[\frac{rad}{s}\right]$: *i*=4、5、6の場合
fct_ID_{1i}	非線形剛性$f()$を定義する関数の識別子。7 *= 0* 剛性*K*の線形スプリング。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	$H_1 1$ = 4の場合：上方の降伏曲線を定義する関数識別子。 $H_1 1$ = 8の場合：関数は必須で力またはモーメント対スプリング長を定義します。 *i*=1、2、3は並進自由度 *i*=4、5、6は回転自由度 （整数）	
H_i	非線形スプリングの非線形スプリングの硬化フラグ。 *=0* 弾性スプリング *=1* 等方硬化を伴う非線形弾塑性スプリング *=2* 分離硬化を伴う非線形弾塑性スプリング *=4* 移動硬化を伴う非線形弾塑性スプリング *=5* 非線形除荷を伴う非線形弾塑性スプリング *=6* 等方硬化と非線形除荷を伴う非線形弾塑性スプリング *=7* 弾性ヒステリシスを伴う非線形弾塑性スプリング *i*=1、2、3は並進自由度 *i*=4、5、6は回転自由度 （整数）	
fct_ID_{2i}	スプリング速度の関数$g()$として力またはモーメントを定義する関数識別子。 *i*=1、2、3は並進自由度 *i*=4、5、6は回転自由度 （整数）	
fct_ID_{3i}	関数の識別子 *i*=1、2、3は並進自由度 *i*=4、5、6は回転自由度 $H_1 1$ = 4の場合：下方の降伏曲線を定義します。 $H_1 1$ = 5の場合：残差変位または回転対最大変位または回転を定義します。 $H_1 1$ = 6の場合：非線形除荷曲線を定義します。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	$H_1 1$ = 7の場合：非線形除荷曲線を定義します。 （整数）	
fct_ID_{4i}	非線形減衰h()の場合の関数の識別子。 i=1、2、3は並進自由度 i=4、5、6は回転自由度 （整数）	
$\delta^i_{\min}$	負の並進破壊限界 i=1、2、3は並進自由度 i=4、5、6は回転自由度 デフォルト = -10^{30}（実数）	
	I_{fail2} = 0の場合：破壊変位	[m]
	I_{fail2} = 1の場合：破壊の力	[N]
	I_{fail2} = 2の場合：破壊内部エネルギー	[J]
$\theta^i_{\min}$	負の回転破壊限界 i=1、2、3は並進自由度 i=4、5、6は回転自由度 デフォルト = -10^{30}（実数）	
	I_{fail2} = 0の場合：破壊回転	[rad]
	I_{fail2} = 1の場合：破壊モーメント	[N · m]
	I_{fail2} = 2の場合：破壊内部エネルギー	[J]
$\delta^i_{\max}$	正の並進破壊限界 i=1、2、3は並進自由度 i=4、5、6は回転自由度 デフォルト = 10^{30}（実数）	
	I_{fail2} = 0の場合：破壊変位	[m]
	I_{fail2} = 1の場合：破壊の力	[N]
	I_{fail2} = 2の場合：破壊内部エネルギー	[J]

フィールド	内容	**SI**単位の例
$\theta^i_{\max}$	正の回転破壊限界 i=1、2、3は並進自由度 i=4、5、6は回転自由度 デフォルト = -10^{30}（実数）	
	I_{fail2} = 0の場合：破壊回転	$[\mathrm{rad}]$
	I_{fail2} = 1の場合：破壊モーメント	$[\mathrm{N \cdot m}]$
	I_{fail2} = 2の場合：破壊内部エネルギー	$[\mathrm{J}]$
F_i	gとhの減衰関数の横軸に対するスケールファクター i=1、2、3は並進自由度 i=4、5、6は回転自由度 デフォルト = 1.0（実数）	$\left[\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\right]$： i=1、2、3の場合 $\left[\frac{\mathrm{rad}}{\mathrm{s}}\right]$： i=4、5、6の場合
E_i	減衰の関数gの縦軸のスケールファクター。 i=1、2、3は並進自由度 i=4、5、6は回転自由度 （実数）	$[\mathrm{N}]$： i=1、2、3の場合 $[\mathrm{Nm}]$： i=4、5、6の場合
$Ascale_i$	剛性の関数fの横軸のスケールファクター。 i=1、2、3は並進自由度 i=4、5、6は回転自由度 デフォルト = 1.0（実数）	$[\mathrm{m}]$： i=1、2、3の場合 $[\mathrm{rad}]$： i=4、5、6の場合
$Hscale_i$	減衰関数hの縦軸のスケールファクター i=1、2、3は並進自由度 i=4、5、6は回転自由度 デフォルト = 1.0（実数）	$[\mathrm{N}]$： i=1、2、3の場合 $[\mathrm{Nm}]$： i=4、5、6の場合
F_{smooth}*smooth*	ひずみ速度平滑化フラグ	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= *0*（デフォルト） ひずみ速度スムージングは非アクティブ *=1* ひずみ速度スムージングはアクティブ （整数）	
F_{cut}*CUT*	ひずみ速度カット周波数 デフォルト = 10^{30}（実数）	[Hz]

例

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  1. LOCAL_UNIT_SYSTEM:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/2
units for material and property
                 kg                  mm                  ms
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PROP/TYPE23/6680004/2
SPOTWELD_NO_RUPTURE
#    Imass                         Area             Inertia   skew_ID   sens_ID    Isflag
         2                         8E+3                .002         0         0         0
/MAT/LAW108/6680004/2
TYPE8
#             Density
                1E-6
#    Ifail    Iequil    Ifail2
                  0
#               KTens               CTens               ATens               BTens               DTens
                  1.8                   0                   0                   0                   0
#  fct_ID1     HTens   fct_ID2   fct_ID3   fct_ID4               delta_minTens       delta_maxTens
                  0         0         0         0                           0                   0
#                 F                   E              Ascale             Hscalex
                  0                   0                   0                   0
#               KTens               CTens               ATens               BTens               DTens
                  .3                  0                   0                   0                   0
#  fct_ID1     HTens   fct_ID2   fct_ID3   fct_ID4               delta_minTens       delta_maxTens
                  0         0         0         0                           0                   0
#                 F                   E              Ascale             Hscalex
                  0                   0                   0                   0
#               KTens               CTens               ATens               BTens               DTens
                  1.8                 0                   0                   0                   0
#  fct_ID1     HTens   fct_ID2   fct_ID3   fct_ID4               delta_minTens       delta_maxTens
                  0         0         0         0                           0                   0
#                 F                   E              Ascale             Hscalex
                  0                   0                   0                   0
#                 K                   C                   A                   B                   D
    114.649681528662                  0                   0                   0                   0
#       N1          H         N2        N3        N4                    theta_min           theta_max
                  0         0         0         0                           0                   0
#                 F                   E              Ascale             Hscalex
                  0                   0                   0                   0
#                 K                   C                   A                   B                   D
    114.649681528662                  0                   0                   0                   0
#       N1          H         N2        N3        N4                    theta_min           theta_max
                  0         0         0         0                           0                   0
#                 F                   E              Ascale             Hscalex
                  0                   0                   0                   0
#                 K                   C                   A                   B                   D
    114.649681528662                  0                   0                   0                   0
#       N1          H         N2        N3        N4                    theta_min           theta_max
                  0         0         0         0                           0                   0
#                 F                   E              Ascale             Hscalex

#   ISTRAT             ASTRAT
         0                  0
```

```
#enddata
```

コメント

1. /PROP/TYPE23 (SPR_MAT)で使用した場合のこの材料則は、スプリングプロパティ/PROP/TYPE8 (SPR_GENE)と同様の動作となりますが、この材料では質量が密度と体積から計算されるか、密度、面積、および長さから計算される点が異なります。
2. 自由度(DOF)ごとに繰り返される入力*i*は、次の方向で定義されます:

   i=1: 引張 / 圧縮

   i=2: せん断xy

   i=3: せん断xz

   i=4: ねじり

   i=5: 曲げy

   i=6: 曲げz
3. このスプリングは、その初期長さがゼロである場合、またはその節点のいずれかがすべての方向に拘束されている場合にのみ使用します。その他の場合、力のつり合いは確実に得られますが、モーメントのつり合いは得られません。したがって、モーメントの計算が不正確になります。スプリングの初期長さがゼロではない場合は、/PROP/TYPE13 (SPR_BEAM)または/MAT/LAW113 (SPR_BEAM)を使用します。
4. このスプリングには、局所座標系で計算された6つの自由度として$\delta^1, \delta^2, \delta^3, \theta^4, \theta^5, \theta^6$があります。この局所座標系は、/SPRING *Skew_ID*を使用して要素ごとに定義できます。各要素に*Skew_ID*が指定されていない場合、*Skew_ID*を使用してローカル座標が/PROP/TYPE23 (SPR_MAT)に定義されます。座標が要素またはプロパティ内で指定されていない場合、グローバル座標が使用されます。
5. スプリングの力の符号(引張力または圧縮力)は、節点N1を基準とした節点N2の相対変位によって決まります。節点N1を基準とした節点N2の運動がスプリングの座標系の正方向であれば、スプリングには引張力が適用されています。節点N1を基準とした節点N2の運動がスプリングの座標系の負方向であれば、スプリングには圧縮力が適用されています。
6. I_{equil}*EQUIL* = 0(つり合っていない状態)であれば次の式が成り立ちます。

$$f(\theta) = M_{2y} = -M_{1y} \tag{628}$$

   M_{2y} は右記によるY方向モーメント; N_2

   M_{1y} は右記によるY方向モーメント; N_1

   I_{equil}*EQUIL* = 1(力とモーメントがそれぞれつり合っている場合)は次の式が成り立ちます。

$$-M_{1y} \neq M_{2y} \qquad -M_{1z} \neq M_{2z} \tag{629}$$

$$f(\theta) = \frac{M_{2y} - M_{1y}}{2} \tag{630}$$

   M_{2y} は右記によるY方向モーメント; N_2

   M_{1y} は右記によるY方向モーメント; N_1

   M_{2z} は右記によるZ方向モーメント; N_2

   M_{1z} は右記によるZ方向モーメント; N_1
7. 力とモーメントの計算
   - δ は並進自由度であり、次の設定でδ方向の力が計算されます。

$$F(\delta) = f\left(\frac{\delta^i}{Ascale_i}\right)\left[A_i + B_i \ln\left|\frac{\dot{\delta}^i}{D_i}\right| + E_i g\left(\frac{\dot{\delta}^i}{F_i}\right)\right] + C_i\dot{\delta}^i + Hscale_i h\left(\frac{\dot{\delta}^i}{F_i}\right)$$ で、i=1,2,3

- θ は回転自由度であり、次の設定でモーメントが計算されます。

  $$M(\theta) = f\left(\frac{\theta^i}{Ascale_i}\right)\left[A_i + B_i \ln\left|\frac{\dot{\theta}^i}{D_i}\right| + E_i g\left(\frac{\dot{\theta}^i}{F_i}\right)\right] + C_i\dot{\theta}^i + Hscale_i h\left(\frac{\dot{\theta}^i}{F_i}\right)$$ で、i=4,5,6

  ここで、

  δ^i $(-l_0 < \delta^i < +\infty)$は対応する並進自由度に対するスプリング要素の現在の長さlと初期の長さl_0との差です。

  θ^i は、対応する回転自由度に対するラジアンで表された相対角度です。

  線形スプリングの場合、$f(\delta)$, $g(\dot{\delta})$と$h(\dot{\delta})$, ($f(\theta)$, $g(\dot{\theta})$ and$h(\dot{\theta})$)は0の関数になり、A_i、B_i、E_i、および$Hscale_i$は考慮されません。

  剛性関数$f(\delta)$(または$f(\theta)$)が要求された場合、Kは除荷の勾配としてのみ使用されます。

  Kが関数$f(\delta)$または$f(\theta)$の最大勾配よりも低い場合(Kは降伏曲線の最大勾配と一致しません)、Kは降伏曲線の最大勾配に設定されます。

8. このようなスプリングで接続された節点の質量と慣性が確実にゼロ以外になるためには、`/PROP/TYPE23`の材料密度と慣性が0であってはならないことに注意してください。ただし、それらの節点が剛体のセカンダリ節点である場合を除きます(この場合、非現実的なほど高い剛性と減衰値が回避されます)。

このようなスプリングで接続された節点の質量と慣性がゼロの場合でも、センサーによってアクティブ化された剛体を除き、これらの節点は剛体のセカンダリ節点となることができます。Radioss Engineで剛体をOFFに設定することはできません。

このモデルで、密度が0または慣性が0のスプリングに基本時間ステップを使用することはできません。節点時間ステップまたはアドバンストマススケーリングを使用する必要があります。制御時間ステップが節点時間ステップに設定されていない場合、Radioss Engineのアドバンストマススケーリングも節点時間ステップも自動的にON になりません。

See Also

材料の適合性

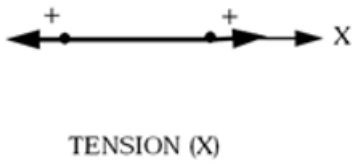
/MAT/LAW113 (SPR_BEAM)

ブロックフォーマットのキーワード
このビームタイプスプリング材料は、6種類の変形モードを持つビーム要素として機能します。このスプリングでは、非線形剛性、減衰、異なる除荷が考慮されます。

変形、荷重、エネルギーに基づく破壊基準を使用できます。この材料は、スプリングのプロパティ`/PROP/TYPE23 (SPR_MAT)`を参照する`/PART`に割り当てる必要があります。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
`/MAT/LAW113`/*mat_ID*/*unit_ID*または`/MAT/SPR_BEAM`/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
ρ									
I_{fail}FAIL	I_{leng}LENG	I_{fail2}							



TENSION (X)

Loading *index*=1：引張 / 圧縮

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
K_1*1*		C_1*1*		A_1*1*		B_1*1*		D_1*1*	
fct_ID$_{11}$	H_1*1*	*fct_ID*$_{21}$	*fct_ID*$_{31}$	*fct_ID*$_{41}$		$\delta^1_{\min}$		$\delta^1_{\max}$	
F_1*1*		E_1*1*		*Ascale*$_1$		*Hscale*$_1$			

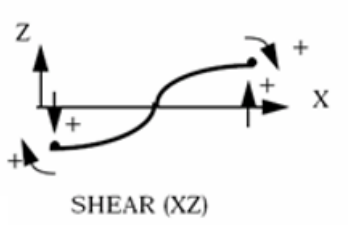


SHEAR (XY)

Loading *index*=2：せん断XY

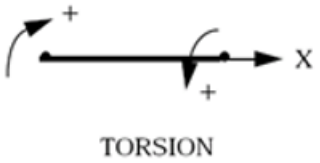
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
K_2*2*		C_2*2*		A_2*2*		B_2*2*		D_2*2*	
fct_ID$_{12}$	H_2*2*	*fct_ID*$_{22}$	*fct_ID*$_{32}$	*fct_ID*$_{42}$		$\delta^2_{\min}$		$\delta^2_{\max}$	

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$F_2 2$		$E_2 2$		$Ascale_2$		$Hscale_2$			



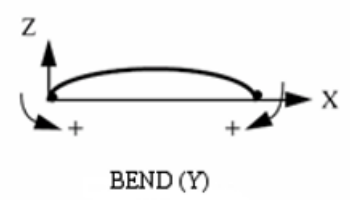
Loading *index*=3: Shear XZ

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$K_3 3$		$C_3 3$		$A_3 3$		$B_3 3$		$D_3 3$	
fct_ID_{13}	$H_3 3$	fct_ID_{23}	fct_ID_{33}	fct_ID_{43}		$\delta^3_{\min}$		$\delta^3_{\max}$	
$F_3 3$		$E_3 3$		$Ascale_3$		$Hscale_3$			



Loading *index*=4:ねじり

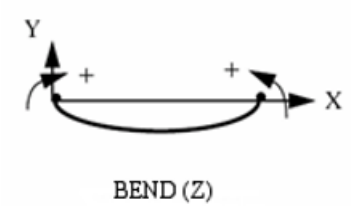
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$K_4 4$		$C_4 4$		$A_4 4$		$B_4 4$		$D_4 4$	
fct_ID_{14}	$H_4 4$	fct_ID_{24}	fct_ID_{34}	fct_ID_{44}		$\theta^4_{\min}$		$\theta^4_{\max}$	
$F_4 4$		$E_4 4$		$Ascale_4$		$Hscale_4$			



Loading *index*=5:Y方向の曲げ

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$K_5 5$		$C_5 5$		$A_5 5$		$B_5 5$		$D_5 5$	
fct_ID_{15}	$H_5 5$	fct_ID_{25}	fct_ID_{35}	fct_ID_{45}		$\theta^5_{\min}$		$\theta^5_{\max}$	

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$F_5 5$		$E_5 5$		$Ascale_5$		$Hscale_5$			



Loading *index*=6：Z方向の曲げ

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$K_6 6$		$C_6 6$		$A_6 6$		$B_6 6$		$D_6 6$	
fct_ID_{16}	$H_6 6$	fct_ID_{26}	fct_ID_{36}	fct_ID_{46}		$\theta^6_{\min}$		$\theta^6_{\max}$	
$F_6 6$		$E_6 6$		$Ascale_6$		$Hscale_6$			

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
v_0		ω_0		$F_{cut}CUT$		$F_{smooth}smoo$			
c_1		n_1		α_1		β_1			
c_2		n_2		α_2		β_2			
c_3		n_3		α_3		β_3			
c_4		n_4		α_4		β_4			
c_5		n_5		α_5		β_5			
c_6		n_6		α_6		β_6			

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
ρ	密度 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
I_{fail}*FAIL*	破壊基準 *= 0* 1方向基準 *= 1* 多方向基準 （整数）	
I_{leng}*LENG*	単位長さあたりの入力フラグ 4 5 *= 0* スプリングの剛性プロパティは、定義テーブルの指定内容で入力されます。 *= 1* スプリングプロパティは工学ひずみの関数です。 （整数）	
I_{fail2}	破壊モデルフラグ *= 0*（デフォルト） 変位と回転の基準 *= 1* 速度率効果を擁する変位と回転の基準 *= 2* 力とモーメントの基準 *= 3* 内部エネルギー基準 （整数）	
K_i	*fct_ID*$_{1i}$ = 0の場合：線形載荷および除荷剛性。 *fct_ID*$_{1i}$ ≠ 0の場合：弾塑性スプリングの除荷剛性としてのみ使用されます。 i =1、2、3は並進自由度 i =4、5、6は回転自由度	$\left[\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}\right]$ i = 1、2、3の場合

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（実数）	$\left[\frac{\mathrm{Nm}}{\mathrm{rad}}\right] i =$ 4、5、6の場合
C_i	減衰 i =1、2、3は並進自由度 i =4、5、6は回転自由度 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{Ns}}{\mathrm{m}}\right] i =$ 1、2、3の場合 $\left[\frac{\mathrm{Nms}}{\mathrm{rad}}\right] i =$ 4、5、6の場合
A_i	非線形剛性関数スケールファクター i =1、2、3は並進自由度 i =4、5、6は回転自由度 デフォルト = 1.0（実数）	$[\mathrm{N}] i =$ 1、2、3の場合 $[\mathrm{Nm}] i =$ 4、5、6の場合
B_i	対数速度効果スケールファクター i =1、2、3は並進自由度 i =4、5、6は回転自由度 デフォルト = 0.0（実数）	$[\mathrm{N}] i =$ 1、2、3の場合 $[\mathrm{Nm}] i =$ 4、5、6の場合
D_i	対数速度効果スケールファクター i =1、2、3は並進自由度 i =4、5、6は回転自由度 デフォルト = 1.0（実数）	$\left[\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\right] i =$ 1、2、3の場合 $\left[\frac{\mathrm{rad}}{\mathrm{s}}\right] i =$ 4、5、6の場合
fct_ID_{1i}	非線形剛性f()を定義する関数の識別子。 **= 0** 剛性Kの線形スプリング。 H_i =4の場合：関数は上方の降伏曲線を定義します。 H_i =8の場合：関数は必須で力またはモーメント対スプリング長を定義します。 i =1、2、3は並進自由度 i =4、5、6は回転自由度 （整数）	
H_i	スプリングの硬化 非線形スプリングのフラグ *= 0* 弾性スプリング	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 1 等方硬化を伴う非線形弾塑性スプリング *= 2* 分離硬化を伴う非線形弾塑性スプリング *= 4* 移動硬化を伴う非線形弾塑性スプリング *= 5* 非線形除荷を伴う非線形弾塑性スプリング *= 6* 等方硬化と非線形除荷を伴う非線形弾塑性スプリング *= 7* 弾性ヒステリシスを伴う非線形弾塑性スプリング i =1、2、3は並進自由度 i =4、5、6は回転自由度 （整数）	
fct_ID_{2i}	スプリングの速度の関数$g()$として力またはモーメントを定義する関数の識別子。 i =1、2、3は並進自由度 i =4、5、6は回転自由度 （整数）	
fct_ID_{3i}	関数の識別子 H_i =4の場合：下方の降伏曲線を定義します。 H_i =5の場合：残差変位または回転対最大変位または回転を定義します。 H_i =6の場合：非線形除荷曲線を定義します。 H_i =7の場合：非線形除荷曲線を定義します。 i =1、2、3は並進自由度 i =4、5、6は回転自由度 （整数）	
fct_ID_{4i}	非線形減衰$h()$の場合の関数の識別子。 i =1、2、3は並進自由度 i =4、5、6は回転自由度 （整数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
$\delta^i_{\min}$	負の並進破壊限界 i =1、2、3は並進自由度 デフォルト = -10^{30}(実数)	
	I_{fail2} = 0または1の場合:破壊変位	$[\mathrm{m}]$
	I_{fail2} = 2の場合:破壊の力	$[\mathrm{N}]$
	I_{fail2} = 3の場合:破壊内部エネルギー	$[\mathrm{J}]$
$\theta^i_{\min}$	負の回転破壊限界 i =4、5、6は回転自由度 デフォルト = -10^{30}(実数)	
	I_{fail2} = 0または1の場合:破壊回転	$[\mathrm{rad}]$
	I_{fail2} = 2の場合:破壊モーメント	$[\mathrm{N}\cdot\mathrm{m}]$
	I_{fail2} = 3の場合:破壊内部エネルギー	$[\mathrm{J}]$
$\delta^i_{\max}$	正の並進破壊限界 i =1、2、3は並進自由度 デフォルト = -10^{30}(実数)	
	I_{fail2} = 0または1の場合:破壊変位	$[\mathrm{m}]$
	I_{fail2} = 2の場合:破壊の力	$[\mathrm{N}]$
	I_{fail2} = 3の場合:破壊内部エネルギー	$[\mathrm{J}]$
$\theta^i_{\max}$	正の回転破壊限界 i =4、5、6は回転自由度 デフォルト = -10^{30}(実数)	
	I_{fail2} = 0または1の場合:破壊回転	$[\mathrm{rad}]$
	I_{fail2} = 2の場合:破壊モーメント	$[\mathrm{N}\cdot\mathrm{m}]$
	I_{fail2} = 3の場合:破壊内部エネルギー	$[\mathrm{J}]$
F_i	gとhの減衰関数の横軸に対するスケールファクター i =1、2、3は並進自由度 i =4、5、6は回転自由度	$\left[\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\right]$ i = 1、2、3の場合

フィールド	内容	**SI**単位の例
	デフォルト = 1.0（実数）	$\left[\frac{\text{rad}}{\text{s}}\right]$ i = 4、5、6の場合
E_i	減衰の関数gの縦軸のスケールファクター。 i =1、2、3は並進自由度 i =4、5、6は回転自由度 （実数）	$[\text{N}]$ i = 1、2、3の場合 $[\text{Nm}]$ i = 4、5、6の場合
$Ascale_i$	剛性の関数fの横軸のスケールファクター。 i =1、2、3は並進自由度 i =4、5、6は回転自由度 デフォルト = 1.0（実数）	$[\text{m}]$ i = 1、2、3の場合 $[\text{rad}]$ i = 4、5、6の場合
$Hscale_i$	減衰の関数hの縦軸のスケールファクター。 i =1、2、3は並進自由度 i =4、5、6は回転自由度 デフォルト = 1.0（実数）	$[\text{N}]$ i = 1、2、3の場合 $[\text{Nm}]$ i = 4、5、6の場合
v_0	基準並進速度 デフォルト = 1.0（実数）	$\left[\frac{\text{m}}{\text{s}}\right]$
ω_0	基準回転速度 デフォルト = 1.0（実数）	$\left[\frac{\text{rad}}{\text{s}}\right]$
F_{cut}*CUT*	ひずみ速度カット周波数 デフォルト = 10^{30}（実数）	$[\text{Hz}]$
F_{smooth}*smooth*	ひずみ速度平滑化フラグ *= 0*（デフォルト） ひずみ速度スムージングは非アクティブ *=1* ひずみ速度スムージングはアクティブ （整数）	
c_i	相対速度係数 i =1、2、3は並進自由度 i =4、5、6は回転自由度	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	デフォルト = 0.0(実数)	
	I_{fail2} = 0または1の場合:破壊変位または回転	$[\mathrm{m}]\ i$ = 1、2、3の場合 $[\mathrm{rad}]\ i$ = 4、5、6の場合
	I_{fail2} = 2の場合:破壊の力またはモーメント	$[\mathrm{N}]\ i$ = 1、2、3の場合 $[\mathrm{N\cdot m}]\ i$ = 4、5、6の場合
	I_{fail2} = 3の場合:破壊内部エネルギー係数	$[\mathrm{J}]$
n_i	相対速度指数 i =1、2、3は並進自由度 i =4、5、6は回転自由度 デフォルト = 0.0(実数)	
α_i	破壊スケールファクター i =1、2、3は並進自由度 i =4、5、6は回転自由度 デフォルト = 1.0(実数)	
β_i	指数 i =1、2、3は並進自由度 i =4、5、6は回転自由度 デフォルト = 2.0(実数)	

例

以下の例では、質量と慣性のほかに、このビームタイプのスプリング材料に6つの自由度の剛性を設定します。

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  1. LOCAL_UNIT_SYSTEM:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/2
units for material and property
                  Mg                  mm                   s
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PROP/SPR_MAT/26/2
SPOTWELD_NO_RUPTURE
#     Imass                        Volume             Inertia    skew_ID    sens_ID     Isflag
          2                             1            6.55E-6          0          0          0
/MAT/LAW113/26/2
```

```
SPOTWELD_NO_RUPTURE
              2E-6
#    Ifail     Ileng    Ifail2

#                K1                  C1                  A1                  B1                  D1
            100000                   0                   0                   0                   0
# fct_ID11        H1  fct_ID21  fct_ID31  fct_ID41                   delta_min1          delta_max1
         1         1         0         0         0                            0               .5E-1
#                F1                  E1             Ascale1             Hscale1
                  0                   0                   0                   0
#                K2                  C2                  A2                  B2                  D2
            500000                   0                   0                   0                   0
# fct_ID12        H2  fct_ID22  fct_ID32  fct_ID42                   delta_min2          delta_max2
         2         1         0         0         0                        -.5E-1               .5E-1
#                F2                  E2             Ascale2             Hscale2
                  0                   0                   0                   0
#                K3                  C3                  A3                  B3                  D3
            500000                   0                   0                   0                   0
# fct_ID13        H3  fct_ID23  fct_ID33  fct_ID43                   delta_min3          delta_max3
         2         1         0         0         0                        -.5E-2               .5E-2
#                F3                  E3             Ascale3             Hscale3
                  0                   0                   0                   0
#                K4                  C4                  A4                  B4                  D4
           5000000                   0                   0                   0                   0
# fct_ID14        H4  fct_ID24  fct_ID34  fct_ID44                   delta_min4          delta_max4
         0         1         0         0         0                         -.015                .015
#                F4                  E4             Ascale4             Hscale4
                  0                   0                   0                   0
#                K5                  C5                  A5                  B5                  D5
           5000000                   0                   0                   0                   0
# fct_ID15        H5  fct_ID25  fct_ID35  fct_ID45                   delta_min5          delta_max5
         0         1         0         0         0                         -.015                .015
#                F5                  E5             Ascale5             Hscale5
                  0                   0                   0                   0
#                K6                  C6                  A6                  B6                  D6
           5000000                   0                   0                   0                   0
# fct_ID16        H6  fct_ID26  fct_ID36  fct_ID46                   delta_min6          delta_max6
         0         1         0         0         0                         -.015                .015
#                F6                  E6             Ascale6             Hscale6
                  0                   0                   0                   0
#                V0              Omega0               F_cut    Fsmooth
                  0                   0                   0         0
#                 C                   n               alpha                beta
                  0                   0                   0                   0
                  0                   0                   0                   0
                  0                   0                   0                   0
                  0                   0                   0                   0
                  0                   0                   0                   0
                  0                   0                   0                   0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  7. FUNCTIONS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/1
spotweld tensile function
#                 X                   Y
              -250.0             -8250.0
               -0.25             -8250.0
                 0.0                 0.0
                0.25              8250.0
               250.0              8250.0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/2
Spotweld shear function
#                 X                   Y
              -250.0            -25000.0
               -0.25            -25000.0
                 0.0                 0.0
                0.25             25000.0
               250.0             25000.0
#enddata
```

コメント

1. /PROP/TYPE23 (SPR_MAT)で使用した場合のこの材料則は、スプリングプロパティ/PROP/SPR_BEAMと同様の動作となります。
2. 自由度(DOF)ごとに繰り返される入力*i*は、次の方向で定義されます:

   i=1: 引張 / 圧縮

   i=2: せん断xy

i=3: せん断xz

i=4: ねじり

i=5: 曲げy

i=6: 曲げz

3. スプリングの**X**方向は、スプリングの節点N1およびN2を使用して定義します。

スプリングの節点N3が定義されている場合、スプリングの$\mathbf{Y}'$方向は、スプリングの節点N1およびN3を使用して定義します。N3、N2、およびN1は線状になるべきではありません。

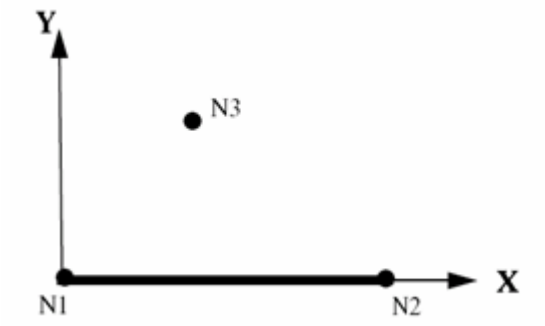


図 *166:*

- **Z**方向は次のようになります:

$$\mathbf{Z} = \mathbf{X} \wedge \mathbf{Y}' \tag{631}$$

- 要素の入力に節点N3の定義がなく、`/PROP/TYPE23 (SPR_MAT)`にスキューシステムが定義されている場合、**Z**方向は次のようになります:

$$\mathbf{Z} = \mathbf{X} \wedge \mathbf{Y}_{skew} \tag{632}$$

- 節点N3もスキューシステムも入力で定義されていない場合、**Z**方向は次のようになります:

$$\mathbf{Z} = \mathbf{X} \wedge \mathbf{Y}_{global} \tag{633}$$

スプリングの局所**X**座標の方向と$\mathbf{Y}_{global}$軸が同一線上にある場合を除き、次のようになります。

$$\mathbf{Z} = \mathbf{X} \wedge \mathbf{X}_{global} \tag{634}$$

最終的に**Y**方向は次のようになります:

$$\mathbf{Y} = \mathbf{Z} \wedge \mathbf{X} \tag{635}$$

4. I_{leng}*LENG* = 1の場合、スプリングの剛性プロパティはスプリングの初期長さに関連しています。次のとおり入力される必要があります:

$$K = k * l_0$$

$$C = c * l_0$$

各スプリングはモデル内で以下のプロパティを有するようになります:

$$k = \frac{K}{l_0}$$

$$c = \frac{C}{l_0}$$

ここで、

K および C	スプリングプロパティ欄に入力されるスプリングの値
k および c	スプリングの実際の物理的質量、慣性、剛性および減衰
l_0	スプリングの節点N1とN2の間の距離である初期スプリング長
$\delta^1_{\min}$ and $\delta^1_{\max}$	工学ひずみとして入力される破壊値

5. 力とモーメントの計算詳細については、ユーザーズガイドの剛性定式化をご参照ください。

I_{leng}*LENG* = 0で、並進自由度i=1、2、3の場合、変位を使用してスプリングの力を決定し、回転自由度i=4、5、6に対する回転角度（ラジアン）を使用してスプリングのモーメントを決定します。

スプリングの力とモーメントの値は次のように計算されます：

- 線形スプリングの場合：

  $\mathrm{F}(\delta) = K_i\delta^i + C_i\dot{\delta}^i$ で、i=1,2,3

  $\mathrm{M}(\theta) = K_i\theta^i + C_i\dot{\theta}^i$ で、i=4,5,6

- 非線形スプリング：

  $$\mathrm{F}(\delta) = \mathrm{f}\left(\frac{\delta^i}{Ascale_i}\right)\left[A_i + B_i\ln\left|\frac{\dot{\delta}^i}{D_i}\right| + E_i\mathrm{g}\left(\frac{\dot{\delta}^i}{F_i}\right)\right] + C_i\dot{\delta}^i + Hscale_i\mathrm{h}\left(\frac{\dot{\delta}^i}{F_i}\right)$$ で、i=1,2,3

  $$\mathrm{M}(\theta) = \mathrm{f}\left(\frac{\theta^i}{Ascale_i}\right)\left[A_i + B_i\ln\left|\frac{\dot{\theta}^i}{D_i}\right| + E_i\mathrm{g}\left(\frac{\dot{\theta}^i}{F_i}\right)\right] + C_i\dot{\theta}^i + Hscale_i\mathrm{h}\left(\frac{\dot{\theta}^i}{F_i}\right)$$ で、i=4,5,6

  ここで、

  δ^i $(-l_0 < \delta^i < +\infty)$は対応する並進自由度に対するスプリング要素の現在の長さlと初期の長さl_0との差です。

  θ^i は、対応する回転自由度に対するラジアンで表された相対角度です。

  線形スプリングの場合、$\mathrm{f}(\delta)$, $\mathrm{g}(\delta)$と$\mathrm{h}(\delta)$, $(\mathrm{f}(\theta)$, $\mathrm{g}(\dot{\theta})$ and$\mathrm{h}(\dot{\theta}))$は0の関数になり、$A_i$、$B_i$、$E_i$、および$Hscale_i$は考慮されません。

  剛性関数$\mathrm{f}(\delta)$（または$\mathrm{f}(\theta)$）が要求された場合、Kは除荷の勾配としてのみ使用されます。

  Kが関数$\mathrm{f}(\delta)$または$\mathrm{f}(\theta)$の最大勾配よりも低い場合（Kは降伏曲線の最大勾配と一致しません）、Kは降伏曲線の最大勾配に設定されます。

I_{leng}*LENG* =1で、並進自由度i=1、2、3の場合、工学ひずみ（単位長さあたりの伸び）を使用してスプリングの力を決定し、回転自由度i=4、5、6に対する単位長さあたりの回転を使用してスプリングのモーメントを決定します。スプリングのパラメータはスプリングの初期長さに関係付けられます。

スプリングの力とモーメントは次のように計算されます。

- $$\mathrm{F}(\varepsilon) = \mathrm{f}\left(\frac{\varepsilon^i}{Ascale_i}\right)\left[A_i + B_i\ln\left(\max\left(1, \left|\frac{\dot{\varepsilon}^i}{D_i}\right|\right)\right) + E_i\mathrm{g}\left(\frac{\dot{\varepsilon}^i}{F_i}\right)\right] + C_i\dot{\varepsilon}^i + Hscale_i\mathrm{h}\left(\frac{\dot{\varepsilon}^i}{F_i}\right)$$ で、i=1,2,3

- $\mathrm{M}\left(\frac{\theta}{l_0}\right)=\mathrm{f}\left(\frac{\frac{\theta}{l_0}^i}{Ascale_i}\right)\left[A_i+B_i\ln\left(\max\left(1,\left|\frac{\frac{\dot{\theta}}{l_0}^i}{D_i}\right|\right)\right)+E_i\mathrm{g}\left(\frac{\frac{\dot{\theta}}{l_0}^i}{F_i}\right)\right]+C_i\frac{\theta}{l_0}^i+Hscale_i\mathrm{h}\left(\frac{\frac{\dot{\theta}}{l_0}^i}{F_i}\right)$ で、i=4,5,6

ここで、

$\varepsilon^i=\frac{\delta^i}{l_0}$ 工学ひずみ

$\frac{\theta}{l_0}$ 回転を元のスプリング長で割った値

6. 時間ステップ計算

- 並進自由度の時間ステップは次のように計算されます：

$$\Delta t_i=\frac{\sqrt{M\cdot\max(K_i)+C_{i2}}-C_i}{\max(K_i)} \tag{636}$$

ここで、i=1、2、3

- 回転自由度の時間ステップは次のように計算されます：

$$\Delta t_i=\frac{\sqrt{I\cdot\max(K'i)+C'^2_i}-C'i}{\max(K'i)} \tag{637}$$

ここで、i=4、5、6

ここで、

$K'i=\max(K_t)\cdot L^2+\max(K_i)$ $C'i=\max(C_t)\cdot L^2+\max(C_i)$

スプリングの時間ステップとして、i=1、2、3およびi=4、5、6および$\min(\Delta t_i)$が使用されます。

7. 破壊基準：

- 1方向の破壊基準がI_{fail}*FAIL*=0の場合、1つの方向で破壊基準のうちの1つが満たされると、スプリングは即座に壊れます：

$$\alpha_i\left(\frac{\delta^i}{\delta^i_{\max}}\right)\geq 1 \tag{638}$$

または

$$\alpha_i\left|\frac{\delta^i}{\delta^i_{\min}}\right|\geq 1 \tag{639}$$

ここで $\delta^i_{\max}$ と $\delta^i_{\min}$ は、方向i =1、2、3における破壊限界

$$\alpha_i\left(\frac{\theta^i}{\theta^i_{\max}}\right)\geq 1 \tag{640}$$

または

$$\alpha_i\left|\frac{\theta^i}{\theta^i_{\min}}\right|\geq 1 \tag{641}$$

ここで $\theta^i_{\max}$ と $\theta^i_{\min}$ は、方向i =4、5、6における破壊限界

各方向に対して$\delta^i_{\min}$（または$\theta^i_{\min}$）は負にする必要があり、$\delta^i_{\max}$（または$\theta^i_{\max}$）は正にする必要があります。値がゼロの場合、破壊が考慮されなくなります。

- 多方向の破壊基準がI_{fail}*FAIL*=1の場合、次の関係が満たされるとスプリングは壊れます：

$$\sum_{i=1,2,3}\alpha_i\left(\frac{\delta^i}{\delta^i_{fail}}\right)^{\beta_i}+\sum_{i=4,5,6}\alpha_i\left(\frac{\theta^i}{\theta^i_{fail}}\right)^{\beta_i}\geq 1 \tag{642}$$

  - "古い"変位定式化（I_{fail2} = 0）では、係数α_i と β_iはそれぞれ1.0と2.0に等しくなります。
  - 新しい変位定式化（I_{fail2} =1）では、次のように並進自由度に対して速度に依存する破壊限界をモデル化することが可能です：

$$\delta^i_{fail}=\begin{cases}\delta^i_{\max}+c_i\cdot\left|\frac{vi}{v_0}\right|^{ni}, if\left(\delta^i>0\right)\\ \delta^i_{\min}-c_i\cdot\left|\frac{vi}{v_0}\right|^{ni}, if\left(\delta^i\leq 0\right)\end{cases} \tag{643}$$

ここで、i=1、2、3

$$\theta^i{}_{fail}=\begin{cases}\theta^i_{\max}+c_i\cdot\left|\frac{\omega i}{\omega_0}\right|^{ni}, if\ \left(\theta^i>0\right)\\ \theta^i_{\min}-c_i\cdot\left|\frac{\omega i}{\omega_0}\right|^{ni}, if\ \left(\theta^i\leq 0\right)\end{cases} \tag{644}$$

ここで、i =4、5、6

ここで、$\delta^i_{\min}$または$\delta^i_{\max}$は静的変位破壊限界（5行目、8行目および11行目）、v_0は基準速度です。

ここで、$\theta^i_{\min}$または$\theta^i_{\max}$は静的回転破壊限界（14行目、17行目および20行目）、ω_0は基準速度です。

相対速度係数c_i（i=1、2、3）は変位の単位を持ち、c_i（i=4、5、6）は回転の単位を持ちます。

  - 力またはモーメントの破壊基準は、I_{fail2}=2でアクティブになります：

$$\delta^i{}_{fail}=\begin{cases}\delta^i_{\max}+c_i\cdot\left|\frac{vi}{v_0}\right|^{ni}, if\left(\delta^i>0\right)\\ \delta^i_{\min}-c_i\cdot\left|\frac{vi}{v_0}\right|^{ni}, if\left(\delta^i\leq 0\right)\end{cases} \tag{645}$$

ここで、i =1、2、3（力の基準）

$$\theta^i{}_{fail}=\begin{cases}\theta^i_{\max}+c_i\cdot\left|\frac{\omega i}{\omega_0}\right|^{ni}, if\ \left(\theta^i>0\right)\\ \theta^i_{\min}-c_i\cdot\left|\frac{\omega i}{\omega_0}\right|^{ni}, if\ \left(\theta^i\leq 0\right)\end{cases} \tag{646}$$

ここで、i =4、5、6（モーメントの基準）

ここで、$\delta^i_{\min}$または$\delta^i_{\max}$は静的破壊限界の力（5行目、8行目および11行目）、v_0は基準速度です。

ここで、$\theta^i_{\min}$または$\theta^i_{\max}$は静的破壊限界のモーメント（14行目、17行目および20行目）、ω_0は基準速度です。

相対速度係数c_i（i=1、2、3）は力の単位を持ち、c_i（i=4、5、6）は運動量の単位を持ちます。

- エネルギーの破壊基準はI_{fail2}= 3でアクティブになります:

$$\delta^i{}_{fail} = \delta^i_{\max} + c_i \cdot \left|\frac{v^i}{v_0}\right|^{ni}, if\left(\delta^i > 0\right) \quad (647)$$

ここで、i=1、2、3

$$\theta^i{}_{fail} = \theta^i_{\max} + c_i \cdot \left|\frac{\omega^i}{\omega_0}\right|^{ni}, if\left(\theta^i > 0\right) \quad (648)$$

ここで、i =4、5、6

ここで、$\delta^i_{\max}$は静的破壊限界の並進エネルギー(5行目、8行目および11行目)、v_0は基準速度です。

ここで、$\theta^i_{\max}$は静的破壊限界の回転エネルギー(14行目、17行目および20行目)、ω_0は基準速度です。

この場合、変位値は正の破壊併進エネルギーの値に置き換えられ、回転値は正の破壊回転エネルギーの値に置き換えられます。

相対速度係数c_iはエネルギーの単位を持ちます。

8. センサーよるアクティブ化または非アクティブ化を伴うスプリング要素は、主にプリテンションモデルで使用されます。

See Also

材料の適合性
/TH/SPRING (Starter)
/SPRING (Starter)
Debugging Guidelines Model Preparation (User Guide)

/MAT/GAS

ブロックフォーマットのキーワード
気体の分子量および比熱係数を記述します。

フォーマット

タイプは*MASS*

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/GAS/*MASS*/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
MW									
C_{pa}		C_{pb}		C_{pc}		C_{pd}		C_{pe}	
C_{pf}									

タイプは*MOLE*

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/GAS/*MOLE*/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
MW									
C_{pa}		C_{pb}		C_{pc}		C_{pd}		C_{pe}	

タイプは*PREDEF*

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/GAS/*PREDEF*/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
4									

タイプは*CSTA*

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/GAS/*CSTA*/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
C_P		C_V							

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
MW	気体の分子量 （実数 > 0）	
C_{pa}	関係式C_p(T)の*Cpa*係数 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{kg}\cdot\mathrm{K}}\right]$
C_{pb}	関係式C_p(T)の*Cpb*係数 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{kg}\cdot\mathrm{K}^2}\right]$
C_{pc}	関係式C_p(T)の*Cpc*係数 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{kg}\cdot\mathrm{K}^3}\right]$
C_{pd}	関係式C_p(T)の*Cpd*係数 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{kg}\cdot\mathrm{K}^4}\right]$
C_{pe}	関係式C_p(T)の*Cpe*係数 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{J}\cdot\mathrm{K}}{\mathrm{kg}}\right]$
C_{pf}	関係式C_p(T)の*Cpf*係数 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{kg}\cdot\mathrm{K}^5}\right]$
C_P	定圧における熱容量 （実数）	$\left[\frac{J}{kgK}\right]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
C_V	一定容量における熱容量 （実数）	$\left[\frac{J}{kgK}\right]$

入力タイプのキーワード

キーワード	入力のタイプ
MASS	単位質量あたりのCp(T)の係数
MOLE	1モルあたりのCp(T)の係数
PREDEF	事前定義された気体名
CSTA	温度を伴う一定Cp

例（気体）

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
                  kg                  mm                  ms
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/GAS/CSTA/5/1
Nitrogen
#                cp                  cv
             931.5                634.7
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
/END
```

コメント

1. タイプが*MASS*の場合：

$$C_p = \left(C_{pa} + C_{pb}\,T + C_{pc}\,T^2 + C_{pd}\,T^3 + \frac{C_{pe}}{T^2} + C_{pf}\,T^4\right) \tag{649}$$

ここで、C_{pa}はエネルギー毎単位質量毎ケルビン、C_{pb}はエネルギー毎単位質量毎ケルビンです。

2. タイプが*MOLE*の場合：

$$C_p = \frac{1}{MW}\left(C_{pa} + C_{pb}\,T + C_{pc}\,T^2 + C_{pd}\,T^3 + \frac{C_{pe}}{T^2}\right) \tag{650}$$

ここで、MWは分子量、1モルあたりの質量、C_{pa}はエネルギー毎モル毎ケルビン、C_{pb}はエネルギー毎モル毎ケルビンです。

3. タイプが*CSTA*の場合、C_PおよびC_Vが単位質量ごとに与えられます。
4. データベース内の単位は、全体単位系に自動変換されます。

下の表では、N2、O2、Air等、Radiossで事前定義されている14種類もの一般的な気体の名称がリストされています。これらは、INJECTORを定義する際に、気体材料の識別子で参照されます。

事前定義された気体名	気体
N2	窒素
O2	酸素
CO2	二酸化炭素
CO	一酸化炭素
AR	アルゴン
NE	ネオン
HE	ヘリウム
H2	水素
H2O	水蒸気
NH3	アンモニア
N2S	硫化水素
C6H6	ベンゼン
N2O	亜酸化窒素
AIR	大気

5. 気体のデータは、NIST（米国国立標準技術研究所）の下記Webサイトで提供されています。http://webbook.nist.gov/chemistry/

See Also

Airbag Modeling Tank Test (User Guide)

FVMBAG1 Airbag Modeling Guidelines (User Guide)

/MAT/USERij

ブロックフォーマットのキーワード
この材料則はユーザー材料を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/USERij/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	

コメント

1. ユーザー材料則の番号ijは、01、02、03、...99のようになります。
2. これらの材料はすべて、ユーザーが作成可能です。
3. ユーザー材料則USER1（LAW29）、USER2（LAW30）、およびUSER3（LAW31）も引き続きサポートされています。
4. ユーザー材料則の詳細については、User Subroutinesをご参照ください。

See Also
材料の適合性
Failure Models (Reference Guide)

多相材料、液体、および爆発材料

これらの材料は、多相材料、液体、爆発材料などを表現するために使用することができます。

/MAT/LAW5 (JWL)

ブロックフォーマットのキーワード
この材料則は、高性能爆発の爆発生成のJones-Wilkins-Lee EOSを記述します。オプションで再燃焼モデリングが使用できます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW5/*mat_ID*/*unit_ID*または/MAT/JWL/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
ρ_i		ρ_0							
A		B		R_1		R_2		ω	
D		P_{CJ}		E_0		E_{add}		I_{BFRAC}BFRA(	Q_{OPT}
P_0		P_{sh}		$B_{unreacted}$					

E_{add} > 0かつQ_{OPT} = 0、1、2の場合に入力（時間制御の再燃焼）

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
T_{start}START		T_{stop}STOP							

E_{add}およびQ_{OPT} = 3の場合に入力（Millerの拡張）

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
a		m		n					

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位の識別子	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
ρ_0	E.O.S（状態方程式）で使用される基準密度 デフォルト = $\rho_0 = \rho_i$（実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
A	状態方程式のAパラメータ （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
B	状態方程式のBパラメータ （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
R_1	状態方程式のR_1パラメータ。 （実数）	
R_2	状態方程式のR_2パラメータ。 （実数）	
ω	ω パラメータ（状態方程式の） （実数）	
D	爆発速度 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\right]$
P_{CJ}	CJ（Chapman Jouguet）圧力 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
E_0	単位体積あたりの爆発エネルギー （実数）	$\left[\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{m}^3}\right]$
E_{add}	単位体積あたりの付加エネルギー *= 0* 再燃焼パラメータは無効 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{m}^3}\right]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
I_{BFRAC}*BFRAC*	燃焼率計算のフラグ 3 *= 0* 体積圧縮 + 燃焼時間 *= 1* 体積圧縮のみ *= 2* 燃焼時間のみ （整数）	
Q_{OPT}	オプションの再燃焼モデル（E_{add} > 0の場合） *= 0* T_{start}*START*での瞬間リリース *= 1* T_{start}*START*からT_{stop}*STOP*の定数率 *= 2* T_{start}*START*からT_{stop}*STOP*の線形率 *= 3* Millerの拡張 （整数）	
P_0	初期圧力 （実数）	[Pa]
P_{sh}	圧力シフト （実数）	[Pa]
$B_{unreacted}$	未反応爆発物の体積弾性率 9 10 11 （実数）	[Pa]
T_{start}*START*	付加エネルギーの開始時間（Q_{OPT} = 0、1、2） （実数）	[s]
T_{stop}*STOP*	付加エネルギーの停止時間（Q_{OPT} = 0、1、2） （実数）	[s]
a	オプションのMillerパラメータ（Q_{OPT} = 3の場合） （実数）	$[s^{-1}Pa^{-n}]$

フィールド	内容	SI単位の例
m	オプションのMillerパラメータ（Q_{OPT} = 3の場合） （実数）	
n	オプションのMillerパラメータ（Q_{OPT} = 3の場合） （実数）	

例（TNT）

```
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/JWL/2/123
TNT - data from example 46 with unit: (g-cm-mus) - Standard JWL , No Afterburning
#              RHO_I
                1.63
#                   A                   B                  R1                  R2                OMEGA
              3.7121               .0323                4.15                 .95                   .3
#                   D                 P_CJ                  E0               Eadd   I_BFRAC      Q_OPT
                .693                  .21                 .07                   0         0          0
#                  P0                  Psh          Bunreacted
                    0                    0                   0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/123
Miller's extension unit system
                    g                   cm                 mus
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. JWL圧力は：

$$P_{jwl} = A\left(1 - \frac{\omega}{R_1 V}\right)e^{-R_1 V} + B\left(1 - \frac{\omega}{R_2 V}\right)e^{-R_2 V} + \frac{\omega(E+Q)}{V} \tag{651}$$

Radiossは以下を出力：

$$P = B_{frac} \cdot P_{jwl} + (1 - B_{frac})(P_0 + B_{unreacted} \cdot \mu) - P_{sh} \tag{652}$$

ここで、

$V = \frac{V}{V_0}$ 相対体積

$E = \frac{E_{\text{int}}}{V_0}$ 単位初期体積あたりの昇華エネルギー

$\omega = \gamma - 1$ ここで、$\gamma = \frac{C_p}{C_V}$ 断熱定数

従来どおり

$$\mu = \frac{\rho}{\rho_0} - 1 \tag{653}$$

B_{frac}
爆発物の燃焼率 3

$Q = \lambda \cdot E_{add}$
オプションの再燃焼モデル

λ
反応速度 7

2. フローの方向が材料則5から材料則6に向かっている場合（爆発のシミュレーション）、および気体のプロパティ（γ）が同様の場合のみ、Jones Wilkins Lee材料則（LAW5）を流体力学的粘性流体材料（/MAT/LAW6 (HYDROまたはHYD_VISC)）の境界として用いる事が可能です。それでもこの方法は最も正確なものではなく、代わりに、多相材料則（/MAT/LAW51 (MULTIMAT)）が推奨されます。

3. 爆発速度（D）とChapman Jouget圧力（P_{CJ}）が燃焼率の計算（$\left(B_{frac} \in [0,\ 1]\right)$）に用いられます。これは爆発エネルギーの解放と対応する JWL 圧力の倍率の係数をコントロールします。

   与えられた時刻に対して: $P(V, E) = B_{frac} P_{jwl}(V, E)$

   発火時間$T_{\det}$は、Starterで爆発速度から計算されます。シミュレーションの間、燃焼率は以下の様に計算されます:

   $$B_{frac} = \min\left(1,\ \max(B_{f1},\ B_{f2})\right) \qquad (654)$$

   ここで、$B_{f1} = \dfrac{1 - V}{1 - V_{CJ}} = \dfrac{\rho_0 D^2}{P_{CJ}}(1 - V)$

   $$B_{f2} = \begin{cases} \frac{T - T_{\det}}{1.5\Delta x} & T \geq T_{\det} \\ 0 & T < T_{\det} \end{cases}$$

   燃焼率がその最大値1.00に達するには数サイクルを要します。

   燃焼率の計算は、I_{BFRAC}BFRACフラグを定義して変更できます:

   I_{BFRAC}BFRAC = 0: $B_{frac} = \min\left(B_{f1},\ B_{f2}\right)$ is the default value

   I_{BFRAC}BFRAC = 1: $B_{frac} = \min\left(1,\ B_{f1}\right)$

   I_{BFRAC}BFRAC= 2: $B_{frac} = \min\left(1,\ B_{f2}\right)$

4. 爆発時間と燃焼率の時刻歴は/TH/BRICを通してキーワードBFRACで使用可能です。関数fの出力を可能にし、その最初の値が爆発時間（反対の符号）と正の値で燃焼率の進展に対応します。

   $T_{\det} = -\mathrm{f}(0)$

   $$B_{frac(t)} = \begin{cases} 0, & \mathrm{f}(t) < 0 \\ \mathrm{f}(t), & \mathrm{f}(t) \geq 0 \end{cases}$$

5. 爆発時間はそれぞれのJWL要素に対して、Starter出力ファイルに書き出されることが可能です。出力フラグ（I_{pri}）は3以上にする必要があります（/IOFLAG）。

6. 起爆カードが材料にリンクされていない場合、瞬間的に爆発すると想定されます。

7. 再燃焼は、追加のエネルギーを導入することでモデル化できます。E_{add} = 0の場合、再燃焼モデルはなく、材料則は標準のJWL EOSになります。E_{add} > 0の場合、再燃焼モデルはデフォルトの定式化Q_{OPT} = 0で有効になります。

表 *17:* $E_{add} > 0$の場合に使用可能な再燃焼モデル

モデリングタイプ	Q_{OPT}	反応速度($\frac{d\lambda}{dt}$)
時間制御	0	瞬間
	1	T_{start}*START*からT_{stop}*STOP*へのエネルギーリリースの定数率
	2	T_{start}*START*からT_{stop}*STOP*へのエネルギーリリースの線形率
圧力依存	3	Millerの拡張 $\frac{d\lambda}{dt} = a(1-\lambda)^m(P_{unit}P)^n$

リリースされた再燃焼エネルギーは$Q = \lambda(t) \cdot E_{add}$となります。ここで、$\lambda \in [0, 1]$。この項は、式 651で記述されるとおりJWLエネルギーに追加されます。

8. 多くの出版物で、Millerのパラメータはg、cm、μ sの単位系で与えられ、結果として求められる圧力の単位はMbarとなります。'a'パラメータは、μ $s^{-1}Mbar^{-n}$の単位でも与えることができ、入力単位(/BEGIN)が異なる場合は単位変換が必要になります。単位変換を回避するには、/UNITを使用して、g、cm、μ sで /MAT/LAW5を入力すると、その入力が、そのファイルに対して/BEGIN行で定義された単位に自動的に変換されます。使用方法については上記の例(TNT)をご参照ください。
9. 多相材料定式化(/MAT/LAW51 (MULTIMAT)または/MAT/LAW151 (MULTIFLUID))を処理する場合、未反応爆発物の体積弾性率$B_{unreacted}$にゼロ以外の値を指定する必要があります。これは、釣り合いと数値的安定を保証するため、未反応爆発物の線形EOSをモデル化するために使用されます。
10. Hayes [20]に従って、$B_{unreacted}$は次の式で推定できます:

    $$B_{unreacted} = \rho_0 \cdot \left(c_0^{unreacted}\right)^2$$

    ここで、$c_0^{unreacted}$は、未反応爆発物内の音速で、TNTの推定は2000m/sです。
11. $B_{unreacted}$パラメータは、/MAT/LAW51の $C_1^{mat_4}$パラメータと同じパラメータで、I_{form}*FORM*=10および11です。

See Also

材料の適合性
Failure Models (Reference Guide)
RD-E:4600 TNT円筒膨張試験

20. Hayes, B. "*Fourth Symposium (International) on Detonation*" Proceedings, Office of Naval Research, Department of the Navy, Washington, DC (1965): 595-601

/MAT/LAW6 (HYDROまたはHYD_VISC)

ブロックフォーマットのキーワード
流体材料を記述します。圧力は、/EOSオプションの定義によって与えられる状態方程式を用いて計算されます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW6/*mat_ID*/*unit_ID*または/MAT/HYDRO/*mat_ID*/*unit_ID*または/MAT/HYD_VISC/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
ρ_i		ρ_0							
v		P_{min}*MIN*							

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{kg}{m^3}\right]$
ρ_0	E.O.S（状態方程式）で使用される基準密度 デフォルト = $\rho_0 = \rho_i$（実数）	$\left[\frac{kg}{m^3}\right]$
v	運動粘性 （実数）	$\left[\frac{m^2}{s}\right]$
P_{min}*MIN*	圧力のカットオフ デフォルト = -1.0 x 10^{20}（実数）	[Pa]

例（空気）

```
#RADIOSS STARTER
/UNIT/1
unit for mat
                  kg                    m                    s
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/HYDRO/4/1
AIR
#              RHO_I               RHO_0
                1.22                   0
#                Knu                Pmin
              1.5E-5                   0
/EOS/POLYNOMIAL/4/1
AIR
#                 C0                  C1                  C2                  C3
                   0                   0                   0                   0
#                 C4                  C5                  E0                 Psh               RHO_0
                 0.4                 0.4              253300                   0                1.22
/EULER/MAT/4
#     Modif. factor.
                   0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#enddata
/END
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. $S_{ij} = 2\rho\nu_{eq}\dot{e}_{ij}$

   ここで、

$\nu_{eq} = \nu$	乱流なし
S_{ij}	偏差応力テンソル
$\dot{e}_{ij}$	偏差ひずみテンソル

2. 流体力学的圧力の状態方程式は、/EOSカードで指定されていなければなりません。
3. 体積膨張を伴う線形材料の場合：

   $C_1 = \dfrac{E}{3(1-2\nu)}$ および $C_4 = \dfrac{\alpha_\nu C_1}{\rho C_\nu T}$

   $C_4 = C_5 = \gamma - 1$ および $C_0 = C_2 = C_3 = 0$

   したがって：

   $$\begin{aligned} p &= C_1\mu + (C_4 + C_5\mu)E \\ &= C_1\mu + C_4(1+\mu)E \\ &= C_1\mu + C_4(1+\mu)\rho_0 e \\ &= C_1\mu + C_4(1+\mu)\rho_0 C_\nu T \end{aligned} \tag{655}$$

   $$\begin{aligned} p &= C_1\mu + C_4\rho C_\nu T \\ &= C_1\mu + \alpha_\nu T \end{aligned} \tag{656}$$

   $p = cst = 0$の場合、$C_1\mu + \alpha_\nu T = 0$ I=、したがって $\mu = \dfrac{\alpha_\nu T}{C_1}$

   ここで、

μ	膨張係数

$\mu < 0$ 膨張

この場合パラメータ$C_2 2$と$C_3 3$は考慮されません。

4. すべての熱データ（$\rho_0 C_p$, T_0, A, and B）はキーワード/HEAT/MATで定義できます。
5. 液相（気相を含まない）に対してLAW37とLAW6を組み合わせて使用する場合は、液体EOSの適合性が以下のようになります：
   - $\Delta P_1 = C_1 \mu$ --右記の場合；/MAT/LAW37 (BIPHAS)
   - $p = C_0 + C_1 \mu + C_2 \mu^2 + C_3 \mu^3 + (C_4 + C_5 \mu) E$ --LAW6の場合（上記の例で定義されている多項式EOSを介し）

   ここで、$C_0 = C_1 = C_2 = C_3 = C_4 = C_5 = E = 0$

   したがって：$p = C_1 \mu$
6. 気相（液相を含まない）に対してLAW37とLAW6を組み合わせて使用する場合は、気体EOSの適合性が以下のようになります：
   - $PV^\gamma = const.$ --LAW37の場合
   - $p = (\gamma - 1)(\mu + 1)E$ --LAW6の場合（`/EOS/IDEAL-GAS`状態方程式を介し）

   ここで、Eは単位体積当たりのエネルギーです。

See Also

材料の適合性

Failure Models (Reference Guide)

Hydrodynamic Viscous Fluid Materials (LAW6) (Theory Manual)

RD-E:4300 多項式EOSを用いた理想気体のモデル化

/MAT/LAW41/1

ブロックフォーマットのキーワード
この材料則は、反応性材料の発火と延焼のモデルを使用して爆発物を記述します。

Lee-Tarverモデルは、衝撃波面の通過経路上にある局所的なホットスポットで発火し、外側に延焼するという前提に基づきます。この反応速度は、爆燃プロセスと同様に圧力と表面積で制御されます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW41/*mat_ID*/*unit_ID*または/MAT/LEE_TARVER/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
ρ_i		ρ_0							
Ireac									
A^r		B^r		R_1^r		R_2^r		R_3^r	
A^p		B^p		R_1^p		R_2^p		R_3^p	
C_v^r		C_v^p		E_Q					
itr		ε		*check*					
r_{ki}		*ex*		r_i					
r_{kg}		y_g		z_g		ex_1			
k		*X*		*tol*					
$grow_2$		ex_2		y_{g2}		z_{g2}			
ccrit		*fmxig*		*fmxgr*		*fmngr*			
G		T_iI							

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
ρ_0	E.O.S（状態方程式）で使用される基準密度 デフォルト = ρ_i（実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
Ireac	発火と延焼モデルのフラグ = *1*（デフォルト） Lee_Tarverの場合 = *2* Dynaの場合 （整数）	
A^r	試薬のJWLパラメータ （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
B^r	試薬のJWLパラメータ （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
R_1^r	試薬のJWLパラメータ （実数）	
R_2^r	試薬のJWLパラメータ （実数）	
R_3^r	試薬のJWLパラメータ 4 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{m}^3 \cdot \mathrm{K}}\right]$
A^p	生成物のJWLパラメータ （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
B^p	生成物のJWLパラメータ （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
R_1^p	生成物のJWLパラメータ （実数）	

フィールド	内容	SI単位の例
R_2^p	生成物のJWLパラメータ （実数）	
R_3^p	生成物のJWLパラメータ （実数）	$\left[\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{m}^3 \cdot \mathrm{K}}\right]$
C_v^r	熱容量試薬 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{m}^3 \cdot \mathrm{K}}\right]$
C_v^p	熱容量生成物 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{m}^3 \cdot \mathrm{K}}\right]$
E_Q	熱反応 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{m}^3}\right]$
itr	混合則の最大反復回数 デフォルト = 80（整数）	
ε	流体力学的バランスの精度 デフォルト = 10^{-3}（実数）	
check	生成物の質量分率のリミッタ デフォルト = 10^{-5}（実数）	
r_{ki}	開始相の化学的運動係数（Lee-TarverおよびDyna-2D） （実数）	$[s^{-1}]$
ex	開始相の化学的運動係数（Lee-TarverおよびDyna-2D） （実数）	
r_i	開始相の化学的運動係数（Lee-TarverおよびDyna-2D） （実数）	
r_{kg}	成長相の化学的運動係数（Lee-TarverおよびDyna-2D） （実数）	
y_g	成長相の化学的運動係数（Lee-TarverおよびDyna-2D） （実数）	
z_g	成長相の化学的運動係数（Lee-TarverおよびDyna-2D）	$[s^{-1}Pa^{-Z_g}]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（実数）	
ex_1	成長相の化学的運動係数（Dyna-2D） （実数）	
k	係数の数値リミッタ（Lee-TarverおよびDyna-2D） デフォルト = 99.0（実数）	
X	係数の数値リミッタ（Dyna-2D） デフォルト = 99.0（実数）	
tol	係数の数値リミッタ（Dyna-2D） デフォルト = 0.0（実数）	
$grow_2$	成長相第2係数（Dyna-2D） （実数）	$[s^{-1}Pa^{-Z_g}]$
ex_2	成長相第2係数（Dyna-2D） （実数）	
y_{g2}	成長相第2係数（Dyna-2D） （実数）	
z_{g2}	成長相第2係数（Dyna-2D） （実数）	
ccrit	開始しきい値（圧縮用）（Dyna-2D） （実数）	
fmxig	開始しきい値（質量分率）（Dyna-2D） （実数）	
fmxgr	係数（Dyna-2D） 5 （実数）	
fmngr	係数（Dyna-2D） 5 （実数）	
G	せん断係数 （実数）	[Pa]

フィールド	内容	**SI**単位の例
T_iI	初期温度 （実数）	[K]

例（**LX17**）

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/LAW41/1
LX17 (unit Mg-mm-s)
#              RHO_I               RHO_0
               1900                   0
#    Ireac
           2
#                 Ar                  Br                 R1r                 R2r                 R3r
       4930000000000      -166000000000                7.44                3.72           3.3337E-5
#                 Ap                  Bp                 R1p                 R2p                 R3p
        696000000000        2500000000                 4.4                 .94               4.3E-6
#                Cvr                 Cvp                  Eq
               2781                1000                .088
#     iter                          EPS               check
          0                          0                   0
#                rki                  ex                  ri
          100000000                   1                   4
#                rkg                  yg                  zg                 ex1
         1000000000                .371                   3                .191
#                  K                   X                 tol
                   0                   0                   0
#               grow2                ex2                 yg2                 zg2
                   0                   1                   1                   1
#               ccrit               fmxig               fmxgr               fmngr
                   0                .25                    1                 100
#                  G                  Ti
            75000000                 298
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
/END
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. *f*が生成物の質量分率で、*p*が低減圧力の場合：

   Ireac = 1: Lee/Tarverによる"発火と延焼"

   $$\left.\frac{df}{dt}\right)_i = r_{ki}\cdot(1-f)^{ex}\cdot\left(\frac{\rho}{\rho_0}-1\right)^{r_i} \qquad (657)$$

   $$\left.\frac{df}{dt}\right)_g = r_{kg}\cdot(1-f)^{ex}\cdot f^{y_g}\cdot p^{z_g} \qquad (658)$$

   Ireac = 2: Dyna-2Dで導入された定式化による"発火と延焼"

   $$\left.\frac{df}{dt}\right)_i = r_{ik}\cdot(fmxig-f)^{ex}\cdot\left(\frac{\rho}{\rho_0}-1-ccrit\right)^{r_i} \qquad (659)$$

   $$\left.\frac{df}{dt}\right)_{g1} = r_{kg}\cdot(1-f)^{ex1}\cdot f^{y_{g1}}\cdot P^{z_{g1}} \qquad (660)$$

$$\left.\frac{df}{dt}\right)_{g2} = grow_2 \cdot (1-f)^{ex2} \cdot f^{y_{g2}} \cdot P^{z_{g2}} \quad (661)$$

2. 係数$grow_1$は、rで初期化します$_{kg}$
3. 係数y_{g1}とz_{g1}は、それぞれy_gとz_gで初期化します。
4. 係数R_3とωは、右記の関係にあります; $R_3 = \omega C_v$
5. 係数*fmxgr*と*fmngr*は、生成物の質量分率に応じた成長速度のリミッターです。
6. この材料則はALEとは適合性がありません。
7. 熱反応エネルギーE_Qは、Fの値にかかわらず一定であると想定します。
8. 試薬の圧力と爆発物の圧力は、以下のように修正Jones-Wilkins-Lee状態方程式を使用して計算されます:

   相対体積vについては以下のようになります:

   $$\mathrm{P}(v, T) = Ae^{-R_1 v} + Be^{-R_2 v} + R_3 T v \quad (662)$$

   ここで、$v = \frac{V}{V_0}$

   μについては以下のようになります:

   $$\mathrm{P}(\mu, T) = Ae^{-R_1/(1+\mu)} + Be^{-R_2/(1+\mu)} + R_3 T/(1+\mu) \quad (663)$$

   ここで、$\mu = \frac{\rho}{\rho_0} - 1 = \frac{1}{v} - 1.$

See Also

材料の適合性

Failure Models (Reference Guide)

21. E.L.Lee and C.M.Tarver *"Phenomenological model of shock initiation in heterogeneous explosives"* Phy.Fluids Vol. 23, No. 12, December 1980.

/MAT/LAW97 (JWLB)

ブロックフォーマットのキーワード
この材料則は、高性能爆発の爆発物用Jones-Wilkins-Lee-Baker EOSを記述します。

$$P(v, E) = \sum_{i=1}^{5} A_i\left(1 - \frac{\lambda}{R_i v}\right)e^{-R_i v} + \frac{\lambda E}{v} + C\left(1 - \frac{\lambda}{\omega}\right)v^{-(\omega-1)} \quad (664)$$

$$\lambda = \omega + \sum_{i=1}^{5}\left(A_{\lambda i} v + B_{\lambda i}\right)e^{-R_{\lambda i} v} \quad (665)$$

ここで、$v = \frac{V}{V_0}$は相対体積、$E = \rho_0 e$で、A_i, R_i, $A_{\lambda i}$, $B_{\lambda i}$, $R_{\lambda i}$, ω, Cは材料パラメータ。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW97/*mat_ID*/*unit_ID*または/MAT/JWLB/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
ρ_i		ρ_0							
P_0		p_{sh}						II_{BFRAC}BFRAC	
D		P_{CJ}		$E_0 0$		ω		C	
$A_5 5$		$A_2 2$		$A_3 3$		$A_4 4$		$A_5 5$	
R_1		R_2		R_3		R_4		R_5	
AL_1		AL_2		AL_3		AL_4		AL_5	
BL_1		BL_2		BL_3		BL_4		BL_5	
RL_1		RL_2		RL_3		RL_4		RL_5	

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（文字、最大100文字）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
ρ_0	E.O.S（状態方程式）で使用される基準密度 デフォルト = $\rho_0 = \rho_i$（実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
P_0	初期圧力 （実数）	[Pa]
P_{sh}	圧力シフト （実数）	[Pa]
I_{BFRAC}BFRAC	燃焼率計算のフラグ = *0*（デフォルト） 体積圧縮 + 燃焼時間 = *1* 体積圧縮のみ = *2* 燃焼時間のみ （整数）	
D	爆発速度 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\right]$
P_{CJ}	CJ（Chapman Jouguet）圧力 （実数）	[Pa]
E_0	単位体積あたりの爆発エネルギー （実数）	$\left[\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{m}^3}\right]$
ω	状態方程式のパラメータ （実数）	
C	状態方程式のパラメータ （実数）	[Pa]
A_1~A_5	状態方程式のパラメータ	[Pa]

フィールド	内容	SI単位の例
	（実数）	
R_1~R_5	状態方程式のパラメータ （実数）	
AL_1~AL_5	状態方程式のパラメータ （実数）	
BL_1~BL_5	状態方程式のパラメータ （実数）	
RL_1~RL_5	状態方程式のパラメータ （実数）	

例

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
                  g                   mm                  ms
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/LAW97/7/1
JWLB - OCTOL 72/25
#               RHO_I               RHO_0
                1.821               1.821
#                  P0                 PSH                                                    IBFRAC
                     0                   0                                                         0
#                   D                 PCJ                  E0                   W                 C
             0.85381              .33755             .096034             .30731            .0104772
#                  A1                  A2                  A3                  A4                  A5
              909.17              8.9469              .81495                   0                   0
#                  R1                  R2                  R3                  R4                  R5
             15.941              5.4178              2.1956                   0                   0
#                 AL1                 AL2                 AL3                 AL4                 AL5
             65.093             -179.81              156.04             .78487                    0
#                 BL1                 BL2                 BL3                 BL4                 BL5
                     0                   0                   0                   0                   0
#                 RL1                 RL2                 RL3                 RL4                 RL5

             3.6906              4.52693              5.8014             .95864                    0
/ALE/MAT/7/1
                     0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#enddata
```

パラメータ

参照から

単位系は、g, cm, ms, Mbar

	PAX2	PAX2A	OCTOL 77/25	OCTOL 70/30
ρ_0	1.7370	1.770	1.821	1.803

	PAX2	PAX2A	OCTOL 77/25	OCTOL 70/30
E_0	.086116	.090798	.096034	.093757
D	.83460	.85173	.85381	.84120
P_{CJ}	.30502	.32416	.33755	.32528
A_1	909.13	909.14	909.17	549.98
A_2	10.513	10.195	8.9469	5.8075
A_3	.92253	.76191	.81495	.041638
R_1	16.661	16.266	15.941	15.323
R_2	5.9113	5.6415	5.4178	4.0477
R_3	2.3618	2.1540	2.1956	.62665
C	.011724	.011325	.0104772	.0058269
ω	.35956	.36989	.30731	.27665
$A_{\lambda 1}$	46.898	69.018	65.093	1.5621
$A_{\lambda 2}$	-215.40	-176.03	-179.81	
$A_{\lambda 3}$	270.22	163.48	156.04	
$A_{\lambda 4}$	.88536	.76214	.78487	
$B_{\lambda 1}$				-.27665
$R_{\lambda 1}$	4.3128	4.0339	3.6906	1.0841
$R_{\lambda 2}$	5.7197	4.8830	4.52693	
$R_{\lambda 3}$	7.318	6.5455	5.8014	
$R_{\lambda 4}$	1.0892	1.0394	.95864	

コメント

1. JWLB EOSはJWL EOSから更新されたモデルです。JWLパラメータの詳細については、`/MAT/LAW5 (JWL)`をご参照ください。
2. JWLB EOSは下記を用いてJWL EOSに縮退されることが可能です：

   $n=2$; C=0; $A_{\lambda i}=B_{\lambda i}=0$

22. Baker, Ernest L. *Modeling and optimization of shaped charge liner collapse and jet formation.*No. ARAED-TR-92019.ARMY ARMAMENT RESEARCH DEVELOPMENT AND ENGINEERING CENTER PICATINNY ARSENAL NJ ARMAMENT ENGINEERING DIRECTORATE, 1993.

/MAT/LAW151 (MULTIFLUID)

ブロックフォーマットのキーワード
サブ材料と初期体積率を定義することによる多流体圧縮性流れのシミュレーション。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW151/*mat_ID*または/MAT/MULTIFLUID/*mat_ID*									
mat_title									
空白									
mat_ID_1	Vol_frac_1								
同様	同様								
mat_ID_N	Vol_frac_N								

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	

材料1からNまでのそれぞれについて、以下の2つの行を繰り返します

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID_i	サブ材料の識別子 1 （整数、最大10桁）	
Vol_frac_i	体積率 2 （実数）	

例

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
```

```
                    g                    mm                   ms
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/MULTIFLUID/40/1
MULTI_AIR
# initial air

         4                 1.0
         5                 0.0
/ALE/MAT/40
#     Modif. factor.
                   0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/MULTIFLUID/50/1
MULTI_WATER
# initial water

         4                 0.0
         5                 1.0
/ALE/MAT/50
#     Modif. factor.
                   0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/HYD_VISC/4/1
AIR_LAW6
#              RHO_0
             1.22E-6
#                 Knu                 Pmin
                   0                    0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/EOS/POLYNOMIAL/4/1
AIR
#                  C0                  C1                  C2                  C3
                    0                   0                   0                   0
#                  C4                  C5                  E0                 Psh                 RHO_0
                   .4                  .4                 .25                   0              1.22E-6
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|

/MAT/HYD_VISC/5/1
Water_LAW6
#              RHO_0
                .001
#                 Knu                 Pmin
                   0                    0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/EOS/POLYNOMIAL/5/1
WATER - LINEAR
#                  C0                  C1                  C2                  C3
                    0                2250                   0                   0
#                  C4                  C5                  E0                 Psh                 RHO_0
                    0                   0                   0                   0                .001
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
```

コメント

1. 圧縮性材料則はLAW6：任意の状態方程式（/EOSを伴う流体力学則、およびLAW5（爆発性材料）。
2. すべての材料について体積率の和は1に等しくなければなりません：ただし、/INIVOLオプションを用いて体積率フィールドが初期化されている場合を除きます。
3. EulerianおよびALEソリューションが使用できます。
4. LAW151は、コロケートされた有限体積法ソルバーを使用します。
5. 平面および軸対称2Dシミュレーションは、/QUADおよび/TRIA要素を使用します。
6. 3Dシミュレーションは、/BRICKおよび/TETRA4要素を使用します。
7. デフォルトの境界条件はスライディング壁です。新しい/EBCS/FLUXOUTオプションと/EBCS/INLETオプションで無反射流出と流入を使用できます。
8. 初期速度は、/INIVEL/FVMオプションを用いて設定することが可能です。
9. 初期体積率は、/INIVOLカードを用いて設定することが可能です。
10. 流体-構造連成インターフェースTYPE1およびTYPE18（/PARITH/OFFのみ）はLAW151と適合性があります。

11. LagrangianパートおよびEULERまたはALE LAW15パート間の直接接触（節点-節点一致）は、微小変位FSI問題に使用できます。
12. 安定した結果を得るには、時間ステップスケールファクターが0.5未満であることが必要です。

See Also

材料の適合性
Failure Models (Reference Guide)

ALE材料

コメント

1. キーワードの11文字目以降はすべて無視されます（例えば、HONEYCOMBではなくHONEYCOMと入力できます）。
2. マニュアルのキーワードは、このマニュアルで参照する際の材料則のキーワードです。
3. 材料則番号は、固定フォーマットのマニュアルで材料則の参照に使用される材料則番号です。
4. 他の可能なキーワード列は、同じ材料則を定義するために使用できるその他のキーワードです。
5. ALE材料則に加え、材料則1、2、3、4、および体積プロパティを含む等方性材料則もALE手法と適合性があります。ALE（Arbitrary Lagrangian Eulerian）材料則（11、18、20、26、37、および51）については、ALEオプションで説明します。
6. 節点がALE材料と結合されている場合は、`/TH`およびAnimationファイルに出力される節点の値に以下の記述が含まれます：
   - 位置と変位は、グリッドの位置と変位を表します。
   - 加速度と速度は、材料の加速度と速度を表します。

/MAT/LAW11(BOUND)

ブロックフォーマットのキーワード
この材料則は流れ解析(ALEまたはEULER)の境界条件材料を記述します。2Dおよび3D解析で使用できます。多相材料ALE則、LAW37(BIMAT)、および/MAT/LAW51 (MULTIMAT)とは互換性がありません。乱流の場合は、/MAT/B-K-EPSを使用して境界乱流モデリングをアクティブにし、κ - ε境界条件を入力します。

Ityp = 0

ブロックフォーマットのキーワード
この材料則を使用すれば、停滞点からデータを指定することにより、気体流入条件をモデル化することができます。気体は理想気体とします。

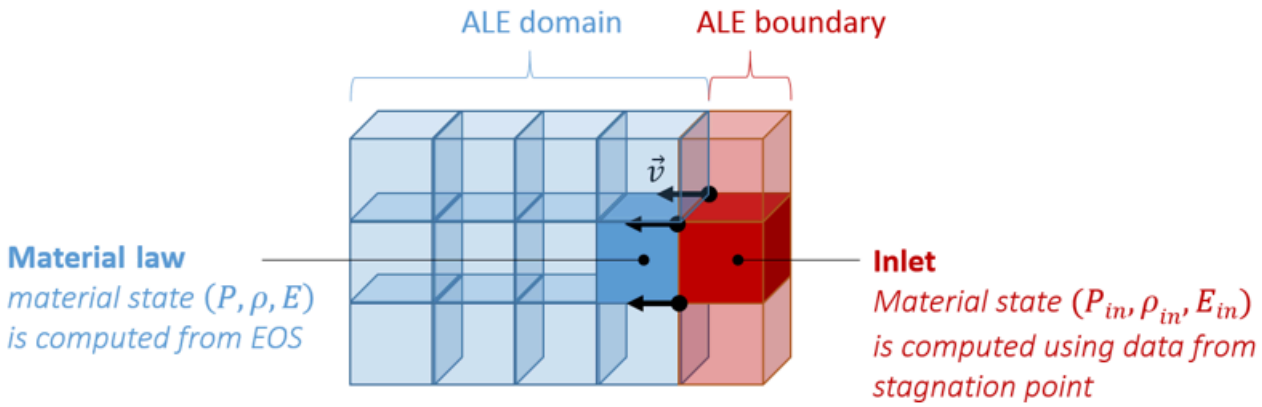


図 *167:*

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW11/*mat_ID*/*unit_ID*または/MAT/BOUND/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
$\rho_i^{stagnation}$		$\rho_0^{stagnation}$							
Ityp		P_{sh}		$Fscale_T$					

Ityp = 0: 気体流入(停滞点データから)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$node\_ID_V$		C_1				C_d			
fct_ID_ρ									
fct_ID_p		$P_0^{stagnation}$							

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
空白のフォーマット									
空白のフォーマット									
fct_ID$_T$	*fct_ID*$_Q$								

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
$\rho_i^{stagnation}$	初期停滞密度 3 （実数）	$\left[\frac{kg}{m^3}\right]$
$\rho_0^{stagnation}$	E.O.S（状態方程式）で使用される基準密度 デフォルト$\rho_0^{stagnation} = \rho_i^{stagnation}$（実数）	$\left[\frac{kg}{m^3}\right]$
Ityp	境界条件タイプ 1 *= 0* 気体流入（停滞点データから） *= 1* 液体流入（停滞点データから） *= 2* 一般流入 / 流出 *= 3* サイレント境界 （整数）	
P_{sh}	圧力シフト 2 （実数）	[Pa]
Fscale$_T$	時間スケールファクター 3	[s]

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（実数）	
node_ID$_V$	速度計算用の節点識別子 4 *= 0* $v_{in} = \min_{node \varepsilon face} \vec{v}_{node} \cdot \vec{n}$ *> 0* $v_{in} = \| v_{node\_ID} \|$ （整数）	
γ	理想気体定数 （実数）	
C_d	流量係数 5 （実数）	
fct_IDρ	停滞密度用の関数$f_\rho(t)$識別子 3 *= 0* $\rho^{stagnation}(t) = \rho_i^{stagnation}$ *> 0* $\rho^{stagnation}(t) = \rho_i^{stagnation} \cdot f_\rho(t)$ （整数）	
fct_ID$_p$	停滞圧力用の関数$f_P(t)$識別子 3 *= 0* $P^{stagnation}(t) = P_0^{stagnation}$ *> 0* $P^{stagnation}(t) = P_0^{stagnation} \cdot f_P(t)$ （整数）	
$P_0^{stagnation}$	初期停滞圧力 3 （実数）	[Pa]
fct_ID$_T$	流入温度用の関数$f_T(t)$識別子 3 6 *= 0* $T = T_{adjacent}$	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= n $T = T_0 \cdot f_T(t)$ （整数）	
fct_ID$_Q$	流入熱流束用の関数$f_Q(t)$識別子 3 6 *= 0* 強制流束なし *= n* $Q = f_Q(t)$ （整数）	

コメント

1. 停滞点から指定された気体状態$\left(\rho_{stagnation}, P_{stagnation}\right)$が流入気体状態の計算に使用されます。

   全エンタルピー定式化、断熱則、および状態方程式を含む一連の式により流入状態の完全な定義が可能となります:

   $$\rho_{in} = \rho_{stagnation} \cdot \left[1 - \frac{\gamma-1}{2\gamma} \cdot \frac{\rho_{stagnation}}{P_{stagnation}} \cdot (1 + C_d) \cdot v_{in}^2\right]^{\frac{1}{\gamma-1}} \quad (666)$$

   $$P_{in} = P_{stagnation}\left(\frac{\rho_{in}}{\rho_{stagnation}}\right)^{\gamma}$$

   $$(\rho e)_{in} = \frac{P_{in}}{\gamma-1}$$

2. P_{sh}パラメータを使用すれば、P-P_{sh}にもなる出力圧力をシフトさせることができます。P_{sh}=P(t=0)を使用している場合は、出力圧力がΔP（初期値は0.0）になります。
3. 関数が定義されていない場合は、関連する量$\left(P_{stagnation},\ \rho_{stagnation},\ T,\ or\ Q\right)$が一定になり、初期値に設定されます。ただし、すべての入力量$\left(P_{stagnation},\ \rho_{stagnation},\ T,\ and\ Q\right)$は、指定された関数識別子を使用して時間依存関数として定義できます。横軸関数は、*f(t)*ではなく*f (Fscale$_t$* t)*の使用につながる*Fscale$_T$*パラメータを使用してスケーリングすることもできます。
4. 流入速度v_{in}は、Bernoulliの定理で使用されます。
5. 流量係数は、入力損失が考慮されており、形状開口部によって異なります。

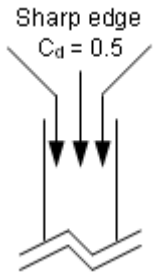


図 *168:*

6. 熱モデリングを使用すれば、すべての熱データ(T_0, $\rho_0 C_P$, ...)を/HEAT/MATを使って定義できます。
7. この境界材料則は、多相材料ALE laws 37(/MAT/LAW37 (BIPHAS))および51(/MAT/LAW51 (MULTIMAT))と一緒に使用することができません。

Ityp = 1

ブロックフォーマットのキーワード
この材料則を使用すれば、停滞点からデータを指定することにより、液体流入条件をモデル化することができます。液体挙動は線形EOSを使用してモデル化されます。

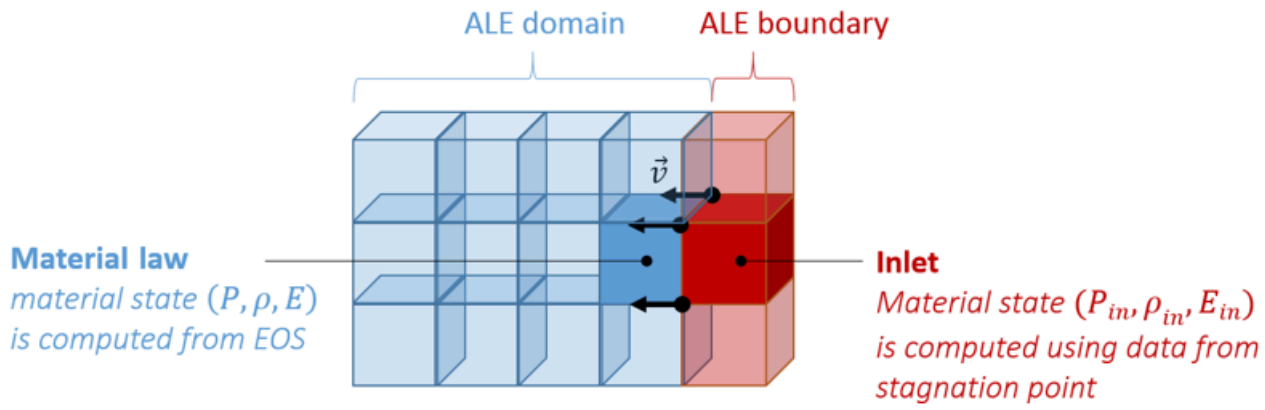


図 *169:*

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW11/*mat_ID*/*unit_ID*または/MAT/BOUND/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
$\rho_i^{stagnation}$		$\rho_0^{stagnation}$							
Ityp		P_{sh}		$Fscale_T$					

Ityp = 1: 液体流入（停滞点データから）

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$node\_ID_V$		$C_1 1$				C_d			
fct_ID_ρ									
fct_ID_p		$P_0^{stagnation}$							
fct_ID_E		$E_0^{stagnation}$							
空白のフォーマット									
空白のフォーマット									
fct_ID_T	fct_ID_Q								

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
$\rho_i^{stagnation}$	初期停滞密度 3 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
$\rho_0^{stagnation}$	E.O.S（状態方程式）で使用される基準密度 デフォルト$\rho_0^{stagnation} = \rho_\mathrm{i}^{stagnation}$（実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
Ityp	境界条件タイプ 1 *= 0* 気体流入（停滞点データから） *= 1* 液体流入（停滞点データから） *= 2* 一般流入 / 流出 *= 3* サイレント境界 （整数）	
P_{sh}	圧力シフト 2 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
$Fscale_T$	時間スケールファクター 3 （実数）	$[\mathrm{s}]$
$node\_ID_V$	速度計算用の節点識別子 4 *= 0* $v_{in} = \min_{node \in face} \vec{v}_{node} \cdot \vec{n}$ *> 0* $v_{in} = \| v_{node\_ID} \|$	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	
$C_1$1	液体の弾性率 9 （実数）	
C_d	流量係数 5 デフォルト = 0.0（実数）	
fct_IDρ	停滞密度用の関数$f_\rho(t)$識別子 3 *= 0* $\rho^{stagnation}(t) = \rho_i^{stagnation}$ *> 0* $\rho^{stagnation}(t) = \rho_i^{stagnation} \cdot f_\rho(t)$ （整数）	
fct_ID$_p$	停滞圧力用の関数$f_P(t)$識別子 3 *= 0* $P^{stagnation}(t) = P_0^{stagnation}$ *> 0* $P^{stagnation}(t) = P_0^{stagnation} \cdot f_P(t)$ （整数）	
$P_0^{stagnation}$	初期停滞圧力 3 （実数）	[Pa]
fct_ID$_E$	停滞密度用の関数$f_E(t)$識別子 3 *= 0* $E^{stagnation}(t) = E_0^{stagnation}$ *> 0* $E^{stagnation}(t) = E_0^{stagnation} \cdot f_E(t)$ （整数）	
$E_0^{stagnation}$	停滞点での初期比体積エネルギー 3 8 （実数）	[Pa]
fct_ID$_T$	流入温度用の関数$f_T(t)$識別子 3 6	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 0 $T = T_{adjacent}$ *= n* $T = T_0 \cdot f_T(t)$ （整数）	
fct_ID$_Q$	流入熱流束用の関数$f_Q(t)$識別子 3 6 *= 0* 強制流束なし *= n* $Q = f_Q(t)$ （整数）	

コメント

1. 停滞点から指定された気体状態$\left(\rho_{stagnation}, P_{stagnation}\right)$が流入気体状態の計算に使用されます。その後で、Bernoulliが適用されます。

$$P_{stagnation} = P_{in} + \frac{\rho_{in} v_{in}^2}{2} \tag{667}$$

これが次の流入状態につながります：

$$\rho_{in} = \frac{C_1 \rho_{stagnation}}{C_1 + \frac{\rho_{stagnation} v_{in}^2}{2}(1+C_d)} \tag{668}$$

$$P_{in} = P_{stagnation} - \frac{\rho_{stagnation} v_{in}^2}{2}(1+C_d)$$

$$(\rho e)_{in} = \left(1 - \frac{\rho_{in}}{\rho_{stagnation}}\right) P_{in} + E_{stagnation}$$

2. *P*$_{sh}$パラメータを使用すれば、*P*-*P*$_{sh}$にもなる出力圧力をシフトさせることができます。*P*$_{sh}$=P(t=0)を使用している場合は、出力圧力がΔP（初期値は0.0）になります。
3. 関数が定義されていない場合は、関連する量$\left(P_{stagnation}, \rho_{stagnation}, T, or\ Q\right)$が一定になり、初期値に設定されます。ただし、すべての入力量$\left(P_{stagnation}, \rho_{stagnation}, T, and\ Q\right)$は、指定された関数識別子を使用して時間依存関数として定義できます。横軸関数は、*f(t)*ではなく*f (Fscale*$_t$ * *t)*の使用につながる*Fscale*$_T$パラメータを使用してスケーリングすることもできます。
4. 流入速度v_{in}は、Bernoulliの定理で使用されます。
5. 流量係数は、入力損失が考慮されており、形状開口部によって異なります。

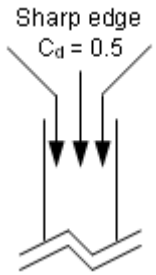


図 *170:*

6. 熱モデリングを使用すれば、すべての熱データ(T_0, $\rho_0 C_P$, ...)を/HEAT/MATを使って定義できます。
7. この境界材料則は、多相材料ALE laws 37(/MAT/LAW37 (BIPHAS))および51(/MAT/LAW51 (MULTIMAT))と一緒に使用することができません。
8. 停滞エネルギーの定義は省略可能です。次のデフォルト値が推奨されます:$E_0^{stagnation} = 0.0$。線形EOS$\Delta P = C_1 \mu$はエネルギーに依存しないため、圧力は影響を受けず、初期エネルギーもユーザーによって設定されます。

   固有体積エネルギー*E*は、$E = E_{\text{int}} / V$ として定義されます。ここで、E_{int}は内部エネルギーです。これは、/TH/BRICを使用して出力できます。

   固有質量エネルギー*e*は$e = E_{\text{int}} / m$として定義されます。これが$\rho e = E$につながります。固有質量エネルギー*e*は、/ANIM/ELEM/ENERを使用して出力できます。これは、ユーザーモデリングによって相対エネルギーになる場合があります。
9. 液体体積弾性率は通常、$C_1 = \rho_0 c_0^2$に設定されます。ここで、c_0は音速です。

Ityp = 2

ブロックフォーマットのキーワード
この材料則を使用すれば、その状態を直接設定することにより、材料流入 / 流出をモデル化することができます。

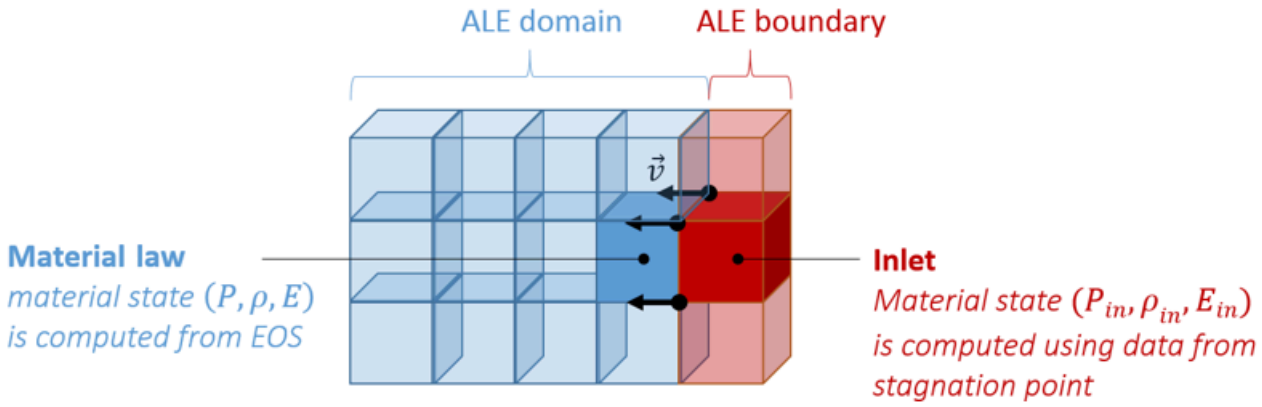


図 *171:*

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW11/*mat_ID*/*unit_ID*または /MAT/BOUND/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
ρ_i		ρ_0							
Ityp		P_{sh}		$Fscale_T$					

Ityp= 2: 一般流入 / 流出

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
空白のフォーマット									
fct_ID_ρ									
fct_ID_p		P_0							
fct_ID_E		E_0							
空白のフォーマット									
空白のフォーマット									
fct_ID_T	fct_ID_Q								

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
ρ_i	初期密度 3 （実数）	$\left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right]$
ρ_0	E.O.S（状態方程式）で使用される基準密度 デフォルト$\rho_0 = \rho_i$（実数）	$\left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right]$
Ityp	境界条件タイプ 1 *= 0* 気体流入（停滞点データから） *= 1* 液体流入（停滞点データから） *= 2* 一般流入 / 流出 *= 3* サイレント境界 （整数）	
P_{sh}	圧力シフト 2 （実数）	$[\text{Pa}]$
$Fscale_v$	時間スケールファクター 3 （実数）	$[\text{s}]$
fct_IDρ	境界密度用の関数$f_\rho(t)$識別子 3 *= 0* $\rho(t) = \rho_i$ *> 0* $\rho(t) = \rho_i \cdot f_\rho(t)$	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	
fct_ID$_p$	境界圧力用の関数$f_P(t)$識別子 3 *= 0* $P(t) = P_0$ *> 0* $P(t) = P_0 \cdot f_P(t)$ （整数）	
P_0	初期圧力 3 （実数）	[Pa]
fct_ID$_E$	境界密度用の関数$f_E(t)$識別子 3 *= 0* $E(t) = E_0$ *> 0* $E(t) = E_0 \cdot f_E(t)$ （整数）	
E_0	内部エネルギー36 （実数）	[Pa]
fct_ID$_T$	境界温度用の関数$f_T(t)$識別子 3 4 *= 0* *T = T*$_{adjacent}$ *= n* $T = T_0 \cdot f_T(t)$ （整数）	
fct_ID$_Q$	境界熱流束用の関数$f_Q(t)$識別子 3 4 *= 0* 強制流束なし *= n* $Q = f_Q(t)$ （整数）	

コメント

1. 指定された状態が流入境界要素に直接強制されます。これが次の流入状態につながります。

$$\rho_{in} = \rho_i f_\rho(t) \quad (669)$$
$$P_{in} = P_0 f_P(t)$$
$$P_{in} = P_0 f_P(t)$$
$$E_{in} = (\rho e)_{in} = E_0 f_E(t)$$

この定式化を使用すれば、境界節点上の速度を物理流入速度(*/IMPVEL*)と一致させることができます。*/MAT/LAW11 - ITYP*=0および1は、流入速度を強制する必要がない停滞点からの材料状態に基づきます。

2. P_{sh}パラメータを使用すれば、P-P_{sh}にもなる出力圧力をシフトさせることができます。P_{sh}=P(t=0)を使用している場合は、出力圧力がΔP(初期値は0.0)になります。
3. 関数が定義されていない場合は、関連する量$\left(P_{stagnation},\ \rho_{stagnation},\ T,\ or\ Q\right)$が一定になり、初期値に設定されます。ただし、すべての入力量$\left(P_{stagnation},\ \rho_{stagnation},\ T,\ and\ Q\right)$は、指定された関数識別子を使用して時間依存関数として定義できます。横軸関数は、*f(t)*ではなく*f (Fscale$_t$* t)*の使用につながる*Fscale$_T$*パラメータを使用してスケーリングすることもできます。
4. 熱モデリングを使用すれば、すべての熱データ(T_0, $\rho_0 C_P$, ...)を/HEAT/MATを使って定義できます。
5. この境界材料則は、多相材料ALE laws 37(/MAT/LAW37 (BIPHAS))および51(/MAT/LAW51 (MULTIMAT))と一緒に使用することができません。
6. 固有体積エネルギー*E*は、$E = E_{\text{int}}/V$ として定義されます。ここで、E_{int}は内部エネルギーです。これは、`/TH/BRIC`を使用して出力できます。

   固有質量エネルギー*e*は$e = E_{\text{int}}/m$として定義されます。これが$\rho e = E$につながります。固有質量エネルギー*e*は、`/ANIM/ELEM/ENER`を使用して出力できます。これは、ユーザーモデリングによって相対エネルギーになる場合があります。

Ityp = 3

この材料則を使用すれば、サイレント境界(NRF)をモデル化することができます。

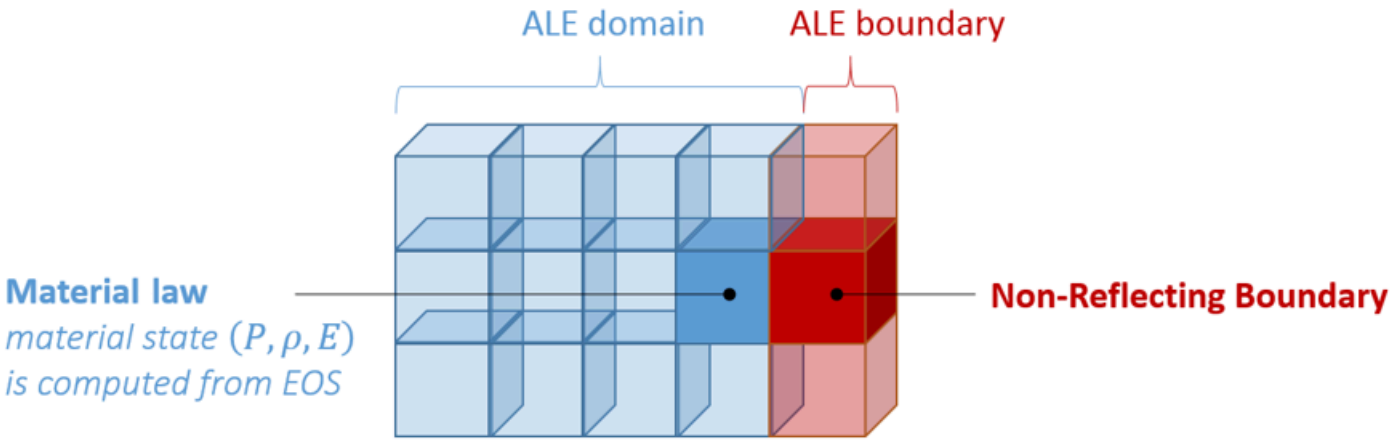


図 *172:*

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW11/*mat_ID*/*unit_ID*または/MAT/BOUND/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
ρ_i		ρ_0							
Ityp		P_{sh}							

Ityp = 3 - サイレント境界

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
		c		l_c					
空白のフォーマット									
空白のフォーマット									
空白のフォーマット									
空白のフォーマット									
空白のフォーマット									
空白のフォーマット									

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
ρ_i	初期密度 3 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
ρ_0	E.O.S（状態方程式）で使用される基準密度 デフォルト$\rho_0 = \rho_i$（実数）	$\left[\frac{kg}{m^3}\right]$
Ityp	境界条件タイプ 1 *= 0* 気体流入（停滞点データから） *= 1* 液体流入（停滞点データから） *= 2* 一般流入 / 流出 *= 3* サイレント境界 （整数）	
P_{sh}	圧力シフト 2 （実数）	$[Pa]$
c	流出音速 1 （実数）	$\left[\frac{m}{s}\right]$
l_c	特性長さ 1 （実数）	$[m^3]$

コメント

1. サイレント境界定式化は、Bayliss & Turkelに基づきます。[23] この目的は、圧力と速度の急激な変化で変動する平均圧力を強制することです。

$$\frac{\partial P}{\partial t} = \rho c\left(\frac{\partial}{\partial t}(V_n) - V_n \cdot div(\vec{V} - V_n \cdot \vec{n})\right) + c\frac{(P_\infty - P)}{2l_c} \qquad (670)$$

遠距離場の圧力P_∞は時間関数を使用して設定されます。過渡圧力は、P_∞、局所速度場*V*、および出口面の法線から求めます：

- 密度、エネルギー、温度、乱流エネルギー、および散逸は、*Ityp* = 2のように時間関数で設定されます。
- 関数番号が0の場合は、連続性を尊重して隣接要素の値が使用されます。
- 音響インピーダンスは次のようになります：ρc
- 一般的な長さl_cを使用して、設定された値に対する有効な圧力を緩和します。これは問題に関係する最高波長に比べて大きい値にする必要があります。緩和項がハイパスフィルタとして機能する場合の周波数カットオフは次のとおりです：

$$f_c = \frac{c}{4 \cdot \pi \cdot l_c} \tag{671}$$

ここで、音速*c*と特性長l_cは、2つの必須パラメータ（0以外）です。

2. P_{sh}パラメータを使用すれば、P-P_{sh}にもなる出力圧力をシフトさせることができます。$P_{sh} = P(t=0)$を使用している場合は、出力圧力がΔP（初期値は0.0）になります。
3. 熱モデリングを使用すれば、すべての熱データ（T_0, $\rho_0 C_P$, ...）を/HEAT/MATを使って定義できます。
4. この境界材料則は、多相材料ALE /MAT/LAW37 (BIPHAS)および/MAT/LAW51 (MULTIMAT)と一緒に使用することができません。

23. A. Bayliss, E. Turkel, "Outflow Boundary Condition for Fluid Dynamics", NASA-CR-170367, Institute for Computer Application in Science and Engineering, August 7, 1980

/MAT/LAW18 (THERM)

ブロックフォーマットのキーワード
この材料則は熱材料を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW18/*mat_ID*または/MAT/THERM/*mat_ID*									
mat_title									
ρ_i		ρ_0							
$\rho_0 C_p$		*A*		*B*					
fct_ID$_T$	T_0		*Fscale*$_T$						
fct_ID$_{sph}$	*fct_ID*$_{as}$	*Fscale*$_{sph}$		*Fscale*$_E$		*Fscale*$_K$			

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
ρ_0	E.O.S（状態方程式）で使用される基準密度 デフォルト = ρ_0=ρ_i（実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
$\rho_0 C_p$	比熱 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{s}^3 \cdot \mathrm{m} \cdot \mathrm{K}}\right]$
A	伝導係数A （実数）	$\left[\frac{\mathrm{W}}{\mathrm{m}^2\mathrm{K}}\right]$
B	伝導係数B （実数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
fct_ID_T	Tの関数*f(t)*の識別子。9 *= 0* *T*は計算されます *= n* $T=T_0\#f(t)$ （整数）	
T_0	初期温度 デフォルト = 300K（実数）	$[\mathrm{K}]$
$Fscale_T$	時間スケールファクター （実数）	
fct_ID_{sph}	温度とエネルギーの関数g(T, E)の識別子 7 （整数）	
fct_ID_{as}	伝導と温度の関数h(k, T)の識別子 （整数）	
$Fscale_{sph}$	温度スケールファクター （実数）	$[\mathrm{K}]$
$Fscale_E$	エネルギースケールファクター （実数）	$[\mathrm{J}]$
$Fscale_K$	伝導スケールファクター （実数）	$\left[\frac{\mathrm{W}}{\mathrm{m^2K}}\right]$

コメント

1. この材料は以下のいずれかとして使用できます。
   - 純熱学的材料として（行4だけが読み出されます）
   - 境界条件（温度または流束）として（行5を使用します）
2. k（熱伝導）は、下記のように計算されます：

$$k = A + B \cdot T \tag{672}$$

3. α（熱拡散）は下記のように計算されます：

$$\alpha = k / \rho_0 C_p \tag{673}$$

ここで、C_pは、定圧における熱容量です。

4. k（熱伝導）は曲線$fct_ID_{as} = k(T)$によって定義されます。
5. α（熱拡散）は曲線*fct_ID*$_{sph}$$\alpha = k \,/\, \rho_0 C_p$を使用して$\frac{dE}{dT} = C_p$で求められます。
6. 関数g(T, E)は以下のような曲線になります：

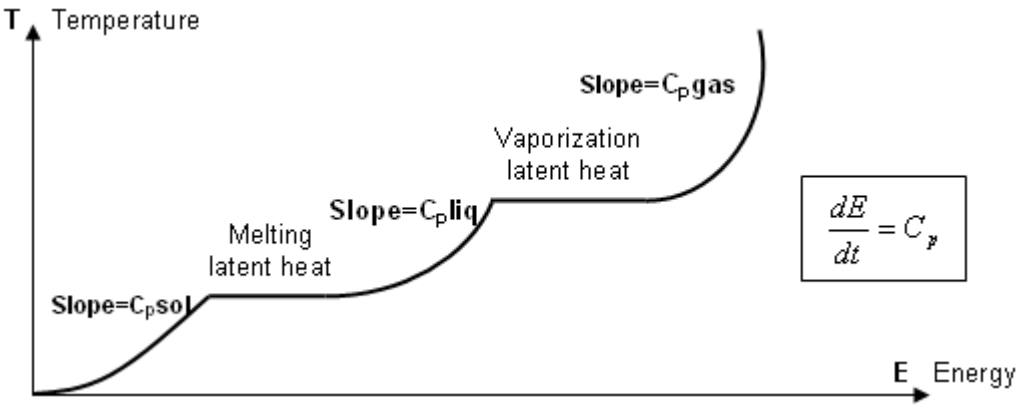


図 *173:*

7. *fct_ID*$_{sph}$ ≠ 0の場合、

$$E_{specific} = \frac{E_{\text{int}} \,/\, \rho_0}{Fscale_E} \tag{674}$$

$T = \mathrm{f}_{sph}(E_{specific}) \cdot Fscale_{sph}$

ここで、f_{sph}は*fct_ID*$_{sph}$の関数です。

8. *fct_ID*$_{sph}$ = 0の場合、

$$T = \frac{E_{\text{int}}}{sph} \tag{675}$$

ここで、$Sph = \rho_0 C_p = SpecificHeat$

9. *fct_ID*$_T$ ≠ 0の場合、

$$T = \mathrm{f}(Time) \cdot T_0 \tag{676}$$

ここで、$Time = Time \cdot Fscale_T;\ E_{\text{int}} = T \cdot sph$。

10. *fct_ID*$_{as}$ ≠ 0の場合、

$$T = \frac{T}{Fscale_{sph}} \tag{677}$$

$A = \mathrm{f}_{as}(T) \cdot Fscale_E$、$B = 0$

ここで、f_{as}は*fct_ID*$_{as}$の関数です。

See Also

材料の適合性

/MAT/LAW20 (BIMAT)

ブロックフォーマットのキーワード
2D解析用のALE多相材料則

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW20/*mat_ID*または/MAT/BIMAT/*mat_ID*									
mat_title									
空白行									
mat_ID$_1$	*mat_ID*$_2$				*IC*$_1$*1*	*IC*$_2$*2*	*I*$_{DISCRETE}$		
α_1		α_2							

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
mat_ID$_1$	最初の材料の識別子（ALEまたはEuler材料） （整数）	
mat_ID$_2$	2番目の材料の識別子（ALEまたはEuler材料） （整数）	
IC$_1$*1*	流入*mat_ID*$_1$制御フラグ （整数）	
IC$_2$*2*	流入*mat_ID*$_2$制御フラグ （整数）	
I$_{DISCRETE}$	離散充填フラグ （整数）	
α_1	最初の材料の割合	

フィールド	内容	SI単位の例
	（実数）	
α_2	2つ目の材料の割合 （実数）	

例（鋼材）

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/LAW20/1
steel (unit: g_cm_mus)
#         BLANK CARD

#  mat_ID1   mat_ID2                                  IC1       IC2 Idiscrete
         8         9                                    0         0         0
#              Alpha1              Alpha2
                0.82                0.18
/ALE/MAT/1
#     Modif. factor.
                   0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/HYD_JCOOK/8
steel
#               RHO_I               RHO_O
           7.8899999                   0
#                   E                  nu
           2.0999999           .30000001
#                   A                   B                   n              epsmax              sigmax
                .011              .00275           .36000001                   0                   0
#               Pmin
               1E-10
#                   C           EPS_DOT_0                   M               Tmelt                Tmax
                .022               1E-6                   1                1811                2000
#              RHOCP
        3.5699999E-5
/EOS/POLYNOMIAL/8
steel
#                  C0                  C1                  C2                  C3
                    0           1.6900001           3.0999999                   0
#                  C4                  C5                  E0                 Psh               RHO_0
                1.83                1.83                   0                   0                   0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/HYD_JCOOK/9
tungstene
#               RHO_I               RHO_O
                17.6                   0
#                   E                  nu
           3.5999999           .30000001
#                   A                   B                   n              epsmax              sigmax
              .01506              .00177                .12                   0                   0
#               Pmin
               1E-10
#                   C           EPS_DOT_0                   M               Tmelt                Tmax
          .016000001               1E-6                   1                3400                3400
#              RHOCP
             2.36E-5
/EOS/POLYNOMIAL/9
tungstene
#                  C0                  C1                  C2                  C3
                    0           2.8199999                   2               -1.37
#                  C4                  C5                  E0                 Psh               RHO_0
                1.54                1.54                   0                   0                   0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
```

コメント

1. 2D解析にのみ適合します（/ANALY）。材料はALE材料（/ALE/MAT）またはEULER材料（/EULER/MAT）として定義する必要があります。

2. α_1 とα_2はそれぞれ*mat_ID*$_1$と*mat_ID*$_2$の初期パーセンテージです。
3. 材料識別子*mat_ID*$_1$または*mat_ID*$_2$をLAW11と共に使用することはできません。
4. LAW20の境界にすることができるのは、材料タイプのLAW20のみです。
5. 流入材料制御のフラグをアクティブ化（$IC_i = 1$）すると、流入材料*mat_ID*$_i$のフィルタリングが可能になります。
6. 離散充填のフラグをアクティブ化（$I_{DISCRETE} = 1$）すると、入力ファイル内のすべての二相材料則の古い初期充填（10.0.3以前のバージョン）が有効になります。その他の二相材料則の部分充填は考慮されません。

See Also

材料の適合性

/MAT/LAW26 (SESAM)

ブロックフォーマットのキーワード
このALE材料則は、Johnson-Cook降伏基準で使用されるSESAME表形式EOSを記述します。

SESAME EOSは、固体、流体、高温 / 高密度プラズマなどを含む広範囲の位相と、これらの各種位相間での既知の遷移に対応しています。これには、米国のLos Alamos National Laboratoryで開発された、SESAME表が必要とされます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW26/*mat_ID* または /MAT/SESAM/*mat_ID*									
mat_title									
ρ_i		ρ_0							
E		υ							
a		*b*		*n*		$\varepsilon_p^{\max}$		$\sigma_{\max}$	
E_0									
SESAM301									
c		ε_0		*m*		T_{melt}*MELT*		T_{max}*MAX*	

熱の影響を考慮する場合（考慮しない場合は空白にすること）：

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
SESAM505									
K_{LOR}		λ		*A*		K_{max}			
SESAM502									
σ									

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
ρ_0	E.O.S（状態方程式）で使用される基準密度 デフォルト$\rho_0 = \rho_i$（実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
E	ヤング率 （実数）	[Pa]
υ	ポアソン比 （実数）	
a	塑性降伏応力。 （実数）	[Pa]
b	硬化パラメータ （実数）	
n	塑性硬化指数（≤ 1である必要があります） デフォルト = 1.0（実数）	
$\varepsilon_p^{\max}$	破壊塑性ひずみ。 （実数）	
$\sigma_{\max}$	最大応力 （実数）	[Pa]
E_0	単位体積あたりの初期エネルギー （実数）	[Pa]
SESAM301	SESAME EOS表のファイル名（301） （文字、最大100文字）	
c	ひずみ速度係数。 *= 0* ひずみ速度効果はなし デフォルト = 0.00（実数）	
ε_0	参照ひずみ速度	$\left[\frac{1}{\mathrm{s}}\right]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
	デフォルト = 10^{-06}（実数）	
m	温度指数。 デフォルト = 1.00（実数）	
T_{melt}*MELT*	溶融温度。 *= 0* 温度効果はなし デフォルト = 10^{30}（実数）	$[\mathrm{K}]$
T_{max}*MAX*	最大温度 $T > T_{max}$の場合：*m* = 1 が使用されます。 （実数）	$[\mathrm{K}]$
SESAM505	SESAME EOS表のファイル名（504） （文字、最大100文字）	
K_{LOR}	Lorentz伝導 デフォルト = 1.6833x10^{-9}（実数）	$\left[\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{m}\cdot\mathrm{s}\cdot\mathrm{K}^{7/2}}\right]$
λ	Lamda デフォルト = 8.3x10^{6}（実数）	$\left[\left(\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{K}}\right)^{3/2}\right]$
A	原子量 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{mole}}\right]$
K_{max}	最大伝導 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{m}\cdot\mathrm{s}\cdot\mathrm{K}}\right]$
SESAM502	SESAME EOS表のファイル名（502） （文字、最大100文字）	
σ	Stefan-Boltzman定数（5.6697x10^{-8}と等しい） （実数）	$\left[\frac{\mathrm{W}}{\mathrm{m}^2\cdot\mathrm{K}^4}\right]$

例（水）

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

```
/MAT/LAW26/1
WATER - 560 K - 130 bars - Initially Liquid - Without Plastic Behavior (Unit: kg-mm-ms)
#              RHO_I                RHO_0
              .00074                    0
#              Young              Poisson
            1.0E-20                  0.0
#                   A                    B                    N             EPSP_MAX              SIG_MAX
            1.0E+20                  0.0                  0.0                  0.0                  0.0
#                  E0
              740.0
# SESAM301 TABLE
sesam--water_301.dat
#                   C            EPS_DOT_0                    M               T_MELT               T_MAX
                  0.0                  0.0                  0.0                  0.0                  0.0
# SESAM505 TABLE
sesam--water_505.dat
#                 XKL                XLAMB                ATOM                 XKMAX
                  0.0                  0.0                  0.0                  0.0
# SESAM502 TABLE
sesam--water_502.dat
#                 SIG
                  0.0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
/END
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. 熱伝導流束は次のとおりです:

$$\mathbf{F}_e = -K_e \nabla \mathbf{T}_e \tag{678}$$

ここで、

K_e	熱伝導
K_L	Lorentz気体の伝導

$$K_e = 0.4\delta_T K_L \tag{679}$$

ここで:

$$K_L = K_{LOR} \cdot \frac{T_e^{5/2}}{Z\ln(\Lambda)} \tag{680}$$

および

$$\delta_T = \frac{1}{1+\left(3.44 \times 0.26\frac{\ln(Z)}{Z}\right)} \tag{681}$$

K_{LOR}（Lorentz伝導）は:

$$K_{LOR} = 1.6833 \times 10^{-9}\left[\frac{J}{m \cdot s \cdot K^{7/2}}\right] \tag{682}$$

LAMBDAは、電子温度（T_e）、電子密度（n_e）および係数λによって決まります:

$$\Lambda = \lambda \cdot \frac{T_e^{3/2}}{n_e^{1/2}} \tag{683}$$

$$n_e = \frac{\rho \cdot N_A \cdot Z}{A} \tag{684}$$

ここで、

A	原子量
N_A	アボガドロ数N_A = 6.0225 x 10^{23}
Z	SESAME EOS表504から取得した原子番号
ρ	密度
T_e	SESAME表から取得した電子温度

2. 熱輻射流束は次のとおりです:

$$\mathbf{F}_r = -K_r \nabla \mathbf{T}_r \tag{685}$$

ここで:

$$K_r = \frac{\frac{16}{3} \cdot \sigma \cdot L_R \cdot T^3 \cdot \frac{\partial \mathbf{T}}{\partial x}}{1 + \frac{16}{3} \cdot \frac{L_R}{T} \cdot \left| \frac{\partial \mathbf{T}}{\partial x} \right|} \tag{686}$$

ここで、

σ	Stefan Boltzman定数
L_R	SESAME表から取得したRosseland平均長
$\mathbf{T}_r$（**T**と同じ）	SESAME表から取得した輻射温度

3. ファイルの`SESAM301`、`SESAM505`、および`SESAM502`は、さまざまな材料状態を記述するために選択された解析モデルからの表形式の方程式です。SESAME表のほとんどが複式表（2変数関数）です。これらの表形式EOSでは、密度と温度の関数で圧力とエネルギーを算出します。表は両方向で補間されます。Radiossを使用した場合は、2つの変数が密度と特定のエネルギーになります。
4. `/EOS/SESAM`はSESAME表形式EOSを処理できます。この提示した材料則では、Johnson-Cook降伏基準と潜在的プラズマ内の伝導 / 放射伝達も考慮されます。

See Also

材料の適合性

/MAT/LAW37 (BIPHAS)

ブロックフォーマットのキーワード
流体力学的二相材料液体気体材料を記述します。この多相材料則(LAW37)をRadioss単精度エンジンで使用することは推奨されません。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW37/*mat_ID*/*unit_ID*または/MAT/BIPHAS/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
P_{sh}									
ρ_0^l		C_l		α_l		v_l		v_{vol_l}	
ρ_0^g		γ		P_0		v_g		v_{vol_g}	

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 (整数、最大10桁)	
unit_ID	単位識別子 (整数、最大10桁)	
mat_title	材料のタイトル (文字、最大100文字)	
P_{sh}	圧力シフト 5 デフォルト:$P_{sh} = -P_0$(実数)	$[\mathrm{Pa}]$
ρ_0^l	液体の基準密度 (実数)	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
C_l	液体の弾性率 (実数)	$[\mathrm{Pa}]$
α_l	初期液体質量比率 *= 0.0* 気体	

フィールド	内容	SI単位の例
	= 1.0 液体 （実数）	
ν_l	せん断動粘性（$=\mu/\rho_0^l$） （実数）	$\left[\frac{m^2}{s}\right]$
ν_{vol_l}	液体の体積動粘性：$=\frac{3\lambda+2\mu}{\rho}$ デフォルト = 0：Stokesの仮説 $(3\lambda+2\mu=0)$ （実数）	$\left[\frac{m^2}{s}\right]$
ρ_0^g	基準気体の密度 （実数）	$\left[\frac{kg}{m^3}\right]$
γ	理想気体定数 （実数）	
P_0	基準気体の初期圧力 （実数）	$[Pa]$
ν_g	せん断動粘性 $=\mu/\rho_0^g$ （実数）	$\left[\frac{m^2}{s}\right]$
ν_{vol_g}	気体の体積動粘性：$=\frac{3\lambda+2\mu}{\rho}$ デフォルト = 0：Stokesの仮説 $(3\lambda+2\mu=0)$。 （実数）	$\left[\frac{m^2}{s}\right]$

例

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  1. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
                  g                   mm                  ms
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/LAW37/1/1
air (unit g_mm_ms)
#                 Psh
                    0
#              RHO_I0                C_I             ALPHA_I               NU_I           NU_VOL_I
                .001                2089                   0           1.787e-3                  0
#              RHO_G0               GAMMA                  P0               NU_g           NU_VOL_g
            1.22E-6                 1.4                  .1            1.48e-2
```

```
/ALE/MAT/1
#     Modif. factor.
                    0
/MAT/LAW37/2/1
water (unit g_mm_ms)
#                 Psh
                    0
#              RHO_l0                 C_l             ALPHA_l                NU_l            NU_VOL_l
                .001                2089                   1           1.787e-3                   0
#              RHO_G0               GAMMA                  P0                NU_g            NU_VOL_g
            1.22E-6                 1.4                  .1            1.48e-2
/ALE/MAT/2
#     Modif. factor.
                    0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#enddata
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. サイクルごとに液体と気体のつり合いが計算されます: $\Delta P_l = \Delta P_g$

   流体の状態方程式

   $$P_l = P_0 + C_l \mu \tag{687}$$

   体積弾性率 $C_l = \rho_0^l \left(c_0^l\right)^2$

   ここで、

ρ_0^l	初期液体密度
c_0^l	初期音速

   気体の状態方程式:

   $$Pv^\gamma = P_0 v_0^\gamma = constant \tag{688}$$

   ここで、

$\boldsymbol{P}$	圧力
$v = \frac{V}{V_0}$	比容積

   応力引張

   $$\boldsymbol{\sigma} = \mathbf{P} + \boldsymbol{\tau} \tag{689}$$

   $$\tau_{ij} = \lambda \dot{\varepsilon}_{kk} \delta_{ij} + 2\mu \dot{\varepsilon}_{ij} \tag{690}$$

   ここで、

$\boldsymbol{\sigma}$	応力引張
$\mathbf{P}$	球状応力引張
$\boldsymbol{\tau}$	粘性応力引張
λ	せん断の動粘性
μ	膨張の動粘性

2. 多相材料則LAW51(/MAT/MULTIMAT)はLAW37を模擬できます。

   MUSCL法を用いた反-拡散テクニックが実装されており、LAW51(/ALE/MUSCL)に使用可能となっています。

3. 流入 / 流出が必要な場合、代わりにLAW51が使用されなければなりません。LAW51は、多相材料流入 / 流出定式化を擁します。

4. アニメーションファイルの場合:

   /ANIM/ELEM/DENS37はサブ材料の密度の出力を可能にします。

   /ANIM/BRIC/VFRACでは、各サブ材料について体積比率を出力できます。

   Radioss Starter Input Manualの時刻歴応答、またはRadioss Engine Input Manualの/ANIM/Eltyp/Restypeをご参照ください。

5. デフォルト:$P_{sh} = -P_0$これは、P_0値に対応する出力圧力値が初期時間において0.0となるよう、計算された圧力がシフトされることを意味します。

   全圧力を使用するには、P_{sh}は-1e-20といった小さい値を使って無効にされている必要があります。圧力Pはアニメーション内で/ANIM/ELEM/Pとエクスポートされることが可能です。

	相対圧力 **$P_{sh} = -P_0$**(デフォルト)	全圧力 **P_{sh} = -1e-20**
初期条件:	$P = \Delta P = 0$	$P = P_0$
膨張:	$P = \Delta P < 0$	$P < P_0$
圧縮:	$P = \Delta P > 0$	$P > P_0$

6. 初期エネルギーはLAW37では計算されません。しかしながら、断熱条件$dE = -P \cdot dV$はポリトロープ過程方程式を介して使用されます:

$$PV^{\gamma} = const. \tag{691}$$

7. LAW37は、要素境界条件(/EBCS)と適合性がありません。

See Also

材料の適合性

RD-E:2200 着水

/MAT/LAW51 (MULTIMAT)

ブロックフォーマットのキーワード
4種類の材料まで定義できます：弾塑性ソリッド、液体、気体、爆発物この材料則は、サブ材料ゾーン間でよりシャープはインターフェースを得るための拡散インターフェーステクニックに基づいています（Radioss Starter入力内の`/ALE/MUSCL`）。

この材料則をRadioss単精度エンジンで使用することは推奨されません。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
`/MAT/LAW51`/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
空白									
I_{form}*FORM*									

定式化タイプ

表 *18:* 材料則

定式化	副材料の数	塑性	爆発
Iform = 0	3	--	--
Iform = 1	3	Johnson-Cook	--
Iform = 10	4	Johnson-Cook	Jones Wilkins Lee
Iform = 11	4	Johnson-Cook Drücker-Prager	Jones Wilkins Lee
Iform = 12	5	Johnson-Cook Drücker-Prager	Jones Wilkins Lee

一般定式化（I_{form}*FORM*=12）では、タイプ0、1、10または11の任意の定式化を簡略化して定義することができます。

表 *19:* 基本境界条件

定式化	タイプ
Iform = 2	流入
Iform = 4	気体流入（停滞点から定義された状態）
Iform = 5	液体流入（停滞点から定義された状態）

定式化	タイプ
Iform = 6	流出（サイレント）

出力の定式化（I_{form}*FORM*=3）は2018.0より廃止となり、新規のNon-Reflecting-Frontier（Iform = 6）に置き換えられています。

多項式I EOSでのモデリングテクニック

材料の仮定	出力	モデリング								
		C_0	$C_1$1	$C_2$2	$C_3$3	$C_4$4	$C_5$5	E_0	P_{ext}EXT	P_{min}MIN
理想気体（例題43）	$P(\mu, E)$					$(\gamma-1)$	$(\gamma-1)$	$\frac{P_0}{\gamma-1}$		
	$\Delta P(\mu, E)$	-P_0				$(\gamma-1)$	$(\gamma-1)$	$\frac{P_0}{\gamma-1}$	P_0	
水（線形EOS）	$P(\mu, E)$	P_0	ρc^2							10^{-30}
	$\Delta P(\mu, E)$		ρc^2						P_0	-P_0
線形ソリッド（線形EOS）	$P(\mu, E)$	P_0	$\frac{E}{3(1-2\nu)}$							
	$\Delta P(\mu, E)$		$\frac{E}{3(1-2\nu)}$						P_0	
Mie-Gruneise Γ 定数	$\Delta P(\mu, E)$		K_1	$K_2-\frac{\Gamma}{2}K_1$	$K_3-\frac{\Gamma}{2}K_2$	Γ	Γ	E_0	P_0	
Mie-Gruneise Γ 線形 $\Gamma=\Gamma_0-$	$\Delta P(\mu, E)$		K_1	$K_2-\frac{\Gamma_0}{2}K_1-$	$\frac{\Gamma_0}{2}K_2+$	Γ_0	Γ_0-a	E_0	P_0	

ここで、

$$K_1=\rho_0 c^2 \quad (692)$$

$$K_2=\rho_0 c^2(2S-1) \quad (693)$$

$$K_3=\rho_0 c^2(S-1)(3S-1) \quad (694)$$

ここで、

$$\mu = \frac{\rho}{\rho_0} - 1 \qquad (695)$$

$P(\mu, E)$	全圧力と全エネルギー定式化
$\Delta P(\mu, E)$	相対圧力と全エネルギー定式化
$P(\mu, \Delta E)$	全圧力と相対エネルギー定式化
$\Delta P(\mu, \Delta E)$	相対圧力と相対エネルギー定式化
P_0	初期全圧力
E_0	初期全エネルギー
γ	理想気体定数
E	ヤング率
ν	ポアソン比
Γ	Gruneisenガンマ
a	右記Gruneisenガンマへの1次体積修正の係数；Γ_0
c	音速
ρ_0	初期密度
S	線形Hugoniot勾配係数

コメント

1. 数値的な拡散は、体積率伝達/ALE/MUSCLに2次法を使用することで向上できます。拡散の制限に使用されていた以前の/UPWINDは廃止されました。
2. ALE材料則の時間ステップはEngineカード/DT/ALEで調整でき、デフォルトでは時間ステップのスケールファクターは0.5です。
3. この材料則は/MAT/LAW37 (BIPHAS)（液体と気体の混合）をより拡散で模擬できます。また、/MAT/LAW20 (BIMAT)の代わりに2D解析で使用することもできます（/MAT/LAW51は2次元ソリッド要素としか適合性がないため）。
4. /MAT/LAW51 (MULTIMAT) は要素内に存在するそれぞれの材料の釣り合いに基づきます。Radiossは、相対圧力ΔPを計算して出力します。各サイクルにおいて：$\Delta P = \Delta P_1 = \Delta P_2 = \Delta P_3 = \Delta P_4$

   ユーザーは、出力値ΔPと入力パラメータP_{ext}を使って全圧力を引き出すことができます：

   $$P = \Delta P + P_{ext} \qquad (696)$$

5. TETRA4要素をこの材料則に使用することはできますが、ALEでより良い数値解を得るためには現時点ではソリッド要素を強くお勧めします。

See Also

材料の適合性

RD-E:4600 TNT円筒膨張試験
RD-E:5000 INIVOLと流体構造連成(コンテナ落下)

境界グループ

Iform = 2

ブロックフォーマットのキーワード

この境界材料を使用すると、グローバル材料状態を計算するためにも使用される副材料状態（密度、エネルギー、および体積比率）を適用できます。副材料EOSパラメータは、（ドメインの）隣接要素のパラメータで構成される必要があります。

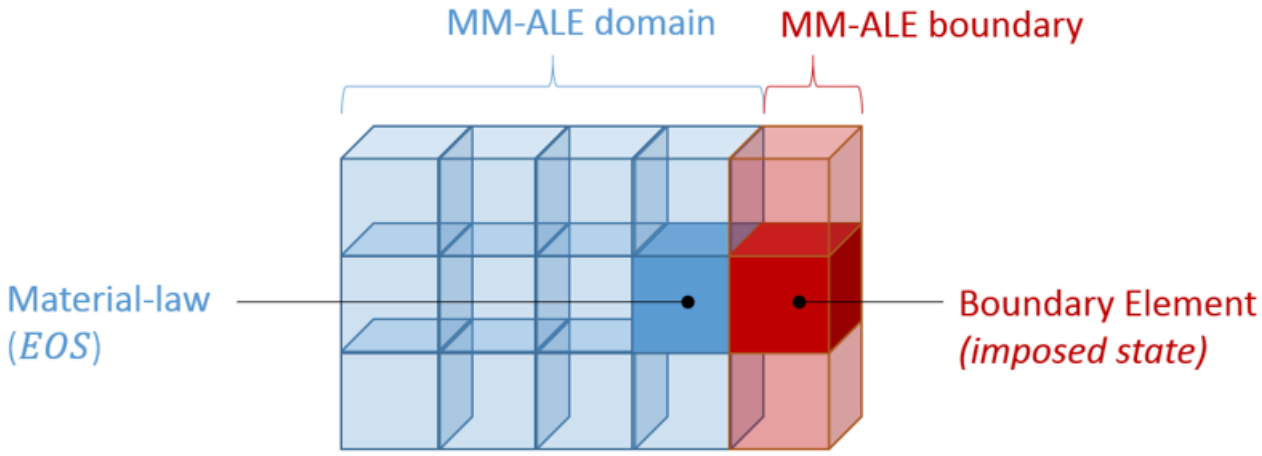


図 *174:*

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW51/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
空白のフォーマット									
I_{form}*FORM*									

#グローバルパラメータ

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$Scale_{time}$		P_{EXT}				VEL_{in}			fct_ID_{VEL}

#材料1パラメータ

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$\alpha_0^{mat\_1}$		$\rho_0^{mat\_1}$		$E_0^{mat\_1}$		$fct\_ID_{\alpha 1}$	$fct\_ID_{\rho 1}$	fct_ID_{E1}	
$C_1^{mat\_1}$		$C_2^{mat\_1}$		$C_3^{mat\_1}$		$C_4^{mat\_1}$		$C_5^{mat\_1}$	

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$\Delta P_{\min}^{mat\_1}$		$C_0^{mat\_1}$							

#材料2パラメータ

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$\alpha_0^{mat\_2}$		$\rho_0^{mat\_2}$		$E_0^{mat\_2}$		$fct\_ID_{\alpha 2}$	$fct\_ID_{\rho 2}$	fct_ID_{E2}	
$C_1^{mat\_2}$		$C_2^{mat\_2}$		$C_3^{mat\_2}$		$C_4^{mat\_2}$		$C_5^{mat\_2}$	
$\Delta P_{\min}^{mat\_2}$		$C_0^{mat\_2}$							

#材料3パラメータ

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$\alpha_0^{mat\_3}$		$\rho_0^{mat\_3}$		$E_0^{mat\_3}$		$fct\_ID_{\alpha 3}$	$fct\_ID_{\rho 3}$	fct_ID_{E3}	
$C_1^{mat\_3}$		$C_2^{mat\_3}$		$C_3^{mat\_3}$		$C_4^{mat\_3}$		$C_5^{mat\_3}$	
$\Delta P_{\min}^{mat\_3}$		$C_0^{mat\_3}$							

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
I_{form}*FORM*	定式化フラグ （整数） =2：強制状態	

フィールド	内容	**SI**単位の例
$Scale_{time}$	入力の関数の横軸のスケールファクタ デフォルト = 1（実数）	
VEL_{in}	流入速度のスケールファクタ 5 （実数）	$\left[\frac{m}{s}\right]$
fct_ID_{VEL}	（オプション）右記の速度関数の識別子；$f_{VEL}(t)$ 5 = 0：$f_{\rho i}(t)$ > 0：$v(t) = VEL_{in} \cdot f_{VEL}(t)$ （整数）	
$\alpha_0^{mat\_i}$	初期強制体積比率 2 （実数）	
$\rho_0^{mat\_i}$	初期強制密度 （実数）	$\left[\frac{kg}{m^3}\right]$
$E_0^{mat\_i}$	単位体積あたりの初期強制エネルギー （実数）	$\left[\frac{J}{m^3}\right]$
$fct\_ID_{\alpha i}$	（オプション）右記の体積比率スケーリング関数の識別子；$f_{\alpha i}(t)$ 3 = 0：$\alpha^{mat\_i}(t) = \alpha_0^{mat\_i}$ > 0：$\alpha^{mat\_i}(t) = \alpha_0^{mat\_i} \cdot f_{\alpha_i}(t)$ （整数）	
$fct\_ID_{\rho_i}$	（オプション）右記の密度スケーリング関数の識別子；$f_{\rho i}(t)$ 3 = 0：$\rho^{mat\_i}(t) = \rho_0^{mat\_i}$ > 0：$\rho^{mat\_i}(t) = \rho_0^{mat\_i} \cdot f_{\rho_i}(t)$ （整数）	
fct_ID_{Ei}	（オプション）右記の密度エネルギースケーリング関数の識別子；$f_{Ei}(t)$ 3 = 0：$E^{mat_i}(t) = E_0^{mat\_i}$ > 0：$E^{mat\_i}(t) = E_0^{mat\_i} \cdot f_{E_i}(t)$ （整数）	

フィールド	内容	SI単位の例
$C_1^{mat\_i}$	多項式EOSの係数 （実数）	[Pa]
$C_2^{mat\_i}$	多項式EOSの係数 （実数）	[Pa]
$C_3^{mat\_i}$	多項式EOSの係数 （実数）	[Pa]
$C_4^{mat\_i}$	多項式EOSの係数 （実数）	
$C_5^{mat\_i}$	多項式EOSの係数 （実数）	
$\Delta P_{\min}^{mat\_i}$	カットオフ圧力 4 デフォルト = -10^{-30}（実数）	[Pa]
$C_0^{mat\_i}$	多項式EOSの係数 （実数）	[Pa]

コメント

1. この定式化は、ユーザーデータからの副材料状態を適用します。

   体積比率：

   $$\alpha^{mat\_i}(t) \qquad (697)$$

   密度：

   $$\rho^{mat\_i}(t) \qquad (698)$$

   密度エネルギー：

   $$\mathrm{E}^{mat\_i}(t) \qquad (699)$$

   これを使用して、特定の多項式EOSから圧力を計算できます：

   $$\Delta P(t) = \min\{\Delta P_{\min}, C_0 + C_1\mu + C_2'\mu^2 + C_3'\mu^3 + (C_4 + C_5\mu)E(t)\} \qquad (700)$$

   ここで、$P = \Delta P + P_{EXT}$かつ$\mu(t) = \dfrac{\rho(t)}{\rho_0} = 1, \quad E(t) = \mathrm{E}_{\mathrm{int}}(t) \;\Big|\; V_0, C_2' = C_2\delta_{\mu\geq 0}, \quad and \quad C_3' = C_3\delta_{\mu\geq 0}$。

   これは、EOSが膨張に対して線形であり、圧縮に対して3次式であることを意味します。

   また、グローバル材料状態は以下によって求められます：

圧力 $$\Delta P = \sum_i \alpha^{mat\_i}(t) \cdot \Delta P^{mat\_i}$$

密度 $$\rho = \sum_i \alpha^{mat\_i}(t) \cdot \rho^{mat\_i}$$

エネルギー $$E_{int}/V = \sum_i \alpha^{mat\_i}(t) \cdot E^{mat\_i}$$

2. 体積比率によって、要素体積を3つの異なる材料で分け合うことができます。

材料ごとに、$\alpha_0^{mat_i}$を0と1の間に定義する必要があります。

初期体積比率の合計$\sum_{i=1}^{3} \alpha_0^{mat_i}$は1に等しい必要があります。

体積の自動初期比率については、/INIVOLをご参照ください。

3. 関数が定義されていない場合は、関連する量が一定になり、初期値に設定されます。ただし、入力量は、指定された関数識別子を使用して時間依存関数として定義できます。横軸関数は、$f(t)$ではなく$f(Scale_{time}, t)$の使用につながる*Fscale*$_t$パラメータを使用してスケーリングすることもできます。

4. $\Delta P_{\min}^{mat\_i}$ フラグは、計算される圧力の最小値です。

$P = \Delta P + P_{EXT}$のため、$P_{EXT} = 0$の定義は$\Delta P = P$および$\Delta P_{\min} = P_{\min}$を意味します。

液体材料圧力を正のままにして、引張り強度を避ける必要があります。これにより、

$P_{\min} = 0$ または$\Delta P_{\min} = -P_{EXT}$

ソリッド材料については、$\Delta P_{\min}^{mat\_i} = 10^{30}$ のデフォルト値が適切です。

5. 速度が定義されていない場合、ユーザーは/IMPVELを節点と用いて定義する必要があります。もしくは、法線速度を入力します。法線速度は、各サブ材料に使用される同じ速度でグローバル材料に適用されます。停滞点における状態のみが既知の場合、代わりに、/MAT/LAW51、I_{form}*FORM*=4,5を使用します。

Iform = 4
ブロックフォーマットのキーワード
この境界を使用すれば、多相材料ALE則（定式化：$I_{form}FORM$ = 0、1、10または11）の気体流入条件をシミュレートできます。

境界副材料状態は、ユーザーによって指定された停滞点での状態から計算されます。この機能の使用時は、速度が数値的なスキームによって計算される強制速度（`/IMPVEL`）を使用する必要はありません。

内容

ユーザーは、v=0の状態に相対する停滞点の状態$\alpha_{stagnation} = \alpha_0$、$\rho_{stagnation} = \rho_0$および$E_{stagnation} = E_0$を提供する必要があります。理想気体EOSより：

$$P_0 = C_0 + (1+\mu)\cdot(\gamma - 1)\cdot E_0 \qquad (701)$$

ここで、$C_4 = \gamma - 1$。ここから、$P_{stagnation} = C_0 + C_4 \cdot E_0$が導かれます。

各サイクルにおいて、Radiossは気体流入状態ρ_{in}, E_{in}, P_{in}を、入力面における速度を用いてベルヌーイの定理が満足されるよう1計算します。

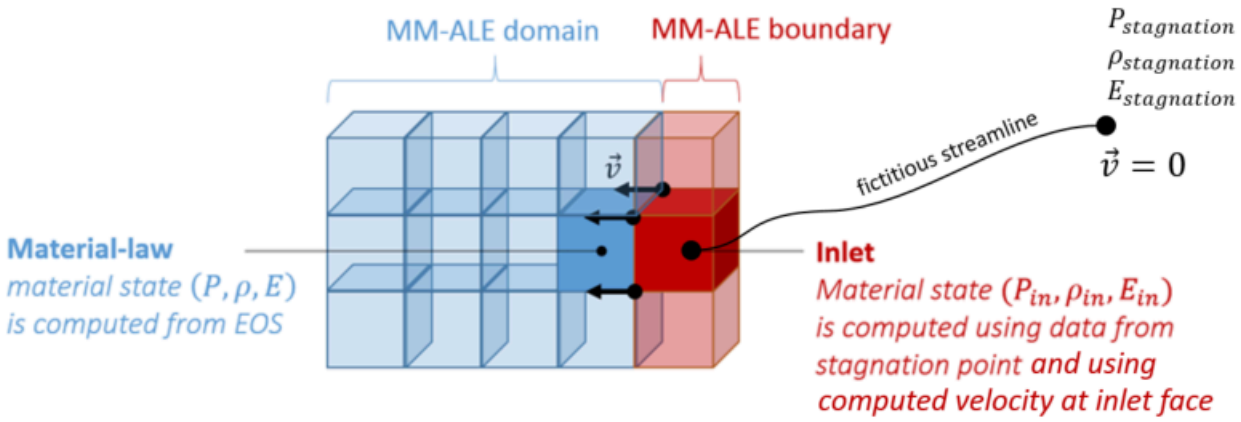


図 *175:*

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
`/MAT/LAW51`/*mat_ID/unit_ID*									
mat_title									
空白のフォーマット									
$I_{form}FORM$									

#グローバルパラメータ

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$Scale_{time}$		P_{EXT}							

#材料1パラメータ

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$\alpha_0^{mat\_1}$		$\rho_0^{mat\_1}$		$E_0^{mat\_1}$		$fct\_ID_{\alpha 1}$	$fct\_ID_{\rho 1}$	fct_ID_{E1}	
$C_1^{mat\_1}$						$C_4^{mat\_1}$			
		$C_0^{mat\_1}$							

#材料2パラメータ

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$\alpha_0^{mat\_2}$		$\rho_0^{mat\_2}$		$E_0^{mat\_2}$		$fct\_ID_{\alpha 2}$	$fct\_ID_{\rho 2}$	fct_ID_{E2}	
$C_1^{mat\_2}$						$C_4^{mat\_2}$			
		$C_0^{mat\_2}$							

#材料3パラメータ

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$\alpha_0^{mat\_3}$		$\rho_0^{mat\_3}$		$E_0^{mat\_3}$		$fct\_ID_{\alpha 3}$	$fct\_ID_{\rho 3}$	fct_ID_{E3}	
$C_1^{mat\_3}$						$C_4^{mat\_3}$			
		$C_0^{mat\_3}$							

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
I_{form}*FORM*	定式化フラグ *= 4* 気体流入（停滞点でのデータから計算される） （整数）	
$Scale_{time}$	入力の関数の横軸のスケールファクタ 2 デフォルト = 1（実数）	
P_{EXT}	外部（周囲）圧力 3 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
$\alpha_0^{mat\_i}$	初期体積比率 4 （実数）	
$\rho_0^{mat\_i}$	停滞点での初期密度 1 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
$E_0^{mat\_i}$	停滞点での初期エネルギー 5 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{m}^3}\right]$
fct_ID$_{\alpha i}$	（オプション）体積比率スケーリング関数$\mathrm{f}_{\alpha_i}(t)$識別子 6 *= 0* $\alpha^{mat_i}(t) = \alpha_0^{mat_i}$ *> 0* $\alpha^{mat_i}(t) = \alpha_0^{mat_i}\mathrm{f}_{\alpha_i}(t)$ （整数）	
fct_ID$_{\rho i}$	（オプション）密度比率スケーリング関数$\mathrm{f}_{\rho_i}(t)$識別子 *= 0* $\rho^{mat_i}(t) = \rho_0^{mat_i}$	

フィールド	内容	SI単位の例
	> 0 $\rho^{mat_i}(t) = \rho_0^{mat_i} \mathrm{f}_{\rho_i}(t)$ （整数）	
fct_ID$_{Ei}$	（オプション）エネルギー比率スケーリング関数$\mathrm{f}_{E_i}(t)$識別子 *= 0* $E^{mat_i}(t) = E_0^{mat_i}$ *> 0* $E^{mat_i}(t) = E_0^{mat_i} \mathrm{f}_{E_i}(t)$ （整数）	
$C_0^{mat\_3}$	理想気体EOSの係数 5 （実数）	[Pa]
$C_4^{mat\_i}$	理想気体$(\gamma - 1)$定数 5 （実数）	
$C_0^{mat\_i}$	理想気体EOSの係数 5 （実数）	[Pa]

コメント

1. 与えられた停滞点$\rho_{stagnation}$, $P_{stagnation}$ が、気体流入状態の計算に用いられます。ベルヌーイの定理が適用されます。

$$P_{stagnation} = P_{in} + \frac{\rho_{in} v_{in}^2}{2} \tag{702}$$

これが次の流入状態につながります。

$$\rho_{in} = \rho_{stagnation} \left[1 - \frac{\gamma - 1}{2\gamma} \cdot \frac{\rho_{stagnation}}{P_{stagnation}} \cdot (1 + C_d) \cdot v_{in}^2 \right]^{\frac{1}{\gamma - 1}} \tag{703}$$

$$P_{in} = P_{stagnation} \left(\frac{\rho_{in}}{\rho_{stagnation}} \right)^{\gamma} \tag{704}$$

$$(\rho e)_{in} = \frac{P_a}{\gamma - 1} \left(\frac{\rho_{in}}{\rho_{stagnation}} \right)^{\gamma - 1} \tag{705}$$

その後で、平均値を計算することにより、グローバル材料状態が決定されます。

圧力 $\Delta P_{in} = \sum_i \alpha^{mat}{}_i(t) \Delta P_{in}^{mat\_i}$

密度 $\rho_{in} = \sum_i \alpha^{mat}{}_i(t) \rho_{in}^{mat\_i}$

エネルギー $(\rho e)_{in} = \sum_i \alpha^{mat}{}_i(t) E_{in}^{mat\_i}$

2. オプションの比率関数は、体積、密度またはエネルギー比率をスケーリングするために使用できます。

3. パラメータP_{EXT}では、相対圧力 $\Delta P_{\min}^{mat_i}$を操作する場合に周囲圧力を考慮できます。このパラメータは、Radiossで各サイクルの正確なエネルギー統合に必要です。そうしないと、数値EOSの解が一般的に不正確になります。このパラメータは、全（物理）圧力を求めるためにEOS計算に含めなければならない圧力を表します。アニメーションファイル内の圧力コンターへの影響はありません。

線形EOSを使用した例：

全圧力：$P = P_{amb} + C_1 \mu$ また、 $P_{EXT} = 0$

相対圧力：$\Delta P = C_1 \mu$、また $P_{EXT} = P_{amb}$

4. 体積比率によって、要素体積を3つの異なる材料で分け合うことができます。

材料毎に、$\alpha_0^{mat\_i}$ を0と1の間に定義する必要があります。

初期体積比率の合計 $\sum_{i=1}^{3} \alpha_0^{mat\_i}$ は1に等しい必要があります。

体積の自動初期比率については、/INIVOLをご参照ください。

5. 理想気体EOSは$P(\mu, E) = (\gamma - 1)(1+\mu)$です。通常は、この一般形式$P = C_0 + C_1\mu + C_4(1+\mu)E$を使用して記述できます。ここで、$C_4 = (\gamma - 1)$です。これは、圧力とエネルギーを合計にするか相対にするかにより、柔軟性が向上します：

$$P(\mu, E) = C_4(1+\mu)E \tag{706}$$

ここで、$C_4 = (\gamma - 1)$、$P_{EXT} = 0$

これにより、$\Delta P(\mu, E) = C_0 + C_4(1+\mu)E$から一般形式が得られます。

$$\Delta P(\mu, \quad E) = C_0 + C_4(1+\mu)E \tag{707}$$

ここで、$C_4 = (\gamma - 1)$、 $C_0 = -P_0$および$P_{EXT} = P_{amb}$

$$\Delta P(\mu, \Delta E) = C_0 + C_1\mu + C_4(1+\mu)\Delta E \tag{708}$$

ここで、$C_4 = (\gamma - 1)$、$C_1 = E_0(\gamma - 1)$および$P_{EXT} = P_{amb}$

6. $\Delta P_{\min}^{mat\_i}$ フラグは、計算される圧力の最小値です。

$P = \Delta P + P_{EXT}$のため、$P_{EXT} = 0$の定義は$\Delta P \equiv P$および$\Delta P_{min} \equiv P_{min}$を意味します。

液体材料圧力を正のままにして、引張り強度を避ける必要があります。これにより、$P_{min} = 0$から$\Delta P_{min} = -P_{EXT}$が得られます。

ソリッド材料については、$\Delta P_{\min}^{mat\_i} = 10^{30}$ のデフォルト値が適切です

7. EOSパラメータは、隣接するMM-ALE領域からの気体EOSと一致する必要があります。

Iform = 5
ブロックフォーマットのキーワード
この境界を使用すれば、多相材料ALE則（定式化：$I_{form}FORM$ = 0、1、10または11）の液体流入条件をシミュレートできます。

境界副材料状態は、ユーザーによって指定された停滞点での状態から計算されます。この機能の使用時は、速度が数値的なスキームによって計算される強制速度（/IMPVEL）を使用する必要はありません。

ユーザーは、v=0の状態に相対する停滞点の状態$\alpha_{stagnation} = \alpha_0$、$\rho_{stagnation} = \rho_0$、$E_{stagnation} = E_0$（$E$はオプション）を提供する必要があります。1つの線形EOSより：$P_0 = C_0 + C_1\mu$; したがって、$P_{stagnation} = C_0$.

各サイクルにおいて、Radiossは液体流入状態を、入力面における速度を用いてベルヌーイの定理が満足されるよう計算します。

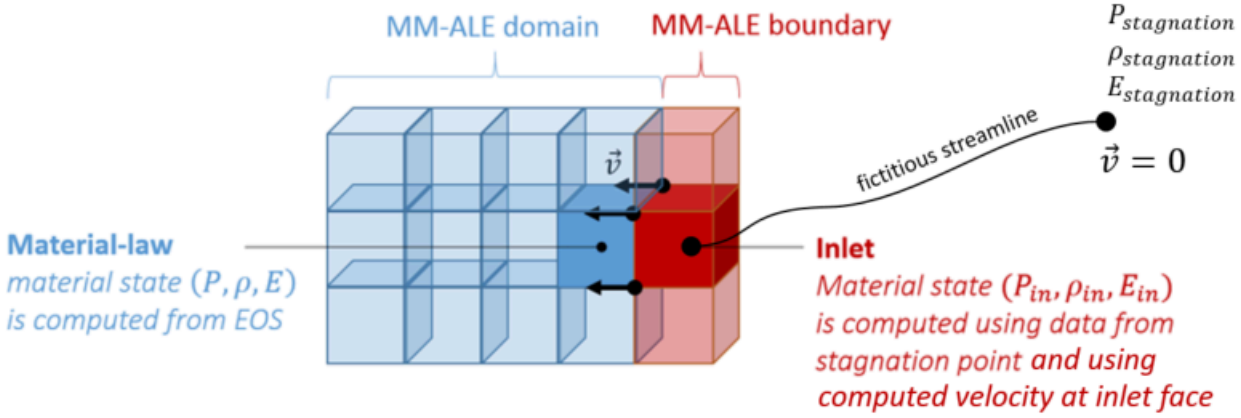


図 *176:*

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW51/*mat_ID/unit_ID*									
mat_title									
空白のフォーマット									
$I_{form}FORM$									

#グローバルパラメータ

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$Scale_{time}$		P_{EXT}							

#材料1パラメータ

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$\alpha_0^{mat\_1}$		$\rho_0^{mat\_1}$		$E_0^{mat\_1}$		$fct\_ID_{\alpha 1}$	$fct\_ID_{\rho 1}$	fct_ID_{E1}	
$C_1^{mat\_1}$									
$\Delta P_{\min}^{mat\_1}$		$C_0^{mat\_1}$							

#材料2パラメータ

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$\alpha_0^{mat\_2}$		$\rho_0^{mat\_2}$		$E_0^{mat\_2}$		$fct\_ID_{\alpha 2}$	$fct\_ID_{\rho 2}$	fct_ID_{E2}	
$C_1^{mat\_2}$									
$\Delta P_{\min}^{mat\_2}$		$C_0^{mat\_2}$							

#材料3パラメータ

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$\alpha_0^{mat\_3}$		$\rho_0^{mat\_3}$		$E_0^{mat\_3}$		$fct\_ID_{\alpha 3}$	$fct\_ID_{\rho 3}$	fct_ID_{E3}	
$C_1^{mat\_3}$									
$\Delta P_{\min}^{mat\_3}$		$C_0^{mat\_3}$							

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
I_{form}*FORM*	定式化フラグ *= 5* 液体流入（停滞点でのデータから計算される） （整数）	
$Scale_{time}$	入力の関数の横軸のスケールファクタ 2 デフォルト = 1（実数）	
P_{EXT}	外部（周囲）圧力 3 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
$\alpha_0^{mat\_i}$	初期体積比率 4 （実数）	
$\rho_0^{mat\_i}$	停滞点での初期密度 1 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
$E_0^{mat\_i}$	停滞点での初期エネルギー 5 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{m}^3}\right]$
fct_ID$_{\alpha i}$	（オプション）体積比率スケーリング関数$f_{\alpha_i}(t)$識別子。6 *= 0* $\alpha^{mat_i}(t) = \alpha_0^{mat_i}$ *> 0* $\alpha^{mat_i}(t) = \alpha_0^{mat_i} \cdot f_{\alpha_i}(t)$ （整数）	
fct_ID$_{\rho i}$	（オプション）密度比率スケーリング関数$f_{\rho_i}(t)$識別子。 *= 0* $\rho^{mat_i}(t) = \rho_0^{mat_i}$ *> 0* $\rho^{mat_i}(t) = \rho_0^{mat_i} . f_{\rho_i}(t)$ （整数）	
fct_ID$_{Ei}$	（オプション）エネルギー比率スケーリング関数$f_{E_i}(t)$識別子。	

フィールド	内容	SI単位の例
	= 0 $E^{mat_i}(t) = E_0^{mat_i}$ *> 0* $E^{mat_i}(t) = E_0^{mat_i} \cdot f_{E_i}(t)$ （整数）	
$C_1^{mat\_i}$	理想気体EOSの係数 5 （実数）	[Pa]
$\Delta P_{\min}^{mat\_i}$	流体力学的キャビテーション圧力 6 デフォルト = -10^{-30}（実数）	[Pa]
$C_0^{mat\_i}$	理想気体EOSの係数 5 （実数）	[Pa]

コメント

1. 停滞点から指定された気体状態$\rho_{stagnation}$, $P_{stagnation}$が、液体流入状態の計算に使用されます。Bernoulliの定理が適用されます：

$$P_{stagnation} = P_{in} + \frac{\rho_{in} v_{in}^2}{2} \tag{709}$$

これが、流入境界要素内の副材料状態につながります：

$$\rho_{in} = \frac{C_1 \cdot \rho_{stagnation}}{C_1 + \frac{\rho_{stagnation} v_{in}^2}{2}(1 + C_d)} \tag{710}$$

ここで、C_dはオプションの降下パラメータ。

$$P_{in} = P_{stagnation} - \frac{\rho_{stagnation} v_{in}^2}{2}(1 + C_d) \tag{711}$$

$$(\rho e)_{in} = \left(1 - \frac{\rho_{in}}{\rho_{stagnation}}\right) P_{in} + E_{stagnation} \tag{712}$$

その後で、平均値を計算することにより、グローバル材料状態が決定されます。

圧力 $$\Delta P_{in} = \sum_i \alpha^{mat_i}(t) \Delta P_{in}^{mat\_i}$$

密度 $$\rho_{in} = \sum_i \alpha^{mat_i}(t) \rho_{in}^{mat\_i}$$

エネルギー $$(\rho e)_{in} = \sum_i \alpha^{mat}{}_i(t) \mathrm{E}_{in}^{mat\_i}$$

2. オプションの比率関数は、体積、密度またはエネルギー比率をスケーリングするために使用できます。
3. パラメータP_{EXT}では、相対圧力 $\Delta P_{\min}^{mat_i}$を操作する場合に周囲圧力を考慮できます。このパラメータは、Radiossで各サイクルの正確なエネルギー統合に必要です。そうしないと、数値EOSの解が一般的に不正確になります。このパラメータは、全(物理)圧力を求めるためにEOS計算に含めなければならない圧力を表します。アニメーションファイル内の圧力コンターへの影響はありません。

   線形EOSを使用した例:

   全圧力:$P = P_{amb} + C_1\mu$、また、$P_{EXT} = 0$

   相対圧力: $\Delta P = C_1\mu$、また $P_{EXT} = P_{amb}$
4. 体積比率によって、要素体積を3つの異なる材料で分け合うことができます。

   材料ごとに、$\alpha_0^{mat_i}$を0と1の間に定義する必要があります。

   初期体積比率の合計$\sum_{i=1}^{3} \alpha_0^{mat_i}$は1に等しい必要があります。

   体積の自動初期比率については、/INIVOLをご参照ください。
5. 線形EOSは:

   $$P(\mu, \quad E) = C_0 + C_1\mu \tag{713}$$

   これは、圧力とエネルギーを合計にするか相対にするかにより、柔軟性を提供します:

   $$P(\mu, \quad E) = C_0 + C_1\mu \tag{714}$$

   ここで、$C_0 = P_{amp}, \quad C_1 = \rho_0 c_0^2$、$P_{EXT} = 0$

   これにより、$P(\mu, \quad E) = C_0 + C_1\mu$から一般形式が得られます。

   $$\Delta P(\mu, \quad E) = C_1\mu \tag{715}$$

   ここで、$C_1 = \rho_0 c_0^2$、$P_{EXT} = P_{amb}$.
6. $\Delta P_{\min}^{mat\_i}$ フラグは、計算される圧力の最小値です。

   $P = \Delta P + P_{EXT}$のため、$P_{EXT} = 0$の定義は$\Delta P = P$および$\Delta P_{\min} = P_{\min}$を意味します。

   流体材料圧力を正のままにして、引張り強度を避ける必要があります。これにより、$P_{min} = 0$から$\Delta P_{min} = -P_{EXT}$が得られます。

   ソリッド材料については、$\Delta P_{\min}^{mat\_i} = 10^{30}$ のデフォルト値が適切です。
7. 停滞エネルギーは省略可能です。これは、このEOSがエネルギーに依存しないためです。エネルギー入力値は、アニメーションファイルと時刻歴内の出力値にのみ影響します。
8. EOSパラメータは、隣接するMM-ALE領域からの流体EOSと一致する必要があります。

Iform = 6
ブロックフォーマットのキーワード

この境界材料は、多相材料則/MAT/LAW51（I_{form}*FORM* = 0、1、10または11）についてサイレント流出境界のシミュレーションを可能にします。本材料は、無限領域のモデル化に有益です。この材料則を割り当てられた要素はサイレント要素境界のように機能します。

これは、I_{form}*FORM* = 3と使用される定式化を改善したもので、波形の反射と逆流の問題を最小にするのに役立ちます。計算領域の外側限界上の波形反射を回避するための音響処理および体積比率用の"連続"モデルの両方が含まれます。

すべての入力を空白のままとすることが可能で、Radiossは隣接要素の値に基づいてデフォルト値を計算します。したがって、モデルのすべての遠距離場境界について1つのパートしか使用できません。

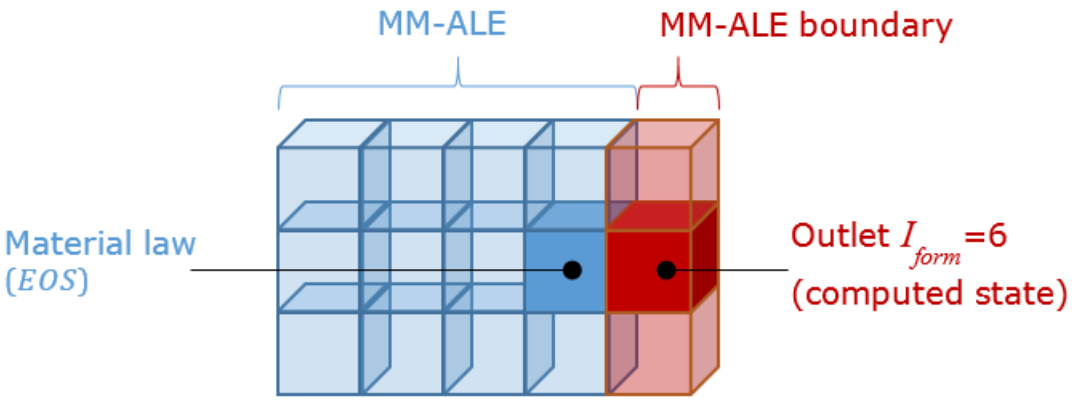


図 *177:*

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW51/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
空白行									
I_{form}*FORM*									
P_{ext}*EXT*			T_{cp}		T_{ca}				

#材料1パラメータ

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$\alpha_0^{mat\_1}$		$\rho_0^{mat\_1}$		$E_0^{mat\_1}$		$P_{\min}^{mat\_1}$		$P_0^{mat\_1}$	
$ssp_0^{mat\_1}$									
空白行									

#材料2パラメータ

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$\alpha_0^{mat\_2}$		$\rho_0^{mat\_2}$		$E_0^{mat\_2}$		$P_{\min}^{mat\_2}$		$P_0^{mat\_1}$	
$ssp_0^{mat\_2}$									
空白行									

#材料3パラメータ

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$\alpha_0^{mat\_3}$		$\rho_0^{mat\_3}$		$E_0^{mat\_3}$		$P_{\min}^{mat\_3}$		$P_0^{mat\_1}$	
$ssp_0^{mat\_3}$									
空白行									

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
I_{form}*FORM*	*=6* 定式化フラグ （整数）	
P_{ext}*EXT*	外圧 デフォルトはStarterによって計算されます（実数）	[Pa]
T_{cp}	圧力緩和のための特性時間 デフォルトはStarterによって計算されます（実数）	[s]

フィールド	内容	**SI**単位の例
T_{ca}	体積比率緩和のための特性時間 デフォルトはStarterによって計算されます（実数）	$[\mathrm{s}]$
$\alpha_0^{mat\_j}$	副材料#j=1...3の初期体積比率 デフォルトはStarterによって計算されます（実数）	
$\rho_0^{mat\_j}$	副材料#j=1...3の初期密度 デフォルトはStarterによって計算されます（実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
$E_0^{mat\_j}$	副材料#j=1...3の初期体積エネルギー デフォルトはStarterによって計算されます（実数）	$\left[\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{m}^3}\right]$
$P_{\min}^{mat\_j}$	副材料#j=1...3の圧力カットオフ デフォルトはStarterによって計算されます（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
$P_0^{mat\_j}$	副材料#j=1...3の初期圧力 デフォルトはStarterによって計算されます（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
$ssp_0^{mat\_j}$	副材料#j=1...3の初期音速 デフォルトはStarterによって計算されます（実数）	$\left[\frac{m}{s}\right]$

例

```
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/LAW51/1
Boundary Element, AUTO-OUTLET


#    IFORM
         6
#---Global parameters-------------------------------------------------------------------------------#
#                PEXT                 TCP            TC_ALPHA
                   0                   0                   0
#---Material#1:--------------------------------------------------------------------------------------#
#             ALPHA_1             RHO_0_1               E_0_1             P_MIN_1               P_0_1
                   0                   0                   0                   0                   0
#               SSP_1
                   0

#---Material#2:--------------------------------------------------------------------------------------#
#             ALPHA_2             RHO_0_2               E_0_2             P_MIN_2               P_0_2
                   0                   0                   0                   0                   0
#               SSP_2
                   0

#---Material#3:--------------------------------------------------------------------------------------#
#             ALPHA_3             RHO_0_3               E_0_3             P_MIN_3               P_0_3
                   0                   0                   0                   0                   0
#               SSP_3
                   0

#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. この圧力定式化は、Bayliss and Turkelによる方程式から導出されています。8

$$\frac{\partial \mathbf{P}}{\partial t} = \rho c\left(\frac{\partial \mathbf{V}_n}{\partial t} - \mathbf{V}_n \cdot \mathrm{div}(\mathbf{V} - V_n\mathbf{n})\right) + \frac{c}{T_{cp}}(P_\infty - P) \qquad (716)$$

ここで、

ρc	音響インピーダンス
P_∞	流束が領域の内側からである、すなわち法線速度V_n<0（停滞圧力が代わりにかけられる）でない限り入力として与えられる遠距離場圧力。

2. 材料の移流は次のように定義されます：

   流出流束：$\alpha_i = \alpha_i^{neighbor}$

   局所変数は単に更新されます。

   流入流束：$\frac{\delta \alpha_i}{\delta t} = -\frac{|\alpha_i^0 - \alpha_i|}{T_{c\alpha}}$

   これは領域内で起こっていることが遠距離場でも起こると仮定しているため、局所変数は上述のケースのようには更新されません。しかしながら、流れが逆流する以前にそうであった状態と材料が局所的に類似していると考えるのは理にかなっています。緩和係数が追加され、流入材料が入力で与えられている設定された値へと次第に戻っていくことが可能となります。
3. 定義されていない場合、全体パラメータP_{ext}*EXT*と初期状態は、隣接要素から自動的に計算されます。
4. 爆発副材料については、初期状態およびデータは常に、隣接要素からのデータを用いて自動的に計算されます。
5. 各特性時間は、1桁の、圧力波（T_{cp}）または材料（T_{ca}）が領域の最も近い限界に達するために必要な最短時間として計算されます。非圧縮性の場合、T_{cp}とT_{ca}は等しいとすることが可能です。爆轟または衝撃波のシミュレーションの場合、T_{cp}は1桁の波の伝播速度を用いて計算されます。
6. 各流出要素は、ALE領域からの1つの要素と1つの面を共有することが推奨されます。

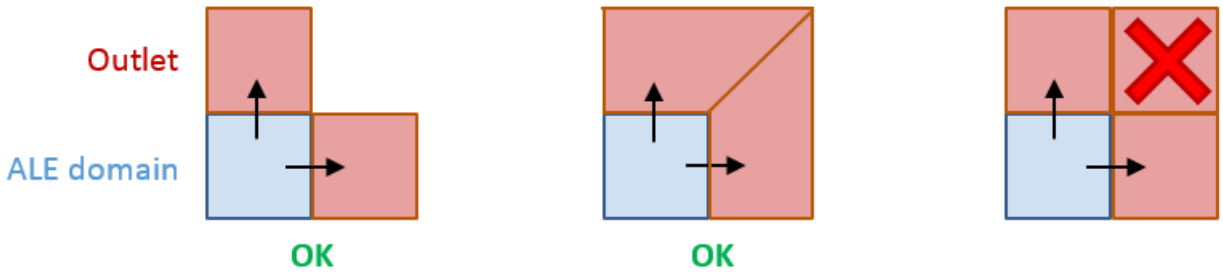


図 *178:*

7. 流出境界材料は、境界に達する波は局所的に平面波または球状波に近似されるべきことを意味する音響単極でできています。したがって、遠距離場の減少を正しくモデル化するには、流出要素は、爆発または衝突領域から、爆発または衝突領域の1倍から10倍の大きさ分のところに位置している必要があります。
8. Alvin Bayliss and Eli Turkel, Outflow boundary condition for fluid dynamics, Report 80-21, Institute for Computer Applications in Science and Engineering, NASA Langley Research Center, Hampton, Virginia

多相材料グループ

Iform = 0
ブロックフォーマットのキーワード
材料則は、拡散インターフェースステクニックに基づいています。

サブ材料ゾーン間でよりシャープなインターフェースを得るには、/ALE/MUSCLをご参照ください。

LAW51は要素内に存在するそれぞれの材料の釣り合いに基づきます。Radiossは、相対圧力ΔPを計算して出力します。各サイクルにおいて:

$$\Delta P = \Delta P_1 = \Delta P_2 = \Delta P_3 \tag{717}$$

全圧力は外部圧力から計算できます:

$$P = \Delta P + P_{\text{ext}} \tag{718}$$

ここで、

P	正が圧縮で負が引張。

静水圧応力は多項式 EOSから計算されます:

$$-\sigma_m = \Delta P = C_0 + C_1\mu + C_2'\mu^2 + C_3'\mu^3 + (C_4 + C_5\mu)E(\mu) \tag{719}$$

$$dE_{\text{int}} = -(\Delta P + P_{ext})dV \tag{720}$$

ここで、$E = E_{\text{int}}/V_0$, $C_2' = C_2\delta_{\mu\geq 0}$ and $C_3' = C_3\delta_{\mu\geq 0}$は、EOSが膨張に対して線形で、圧縮に対して3次式であることを意味します。

偏差応力はせん断弾性係数で計算されます:

$$\sigma_{dev} = G\varepsilon \tag{721}$$

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW51/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
空白									
I_{form}FORM									

#グローバルパラメータ

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
P_{ext}EXT		v		v_{vol}					

#材料1パラメータ

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$\alpha_0^{mat\_1}$		$\rho_0^{mat\_1}$		$E_0^{mat\_1}$		$\Delta P_{min}^{mat\_1}$		$C_0^{mat\_1}$	
$C_1^{mat\_1}$		$C_2^{mat\_1}$		$C_3^{mat\_1}$		$C_4^{mat\_1}$		$C_5^{mat\_1}$	
$G_1^{mat\_1}$									

#材料2パラメータ

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$\alpha_0^{mat\_2}$		$\rho_0^{mat\_2}$		$E_0^{mat\_2}$		$\Delta P_{min}^{mat\_2}$		$C_0^{mat\_2}$	
$C_1^{mat\_2}$		$C_2^{mat\_2}$		$C_3^{mat\_2}$		$C_4^{mat\_2}$		$C_5^{mat\_2}$	
$G_1^{mat\_2}$									

#材料3パラメータ

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$\alpha_0^{mat\_3}$		$\rho_0^{mat\_3}$		$E_0^{mat\_3}$		$\Delta P_{min}^{mat\_3}$		$C_0^{mat\_3}$	
$C_1^{mat\_3}$		$C_2^{mat\_3}$		$C_3^{mat\_3}$		$C_4^{mat\_3}$		$C_5^{mat\_3}$	
$G_1^{mat\_3}$									

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	

フィールド	内容	SI単位の例
I_{form}*FORM*	定式化フラグ （整数）	
P_{ext}*EXT*	外部圧力 2 デフォルト = 0（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
v	動粘性せん断$v = \mu / \rho$ 3 デフォルト = 0（実数）	$\left[\frac{\mathrm{m}^2}{\mathrm{s}}\right]$
v_{vol}	動粘性（体積）、$v_{vol} = \frac{3\lambda + 2\mu}{\rho}$、これはStokesの仮説に一致。3 デフォルト = 0（実数）	$\left[\frac{\mathrm{m}^2}{\mathrm{s}}\right]$
$\alpha_0^{mat\_i}$	初期体積比率 4 （実数）	
$\rho_0^{mat\_i}$	初期密度 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^2}\right]$
$E_0^{mat\_i}$	単位体積あたりの初期エネルギー （実数）	$\left[\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{m}^3}\right]$
$\Delta P_{\min}^{mat\_i}$	流体力学的キャビテーション圧力 5 流体材料（$G_1^{mat\_i} = 0$）の場合、デフォルト = $-P_{ext}$ 固体材料（$G_1^{mat\_i} \neq 0$）の場合、デフォルト = -1e30 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
$C_0^{mat\_i}$	初期圧力 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
$C_1^{mat\_i}$	流体力係数 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
$C_2^{mat\_i}$	流体力係数 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
$C_3^{mat\_i}$	流体力係数 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$

フィールド	内容	SI単位の例
$C_4^{mat\_i}$	流体力係数 （実数）	
$C_5^{mat\_i}$	流体力係数 （実数）	
$G_1^{mat\_i}$	弾性せん断係数 = *0*（デフォルト） 流体材料 （実数）	[Pa]

例

```
/MAT/LAW51/1
99.99% Water + 0.01% Air-MULTIMAT: AIR+WATER,units{kg,m,s,Pa}
#(output is total pressure:Pext=0)
#-------------------------------------------------------------------------------------------------#
#                    Material Law No 51. MULTI-MATERIAL SOLID LIQUID GAS  ALE-CFD-SPH
#-------------------------------------------------------------------------------------------------#
#     Blank format

#    IFORM
         0
#---Global parameters---------------------------------------------------------------------------#
#               P_EXT                   NU               LAMDA
                   0                    0                   0
#---Material#1:AIR(PerfectGas)------------------------------------------------------------------#
#             ALPHA_1              RHO_0_1              E_0_1             P_MIN_1              C_0_1
              0.0001                  1.2           2.5E+05                   0                  0
#               C_1_1                C_2_1              C_3_1               C_4_1              C_5_1
                   0                    0                   0                 0.4                0.4
#                 G_1
                   0
#---Material#2:WATER(Linear_Incompressible)------------------------------------------------------#
#             ALPHA_2              RHO_0_2              E_0_2             P_MIN_2              C_0_2
               0.9999               1000.0                   0                   0                  0
#               C_1_2                C_2_2              C_3_2               C_4_2              C_5_2
             2.25E+9                    0                   0                   0                  0
#                 G_2
                   0
#---Material#3:not defined----------------------------------------------------------------------#
#             ALPHA_3              RHO_0_3              E_0_3             P_MIN_3              C_0_3
                 0.0                    0                   0                   0                  0
#               C_1_3                C_2_3              C_3_3               C_4_3              C_5_3
                   0                    0                   0                   0                  0
#                 G_3
                   0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/LAW51/1
99.99% Water + 0.01% Air-MULTIMAT: AIR+WATER,units{kg,m,s,Pa}
#(output is relative pressure to Pext=1E+5Pa)
#-------------------------------------------------------------------------------------------------#
#                    Material Law No 51. MULTI-MATERIAL SOLID LIQUID GAS -ALE-CFD-SPH
#-------------------------------------------------------------------------------------------------#
#     Blank format

#    IFORM
         0
#---Global parameters---------------------------------------------------------------------------#
#               P_EXT                   NU               LAMDA
                1E+5                    0                   0
#---Material#1:AIR(PerfectGas)------------------------------------------------------------------#
#             ALPHA_1              RHO_0_1              E_0_1             P_MIN_1              C_0_1
              0.0001                  1.2           2.5E+05                   0               -1E+5
```

```
#              C_1_1               C_2_1               C_3_1               C_4_1               C_5_1
                   0                   0                   0                 0.4                 0.4
#                G_1
                   0
#---Material#2:WATER(Linear_Incompressible)-----------------------------------------------------------#
#            ALPHA_2             RHO_0_2               E_0_2            P_MIN_2               C_0_2
             0.9999              1000.0                   0                  0                   0
#              C_1_2               C_2_2               C_3_2               C_4_2               C_5_2
            2.25E+9                   0                   0                   0                   0
#                G_2
                   0
#---Material#3:not defined----------------------------------------------------------------------------#
#            ALPHA_3             RHO_0_3               E_0_3            P_MIN_3               C_0_3
                 0.0                   0                   0                  0                   0
#              C_1_3               C_2_3               C_3_3               C_4_3               C_5_3
                   0                   0                   0                   0                   0
#                G_3
                   0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. 数値的な拡散は、体積率伝達/ALE/MUSCLに2次法を使用することで向上できます。拡散の制限に使用されていた以前の/UPWINDは廃止されました。
2. Radiossは、相対圧力ΔPを計算して出力します。

$$\Delta P = \max\left\{\Delta P\min,\ C_0 + C_1\mu + C_2'\mu^2 + C_3'\mu^3 + \left(C_4 + C_5\mu\right)E(\mu)\right\} \tag{722}$$

ただし、全圧力が、エネルギー統合($dE_{\text{int}} = -PdV$)に不可欠となります。これは外部圧力フラグP_{ext}*EXT*で計算されます。

$P = \Delta P + P_{ext}$ から$dE_{\text{int}} = -\left(P_{ext} + \Delta P\right)dV$が得られます。

これは、P_{ext}*EXT* = 0の場合、計算された圧力ΔPが全圧力でもあることを意味します: $\Delta P = P$

3. 動粘性はグローバルで、材料毎に固有ではありません。これで粘性応力テンソルを計算することができます:

$$\boldsymbol{\tau} = \mu\left[\left(\nabla \otimes \mathbf{V}\right) + t\left(\nabla \otimes \mathbf{V}\right)\right] + \lambda(\nabla \mathbf{V})\mathbf{I} \tag{723}$$

ここで、

$v = \mu / \rho$ 動的せん断粘性

$v_{vol} = \dfrac{3\left(\lambda + \frac{2\mu}{3}\right)}{\rho}$ 動的体積粘性

4. 体積比率によって、要素体積を3つの異なる材料で分け合うことができます。

材料毎に、$\alpha_0^{mat\_i}$ を0と1の間に定義する必要があります。

初期体積比率の合計 $\sum_{i=1}^{3}\alpha_0^{mat\_i}$ は1に等しい必要があります。

体積の自動初期比率については、/INIVOLカードをご参照ください。

5. $\Delta P_{\min}^{mat\_i}$ フラグは、計算される圧力ΔPの最小値です。これは全圧力も以下で制限されることを意味します:

$$P_{\min}^{mat\_i} = \Delta P_{\min}^{mat\_i} + P_{ext} \tag{724}$$

流体材料および爆発物については、$P_{\min}^{mat_i}$を正のままにして、引張り強度を避ける必要があります。そのため、$\Delta P_{\min}^{mat_i}$を$-P_{ext}$に設定する必要があります。

固体材料については、デフォルト値$\Delta P_{\min}^{mat_i}$ = 1e-30が適切ですが、変更することもできます。

6. 材料のトラッキングはアニメーションファイルを通して可能です:

`/ANIM/BRIC/VFRAC`(すべての材料体積比率)

Iform = 1
ブロックフォーマットのキーワード
この材料は3つまでの弾塑性材料(固体、液体または気体)を取り扱うことができます。材料則は、拡散インターフェースステクニックに基づいています。

サブ材料ゾーン間でよりシャープなインターフェースを得るには、/ALE/MUSCLをご参照ください。

> **注:** この材料則をRadioss単精度エンジンで使用することは推奨されません。

LAW51は要素内に存在するそれぞれの材料の釣り合いに基づきます。Radiossは、相対圧力ΔPを計算して出力します。各サイクルにおいて:

$$\Delta P = \Delta P_1 = \Delta P_2 = \Delta P_3 \tag{725}$$

全圧力は外部圧力から計算できます:

$$P = \Delta P + P_{ext} \tag{726}$$

ここで、

P	正が圧縮で負が引張。

静水圧応力は多項式 EOSから計算されます:

$$-\sigma_m = \Delta P = C_0 + C_1\mu + C_2'\mu^2 + C_3'\mu^3 + (C_4 + C_5\mu)E(\mu) \tag{727}$$

$$dE_{\text{int}} = \delta W + \delta Q = -(\Delta P + P_{ext})dV + \delta Q \tag{728}$$

ここで、$E = E_{\text{int}}/V_0$, $C_2' = C_2\delta_{\mu\geq 0}$ and $C_3' = C_3\delta_{\mu\geq 0}$は、EOSが膨張に対して線形で、圧縮に対して3次式であることを意味します。

デフォルトでは、プロセスは断熱$\delta Q = 0$です。熱計算を可能にするには、6をご参照ください。

偏差応力は Johnson-Cookモデルで計算されます:

$$\sigma_{dev} = \begin{cases} G\varepsilon & \text{if in elastic domain} \\ (\alpha + b\varepsilon_{pn})\left(1 + c\ln\frac{\dot{\varepsilon}}{\dot{\varepsilon}_0}\right)\left(1 - \left(\frac{T - T_0}{T_{melt} - T_0}\right)^m\right) & \text{others} \end{cases} \tag{729}$$

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
`/MAT/LAW51`/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
空白									

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
I_{form}FORM									

#グローバルパラメータ

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
P_{ext}EXT		ν		v_{vol}					

#材料1パラメータ

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$\alpha_0^{mat\_1}$		$\rho_0^{mat\_1}$		$E_0^{mat\_1}$		$\Delta P_{min}^{mat\_1}$		$C_0^{mat\_1}$	
$C_1^{mat\_1}$		$C_2^{mat\_1}$		$C_3^{mat\_1}$		$C_4^{mat\_1}$		$C_5^{mat\_1}$	
$G_1^{mat\_1}$		a^{mat_1}		b^{mat_1}		n^{mat_1}			
c^{mat_1}		$\dot{\varepsilon}_0^{mat\_1}$							
m^{mat_1}		$T_0^{mat\_1}$		$T_{melt}^{mat\_1}$		$T_{lim}^{mat\_1}$		$\rho C_v^{mat\_1}$	
$\varepsilon_{p,max}^{mat\_1}$		$\sigma_{max}^{mat\_1}$		$K_A^{mat\_1}$		$K_B^{mat\_1}$			

#材料2パラメータ

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$\alpha_0^{mat\_2}$		$\rho_0^{mat\_2}$		$E_0^{mat\_2}$		$\Delta P_{min}^{mat\_2}$		$C_0^{mat\_2}$	
$C_1^{mat\_2}$		$C_2^{mat\_2}$		$C_3^{mat\_2}$		$C_4^{mat\_2}$		$C_5^{mat\_2}$	
$G_1^{mat\_2}$		a^{mat_2}		b^{mat_2}		n^{mat_2}			
c^{mat_2}		$\dot{\varepsilon}_0^{mat\_2}$							
m^{mat_2}		$T_0^{mat\_2}$		$T_{melt}^{mat\_2}$		$T_{lim}^{mat\_2}$		$\rho C_v^{mat\_2}$	
$\varepsilon_{p,max}^{mat\_2}$		$\sigma_{max}^{mat\_2}$		$K_A^{mat\_2}$		$K_B^{mat\_2}$			

#材料3パラメータ

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$\alpha_0^{mat\_3}$		$\rho_0^{mat\_3}$		$E_0^{mat\_3}$		$\Delta P_{min}^{mat\_3}$		$C_0^{mat\_3}$	
$C_1^{mat\_3}$		$C_2^{mat\_3}$		$C_3^{mat\_3}$		$C_4^{mat\_3}$		$C_5^{mat\_3}$	
$G_1^{mat\_3}$		a^{mat_3}		b^{mat_3}		n^{mat_3}			
c^{mat_3}		$\dot{\varepsilon}_0^{mat\_3}$							
m^{mat_3}		$T_0^{mat\_3}$		$T_{melt}^{mat\_3}$		$T_{lim}^{mat\_3}$		$\rho C_v^{mat\_3}$	
$\varepsilon_{p,max}^{mat\_3}$		$\sigma_{max}^{mat\_3}$		$K_A^{mat\_3}$		$K_B^{mat\_3}$			

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
I$_{form}$*FORM*	定式化フラグ （整数）	
P$_{ext}$*EXT*	外部圧力 2 デフォルト = 0（実数）	$[Pa]$
ν	動粘性せん断$\nu = \mu / \rho$ 3 デフォルト = 0（実数）	$\left[\frac{m^2}{s}\right]$
ν_{vol}	動粘性（体積）、$\nu_{vol} = \frac{3\lambda + 2\mu}{\rho}$、これはStokesの仮説に一致。3 デフォルト = 0（実数）	$\left[\frac{m^2}{s}\right]$
$\alpha_0^{mat\_i}$	初期体積比率 4	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（実数）	
$\rho_0^{mat\_i}$	初期密度 （実数）	$\left[\frac{kg}{m^3}\right]$
$E_0^{mat\_i}$	単位体積あたりの初期エネルギー （実数）	$\left[\frac{J}{m^3}\right]$
$\Delta P_{min}^{mat\_i}$	流体力学的キャビテーション圧力 5 流体材料（$G_1^{mat\_i} = 0$）の場合、デフォルト = $-P_{ext}$ 固体材料（$G_1^{mat\_i} \neq 0$）の場合は、デフォルト = -1e30 （実数）	[Pa]
$C_0^{mat\_i}$	初期圧力 （実数）	[Pa]
$C_1^{mat\_i}$	流体力係数 （実数）	[Pa]
$C_2^{mat\_i}$	流体力係数 （実数）	[Pa]
$C_3^{mat\_i}$	流体力係数 （実数）	[Pa]
$C_4^{mat\_i}$	流体力係数 （実数）	
$C_5^{mat\_i}$	流体力係数 （実数）	
$G_1^{mat\_i}$	弾性せん断係数 = *0*（デフォルト） 流体材料 （実数）	[Pa]
a^{mat_i}	塑性降伏応力。 （実数）	[Pa]

フィールド	内容	**SI**単位の例
b^{mat_i}	塑性硬化パラメータ。 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
n^{mat_i}	塑性硬化指数。 デフォルト = 1.0（実数）	
c^{mat_i}	ひずみ速度係数。 *= 0* ひずみ速度効果はなし デフォルト = 0.00（実数）	
$\dot{\varepsilon}_0^{mat\_i}$	参照ひずみ速度 $\dot{\varepsilon} \le \dot{\varepsilon}_0^{mat_j}$の場合、ひずみ速度効果なし （実数）	$\left[\frac{1}{\mathrm{s}}\right]$
m^{mat_i}	温度指数。 デフォルト = 1.00（実数）	
$\mathrm{T}_0^{mat\_i}$	初期温度。 デフォルト = 300K（実数）	$[\mathrm{K}]$
$\mathrm{T}_{\mathrm{melt}}^{mat\_i}$	溶融温度。 *= 0* 温度効果はなし デフォルト = 10^{30}（実数）	$[\mathrm{K}]$
$\mathrm{T}_{\mathrm{lim}}^{mat\_i}$	最大温度 デフォルト = 10^{30}（実数）	$[\mathrm{K}]$
$\rho C_{\mathrm{v}}^{mat\_i}$	単位体積あたりの比熱。7 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{m}^3 \cdot \mathrm{K}}\right]$
$\varepsilon_{p,\max}^{mat\_i}$	破壊塑性ひずみ。 デフォルト = 10^{30}（実数）	
$\sigma_{\max}^{mat\_i}$	塑性最大応力 デフォルト = 10^{30}（実数）	$[\mathrm{Pa}]$

フィールド	内容	SI単位の例
$K_A^{mat\_i}$	熱伝導係数1 8 （実数）	$\left[\frac{W}{m \cdot K}\right]$
$K_B^{mat\_i}$	熱伝導係数2 8 （実数）	$\left[\frac{W}{m \cdot K^2}\right]$

例

```
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/LAW51/1
99.99% Water + 0.01% Air-MULTIMAT:AIR+WATER+COPPER,units{kg,m,s,Pa}
#(output is relative pressure to Pext=1E+5Pa)
#-------------------------------------------------------------------------------------------------#
#                    Material Law No 51. MULTI-MATERIAL SOLID LIQUID GAS -ALE-CFD-SPH
#-------------------------------------------------------------------------------------------------#
#     Blank format

#    IFORM
         1
#---Global parameters---------------------------------------------------------------------------#
#               P_EXT                  NU               LAMDA
                1E+5                   0                   0
#---Material#1:AIR(PerfectGas)------------------------------------------------------------------#
#             ALPHA_1             RHO_0_1               E_0_1             P_MIN_1               C_0_1
                0.0001                 1.2            2.5E+05                   0               -1E+5
#               C_1_1               C_2_1               C_3_1               C_4_1               C_5_1
                    0                   0                   0                 0.4                 0.4
#                 G_1           SIGMA_Y_1                BB_1                N_1
                    0                   0                   0                   0
#               CC_1     EPSILON_DOT_0_1
                    0                   0
#               CM_1                T_10             T_1MELT            T_1LIMIT             RHOCV_1
                    0                   0                   0                   0                   0
#      EPSILON_MAX_1         SIGMA_MAX_1               K_A_1               K_B_1
                    0                   0                   0                   0
#---Material#2:WATER(Linear_Incompressible)-----------------------------------------------------#
#             ALPHA_2             RHO_0_2               E_0_2             P_MIN_2               C_0_2
                0.9999              1000.0                   0                   0                   0
#               C_1_2               C_2_2               C_3_2               C_4_2               C_5_2
              2.25E+9                   0                   0                   0                   0
#                 G_2           SIGMA_Y_2                BB_2                N_2
                    0                   0                   0                   0
#               CC_2     EPSILON_DOT_0_2
                    0                   0
#               CM_2                T_20             T_2MELT            T_2LIMIT             RHOCV_2
                    0                   0                   0                   0                   0
#      EPSILON_MAX_2         SIGMA_MAX_2               K_A_2               K_B_2
                    0                   0                   0                   0
#---Material#3:OFHC COPPER(elastic plastic solid:Mie_Gruneisen+JCook)----------------------------#
#             ALPHA_3             RHO_0_3               E_0_3             P_MIN_3               C_0_3
                  0.0              8930.0                   0                   0                   0
#               C_1_3               C_2_3               C_3_3               C_4_3               C_5_3
          1.389E+11           1.379E+11          -0.351E+11                0.97                0.97
#                 G_3           SIGMA_Y_3                BB_3                N_3
             47.7E+9             120E+6              292E+6                0.31
#               CC_3     EPSILON_DOT_0_3
                0.025                   1
#               CM_3                T_30             T_3MELT            T_3LIMIT             RHOCV_3
                1.09                 300                1790                   0          3.42019E+6
#      EPSILON_MAX_3         SIGMA_MAX_3               K_A_3               K_B_3
                    0             1.2E+9                   0                   0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. 数値的な拡散は、体積率伝達/ALE/MUSCLに2次法を使用することで向上できます。拡散の制限に使用されていた以前の/UPWINDは廃止されました。

2. Radiossは、相対圧力ΔPを計算して出力します。

$$\Delta \mathrm{P} = \max\left\{ \Delta\, P\mathrm{min},\quad C_0 + C_1\mu + C_2'\mu^2 + C_3'\mu^3 + \left(C_4 + C_5\mu\right)E(\mu)\right\} \tag{730}$$

ただし、全圧力が、エネルギー一統合($dE_{\mathrm{int}} = -PdV$)に不可欠となります。これは外部圧力フラグP_{ext}*EXT*で計算されます。

$P = \Delta P + P_{ext}$ から$dE_{\mathrm{int}} = -\left(P_{ext} + \Delta P\right)dV$が得られます。

これは、P_{ext} = 0の場合、計算された圧力ΔPが全圧力でもあることを意味します:$\Delta P = P$。

3. 動粘性はグローバルで、材料毎に固有ではありません。これで粘性応力テンソルを計算することができます:

$$\boldsymbol{\tau} = \mu\left[\left(\nabla \otimes \mathbf{V}\right) + t\left(\nabla \otimes \mathbf{V}\right)\right] + \lambda(\nabla \mathbf{V})\mathbf{I} \tag{731}$$

ここで、

$v = \mu / \rho$ 動的せん断粘性フラグ

$v_{vol} = \dfrac{3\left(\lambda + \frac{2\mu}{3}\right)}{\rho}$ 動的体積粘性フラグ

4. 体積比率によって、要素体積を3つの異なる材料で分け合うことができます。

材料ごとに、$\alpha_0^{mat_i}$を0と1の間に定義する必要があります。

初期体積比率の合計$\sum_{i=1}^{3}\alpha_0^{mat_i}$は1に等しい必要があります。

体積の自動初期比率については、/INIVOLカードをご参照ください。

5. $\Delta P_{\min}^{mat\_i}$ フラグは、計算される圧力ΔPの最小値です。これは全圧力も以下で制限されることを意味します:

$$P_{\min}^{mat\_i} = \Delta P_{\min}^{mat\_i} + P_{ext} \tag{732}$$

流体材料および爆発物については、$P_{\min}^{mat_i}$を正のままにして、引張り強度を避ける必要があります。そのため、$\Delta P_{\min}^{mat_i}$を$-P_{ext}$に設定する必要があります。

固体材料については、デフォルト値 $\Delta P_{\min}^{mat\_i}$ = 1e-30が適切ですが、変更することもできます。

6. 熱の寄与は材料則に伴う熱カード(/HEAT/MAT)がある場合のみ計算されます。
この場合、$\delta Q = \rho C_V V dT$、および熱拡散のパラーメータはそれぞれの材料から読み込まれます:

$$\rho C_V^{mat\_i}, K_A^{mat\_i}, K_B^{mat\_i} \quad \text{and} \quad T_0^{mat\_i} \tag{733}$$

固体と液体については、$C_v \approx C_p$、理想気体については: $\gamma = C_p / C_v$

7. Johnson-Cookモデルでの温度変化は、フラグ$\rho C_V^{mat_i}$で計算されます(熱カード(/HEAT/MAT)が定義されていない場合でも)。

8. 熱伝導Kは、温度に線形に依存します:

$$\mathrm{K}(T) = K_A + K_B T \tag{734}$$

9. 材料のトラッキングはアニメーションファイルを通して可能です:

`/ANIM/BRIC/VFRAC`(すべての材料体積比率)

Iform = 10
ブロックフォーマットのキーワード
4つまでの材料を取り扱うことができます：3つまでの弾塑性材料（固体、液体または気体）と1つの高性能爆薬の多相材料則（JWL EOS）

材料則は、拡散インターフェースステクニックに基づいています。サブ材料ゾーン間でよりシャープなインターフェースを得るには、/ALE/MUSCLをご参照ください。

この材料則をRadioss単精度エンジンで使用することは推奨されません。

LAW51は要素内に存在するそれぞれの材料の釣り合いに基づきます。Radiossは、相対圧力ΔPを計算して出力します。各サイクルにおいて：

$$\Delta P = \Delta P_1 = \Delta P_2 = \Delta P_3 = \Delta P_4 \tag{735}$$

全圧力は外部圧力から計算できます：

$$P = \Delta P + P_{ext} \tag{736}$$

ここで、

P 正が圧縮で負が引張。

静水圧応力は多項式 EOSから計算されます：

$$-\sigma_m = \Delta P = C_0 + C_1\mu + C_2'\mu^2 + C_3'\mu^3 + (C_4 + C_5\mu)E(\mu) \tag{737}$$

$$dE_{\text{int}} = \delta W + \delta Q = -(\Delta P + P_{ext})dV + \delta Q \tag{738}$$

ここで、$E = E_{\text{int}} / V_0$, $C_2' = C_2\delta_{\mu\geq 0}$ and $C_3' = C_3\delta_{\mu\geq 0}$は、EOSが膨張に対して線形で、圧縮に対して3次式であることを意味します。

デフォルトではプロセスは断熱$\delta Q = 0$です。熱計算を可能にするには、6をご参照ください。

偏差応力は Johnson-Cookモデルで計算されます：

$$\sigma_{dev} = \begin{cases} G\varepsilon & \text{if in elastic phase} \\ (\alpha + b\varepsilon_{pn})\left(1 + c\ln\frac{\dot{\varepsilon}}{\dot{\varepsilon}_0}\right)\left(1 - \left(\frac{T - T_0}{T_{melt} - T_0}\right)^m\right) & \text{others} \end{cases} \tag{739}$$

高性能爆発材料は未反応の場合は線形EOS で、爆発生成はJWL EOSでモデル化されます：

$$\Delta P = \begin{cases} C_0 + C_1\mu & if\ T < T_{\text{det}} \\ A\left(1 - \frac{\omega}{R_1 V}\right)e^{-R_1 V} + B\left(1 - \frac{\omega}{R_2 V}\right)e^{-R_2 V} + \omega\frac{E}{V} & if\ T \geq T_{\text{det}} \end{cases} \tag{740}$$

ここで、Vは相対体積：$V = Volume / V_0$ およびEは単位初期体積あたりの内部エネルギー：$E = E_{\text{int}} / V_0$。参照：9 13

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW51/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
空白									
I_{form}*FORM*									

#グローバルパラメータ

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
P_{ext}*EXT*		v		v_{vol}					

#材料1パラメータ

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$\alpha_0^{mat\_1}$		$\rho_0^{mat\_1}$		$E_0^{mat\_1}$		$\Delta P_{\min}^{mat\_1}$		$C_0^{mat\_1}$	
$C_1^{mat\_1}$		$C_2^{mat\_1}$		$C_3^{mat\_1}$		$C_4^{mat\_1}$		$C_5^{mat\_1}$	
$G_1^{mat\_1}$		a^{mat_1}		b^{mat_1}		n^{mat_1}			
c^{mat_1}		$\dot{\varepsilon}_0^{mat\_1}$							
m^{mat_1}		$T_0^{mat\_1}$		$T_{melt}^{mat\_1}$		$T_{\lim}^{mat\_1}$		$\rho C_v^{mat\_1}$	
$\varepsilon_{p,\max}^{mat\_1}$		$\sigma_{\max}^{mat\_1}$		$K_A^{mat\_1}$		$K_B^{mat\_1}$			

#材料2パラメータ

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$\alpha_0^{mat\_2}$		$\rho_0^{mat\_2}$		$E_0^{mat\_2}$		$\Delta P_{\min}^{mat\_2}$		$C_0^{mat\_2}$	
$C_1^{mat\_2}$		$C_2^{mat\_2}$		$C_3^{mat\_2}$		$C_4^{mat\_2}$		$C_5^{mat\_2}$	
$G_1^{mat\_2}$		a^{mat_2}		b^{mat_2}		n^{mat_2}			
c^{mat_2}		$\dot{\varepsilon}_0^{mat\_2}$							
m^{mat_2}		$T_0^{mat\_2}$		$T_{melt}^{mat\_2}$		$T_{\lim}^{mat\_2}$		$\rho C_v^{mat\_2}$	

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$\varepsilon_{p,\max}^{mat\_2}$		$\sigma_{\max}^{mat\_2}$		$K_A^{mat\_2}$		$K_B^{mat\_2}$			

#材料3パラメータ

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$\alpha_0^{mat\_3}$		$\rho_0^{mat\_3}$		$E_0^{mat\_3}$		$\Delta P_{\min}^{mat\_3}$		$C_0^{mat\_3}$	
$C_1^{mat\_3}$		$C_2^{mat\_3}$		$C_3^{mat\_3}$		$C_4^{mat\_3}$		$C_5^{mat\_3}$	
$G_1^{mat\_3}$		a^{mat_3}		b^{mat_3}		n^{mat_3}			
c^{mat_3}		$\dot{\varepsilon}_0^{mat\_3}$							
m^{mat_3}		$T_0^{mat\_3}$		$T_{melt}^{mat\_3}$		$T_{\lim}^{mat\_3}$		$\rho C_v^{mat\_3}$	
$\varepsilon_{p,\max}^{mat\_3}$		$\sigma_{\max}^{mat\_3}$		$K_A^{mat\_3}$		$K_B^{mat\_3}$			

#材料4パラメータ(爆発物)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$\alpha_0^{mat\_4}$		$\rho_0^{mat\_4}$		$E_0^{mat\_4}$		$\Delta P_{\min}^{mat\_4}$		$C_0^{mat\_4}$	
A		B		R_1		R_2		ω	
D		P_{CJ}		$C_1^{mat\_4}$			I_{BFRAC}BFRA		

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 (整数、最大10桁)	
unit_ID	単位識別子 (整数、最大10桁)	
mat_title	材料のタイトル (文字、最大100文字)	

フィールド	内容	**SI**単位の例
$I_{form}FORM$	定式化フラグ （整数）	
$P_{ext}EXT$	外部圧力 2 デフォルト = 0（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
v	動粘性せん断$v = \mu / \rho$ 3 デフォルト = 0（実数）	$\left[\frac{\mathrm{m}^2}{\mathrm{s}}\right]$
v_{vol}	動粘性（体積）、$v_{vol} = \frac{3\lambda + 2\mu}{\rho}$、これはStokesの仮説に一致。3 デフォルト = 0（実数）	$\left[\frac{\mathrm{m}^2}{\mathrm{s}}\right]$
$\alpha_0^{mat\_i}$	初期体積比率 4 （実数）	
$\rho_0^{mat\_i}$	初期密度 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
$E_0^{mat\_i}$	単位体積あたりの初期エネルギー （実数）	$\left[\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{m}^3}\right]$
$\Delta P_{\min}^{mat\_i}$	流体力学的キャビテーション圧力 5 流体材料（$G_1^{mat\_i} = 0$）の場合、デフォルト = -$P_{ext}EXT$ 固体材料（$G_1^{mat\_i} \neq 0$）の場合は、デフォルト = -1e30 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
$C_0^{mat\_i}$	初期圧力 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
$C_1^{mat\_i}$	流体力係数 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
$C_2^{mat\_i}$	流体力係数 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
$C_3^{mat\_i}$	流体力係数 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
$C_4^{mat\_i}$	流体力係数 9 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
$C_5^{mat\_i}$	流体力係数 （実数）	
$G_1^{mat\_i}$	弾性せん断係数 = *0*（デフォルト） 流体材料 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
a^{mat_i}	塑性降伏応力。 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
b^{mat_i}	塑性硬化パラメータ。 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
n^{mat_i}	塑性硬化指数。 デフォルト = 1.0（実数）	
c^{mat_i}	ひずみ速度係数。 = *0* ひずみ速度効果はなし デフォルト = 0.00（実数）	
$\dot{\varepsilon}_0^{mat\_i}$	参照ひずみ速度 $\dot{\varepsilon} \le \dot{\varepsilon}_0^{mat_i}$の場合、ひずみ速度効果なし （実数）	$\left[\frac{1}{\mathrm{s}}\right]$
m^{mat_i}	温度指数。 デフォルト = 1.00（実数）	
$T_0^{mat\_i}$	初期温度。 デフォルト = 300K（実数）	$[\mathrm{K}]$
$T_{melt}^{mat\_i}$	溶融温度。 = *0* 温度効果はなし	$[\mathrm{K}]$

フィールド	内容	SI単位の例
	デフォルト = 10^{30}（実数）	
$T_{lim}^{mat\_i}$	最大温度 デフォルト = 10^{30}（実数）	$[\mathrm{K}]$
$\rho C_v^{mat\_i}$	単位体積あたりの比熱。7 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{m}^3 \cdot \mathrm{K}}\right]$
$\varepsilon_{p,\max}^{mat\_i}$	破壊塑性ひずみ。 デフォルト = 10^{30}（実数）	
$\sigma_{\max}^{mat\_i}$	塑性最大応力 デフォルト = 10^{30}（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
$K_A^{mat\_i}$	熱伝導係数1 8 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{W}}{\mathrm{m} \cdot \mathrm{K}}\right]$
$K_B^{mat\_i}$	熱伝導係数2 8 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{W}}{\mathrm{m} \cdot \mathrm{K}^2}\right]$
$\alpha_0^{mat\_4}$	未反応爆発物の初期体積比率 4 （実数）	
$\rho_0^{mat\_4}$	未反応爆発物の初期密度 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
$E_0^{mat\_4}$	爆発エネルギー （実数）	$\left[\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{m}^3}\right]$
$\Delta P_{\min}^{mat\_4}$	最小圧力 5 デフォルト = $-P_{ext}$ （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
$C_0^{mat\_4}$	未反応爆発物の初期圧力 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
A	JWL EOS係数 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
B	JWL EOS係数	$[\mathrm{Pa}]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（実数）	
R_1	JWL EOS係数 （実数）	
R_2	JWL EOS係数 （実数）	
ω	JWL EOS係数 （実数）	
D	爆発速度	$\left[\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\right]$
P_{CJ}	CJ（Chapman-Jouguet）圧力 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
$C_1^{mat\_4}$	未反応爆発物の流体力学係数 9 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
I_{BFRAC}*BFRAC*	燃焼率計算のフラグ 11 *= 0* 体積圧縮 + 燃焼時間 *= 1* 体積圧縮のみ *= 2* 燃焼時間のみ （整数）	

例

```
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/LAW51/99
99.99% Water + 0.01% Air-MULTIMAT:AIR+WATER+TNT,units{kg,m,s,Pa}
#(output is total pressure:Pext=0)
#-------------------------------------------------------------------------------------------------#
#                    Material Law No 51. MULTI-MATERIAL SOLID LIQUID GAS -ALE-CFD-SPH
#-------------------------------------------------------------------------------------------------#
#     Blank format

#    IFORM
        10
#---Global parameters---------------------------------------------------------------------------#
#              P_EXT                  NU               LAMDA
                  0                   0                   0
#---Material#1:AIR(PerfectGas)-----------------------------------------------------------------#
#             ALPHA_1             RHO_0_1             E_0_1            P_MIN_1             C_0_1
              0.0001                 1.2          2.5E+05                  0                   0
#              C_1_1               C_2_1               C_3_1             C_4_1               C_5_1
                  0                   0                   0               0.4                 0.4
```

```
#                G_1           SIGMA_Y_1                BB_1                 N_1
                   0                   0                   0                   0
#               CC_1     EPSILON_DOT_0_1
                   0                   0
#               CM_1                T_10             T_1MELT            T_1LIMIT             RHOCV_1
                   0                   0                   0                   0                   0
#      EPSILON_MAX_1         SIGMA_MAX_1               K_A_1               K_B_1
                   0                   0                   0                   0
#---Material#2:WATER(Linear_Incompressible)--------------------------------------------------------#
#            ALPHA_2             RHO_0_2               E_0_2             P_MIN_2               C_0_2
              0.9999              1000.0                   0                   0                1E+5
#              C_1_2               C_2_2               C_3_2               C_4_2               C_5_2
             2.25E+9                   0                   0                   0                   0
#                G_2           SIGMA_Y_2                BB_2                 N_2
                   0                   0                   0                   0
#               CC_2     EPSILON_DOT_0_2
                   0                   0
#               CM_2                T_20             T_2MELT            T_2LIMIT             RHOCV_2
                   0                   0                   0                   0                   0
#      EPSILON_MAX_2         SIGMA_MAX_2               K_A_2               K_B_2
                   0                   0                   0                   0
#---Material#3:not defined Plastic material with Johnson-Cook Yield criteria-----------------------#
#            ALPHA_3             RHO_0_3               E_0_3             P_MIN_3               C_0_3
                 0.0                   0                   0                   0                   0
#              C_1_3               C_2_3               C_3_3               C_4_3               C_5_3
                   0                   0                   0                   0                   0
#                G_3           SIGMA_Y_3                BB_3                 N_3
                   0                   0                   0                   0
#               CC_3     EPSILON_DOT_0_3
                   0                   0
#               CM_3                T_30             T_3MELT            T_3LIMIT             RHOCV_3
                   0                   0                   0                   0                   0
#      EPSILON_MAX_3         SIGMA_MAX_3               K_A_3               K_B_3
                   0                   0                   0                   0
#---Material#4:TNT(JWL)----------------------------------------------------------------------------#
#            ALPHA_4             RHO_0_4               E_0_4             P_MIN_4               C_0_4
                 0.0                1590              7.0E+9               1E-30             1.0E+05
#                B_1                 B_2                 R_1                 R_2                   W
           371.20E+9            3.231E+9                4.15              0.9499                 0.3
#                  D                P_CJ                C_14                       I_BFRAC
              6930.0             2.1E+10             22.5E+5                             0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. 数値的な拡散は、体積率伝達/ALE/MUSCLに2次法を使用することで向上できます。拡散の制限に使用されていた以前の/UPWINDは廃止されました。
2. Radiossは、相対圧力ΔPを計算して出力します。

$$\Delta P = \max\left\{\Delta P\min,\ C_0 + C_1\mu + C'_2\mu^2 + C'_3\mu^3 + \left(C_4 + C_5\mu\right)E(\mu)\right\} \tag{741}$$

   ただし、全圧力が、エネルギー統合（$dE_{\mathrm{int}} = -PdV$）に不可欠となります。これは外部圧力フラグ$P_{ext}EXT$で計算されます。

   $P = \Delta P + P_{ext}$ から$dE_{\mathrm{int}} = -\left(P_{ext} + \Delta P\right)dV$が得られます。

   これは、$P_{ext}EXT = 0$の場合、計算された圧力ΔPが全圧力でもあることを意味します：$\Delta P = P$

3. 動粘性はグローバルで、材料毎に固有ではありません。これで粘性応力テンソルを計算することができます：

$$\boldsymbol{\tau} = \mu\left[\left(\nabla \bigotimes \mathbf{V}\right) + {}^{t}\!\left(\nabla \bigotimes \mathbf{V}\right)\right] + \lambda(\nabla \mathbf{V})\mathbf{I} \tag{742}$$

   ここで、

   $v = \mu / \rho$ 　動的せん断粘性フラグ

   $v_{vol} = \dfrac{3\left(\lambda + \frac{2\mu}{3}\right)}{\rho}$ 　動的体積粘性フラグ

4. 体積比率によって、要素体積を3つの異なる材料で分け合うことができます。

材料毎に、$\alpha_0^{mat\_i}$ を0と1の間に定義する必要があります。

初期体積比率の合計 $\sum_{i=1}^{3}\alpha_0^{mat\_i}$ は1に等しい必要があります。

体積の自動初期比率については、/INIVOLカードをご参照ください。

5. $\Delta P_{\min}^{mat\_i}$ フラグは、計算される圧力ΔPの最小値です。これは全圧力も以下で制限されることを意味します:

$$P_{\min}^{mat\_i} = \Delta P_{\min}^{mat\_i} + P_{ext} \tag{743}$$

流体材料および爆発物については、$P_{\min}^{mat_i}$を正のままにして、引張り強度を避ける必要があります。そのため、$\Delta P_{\min}^{mat_i}$を$-P_{ext}$に設定する必要があります。

固体材料については、デフォルト値$\Delta P_{\min}^{mat_i}$ = 1e-30が適切ですが、変更することもできます。

6. デフォルトではプロセスは断熱:$\delta Q = 0$。熱の寄与は材料則に伴う熱カード(/HEAT/MAT)がある場合のみ計算されます。

この場合、$\delta Q = \rho C_V V dT$、および熱拡散のパラーメータはそれぞれの材料から読み込まれます:

$$\rho C_V^{mat\_i},\ K_A^{mat\_i},\ K_B^{mat\_i} \text{ and } T_0^{mat\_i} \tag{744}$$

固体と液体については、$C_v \approx C_p$、理想気体については: $\gamma = C_p / C_v$

7. Johnson-Cookモデルでの温度変化は、フラグ$\rho C_V^{mat_i}$で計算されます(熱カード(/HEAT/MAT)が定義されていない場合でも)。

8. 熱伝導Kは、温度に線形に依存します:

$$K(T) = K_A + K_B T \tag{745}$$

9. $C_1^{mat\_4}$ は[24]で推定できます。

$$C_1^{mat\_4} = \rho_0^{mat\_4} \cdot \left(c_0^{unreacted}\right)^2 \tag{746}$$

ここで、$c_0^{unreacted}$は、未反応爆発物内の音速で、TNTの推定は2000m/sです。

10. 爆発材料の点火は起爆カード/DFS/DETPOINTまたは/DFS/DETPLANでなされます。

11. 爆発速度(D)とChapman Jouget圧力(P_{CJ})が燃焼率の計算($B_{frac} \in [0, 1]$)に用いられます。これは爆発エネルギーの解放と対応する JWL 圧力の倍率の係数をコントロールします。

与えられた時刻に対して:$P(V, E) = B_{frac} P_{jwl}(V, E)$。

発火時間T_{det}は、Starterで爆発速度から計算されます。シミュレーションの間、燃焼率は以下の様に計算されます:

$$B_{frac} = \min\left(1, max(B_{f1}, B_{f2})\right) \tag{747}$$

ここで、燃焼時間からの燃焼率の計算は次のとおり:

$$B_{f1} = \frac{1 - V}{1 - V_{CJ}} = \frac{\rho_0 D^2}{P_{CJ}}(1 - V) \tag{748}$$

体積圧縮からの燃焼率の計算は次のとおり:

$$B_{f2} = \begin{cases} 0, x < 0 \\ \frac{T - T_{det}}{1.5\Delta x}, x \geq 0 \end{cases} \quad (749)$$

燃焼率がその最大値1.00に達するには数サイクルを要します。

燃焼率の計算は、I_{BFRAC}*BFRAC*フラグを定義して変更できます:

I_{BFRAC}*BFRAC* = 1: $B_{frac} = \min(1, B_{f1})$

I_{BFRAC}*BFRAC* = 2: $B_{frac} = \min(1, B_{f2})$

12. バージョン11.0.240から、爆発時間と燃焼率の時刻歴は/TH/BRICを通してキーワードBFRACで使用可能です。これで関数fの出力を可能にし、その最初の値が爆発時間(反対の符号)と正の値で燃焼率の進展に対応します。

$$T_{\det} = -\mathrm{f}(0) \quad (750)$$

$$B_{frac}(t) = \begin{cases} 0, & \mathrm{f}(t) < 0 \\ \mathrm{f}(t), & \mathrm{f}(t) \geq 0 \end{cases}$$

13. 爆発時間はそれぞれのJWL要素に対して、Starter出力ファイルに書き出されることが可能です。出力フラグ(*Ipri*)は3以上にする必要があります(/IOFLAG)。

14. 材料のトラッキングはアニメーションファイルを通して可能です:

`/ANIM/BRICK/VFRAC`(全材料の体積比率)

Iform = 11
ブロックフォーマットのキーワード
4つまでの材料を取り扱うことができます:多項式EOSを用いた3つの弾塑性材料(使用可能な降伏基準Johnson-CookまたはDrücker-Pragerに従う)と、1つの高性能爆発材料(JWL状態方程式を使用)

材料則は、拡散インターフェースステクニックに基づいています。サブ材料ゾーン間でよりシャープなインターフェースを得るには、/ALE/MUSCLをご参照ください。

この材料則をRadioss単精度エンジンで使用することは推奨されません。

LAW51は要素内に存在するそれぞれの材料の釣り合いに基づきます。Radiossは、相対圧力ΔPを計算して出力します。各サイクルにおいて:

$$\Delta P = \Delta P_1 = \Delta P_2 = \Delta P_3 = \Delta P_4 \quad (751)$$

全圧力は外部圧力から計算できます:

$$P = \Delta P + P_{ext} \quad (752)$$

ここで、

P	正が圧縮で負が引張。

静水圧応力は多項式 EOSから計算されます:

$$\sigma_m = \Delta P = C_0 + C_1\mu + C_2\mu^2 + C_3\mu^3 + (C_4 + C_5\mu)E(\mu) \quad (753)$$

$$dE_{\text{int}} = \delta W + \delta Q = -(\Delta P + P_{ext})dV + \delta Q \quad (754)$$

24. Hayes, B. "*Fourth Symposium (International) on Detonation.*" Proceedings, Office of Naval Research, Department of the Navy, Washington, DC (1965): 595-601

ここで、$E = E_{\text{int}} / V_0$、$C_2' = C_2 \delta_{\mu \geq 0}$ and $C_3' = C_3 \delta_{\mu \geq 0}$は、EOSが膨張に対して線形で、圧縮に対して3次式であることを意味します。

デフォルトではプロセスは断熱$\delta Q = 0$です。熱計算を可能にするには、6をご参照ください。

偏差応力はJohnson-CookモデルまたはDrücker-Pragerのどちらかで計算できます。

Johnson-Cook:

$$\sigma_{dev} = \begin{cases} G\varepsilon & \text{if in elastic domain} \\ (\alpha + b\varepsilon_{pn})\left(1 + c\ln\frac{\dot{\varepsilon}}{\dot{\varepsilon}_0}\right)\left(1 - \left(\frac{T - T_0}{T_{melt} - T_0}\right)^m\right) & \text{others} \end{cases} \quad (755)$$

Drücker-Prager:

$$J_2 = \left(A_0 + A_1 P + A_2 P^2\right) \quad (756)$$

高性能爆発材料は未反応の場合は線形EOSで（平衡のため）、爆発生成はJWL EOSでモデル化されます:

$$\Delta P = \begin{cases} C_0 + C_1 \mu & if\ T < T_{det} \\ A\left(1 - \frac{\omega}{R_1 V}\right)e^{-R_1 V} + B\left(1 - \frac{\omega}{R_2 V}\right)e^{-R_2 V} + \omega\frac{E}{V} & if\ T \geq T_{det} \end{cases} \quad (757)$$

ここで、*V*は相対体積: $V = Volume / V_0$ および*E*は単位初期体積あたりの内部エネルギー: $E = E_{\text{int}} / V_0$。参照: 9 12

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW51/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
空白のフォーマット									
I_{form}*FORM*			I_{pla_1}	I_{pla_2}	I_{pla_3}				
#グローバルパラメータ									
P_{ext}*EXT*		*v*		v_{vol}					
#SubMaterial_1パラメータ									
（入力データはI_{pla_1}フラグによって異なる。下記を参照）									
#SubMaterial_2パラメータ									
（入力データはI_{pla_2}フラグによって異なる。下記を参照）									
#SubMaterial_3パラメータ									
（入力データはI_{pla_3}フラグによって異なる。下記を参照）									
#SubMaterial_4パラメータ									

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
（必ずJones-Wilkins-Lee材料則が必要）									
$\alpha_0^{mat\_4}$		$\rho_0^{mat\_4}$		$E_0^{mat\_4}$		$\Delta P_{min}^{mat\_4}$		$C_0^{mat\_4}$	
A		*B*		R_1		R_2		ω	
D		P_{CJ}		$C_1^{mat\_4}$		I_{BFRAC}BFRA(			

副材料j（j= 1、2、または3）パラメータ固有の入力データ。

I_{pla_j} = 0（降伏基準なし）の場合の副材料入力データ:

$\alpha_0^{mat\_j}$	$\rho_0^{mat\_j}$	$E_0^{mat\_j}$	$\Delta P_{min}^{mat\_j}$	$C_0^{mat\_j}$
$C_1^{mat\_j}$	$C_2^{mat\_j}$	$C_3^{mat\_j}$	$C_4^{mat\_j}$	$C_5^{mat\_j}$
$G_1^{mat\_j}$				
	$T_0^{mat\_j}$	$T_{melt}^{mat\_j}$	$T_{limit}^{mat\_j}$	$\rho C_v^{mat\_j}$
$\varepsilon_{p,max}^{mat\_1}$	$\sigma_{max}^{mat\_1}$	$K_A^{mat\_1}$	$K_B^{mat\_1}$	

I_{pla_j} = 1（Johnson-Cook降伏基準）の場合の副材料入力データ:

$\alpha_0^{mat\_j}$	$\rho_0^{mat\_j}$	$E_0^{mat\_j}$	$\Delta P_{min}^{mat\_j}$	$C_0^{mat\_j}$
$C_1^{mat\_j}$	$C_2^{mat\_j}$	$C_3^{mat\_j}$	$C_4^{mat\_j}$	$C_5^{mat\_j}$
$G_1^{mat\_j}$	a^{mat_j}	b^{mat_j}	n^{mat_j}	
c^{mat_j}	$\dot{\varepsilon}_0^{mat\_j}$			
m^{mat_j}	$T_0^{mat\_j}$	$T_{melt}^{mat\_j}$	$T_{limit}^{mat\_j}$	$\rho C_v^{mat\_j}$
$\varepsilon_{p,max}^{mat\_1}$	$\sigma_{max}^{mat\_1}$	$K_A^{mat\_1}$	$K_B^{mat\_1}$	

I_{pla_j} = 2（Drücker-Prager降伏基準）の場合の副材料入力データ:

$\alpha_0^{mat\_j}$	$\rho_0^{mat\_j}$	$E_0^{mat\_j}$	$\Delta P_{min}^{mat\_j}$	$C_0^{mat\_j}$

$C_1^{mat\_j}$	$C_2^{mat\_j}$	$C_3^{mat\_j}$	$C_4^{mat\_j}$	$C_5^{mat\_j}$
$A_0^{mat\_j}$	$A_1^{mat\_j}$	$A_2^{mat\_j}$	$A_{max}^{mat\_j}$	
E^{mat_j}	ν^{mat_j}			
	$T_0^{mat\_j}$	$T_{melt}^{mat\_j}$	$T_{limit}^{mat\_j}$	$\rho C_v^{mat\_j}$
$\varepsilon_{p,max}^{mat\_1}$	$\sigma_{max}^{mat\_1}$	$K_A^{mat\_1}$	$K_B^{mat\_1}$	

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
I_{form}*FORM*	定式化フラグ （整数）	
I_{pla_j}	降伏基準フラグ（副材料インデックスjには1、2、または3を指定可能） *= 0*（デフォルト） 降伏基準なし *= 1* Johnson-Cook *= 2* Drücker-Prager （整数）	
#グローバルパラメータ		
P_{ext}*EXT*	外部圧力 2 デフォルト = 0（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
v	グローバル動粘性（せん断）$v = \mu / \rho$ 3	$\left[\frac{\mathrm{m}^2}{\mathrm{s}}\right]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
	デフォルト = 0（実数）	
v_{vol}	グローバル動粘性（体積）$v_{vol} = \frac{3\lambda + 2\mu}{\rho}$ 3 デフォルト = 0（実数）（Stokesの仮説）	$\left[\frac{m^2}{s}\right]$
＃多項式EOSのための副材料パラメータ		
$\alpha_0^{mat\_j}$	初期体積比率 4 （実数）	
$\rho_0^{mat\_j}$	初期密度 （実数）	$\left[\frac{kg}{m^3}\right]$
$E_0^{mat\_j}$	単位体積あたりの初期エネルギー （実数）	$\left[\frac{J}{m^3}\right]$
$\Delta P_{min}^{mat\_j}$	流体力学的キャビテーション圧力 5 デフォルト = -10^{-30}（実数）	[Pa]
$C_0^{mat\_j}$	初期圧力 （実数）	[Pa]
$C_1^{mat\_j}$	流体力係数 （実数）	[Pa]
$C_2^{mat\_j}$	流体力係数 （実数）	[Pa]
$C_3^{mat\_j}$	流体力係数 （実数）	[Pa]
$C_4^{mat\_j}$	流体力係数 （実数）	
$C_5^{mat\_j}$	流体力係数 （実数）	
$G_1^{mat\_j}$	弾性せん断係数 （実数）	[Pa]

フィールド	内容	**SI**単位の例
#Johnson-Cook降伏基準固有の副材料パラメータ		
a^{mat_j}	塑性降伏応力。 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
b^{mat_j}	塑性硬化パラメータ。 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
n^{mat_j}	塑性硬化指数。 デフォルト = 1.0（実数）	
c^{mat_j}	ひずみ速度係数。 *= 0* ひずみ速度効果はなし デフォルト = 0.00（実数）	
$\dot{\varepsilon}_0^{mat\_j}$	参照ひずみ速度 $\dot{\varepsilon} \le \dot{\varepsilon}_0^{mat_j}$の場合、ひずみ速度効果なし （実数）	$\left[\frac{1}{\mathrm{s}}\right]$
m^{mat_j}	温度指数。 *= 0* 温度効果はなし （実数）	
#熱挙動固有の副材料パラメータ		
$T_0^{mat\_j}$	初期温度。 デフォルト = 300K（実数）	$[\mathrm{K}]$
$T_{melt}^{mat\_j}$	溶融温度。 デフォルト = 10^{30}（実数）	$[\mathrm{K}]$
$T_{limit}^{mat\_j}$	最大温度 デフォルト = 10^{30}（実数）	$[\mathrm{K}]$
$\rho C_v^{mat\_j}$	単位体積あたりの比熱。7 （実数）	$\left[\frac{J}{K \cdot m^3}\right]$

フィールド	内容	**SI単位の例**
$\varepsilon_{p,max}^{mat\_j}$	破壊塑性ひずみ。 デフォルト = 10^{30}（実数）	
$\sigma_{max}^{mat\_j}$	塑性最大応力 デフォルト = 10^{30}（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
$K_A^{mat\_j}$	熱伝導係数1 8 （実数）	$\left[\frac{W}{m \cdot K}\right]$
$K_B^{mat\_i}$	熱伝導係数2 8 （実数）	$\left[\frac{W}{m \cdot K^2}\right]$
#Drücker-Prager基準固有の副材料パラメータ		
E^{mat_j}	ヤング率 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
ν^{mat_j}	ポアソン比 （実数）	
$A_0^{mat\_j}$	降伏係数 （実数）	$[Pa^2]$
$A_1^{mat\_j}$	降伏係数 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
$A_2^{mat\_j}$	降伏係数 （実数）	
$A_{max}^{mat\_j}$	降伏係数 （実数）	$[Pa^2]$
#Jones-Wilkins-Lee EOS固有の副材料パラメータ		
$\alpha_0^{mat\_4}$	未反応爆発物の初期体積比率 4 （実数）	
$\rho_0^{mat\_4}$	未反応爆発物の初期密度 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
$E_0^{mat\_4}$	爆発エネルギー （実数）	$\left[\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{m}^3}\right]$
$\Delta P_{min}^{mat\_4}$	最小圧力 5 デフォルト = -10^{-30}（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
$C_0^{mat\_4}$	未反応爆発物の初期圧力 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
A	JWL EOS係数 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
B	JWL EOS係数 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
R_1	JWL EOS係数 （実数）	
R_2	JWL EOS係数 （実数）	
ω	JWL EOS係数 （実数）	
D	爆発速度	$\left[\frac{m}{s}\right]$
P_{CJ}	CJ（Chapman-Jouguet）圧力 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
$C_1^{mat\_4}$	未反応爆発物の体積弾性率 9 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
I_{BFRAC}*BFRAC*	燃焼率計算のフラグ 11 *= 0* 体積圧縮 + 燃焼時間 *= 1* 体積圧縮のみ *= 2* 燃焼時間のみ	

フィールド	内容	SI単位の例
	（整数）	

例

```
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/LAW51/1
Underground explosion in Sand with Air,units{kg,m,s,Pa}
#-------------------------------------------------------------------------------------------------
#                    Material Law No 51. ALE MULTI-MATERIAL SOLID LIQUID GAS
#-------------------------------------------------------------------------------------------------

#    IFORM                          IPLA_1    IPLA_2    IPLA_3
        11                               0         2         0
#---Global parameters-------------------------------------------------------------------------------#
#               P_EXT                   NU                LAMDA
                  0                     0                    0
#---Material#1:AIR(PerfectGas)----------------------------------------------------------------------#
#             ALPHA_1              RHO_0_1               E_0_1             P_MIN_1               C_0_1
                0.0                  1.2             2.5E+05                   0                   0
#               C_1_1                C_2_1               C_3_1               C_4_1               C_5_1
                  0                    0                   0                 0.4                 0.4
#                 G_1
                  0
#                                    T_10             T_1MELT            T_1LIMIT             RHOCV_1
                                        0                   0                   0                   0
#      EPSILON_MAX_1         SIGMA_MAX_1               K_A_1               K_B_1
                  0                    0                   0                   0
#---Material#2:SAND Plastic material with Drucker-Prager Yield Criteria-----------------------------#
#             ALPHA_2              RHO_0_2               E_0_2             P_MIN_2               C_0_2
                1.0                 1370                   0                   0            1.0E+05
#               C_1_2                C_2_2               C_3_2               C_4_2               C_5_2
            1.0E+09              2.5E+09             3.0E+10                   0                   0
#                A0_2                 A1_2                A2_2             A_MAX_2
                  0                    0                0.25                   0
#                 E_2                NU_2             B_MAT_2            MU_MAX_2
            3.4E+09                 0.3                   0                   0
#                                    T_20             T_2MELT            T_2LIMIT             RHOCV_2
                                        0                   0                   0                   0
#      EPSILON_MAX_2         SIGMA_MAX_2               K_A_2               K_B_2
                  0                    0                   0                   0
#---Material#3:not defined Plastic material with Johnson-Cook Yield criteria------------------------#
#             ALPHA_3              RHO_0_3               E_0_3             P_MIN_3               C_0_3
                0.0                    0                   0                   0                   0
#               C_1_3                C_2_3               C_3_3               C_4_3               C_5_3
                  0                    0                   0                   0                   0
#                 G_3            SIGMA_Y_3                BB_3                 N_3
                  0                    0                   0                   0
#                CC_3      EPSILON_DOT_0_3
                  0                    0
#                CM_3                 T_30             T_3MELT            T_3LIMIT             RHOCV_3
                  0                    0                   0                   0                   0
#      EPSILON_MAX_3         SIGMA_MAX_3               K_A_3               K_B_3
                  0                    0                   0                   0
#---Material#4:TNT(JWL)-----------------------------------------------------------------------------#
#             ALPHA_4              RHO_0_4               E_0_4             P_MIN_4               C_0_4
                0.0                 1638             7.0E+09                   0            1.0E+05
#                 B_1                  B_2                 R_1                 R_2                   W
             371199                 3231                4.15              0.9499                 0.3
#                 D                  P_CJ                C_14                          I_BFRAC
            6930.0              2.1E+10             4.0E+09                                0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. 数値的な拡散は、体積率伝達/ALE/MUSCLに2次法を使用することで向上できます。拡散の制限に使用されていた以前の/UPWINDは廃止されました。
2. Radiossは、相対圧力ΔPを計算して出力します。

$$\Delta P = \max\left\{\Delta P_{\min}, C_0 + C_1\mu + C_2'\mu^2 + C_3'\mu^3 + \left(C_4 + C_5\mu\right)E(\mu)\right\} \quad (758)$$

ただし、全圧力が、エネルギー統合（$dE_{\text{int}} = -PdV$）に不可欠となります。これは外部圧力フラグP_{ext}*EXT*で計算されます。

$P = P_{ext} + \Delta P$ から$dE_{\text{int}} = -(P_{ext} + \Delta P)dV$ が得られます。

これは、$P_{ext} = 0$の場合、計算された圧力ΔPが全圧力でもあることを意味します：$\Delta P = P$

3. 動粘性はグローバルであるため、粘性応力テンソルを計算するための各材料に固有ではありません：

$$\boldsymbol{\tau} = \mu\left[(\nabla \otimes \mathbf{V}) + t(\nabla \otimes \mathbf{V})\right] + \lambda(\nabla \mathbf{V})\mathbf{I} \qquad (759)$$

ここで、

$v = \mu / \rho$ 動的せん断粘性フラグ

$v_{vol} = 3\left(\lambda + \frac{2\mu}{3}\right) / \rho$ 動的体積粘性フラグ

$v_{vol} = \frac{3\left(\lambda + \frac{2\mu}{3}\right)}{\rho}$

4. 体積比率によって、要素体積を3つの異なる材料で分け合うことができます。

材料毎に、$\alpha_0^{mat\_j}$ を0と1の間に定義する必要があります。

初期体積比率の合計$\sum_{j=1}^{3} \alpha_0^{mat_j}$は1に等しい必要があります。

体積の自動初期比率については、/INIVOLカードをご参照ください。

5. $\Delta P_{min}^{mat\_j}$ フラグは、計算される圧力ΔPの最小値です。これは全圧力も以下で制限されることを意味します：

$P_{min}^{mat\_j} = \Delta P_{min}^{mat\_j} + P_{ext}$

流体材料および爆発物については、$P_{min}^{mat_j}$を正のままにして、引張り強度を避ける必要があります。そのため、$\Delta P_{min}^{mat_j}$を$-P_{ext}$に設定する必要があります。

固体材料については、デフォルト値 $\Delta P_{min}^{mat\_j}$ = -1e30が適切ですが、変更することもできます。

6. 熱の寄与は材料則に伴う熱カード（/HEAT/MAT）がある場合のみ計算されます。

この場合、$\delta Q = \rho C_V V dT$、および熱拡散のパラーメータはそれぞれの材料から読み込まれます：

$$\rho C_V^{(mat\_i)}, K_A^{mat\_i}, K_B^{mat\_i} \quad \text{and} \quad T_0^{mat\_i} \qquad (760)$$

固体と液体については、$C_v \approx C_p$、理想気体については：$\gamma = C_p / C_v$

7. Johnson-Cookモデルでの温度変化は、フラグ$\rho C_V^{mat_i}$で計算されます（熱カード（/HEAT/MAT）が定義されていない場合でも）。

8. 熱伝導*K*は、温度に線形に依存します：

$$K(T) = K_A + K_B T \qquad (761)$$

9. $C_1^{mat\_4}$ は25で推定できます。

$$C_1^{mat\_4} = \rho_0^{mat\_4} \cdot \left(c_0^{unreacted}\right)^2 \qquad (762)$$

ここで、$c_0^{unreacted}$は、未反応爆発物内の音速で、TNTの推定は2000m/sです。

10. 爆発材料の点火は起爆カードでなされます。/DFS/DETPOINTまたは/DFS/DETPLANをご参照ください。

11. 爆発速度（*D*）とChapman Jouget圧力（P_{CJ}）が燃焼率の計算（$B_{frac} \in [0, 1]$）に用いられます。これは爆発エネルギーの解放と対応する JWL 圧力の倍率の係数をコントロールします。

与えられた時刻に対して：$P(V, E) = B_{frac} P_{jwl}(V, E)$。

発火時間T_{det}は、Starterで爆発速度から計算されます。シミュレーションの間、燃焼率は以下の様に計算されます：

$$B_{frac} = min(1, max(B_{f1}, B_{f2})) \tag{763}$$

ここで、

$$B_{f2} = \frac{1 - V}{1 - V_{CJ}} = \frac{\rho_0 \ D^2}{P_{CJ}}(1 - V) \tag{764}$$

燃焼時間からの燃焼率の計算。

$$B_{f1} = \begin{matrix} \frac{(T - T_{det})}{1.5\,\Delta x} & T \geq T_{det} \\ 0 & T < T_{det} \end{matrix} \tag{765}$$

は体積圧縮からの燃焼率の計算。

燃焼率がその最大値1.00に達するには数サイクルを要します。

燃焼率の計算は、I_{BFRAC}*BFRAC*フラグを定義して変更できます：

I_{BFRAC}*BFRAC* = 1：$B_{frac} = \min(1, B_{f1})$

I_{BFRAC}*BFRAC* = 2：$B_{frac} = \min(1, B_{f2})$

バージョン11.0.240から、爆発時間と燃焼率の時刻歴は/TH/BRICを通してキーワードBFRACで使用可能です。これで関数fの出力を可能にし、その最初の値が爆発時間（反対の符号）と正の値で燃焼率の進展に対応します。

$$T_{\det} = -\mathrm{f}(0) \tag{766}$$
$$B_{frac}(t) = \begin{cases} 0, & \mathrm{f}(t) < 0 \\ \mathrm{f}(t), & \mathrm{f}(t) \geq 0 \end{cases}$$

12. 爆発時間はそれぞれのJWL要素に対して、Starter出力ファイルに書き出されることが可能です。出力フラグ（*Ipri*）は3以上にする必要があります（/IOFLAG）。

Iform = 12
ブロックフォーマットのキーワード
材料識別子と初期体積率を指定することによって、4つの異なるサブ材料（固体、液体、気体および爆発物）を定義することができます。

サブ材料として定義可能な材料は：

- LAW3 (HYDPLA)
- LAW4 (HYD_JCOOK)

25. Hayes, B. "*Fourth Symposium (International) on Detonation.*"Proceedings, Office of Naval Research, Department of the Navy, Washington, DC (1965): 595-601

- LAW5 (JWL)
- LAW6 (HYDRO)
- LAW10 (DPRAG1)
- LAW102 (DPRAG2)

これらの材料は、それらの状態方程式を参照します:

- /EOS/LINEAR
- /EOS/POLYNOMIAL
- /EOS/IDEAL-GAS
- /EOS/STIFF-GAS

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW51/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
空白									
I_{form}*FORM*									

#グローバルパラメータ

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
		v		v_{vol}					

サブ材料パラメータ(1行に各サブ材料、4つのサブ材料に最大4行)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
mat_ID$_1$	$\alpha_0^{mat\_1}$								

3つまでの追加のサブ材料のオプション行

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
mat_ID$_1$	$\alpha_0^{mat\_1}$								
mat_ID$_2$	a^{mat_2}								
mat_ID$_3$	a^{mat_3}								

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
mat_ID$_4$	a^{mat_4}								

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
I_{form}*FORM*	定式化フラグ = 12 （整数）	
v	動的せん断粘性$v = \mu / \rho$ デフォルト = 0（実数）	$\left[\frac{m^2}{s}\right]$
v_{vol}	動粘性（体積）、$v_{vol} = \frac{3\lambda + 2\mu}{\rho}$、これはStokesの仮説に一致。 デフォルト = 0（実数）	$\left[\frac{m^2}{s}\right]$
mat_ID$_1$	LAW3、4、5、6、10または102を参照する必要のある1つ目のサブ材料の識別子。 必須（整数）	
$\alpha_0^{mat\_1}$	1つ目のサブ材料の初期体積率。 デフォルト = 0（実数）	
mat_ID$_i$	（オプション）LAW3、4、5、6、10または102を参照する必要のある2つ目から4つ目のサブ材料の識別子。 デフォルト = 0（整数）	
$\alpha_0^{mat\_i}$	（オプション）初期体積比率。 （実数）	

例

2つのみのサブ材料の例

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
                    g                   mm                  ms
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|

/MAT/LAW51/101/1
99.99% Water-MULTIMAT:AIR+WATER ,units {g,mm,ms}
#              RHO_I               RHO_0

#     IFLG
        12
#                                    NU               LAMDA
                                      0                   0
#    MAT_1             ALPHA_1
           5              0.9999
#    MAT_2             ALPHA_2
           4              0.0001
/ALE/MAT/101/1
#     Modif. factor.
                  0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/HYDRO/4/1
AIR
#              RHO_I               RHO_0
             1.22e-6                   0
#                 Knu                 Pmin
                    0                   0
/EOS/IDEAL-GAS/4/1
EoS for Air at atmospheric pressure
#               GAMMA                  P0                 PSH                  T0                RHO0
                  1.4                0.10                   0               300.0             1.22E-6
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|

/MAT/LAW06/5/1
water
#              RHO_I
               0.001
#                 KNU                PMIN
                    0                   0
/EOS/STIFF-GAS/5/1
STIFF_GAS_WATER
#               GAMMA                  P0                 PSH              P_STAR                RHO0
                  6.1                0.10                   0              368.85
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#enddata
```

コメント

1. 材料則は、拡散インターフェーステクニックに基づいています。数値的な拡散は、体積率(/ALE/MUSCL)にMUSCL法を使用することで向上できます。拡散の制限に使用されていた以前の/UPWINDは廃止されました。
2. サブ材料は任意の順でリストできますが、爆発性のあるサブ材料/MAT/LAW5は1つだけです。
3. 4つのサブ材料が要求されている場合、少なくともそれらのうちの1つは爆発性のあるサブ材料/MAT/LAW5でなければなりません。
4. 動粘性はグローバルで、材料毎に固有ではありません。これらは、粘性応力テンソルの計算に用いられます:

$$\boldsymbol{\tau} = \mu\left[\left(\nabla \otimes \mathbf{V}\right) + t\left(\nabla \otimes \mathbf{V}\right)\right] + \lambda(\nabla \mathbf{V})\mathbf{I} \qquad (767)$$

ここで、

$v = \mu / \rho$ 動的せん断粘性

$v_{vol} = \dfrac{3\left(\lambda + \frac{2\mu}{3}\right)}{\rho}$ 動的体積粘性フラグ

5. 体積比率によって、要素体積を3つの異なる材料で分け合うことができます。

   材料毎に、$\alpha_0^{mat\_i}$ を0と1の間に定義する必要があります。

   初期体積比率の合計 $\sum_{i=1}^{3}\alpha_0^{mat\_i}$ は1に等しい必要があります。

   体積の自動初期比率については、/INIVOLカードをご参照ください。
6. この材料則をRadioss単精度エンジンで使用することは推奨されません。

CFD材料

マニュアルキーワード	材料則の番号	他の可能なキーワード
/MAT/K-EPS		
/MAT/B-K-EPS		
/MAT/LAW46 (LES_FLUID)	46	LAW46

これらの材料則はRadioss CFDとのみ適合性があります。

コメント

1. キーワードの11文字目以降はすべて無視されます（例えば、HONEYCOMBではなくHONEYCOMと入力できます）。
2. マニュアルのキーワードは、このマニュアルで参照する際の材料則のキーワードです。
3. 材料則番号は、固定フォーマットのマニュアルで材料則の参照に使用される材料則番号です。
4. 他の可能なキーワード列は、同じ材料則を定義するために使用できるその他のキーワードです。
5. 材料則K-EPSおよび46には、シェル、トラス、およびビームの各要素との適合性がありません。

/MAT/B-K-EPS

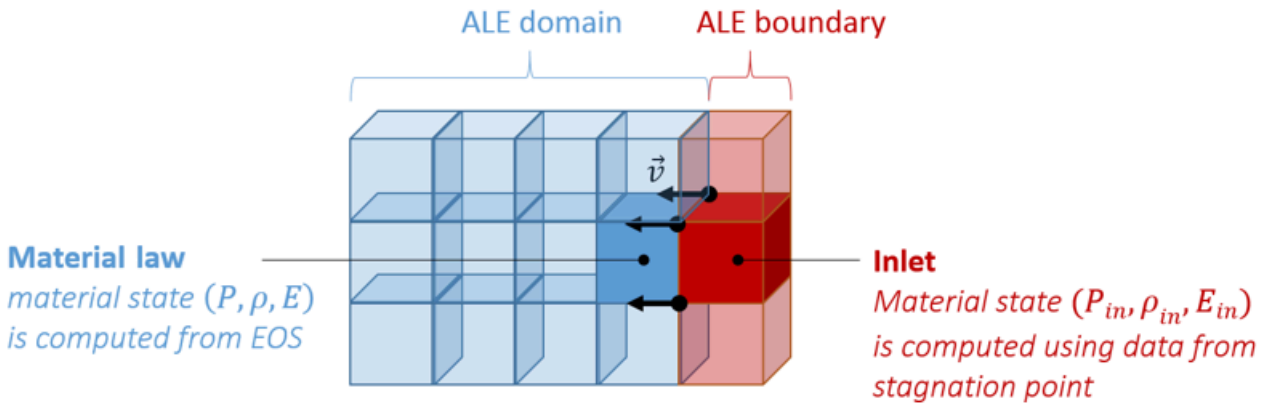
ブロックフォーマットのキーワード
この材料則は流れ解析(ALEまたはEULER)の境界条件材料を記述します。これは、境界材料/MAT/LAW11 (BOUND)に基づき、境界乱流モデリングをアクティブにして、k - εパラメータの2つの入力行を追加します。2次元解析と3次元解析で使用できます。多相材料ALE則、LAW37(BIMAT)、および/MAT/LAW51 (MULTIMAT)とは互換性がありません。

定式化タイプ

境界材料タイプ		
定式化	タイプ	コメント
Ityp = 0	気体流入	停滞点の指定されたデータから計算された状態
Ityp = 1	液体流入	停滞点の指定されたデータから計算された状態
Ityp = 2	一般流入 / 流出	ユーザーデータによって直接定義された状態
Ityp = 3	サイレント境界	

Ityp = 0

ブロックフォーマットのキーワード
この材料則を使用すれば、停滞点からデータを指定することにより、気体流入条件をモデル化することができます。気体は理想気体とします。入力カードは/MAT/LAW11 (BOUND)と似ていますが、乱流パラメータを定義するための2つの新しい行を導入します。



フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/B-K-EPS/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
$\rho_i^{stagnation}$		$\rho_0^{stagnation}$							
Ityp		P_{sh}		$Fscale_T$					

Ityp =0: 気体流入(停滞点データから)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$node\_ID_v$		γ				C_d			
fct_ID_ρ									
fct_ID_p		$P_0^{stagnation}$							
空白のフォーマット									
$\rho_0\kappa_0$		$\rho_0\varepsilon_0$		fct_ID_k	fct_ID_ε				
C_μ		σ_κ		σ_ε		P_r / P_{rt}			
fct_ID_T	fct_ID_v								

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
$\rho_i^{stagnation}$	初期停滞密度 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
$\rho_0^{stagnation}$	E.O.S（状態方程式）で使用される基準密度 デフォルト$\rho_0^{stagnation} = \rho_i^{stagnation}$（実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
Ityp	境界条件タイプ 1 *= 0* 気体流入（停滞点データから） *= 1* 液体流入（停滞点データから） *= 2* 一般流入 / 流出 *= 3* サイレント境界 （整数）	
P_{sh}	圧力シフト 2 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
$Fscale_T$	時間スケールファクター 3 （実数）	
$node\_ID_v$	速度計算用の節点識別子 3 *= 0* $v_{in} = \min_{node \in face}(\mathbf{v}_{node} \cdot \mathbf{n})$	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	> 0 $v_{in} = \| \mathbf{v}_{node\_ID} \|$ （整数）	
γ	理想気体定数 （実数）	
C_d	流量係数 5 デフォルト = 0.0（実数）	
fct_IDρ	停滞密度用の関数$f_\rho(t)$識別子 3 *= 0* $\rho^{stagnation}(t) = \rho_i^{stagnation}$ *> 0* $\rho^{stagnation}(t) = \rho_i^{stagnation} \cdot f_\rho(t)$ （整数）	
fct_ID$_p$	停滞圧力用の関数$f_P(t)$識別子 3 *= 0* $P^{stagnation}(t) = P_0^{stagnation}$ *> 0* $P^{stagnation}(t) = P_0^{stagnation} \cdot f_P(t)$ （整数）	
$P_0^{stagnation}$	初期停滞圧力 3 （実数）	[Pa]
$\rho_0\kappa_0$	初期乱流エネルギー （実数）	[J]
$\rho_0\varepsilon_0$	初期乱流散逸 （実数）	[J]
fct_ID$_k$	乱流モデリングの関数$f_\kappa(t)$識別子 *= 0* $\kappa = \kappa_{adjacent}$	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	> 0 $\kappa = \kappa_0 \cdot \mathrm{f}_\kappa(t)$ （整数）	
fct_ID$_\varepsilon$	乱流モデリングの関数$\mathrm{f}_\varepsilon(t)$識別子 *= 0* $\varepsilon = \varepsilon_{adjacent}$ *> 0* $\varepsilon = \varepsilon_0 \cdot \mathrm{f}_\varepsilon(t)$ （整数）	
C_μ	乱流粘性係数 デフォルト = 0.09（実数）	
σ_κ	*k*パラメータの拡散係数 デフォルト = 1.00（実数）	
σ_ε	εパラメータの拡散係数 デフォルト = 1.30（実数）	
P_r / P_{rt}	層流プラントル数（デフォルトは0.7）と乱流プラントル数（デフォルトは0.9）の比率 （実数）	
fct_ID$_T$	流入温度用の関数$\mathrm{f}_T(t)$識別子 3 6 *= 0* $T = T_v$ *= n* $T = T_0 \cdot \mathrm{f}_T(t)$ （整数）	
fct_ID$_Q$	流入熱流束用の関数$\mathrm{f}_Q(t)$識別子 3 6 *= 0* 強制流束なし *= n* $Q = \mathrm{f}_Q(t)$	

フィールド	内容	SI単位の例
	（整数）	

コメント

1. 停滞点から指定された気体状態$\left(\rho_{stagnation}, P_{stagnation}\right)$が流入気体状態の計算に使用されます。

   全エンタルピー定式化、断熱則、および状態方程式を含む一連の式により流入状態の完全な定義が可能となります：

   $$\rho_{in} = \rho_{stagnation} \cdot \left[1 - \frac{\gamma - 1}{2\gamma} \cdot \frac{\rho_{stagnation}}{P_{stagnation}} \cdot (1 + C_d) \cdot v_{in}^2\right]^{\frac{1}{\gamma - 1}} \quad (768)$$

   $$P_{in} = P_{stagnation}\left(\frac{\rho_{in}}{\rho_{stagnation}}\right)^{\gamma} \quad (769)$$

   $$(\rho e)_{in} = \frac{P_{in}}{\gamma - 1} \quad (770)$$

2. P_{SH}パラメータを使用すれば、P-P_{SH}にもなる出力圧力をシフトさせることができます。$P_{sh} = P(t = 0)$を使用している場合は、出力圧力がΔP（初期値は0.0）になります。
3. 関数が定義されていない場合は、関連する量$P_{stagnation}$, $\rho_{stagnation}$, TまたはQが一定になり、初期値に設定されます。ただし、すべての入力量$P_{stagnation}$, $\rho_{stagnation}$, TおよびQは、指定された関数識別子を使用して時間依存関数として定義できます。横軸関数は、$\mathrm{f}(t)$ではなく$\mathrm{f}(Fscale_t, t)$の使用につながる$Fscale_T$パラメータを使用してスケーリングすることもできます。
4. 流入速度v_{in}はBernoulliの定理で使用されます（固定速度）。
5. 流量係数は、入力損失が考慮されており、形状開口部によって異なります。

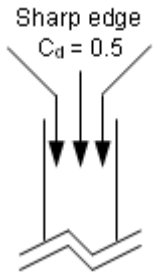


図 *179:*

6. 熱モデリングを使用すれば、すべての熱データ（T_0, $\rho_0 C_p$, ...）を/HEAT/MATを使って定義できます。
7. この境界材料則は、多相材料ALE /MAT/LAW37 (BIPHAS)および/MAT/LAW51 (MULTIMAT)と一緒に使用することができません。

See Also

材料の適合性

Ityp = 1

ブロックフォーマットのキーワード
この材料則を使用すれば、停滞点からデータを指定することにより、液体流入条件をモデル化することができます。液体挙動は線形EOSを使用してモデル化されます。入力カードは/MAT/LAW11 (BOUND)と似ていますが、乱流パラメータを定義するための2つの新しい行を導入します。

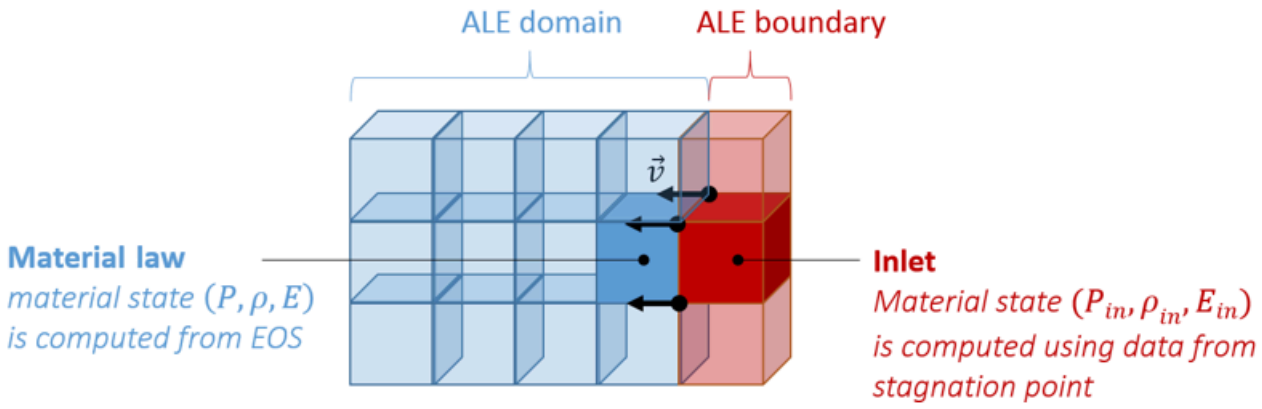


図 *180:*

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/B-K-EPS/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
$\rho_i^{stagnation}$		$\rho_0^{stagnation}$							
Ityp		P_{sh}		$Fscale_T$					

Ityp =1: 液体流入(停滞点データから)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$node\_ID_v$		C_11				C_d			
fct_ID_ρ									
fct_ID_p		$P_0^{stagnation}$							
fct_ID_E		$E_0^{stagnation}$							
$\rho_0\kappa_0$		$\rho_0\varepsilon_0$		fct_ID_k	fct_ID_ε				
C_μ		σ_κ		σ_ε		P_r/P_{rt}			

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
fct_ID_T	fct_ID_Q								

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
$\rho_i^{stagnation}$	初期停滞密度 3 （実数）	$\left[\frac{kg}{m^3}\right]$
$\rho_0^{stagnation}$	E.O.S（状態方程式）で使用される基準密度 デフォルト$\rho_0^{stagnation} = \rho_i^{stagnation}$（実数）	$\left[\frac{kg}{m^3}\right]$
Ityp	境界条件タイプ 1 *= 0* 気体流入（停滞点データから） *= 1* 液体流入（停滞点データから） *= 2* 一般流入 / 流出 *= 3* サイレント境界 （整数）	
P_{sh}	圧力シフト 2 （実数）	[Pa]
$Fscale_T$	時間スケールファクター 3 （実数）	[s]
$C_1 1node\_ID_v$	速度計算用の節点識別子 4	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 0 $v_{in} = \min_{node \in face}(\mathbf{v}_{node} \cdot \mathbf{n})$ *> 0* $v_{in} = \|\mathbf{v}_{node\_ID}\|$ （整数）	
$C_1 1$	液体の弾性率 9 （実数）	
C_d	流量係数 5 デフォルト = 0.0（実数）	
fct_ID_ρ	停滞密度用の関数$f_\rho(t)$識別子 3 *= 0* $\rho^{stagnation}(t) = \rho_i^{stagnation}$ *> 0* $\rho^{stagnation}(t) = \rho_i^{stagnation} \cdot \mathrm{f}_\rho(t)$ （整数）	
fct_ID_p	停滞圧力用の関数$\mathrm{f}_p(t)$識別子 3 *= 0* $P^{stagnation}(t) = P_0^{stagnation}$ *> 0* $P^{stagnation}(t) = P_0^{stagnation} \cdot \mathrm{f}_P(t)$ （整数）	
$P_0^{stagnation}$	初期停滞圧力 3 （実数）	[Pa]
$E_0^{stagnation}$	停滞点での初期比体積エネルギー 38 （実数）	[Pa]
$\rho_0 \kappa_0$	初期乱流エネルギー （実数）	[J]
$\rho_0 \varepsilon_0$	初期乱流散逸	[J]

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（実数）	
fct_ID$_k$	乱流モデリングの関数$f_\kappa(t)$識別子 *= 0* $\kappa = \kappa_{adjacent}$ *> 0* $\kappa = \kappa_0 \cdot f_\kappa(t)$ （整数）	
fct_ID$_\varepsilon$	関数$f_\varepsilon(t)$の識別子 *= 0* $\varepsilon = \varepsilon_{adjacent}$ *> 0* $E^{stagnation}(t) = E_0^{stagnation} \cdot f_E(t)$ （整数）	
C_μ	乱流粘性係数 デフォルト = 0.09（実数）	
σ_κ	*k*パラメータの拡散係数 デフォルト = 1.00（実数）	
σ_ε	εパラメータの拡散係数 デフォルト = 1.30（実数）	
P_r / P_{rt}	層流プラントル数（デフォルトは0.7）と乱流プラントル数（デフォルトは0.9）の比率 （実数）	
fct_ID$_T$	流入温度用の関数$f_T(t)$識別子 *= 0* *T = T*$_{neighbor}$ *= n* $T = T_0 \cdot f_T(t)$ （整数）	
fct_ID$_Q$	流入熱流束用の関数$f_Q(t)$識別子	

フィールド	内容	SI単位の例
	= 0 強制流束なし *= n* $Q = \mathrm{f}_Q(t)$ （整数）	

コメント

1. 停滞点から指定された気体状態$\left(\rho_{stagnation}, P_{stagnation}\right)$が流入気体状態の計算に使用されます。その後で、Bernoulliが適用されます。

$$P_{stagnation} = P_{in} + \frac{\rho_{in} v_{in}^2}{2} \tag{771}$$

これが次の流入状態につながります：

$$\rho_{in} = \frac{C_1 \cdot \rho_{stagnation}}{C_1 + \frac{\rho_{stagnation} v_{in}^2}{2}(1 + C_d)} \tag{772}$$

$$P_{in} = P_{stagnation} - \frac{\rho_{stagnation} v_{in}^2}{2}(1 + C_d) \tag{773}$$

$$(\rho e)_{in} = \left(1 - \frac{\rho_{in}}{\rho_{stagnation}}\right) P_{in} + E_{stagnation} \tag{774}$$

2. *P_{sh}*パラメータを使用すれば、*P-P_{sh}*にもなる出力圧力をシフトさせることができます。$P_{sh} = P(t = 0)$を使用している場合は、出力圧力がΔP（初期値は0.0）になります。
3. 関数が定義されていない場合は、関連する量$P_{stagnation}$, $\rho_{stagnation}$, Tまたは*Q*が一定になり、初期値に設定されます。ただし、すべての入力量$P_{stagnation}$, $\rho_{stagnation}$, Tおよび*Q*は、指定された関数識別子を使用して時間依存関数として定義できます。横軸関数は、$\mathrm{f}(t)$ではなく$\mathrm{f}(Fscale_t, t)$の使用につながる*$Fscale_T$*パラメータを使用してスケーリングすることもできます。
4. 流入速度v_{in}は、Bernoulliの定理で使用されます。
5. 流量係数は、入力損失が考慮されており、形状開口部によって異なります。

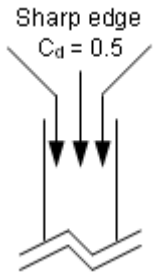


図 *181:*

6. 熱モデリングを使用すれば、すべての熱データ(T_0, $\rho_0 C_p$, ...)を/HEAT/MATを使って定義できます。
7. この境界材料則は、多相材料ALE /MAT/LAW37 (BIPHAS)および/MAT/LAW51 (MULTIMAT)と一緒に使用することができません。
8. 停滞エネルギーの定義は省略可能です。次のデフォルト値が推奨されます: $E_0^{stagnation} = 0.0$。線形EOS$\Delta P = C_1 \mu$はエネルギーに依存しないため、圧力は影響を受けず、初期エネルギーもユーザーによって設定されます。

   固有体積エネルギー*E*は$= E_{int} / V$として定義されます。

   ここで、

E_{int}	内部エネルギー。これは、/TH/BRICを使用して出力できます。

   固有質量エネルギー*e*は$e = E_{int} / m$として定義されます。これが$\rho e = E$につながります。固有質量エネルギー*e*は、/ANIM/ELEM/ENERを使用して出力できます。これは、ユーザーモデリングによって相対エネルギーになる場合があります。
9. 液体体積弾性率は、通常、$C_1 = \rho_0 c_0^2$に設定されます。

   ここで、

c_0	音速

See Also
材料の適合性

Ityp = 2

ブロックフォーマットのキーワード

この材料則を使用すれば、その状態を直接設定することにより、材料流入 / 流出をモデル化することができます。入力カードは/MAT/LAW11 (BOUND)と似ていますが、乱流パラメータを定義するための2つの新しい行を導入します。

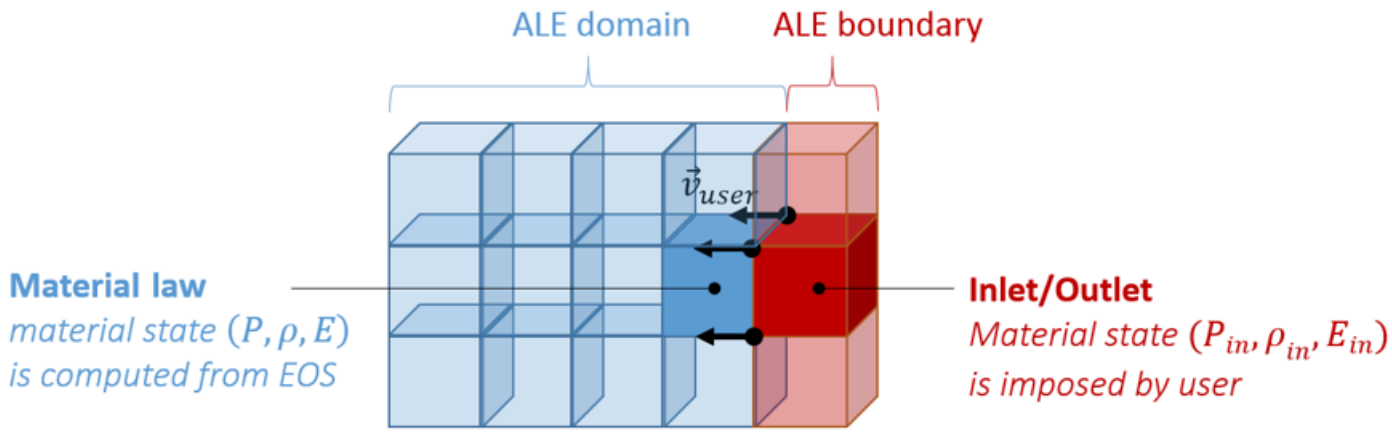


図 *182:*

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/B-K-EPS/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
ρ_i		ρ_0							
Ityp		P_{sh}		$Fscale_T$					

Ityp =2: 一般流入 / 流出

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
空白のフォーマット									
fct_IDρ									
fct_ID$_p$		P_0							
fct_ID$_E$		$E_0 0$							
$\rho_0 \kappa_0$		$\rho_0 \varepsilon_0$		*fct_ID*$_k$	*fct_ID*$_e$				
C_μ		σ_κ		σ_ε		P_r / P_{rt}			
fct_ID$_T$	*fct_ID*$_Q$								

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
ρ_i	初期密度 3 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
ρ_0	E.O.S（状態方程式）で使用される基準密度 デフォルトρ_0 = ρ_i（実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
Ityp	境界条件タイプ 1 *= 0* 気体流入（停滞点データから） *= 1* 液体流入（停滞点データから） *= 2* 一般流入 / 流出 *= 3* サイレント境界 （整数）	
P_{sh}	圧力シフト 3 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
$Fscale_T$	時間スケールファクター 3 （実数）	
fct_IDρ	境界密度用の関数$f_\rho(t)$識別子 3 *= 0* $\rho(t) = \rho_i$	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	> 0 $\rho(t) = \rho_i \cdot \mathrm{f}_\rho(t)$ （整数）	
fct_ID$_p$	境界圧力用の関数$\mathrm{f}_P(t)$識別子 3 *= 0* $P(t) = P_0$ *> 0* $P(t) = P_0 \cdot \mathrm{f}_P(t)$ （整数）	
P_0	初期圧力 3 （実数）	[Pa]
fct_ID$_E$	境界エネルギー用の関数$\mathrm{f}_E(t)$識別子 3 *= 0* $E(t) = E_0$ *> 0* $E(t) = E_0 \cdot \mathrm{f}_E(t)$ （整数）	
E_0	内部エネルギー 3 6 （実数）	[Pa]
$\rho_0\kappa_0$	初期乱流エネルギー （実数）	[J]
$\rho_0\varepsilon_0$	初期乱流散逸 （実数）	[J]
fct_ID$_k$	乱流モデリングの関数$\mathrm{f}_\kappa(t)$識別子 *= 0* $\kappa = \kappa_{adjacent}$ *> 0* $\kappa = \kappa_0 \cdot \mathrm{f}_\kappa(t)$ （整数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
*fct_ID*ε	(オプション)乱流モデリングの関数$f_\varepsilon(t)$識別子 *= 0* $\varepsilon = \varepsilon_{adjacent}$ *> 0* $\varepsilon = \varepsilon_0 \cdot f_\varepsilon(t)$ (整数)	
C_μ	乱流粘性係数 デフォルト = 0.09(実数)	
σ_κ	κパラメータの拡散係数 デフォルト = 1.00(実数)	
σ_ε	$\dot{\varepsilon}$パラメータの拡散係数 デフォルト = 1.30(実数)	
P_r / P_{rt}	層流プラントル数(デフォルトは0.7)と乱流プラントル数(デフォルトは0.9)の比率 (実数)	
fct_ID$_T$	流入温度用の関数$f_T(t)$識別子 *= 0* $T = T_{adjacent}$ *= n* $T = T_0 \cdot f_T(t)$ (整数)	
fct_ID$_Q$	流入熱流束用の関数$f_Q(t)$識別子 *= 0* 強制流束なし *= n* $Q = f_Q(t)$ (整数)	

例(気体)

```
#RADIOSS STARTER
```

```
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/B-K-EPS/3
GAS INLET (unit: kg_m_s)
#              RHO_I
               .3828
#     ITYP                          Psh         Fscale_T
          2
#blank line
#  fct_RHO
          1
#     fct_P                         P_0
          0
#     fct_E                         E_0
          1                       253300
#             Rho0k0            Rho0Eps0     fct_k    fct_eps
                 20                  0          1         0
#                Cmu             Sigma-k       Sigma-epsilon             Pr/Prt
                  0                  0                  0                   0
# fct_T        fct_Q
/ALE/MAT/3
#     Modif. factor.
                  0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/1
CST
#                  X                  Y
                   0                  1
               1.0E20                 1
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#enddata
/END
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. 指定された状態が流入境界要素に直接強制されます。これが次の流入状態につながります。

$$\rho_{in} = \rho_i \mathrm{f}_\rho(t) \tag{775}$$

$$P_{in} = P_0 \mathrm{f}_P(t) \tag{776}$$

$$E_{in} = (\rho e)_{in} = E_0 \mathrm{f}_E(t) \tag{777}$$

この定式化を使用すれば、境界節点上の速度を物理流入速度(/IMPVEL)と一致させることができます。/MAT/LAW11 - *Ityp*=0および1は、流入速度を強制する必要がない停滞点からの材料状態に基づきます。

2. P_{sh}パラメータを使用すれば、P-P_{sh}にもなる出力圧力をシフトさせることができます。$P_{sh} = P(t=0)$を使用している場合は、出力圧力がΔP(初期値は0.0)になります。
3. 関数が定義されていない場合は、関連する量$P_{stagnation}$, $\rho_{stagnation}$, TまたはQが一定になり、初期値に設定されます。ただし、すべての入力量$P_{stagnation}$, $\rho_{stagnation}$, TおよびQは、指定された関数識別子を使用して時間依存関数として定義できます。横軸関数は、$\mathrm{f}(t)$ではなく$\mathrm{f}(Fscale_t, t)$の使用につながる$Fscale_T$パラメータを使用してスケーリングすることもできます。
4. 熱モデリングを使用すれば、すべての熱データ(T_0, $\rho_0 C_p$, ...)を/HEATを使って定義できます。
5. この境界材料則は、多相材料ALE /MAT/LAW37 (BIPHAS)および/MAT/LAW51 (MULTIMAT)と一緒に使用することができません。
6. 固有体積エネルギーEは$E = E_{\mathrm{int}}/V$ として定義されます。

ここで、

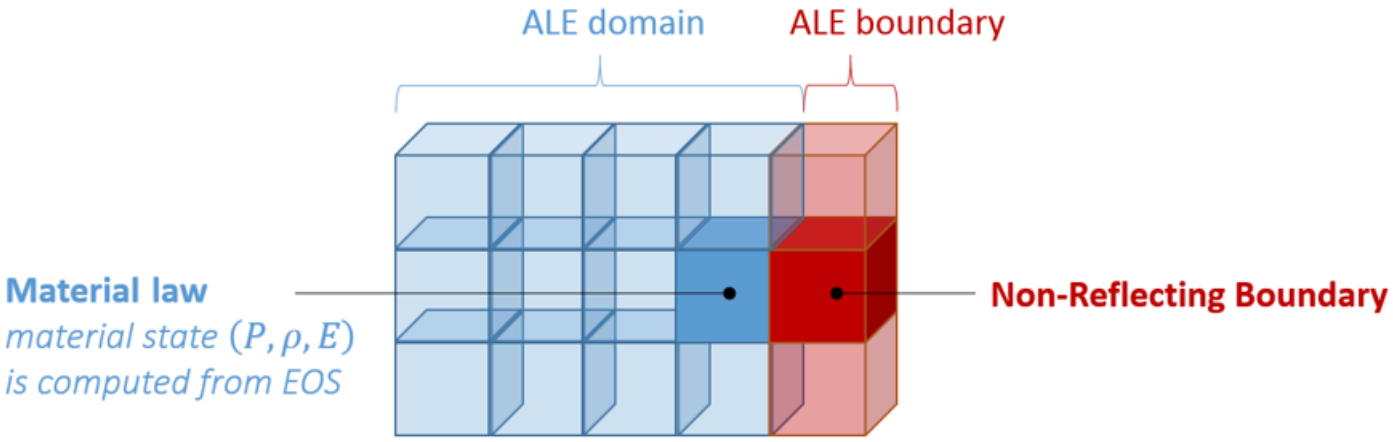
E_{int}	内部エネルギー。これは、/TH/BRICを使用して出力できます。

固有質量エネルギーeは$e = E_{int}/m$として定義されます。これが$\rho e = E$につながります。固有質量エネルギーeは、/ANIM/ELEM/ENERを使用して出力できます。これは、ユーザーモデリングによって相対エネルギーになる場合があります。

See Also
材料の適合性

Ityp = 3

ブロックフォーマットのキーワード
この材料則を使用すれば、サイレント境界(NRF)をモデル化することができます。入力カードは/MAT/LAW11 (BOUND)と似ていますが、乱流パラメータを定義するための2つの新しい行を導入します。



フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/B-K-EPS/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
ρ_i		ρ_0							
Ityp		P_{sh}							

Ityp =3: サイレント境界

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
		c		l_c					
空白のフォーマット									
空白のフォーマット									
空白のフォーマット									

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$\rho_0\kappa_0$		$\rho_0\varepsilon_0$		*fct_ID*$_k$	*fct_ID*$_e$				
C_μ		σ_κ		σ_ε		P_r/P_{rt}			
空白のフォーマット									

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
ρ_i	初期密度。3 （実数）	$\left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right]$
ρ_0	E.O.S（状態方程式）で使用される基準密度 デフォルト$\rho_0 = \rho_i$（実数）	$\left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right]$
Ityp	境界条件タイプ 1 *= 0* 気体流入（停滞点データから） *= 1* 液体流入（停滞点データから） *= 2* 一般流入 / 流出 *= 3* サイレント境界 （整数）	
P_{sh}	圧力シフト 2 （実数）	[Pa]

フィールド	内容	**SI**単位の例
c	流出音速 1 （実数）	$[\frac{m}{s}]$
l_c	特性長さ 1 （実数）	$[m^3]$
$\rho_0\kappa_0$	初期乱流エネルギー （実数）	$[J]$
$\rho_0\varepsilon_0$	初期乱流散逸 （実数）	$[J]$
fct_ID$_k$	乱流モデリングの関数$f_\kappa(t)$識別子 *= 0* $\kappa = \kappa_{adjacent}$ *> 0* $\kappa = \kappa_0 \cdot f_\kappa(t)$ （整数）	
fct_ID$_e$	エネルギー用の関数$f_\varepsilon(t)$ の識別子. *= 0* $\varepsilon = \varepsilon_{adjacent}$ *= n* $\varepsilon = \varepsilon_0 \cdot f_\varepsilon(t)$ （整数）	
C_μ	乱流粘性係数 デフォルト = 0.09（実数）	
σ_κ	*k*パラメータの拡散係数 デフォルト = 1.00（実数）	
σ_ε	εパラメータの拡散係数 デフォルト = 1.30（実数）	
P_r / P_{rt}	層流プラントル数（デフォルトは0.7）と乱流プラントル数（デフォルトは0.9）の比率	

フィールド	内容	SI単位の例
	（実数）	

例（気体）

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/B-K-EPS/5
GAS OUTLET (unit: kg_m_s)
#              RHO_I               RHO_0
               .3828                   0
#     ITYP                          Psh
         3                           0.0
#                                     c                  lc
                                    605                 0.3
#blank line

#blank line

#blank line

#             Rho0k0            Rho0Eps0     fct_k    fct_eps
                 20                   0         0          0
#                Cmu             Sigma-k       Sigma-epsilon             Pr/Prt
                  0                   0                   0                  0
#blank line

/ALE/MAT/5
#     Modif. factor.
                  0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#enddata
/END
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. サイレント境界定式化は、Bayliss & Turkelに基づきます。[26] この目的は、圧力と速度の急激な変化で変動する平均圧力を強制することです。

$$\frac{\partial P}{\partial t} = \rho c\left(\frac{\partial}{\partial t}(V_n) - V_n \cdot \mathrm{div}(\mathbf{V} - V_n \cdot \mathbf{n})\right) + c\frac{(P_\infty - P)}{2l_c}$$

遠距離場の圧力P_∞は時間関数を使用して設定されます。過渡圧力は、P_∞、局所速度場V、および出口面の法線から求めます：

- 密度、エネルギー、温度、乱流エネルギー、および散逸は、*Ityp* = 2のように時間関数で設定されます。
- 関数番号が0の場合は、連続性を尊重して隣接要素の値が使用されます。
- 音響インピーダンスは次のようになります：ρc
- 一般的な長さl_cを使用して、設定された値に対する有効な圧力を緩和します。これは問題に関係する最高波長に比べて大きい値にする必要があります。緩和項がハイパスフィルタとして機能する場合の周波数カットオフは次のとおりです：

$$f_c = \frac{c}{4 \cdot \pi \cdot l_c} \qquad (778)$$

ここで、音速cと特性長l_cは、2つの必須パラメータ（0以外）です。

2. P_{sh}パラメータを使用すれば、P-P_{sh}にもなる出力圧力をシフトさせることができます。$P_{sh} = P(t=0)$を使用している場合は、出力圧力がΔP（初期値は0.0）になります。
3. 熱モデリングを使用すれば、すべての熱データ（T_0, $\rho_0 C_p$, ...）を/HEAT/MATを使って定義できます。

4. この境界材料則は、多相材料ALE /MAT/LAW37 (BIPHAS)および/MAT/LAW51 (MULTIMAT)と一緒に使用することができません。

See Also
材料の適合性

26. A. Bayliss, E. Turkel, "Outflow Boundary Condition for Fluid Dynamics", NASA-CR-170367, Institute for Computer Application in Science and Engineering, August 7, 1980

/MAT/K-EPS

ブロックフォーマットのキーワード
液体の$k-\varepsilon$乱流粘性材料を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/K-EPS/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
ρ_i		ρ_0							
ν		P_{min}*MIN*							
$\rho_0 k_0$		*SSL*							
c_μ		σ_k		σ_ε		P_r / P_{rt}			
$C_{1\varepsilon}$		$C_{2\varepsilon}$		$C_{3\varepsilon}$					
κ		E		α		χ_t			

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right]$
ρ_0	E.O.S（状態方程式）で使用される基準密度 デフォルト = ρ_i（実数）	$\left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right]$
ν	運動粘性 （実数）	$\left[\frac{\text{m}^2}{\text{s}}\right]$

フィールド	内容	**SI** 単位の例
P_{min}MIN	圧力のカットオフ （実数）	[Pa]
$\rho_0 k_0$	初期乱流エネルギー（第1パート） （実数）	[J]
SSL	サブグリッドスケール長さ（第1パート） デフォルト = 1e+10 （実数）	[m]
c_μ	乱流粘性係数（第2パート） デフォルト = 0.09（実数）	
σ_k	k拡散係数（第2パート） デフォルト = 1.00（実数）	
σ_ε	消散のPrandtl数（第2パート） デフォルト = 1.30（実数）	
P_r / P_{rt}	層流 / 乱流Prandtl比（第2パート） デフォルト = 0.7/0.9（実数）	
$C_{1\varepsilon}$	ε 方程式係数1（第3パート） デフォルト = 1.440（実数）	
$C_{2\varepsilon}$	ε 方程式係数2（第3パート） デフォルト = 1.920（実数）	
$C_{3\varepsilon}$	ε 方程式係数3（第3パート） デフォルト = -0.375（実数）	
κ	Kappa壁定数（第4パート） デフォルト = 0.4187（実数）	
E	*E*壁定数（第4パート） デフォルト = 9.7930（実数）	
α	κ、ε、τ偏心（第4パート） デフォルト = 0.5000（実数）	
χ_t	ソース項倍率（第4パート）	

フィールド	内容	**SI** 単位の例
	（実数）	

例（気体）

```
#RADIOSS STARTER
/UNIT/1
unit for mat
                  kg                    m                    s
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/K-EPS/4/1
GAS
#               RHO_I               RHO_0
                .3828                   0
#                 KNU                Pmin
              1.05E-4                   0
#             RHO0_K0                 SSL
                   20                   0
#                C_MU              SIG_k             SIG_EPS         P_R_ON_P_RT
                   0                   0                   0
#              C_1eps             C_2eps              C_3eps
                   0                   0                   0
#               KAPPA                   E               ALPHA               GSI_T
                   0                   0                   0                   0
/EOS/POLYNOMIAL/4/1
GAS
#                  C0                  C1                  C2                  C3
                   0                   0                   0                   0
#                  C4                  C5                  E0                Pmin                RHO_0
                 0.4                 0.4              253300                   0                 1.22
/ALE/MAT/4
#     Modif. factor.
                   0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#enddata
/END
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. $$S_{ij} = 2\rho v_{eq}\dot{e}_{ij} \tag{779}$$

ここで、

S_{ij} 偏差応力テンソル

e_{ij} 偏差ひずみテンソル

- 材料が境界条件に結合されている場合は、乱流境界層モデルが使用されます。

$$v_{eq} = \max\left(v,\ v\cdot\kappa\left(\frac{y^+}{\ln(E\cdot y^+)}\right)\right) \tag{780}$$

$$y^+ = \frac{c_\mu k^2}{\varepsilon\alpha\kappa v} \tag{781}$$

$$\chi = \left(1-\chi_t\right) + \chi_t\alpha\ln(E\cdot y^+) \tag{782}$$

ここで、κは乱流運動エネルギーです。

- 層流と乱流のPrantl数の比がP_r / P_{rt}より大きい場合は次のようになります：
  - 層流：

$$v_{eq} = v \tag{783}$$

- 乱流:

$$v_{eq} = v + \frac{c_\mu k^2}{\varepsilon} \tag{784}$$

ここで、εは乱流散逸であり、次の式を用いて計算します:

$$\frac{d}{dt}\int_V \rho\boldsymbol{\varepsilon} dV = \int_S \rho\boldsymbol{\varepsilon}(\mathbf{v}-\mathbf{w})\mathbf{n}dS + \int_S \frac{\mu_t}{\sigma_\varepsilon} grad(\boldsymbol{\varepsilon})\mathbf{n}dS + \int_V S_\varepsilon dV \tag{785}$$

ここで、

$\mu_t = \frac{C_\mu \cdot \kappa^2}{\varepsilon}$（乱流粘性）

$$G = \frac{\partial v_i}{\partial x_j}\left[\mu_t\left(\frac{\partial v_i}{\partial x_j} + \frac{\partial v_j}{\partial x_i} - \frac{2}{3}\rho\kappa\delta_{ij}\right) - \frac{2}{3}\rho\kappa\delta_{ij}\right] \tag{786}$$

$$S_\varepsilon = \frac{\varepsilon}{\kappa}\left(C_{1\varepsilon}G - C_{2\varepsilon}\rho\varepsilon + C_{3\varepsilon}\rho\kappa\frac{\partial v_j}{\partial x_j}\right) \tag{787}$$

ここで、

$\mathbf{v}$	材料速度
$\mathbf{w}$	グリッド速度

2. 流体力学的圧力の状態方程式は、/EOSカードで指定されていなければなりません。

$P = cst = 0$の場合、$C_1\mu + \alpha_v T = 0$、したがって $\mu = -\frac{\alpha_v T}{C_1}$

ここで、

μ	膨張係数
$\mu < 0$	膨張

この場合パラメータ$C_2$2と$C_3$3は考慮されません。

3. 液相（気相を含まない）に対して/MAT/LAW37 (BIPHAS)とLAW6を組み合わせて使用する場合は、液体EOSの適合性が以下のようになります:

$\Delta P_1 = C_1\mu$ --右記の場合; /MAT/LAW37 (BIPHAS)

$p = C_0 + C_1\mu + C_2\mu^2 + C_3\mu^3 + (C_4 + C_5\mu)E$ --LAW6の場合（上記の例で定義されている多項式EOSを介し）

したがって: $p = C_1\mu$

4. 気相（液相を含まない）に対して/MAT/LAW37 (BIPHAS)とLAW6を組み合わせて使用する場合は、気体EOSの適合性が以下のようになります:

$PV\gamma = const.$ --右記の場合; /MAT/LAW37 (BIPHAS)

$p = (\gamma - 1)(\mu + 1)E$--LAW6の場合（/EOS/IDEAL-GAS状態方程式を介し）

ここで、Eは単位体積当たりのエネルギーです。

5. すべての熱データ($\rho_0 C_p, T_0, A, and B$)はキーワード/HEAT/MATで定義できます。

See Also
材料の適合性

/MAT/LAW46 (LES_FLUID)

ブロックフォーマットのキーワード
サブグリッドスケール粘度を持つ粘性流体材料を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW46/*mat_ID*/*unit_ID*または/MAT/LES_FLUID/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
ρ_i		ρ_0							
c		*v*							
I_{sgs}	*Cs*		*Csp*						

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{kg}{m^3}\right]$
ρ_0	E.O.S（状態方程式）で使用される基準密度 デフォルト$\rho_0 = \rho_i$（実数）	$\left[\frac{kg}{m^3}\right]$
c	音速。 （実数）	$\left[\frac{m}{s}\right]$
v	分子の運動学的粘性 （実数）	$\left[\frac{m^2}{s}\right]$
I_{sgs}	サブグリッドスケールモデル	

フィールド	内容	SI単位の例
	= 0 サブグリッド粘度なし *= 1*（デフォルト） Smagorinskyモデル *= 2* 音響減衰を伴うSmagorinskyモデル *= 3* I_{sgs} =2と同一。ただし、Δ値は変更 （整数）	
Cs	Smagorinsky定数 デフォルト = 0.1（実数）	
Csp	圧力減衰係数 デフォルト = Cs（実数）	$\left[\frac{1}{s}\right]$

例

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/LAW46/5
FLUID (unit: kg_m_s)
#              RHO_I
              1562.5
#                  c                   NU
               593.3                2.4e-6
#     Isgs                 C_s                   Csp
          2                   0                     0
/EULER/MAT/5
#     Modif. factor.
                    0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
/END
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. I_{sgs}=1または2の場合、$\Delta=\sqrt[3]{Volume}$
2. I_{sgs} = 3の場合、Δは各要素の最小寸法です。
3. v_{sgs} は次のように計算されます：

$$v_{sgs}=(Cs\Delta)^2(e_{ij})^{\frac{1}{2}} \tag{788}$$

4. この材料則は壁の境界付近では次のように変更されます。

$v+v_{sgs}=\frac{v\cdot k\cdot y_2^+}{\ln(Ey_2^+)}$ の、$y_2^+\geq 11.225$

$v_{sgs}=0$それ以外の場合は、

ここで、

v_{sgs}	サブグリッドスケール粘度
k	フォンカルマン定数

See Also

材料の適合性

Failure Models (Reference Guide)

ALEオプションとCFDオプション

ブロックフォーマットのキーワード
ALEオプションとCFDオプションは、指定された材料則のALE定式化またはEulerian定式化のアクティブ化に使用されます。

ALE材料（LAW11、LAW18、LAW20、LAW26、LAW37、LAW51、LAW151）の他に、/ALE/MATでは以下の材料則も/ALE/EULER解析で使用可能です。LAW2、LAW3、LAW4、LAW5、LAW6、LAW10、LAW11、LAW16、LAW21、LAW37、LAW41、LAW46、LAW49、LAW5

Eulerian定式化は流体力学において古典的な表現です。

/ALE/MAT

ブロックフォーマットのキーワード
ALEフレームワークで材料フローを計算します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/ALE/MAT/*mat_ID*									

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	

例

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  1. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
                  g                   mm                  ms
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/LAW37/1/1
air (unit g_mm_ms)
#                 Psh
                    0
#             RHO_I0                C_1            ALPHA_1              NU_1          NU_VOL_1
               .001               2089                 0          1.787e-3                 0
#             RHO_G0              GAMMA                P0              NU_g          NU_VOL_g
            1.22E-6                1.4                .1           1.48e-2
/ALE/MAT/1
/MAT/LAW37/2/1
water (unit g_mm_ms)
#                 Psh
                    0
#             RHO_I0                C_1            ALPHA_1              NU_1          NU_VOL_1
               .001               2089                 1          1.787e-3                 0
#             RHO_G0              GAMMA                P0              NU_g          NU_VOL_g
            1.22E-6                1.4                .1           1.48e-2
/ALE/MAT/2
```

```
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#enddata
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. 境界フェイスを通過する対流はありません。
2. 連結型スキーム(/MAT/LAW151 (MULTIFLUID))では、デフォルトで滑り壁境界条件があります($v_n \cdot \mathbf{n} = v_{wall} \cdot \mathbf{n}$)。
3. スタッガードスキーム(/MAT/LAW151を除くすべての材料則)では、境界節点で/BCSオプションを使用して速度を固定する必要があります。固体壁境界条件($v_f = v_{wall}$)または滑り壁境界条件($v_f \cdot \mathbf{n} = v_{wall} \cdot \mathbf{n}$)を定義することができます。
4. 流入/流出を定義するには、/EBCS(または材料の境界:/MAT/LAW11(BOUND)、/MAT/LAW51 (MULTIMAT))を参照してください。
5. オイラーフレームワークとは異なり、グリッド定式化を使用する必要があります。デフォルトでは、DONEA定式化が有効になっています(/ALE/GRID/DONEA)。

See Also

RD-E:1900 波動伝播

RD-E:2200 着水

RD-E:3900 バイオメディカルバルブ

RD-E:5000 INIVOLと流体構造連成(コンテナ落下)

/EULER/MAT

ブロックフォーマットのキーワード
EULERフレームワークで材料フローを計算します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/EULER/MAT/*mat_ID*									

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	

例（空気）

```
#RADIOSS STARTER
/UNIT/1
unit for mat
                    kg                    m                    s
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/HYDRO/4/1
AIR
#               RHO_I                RHO_0
                 1.22                    0
#                 Knu                Pmin
              1.5E-5                    0
/EOS/POLYNOMIAL/4/1
AIR
#                  C0                   C1                   C2                   C3
                    0                    0                    0                    0
#                  C4                   C5                   E0                 Pmin                RHO_0
                 0.4                  0.4               253300                    0                 1.22
/EULER/MAT/4
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#enddata
/END
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. 境界フェイスを通過する対流はありません。
2. 連結型スキーム（/MAT/LAW151 (MULTIFLUID)）では、デフォルトで滑り壁境界条件があります（$v_n \cdot \mathbf{n} = v_{wall} \cdot \mathbf{n}$）。
3. スタッガードスキーム（/MAT/LAW151を除くすべての材料則）では、境界節点で/BCSオプションを使用して速度を固定する必要があります。固体壁境界条件（$v_f = v_{wall}$）または滑り壁境界条件（$v_f \cdot \mathbf{n} = v_{wall} \cdot \mathbf{n}$）を定義することができます。
4. 流入/流出を定義するには、/EBCS（または材料の境界：/MAT/LAW11（BOUND）、/MAT/LAW51 (MULTIMAT)）を参照してください。

粘度オプション

/VISC/PRONY

ブロックフォーマットのキーワード
これは、特定のシェルおよびソリッド要素モデルに粘弾性を追加するために使用できる、等方粘弾性Maxwellモデルです。この粘弾性はProny級数を使用して入力されます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/VISC/PRONY/*mat_ID*/*unit_ID*									
M		K_v		*Itab*	*Ishape*				

Itab = 0の場合、*M* > 0の場合のみ読み込み、行ごとにせん断緩和およびせん断崩壊

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
G_i		β_i		K_i		β_{ki}			

Itab = 1の場合

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Ifunc_G	*XGscale*		*YGscale*						
Ifunc_K	*XKscale*		*YKscale*						

Itab = 2の場合

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Ifunc_Gs	*XGs_scale*		*YGs_scale*						
Ifunc_Gl	*XGl_scale*		*YGl_scale*						
Ifunc_Ks	*XKs_scale*		*YKs_scale*						
Ifunc_Kl	*XKl_scale*		*YKl_scale*						

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
mat_ID	粘性カードを参照する材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
M	Maxwellモデルの次数（Prony係数の数） デフォルト = 0（整数）	
K_v	粘性体積弾性率3 $K_i = 0$の場合のみ使用 デフォルト = 0（実数）	$[\mathrm{Pa \cdot s}]$
Itab	表形式定式化フラグ *= 0*（デフォルト） 非表形式関数 *= 1* 緩和試験表形式関数 *= 2* DMA試験表形式関数 （整数）	
Ishape	表形式Pronyシリーズ形状フラグ（*Itab* ≠0の場合のみ） *= 0* Pronyシリーズの従来の形状 *= 1* 無限大の値の形状 （整数）	
G_i	*i*番目の項に対するせん断緩和係数（*i*=1、*M*） （実数）	$[\mathrm{Pa}]$ $[\mathrm{s}]$
β_i	*i*番目の項に対する崩壊せん断定数（*i*=1, *M*）. （実数）	$\left[\frac{1}{\mathrm{s}}\right]$
K_i	*i*番目の項に対する体積緩和係数（*i*=1、*M*）3 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
β_{ki}	*i*番目の項に対する崩壊体積定数(*i*=1, *M*). (実数)	$\left[\frac{1}{s}\right]$
Ifunc_G	せん断係数の緩和試験データ曲線。 (整数)	
XGscale	せん断係数緩和試験データ曲線の時間スケールファクター。 デフォルト = 1.0(実数)	[s]
YGscale	せん断係数緩和試験データ曲線のスケールファクター。 デフォルト = 1.0(実数)	[Pa]
Ifunc_K	体積弾性率の緩和試験データ曲線。 (整数)	
XKscale	体積弾性率緩和試験データ曲線の時間スケールファクター。 デフォルト = 1.0(実数)	[s]
YKscale	体積弾性率緩和試験データ曲線のスケールファクター。 デフォルト = 1.0(実数)	[Pa]
Ifunc_Gs	せん断貯蔵弾性率データ曲線。 (整数)	
XGs_scale	せん断貯蔵弾性率試験データ曲線の周波数スケールファクター。 デフォルト = 1.0(実数)	[Hz]
YGs_Scale	せん断貯蔵弾性率試験データ曲線のスケールファクター。 デフォルト = 1.0(実数)	[Pa]
Ifunc_Gl	せん断損失弾性率データ曲線。 (整数)	
XGl_scale	せん断損失弾性率試験データ曲線の周波数スケールファクター。 デフォルト = 1.0(実数)	[Hz]
YGl_Scale	せん断損失弾性率試験データ曲線のスケールファクター。 デフォルト = 1.0(実数)	[Pa]
Ifunc_Ks	体積貯蔵弾性率データ曲線。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	
XKs_scale	体積貯蔵弾性率試験データ曲線の周波数スケールファクター。 デフォルト = 1.0（実数）	[Hz]
YKs_scale	体積貯蔵弾性率試験データ曲線のスケールファクター。 デフォルト = 1.0（実数）	[Pa]
Ifunc_Kl	体積損失弾性率データ曲線。 （整数）	
XKl_scale	体積損失弾性率試験データ曲線の周波数スケールファクター。 デフォルト = 1.0（実数）	[Hz]
YKl_scale	体積損失弾性率試験データ曲線のスケールファクター。 デフォルト = 1.0（実数）	[Pa]

コメント

1. シェル要素の場合、このモデルは/MAT/LAW66および/MAT/LAW25 (COMPSH)で使用可能です。

   ソリッド要素の場合、これは材料則/MAT/LAW42 (OGDEN)、/MAT/LAW69、/MAT/LAW70 (FOAM_TAB)、/MAT/LAW103 (HENSEL-SPITTEL)および/MAT/LAW106 (JCOOK_ALM)で使用可能です。
2. 粘性効果は、Prony級数を使用することによって考慮されます。偏差粘性応力は、次の形式の畳み込み積分によって定義されます：

$$S_{ij} = \int_0^t 2G(t-s)\frac{\partial dev[\varepsilon_{ij}]}{\partial s} ds \tag{789}$$

   ここで、

$$G(t) = \sum_{i=1}^{M} G_i e^{-\beta_i t} \tag{790}$$

   であり、$dev[\varepsilon_{ij}]$はひずみテンソルの偏差部分を示します。

   せん断崩壊：

$$\beta_i = \left(\frac{1}{\tau_i}\right) \tag{791}$$

   ここで、τ_iは緩和時間です。
3. 粘性圧力については、2つの定式化が利用できます：
   - 体積弾性率が$K_i > 0$である場合、粘性圧力は次のように計算されます：

$$P = -\int_0^t K(s)\dot{\varepsilon}_{vol}ds \tag{792}$$

ここで、$\dot{\varepsilon}_{vol} = trace(\dot{\varepsilon}) = \dot{\varepsilon}_{xx} + \dot{\varepsilon}_{yy} + \dot{\varepsilon}_{zz}$ および $K(t) = \sum_1^M K_i e^{-\beta_{ki}t}$

- 体積緩和係数が$K_i = 0$で粘性体積弾性率$K_v > 0$である場合、粘性圧力は次のように計算されます：

$$P = -K_v\dot{\varepsilon}_{vol} \tag{793}$$

4. Radiossバージョン2017より、`/VISC/PRONY`と粘弾性材料/MAT/LAW34 (BOLTZMAN)、/MAT/LAW40 (KELVINMAX)および/MAT/LAW42 (OGDEN)で同じProny係数G_iを使用することにより、同一の結果が得られます。以前のRadiossバージョンで同じ結果を得るには、`/VISC/PRONY`に2 G_iを入力する必要がありました。
5. Pronyシリーズのパラメータは、フラグ*Itab*を使用して試験データから自動的にフィッティングすることができます。
   - *Itab* = 1の場合、Pronyシリーズのパラメータは、緩和試験データ、つまり係数対時間の曲線からフィッティングされます。

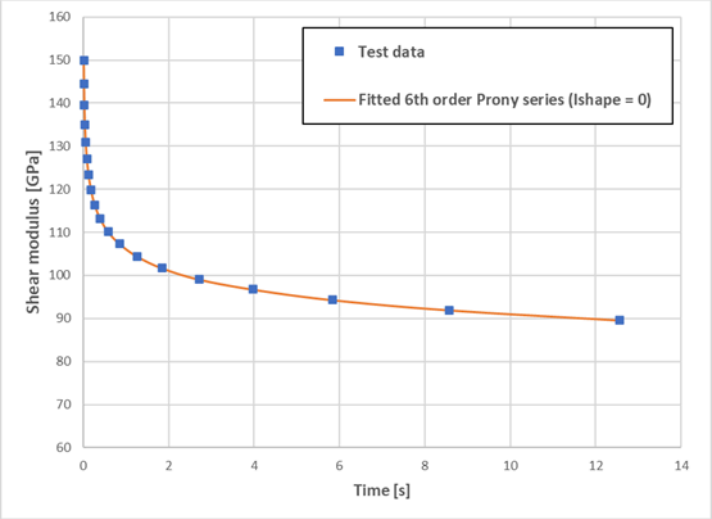
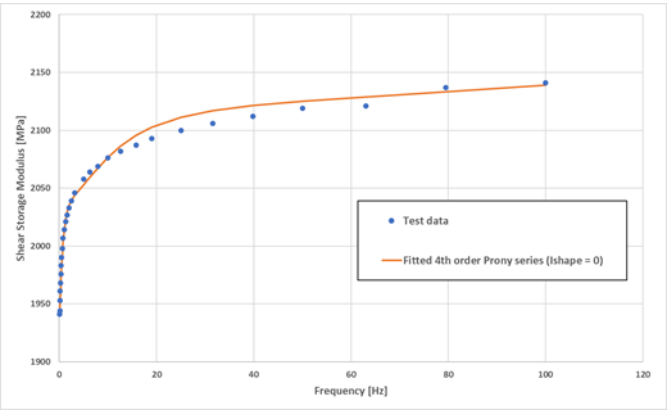


図 *183:* せん断係数緩和試験データの*Prony*シリーズフィッティングの例

   - *Itab* = 2の場合、Pronyシリーズのパラメータは、動的機械分析（DMA）試験データ、つまり貯蔵および損失弾性率対周波数曲線からフィッティングされます。



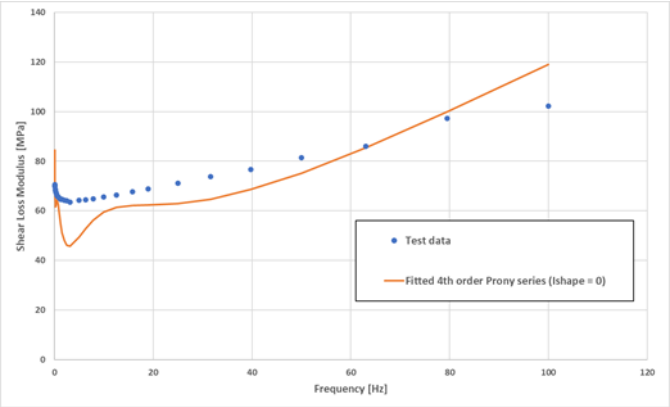


図 *184: せん断貯蔵および損失弾性率DMA試験データのPronyシリーズフィッティングの例*
[Tapia-Romero et al.,2020]から取得したデータ

どちらの場合も、自動最小2乗フィッティングが実現され、ユーザーが定義したPronyシリーズの次数Mに従ってパラメータ(G_i, β_i, K_i, β_{ki})が検出されます。小さい次数から始めて、フィッティングした曲線の精度が十分でない場合は、次数を増やすことを強くお勧めします。

> **注:** 最小2乗フィッティングの収束は、非常に高い次数では達成するのが難しい場合があります。

6. フィッティングしたPronyシリーズの形状(*Itab* ≠ 0の場合のみ)は、次のように選択できます:

- *Ishape* = 0の場合、フィッティングしたPronyシリーズの形状は、上記の形状と同じであり、次のようになります:

$$G(t) = \sum_{i=1}^{M} G_i e^{-\beta_i t} \tag{794}$$

および

$$K(t) = \sum_{i=1}^{M} K_i e^{-\beta_{ki} t} \tag{795}$$

- *Ishape* = 1の場合、フィッティングしたPronyシリーズの形状は、次のように、係数の無限大の値を考慮するように変更されます:

$$G(t) = G_\infty + \sum_{i=1}^{M} G_i e^{-\beta_i t} \tag{796}$$

および

$$K(t) = K_\infty + \sum_{i=1}^{M} K_i e^{-\beta_{ki} t} \tag{797}$$

> **注:** この場合、係数の無限大の値は、*Itab* = 1の場合は緩和試験データ曲線の最後の値、*Itab* = 2の場合は最初の貯蔵弾性率値と見なされます。

See Also
材料の適合性

漏れオプション

/LEAK/MAT

ブロックフォーマットのキーワード
多孔質のエアバッグ繊維材料LAW19とLAW58の有効漏れ面積を時間、圧力、面積などのパラメータの関数として指定します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/LEAK/MAT/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
Ileakage		$Ascale_T$		$Ascale_P$					

接触時の漏れ面積を定義

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
AC'		$fct\_ID_{AC'}$		$Fscale_{AC'}$					

Ileakage =1の場合挿入

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
LC		*AC*							

Ileakage =2、3 または4の場合挿入

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
fct_ID_{LC}	fct_ID_{AC}	$Fscale_{LC}$		$Fscale_{AC}$					

Ileakage =5の場合挿入

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
L		*R*							
$C_1 1$		$C_2 2$		$C_3 3$					

Ileakage =6の場合挿入

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
X_0		X_1		X_2		X_3			

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
Ileakage	有効漏れ面積定式化フラグ *= 0* 漏れなし *= 1、2、3、4* 2 *= 5* 繊維漏れモデル *= 6* AnagonyeとWangの漏れモデル （整数）	
$Ascale_T$	関数の横軸の時間スケールファクター デフォルト = 1（実数）	
$Ascale_P$	関数の横軸の圧力スケールファクタ デフォルト = 1（実数）	
AC'	接触時の面積の面積係数 $0 \le AC' \le 1$ デフォルト = 0（実数）	
$fct\_ID_{AC'}$	AC'が0の場合の面積係数関数識別子AC'(t) （整数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
$Fscale_{AC'}$	関数AC'のスケールファクタ デフォルト = 1（実数）	
LC	漏れ係数 デフォルト関数は0（実数）	
AC	面積係数 デフォルト = 0（実数）	
fct_ID_{LC}	*Ileakage* =2または3の場合、漏れ係数関数識別子LC(t) *Ileakage* =4の場合、漏れ係数関数識別子$LC\left(Area/Area_0\right)$ デフォルト関数は0（整数）	
$Fscale_{LC}$	関数LCのスケールファクタ デフォルト = 1（実数）	
fct_ID_{AC}	*Ileakage* =2の場合、面積係数関数識別子$AC\left(P\right)$ *Ileakage* =3の場合、面積係数関数識別子$AC\left(P-P_{ext}\right)$ *Ileakage* =4の場合、面積係数関数識別子$AC\left(P_{ext}/P\right)$ デフォルト関数は0（整数）	
$Fscale_{AC}$	関数ACのスケールファクタ デフォルト = 1（実数）	
L	特性長さ デフォルト = 1（実数）	[m]
R	繊維の厚さ デフォルト = L（実数）	[m]
$C_1 1$	係数 C1 （実数）	
$C_2 2$	係数 C2 デフォルト = 1（実数）	
$C_3 3$	係数 C3 （実数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
X_0, X_1, X_2, X_3	Anagonye-Wang 漏れ面積則の係数 （実数）	

コメント

1. *mat_ID*は/MAT/LAW19 (FABRI)または/MAT/LAW58 (FABR_A)と等しい必要があります。材料空隙率は、対応するコンポーネントが/MONVOL/AIRBAG1、/MONVOL/COMMU1および/MONVOL/FVMBAG1エアバッグカードで外部サーフェスとして参照されている場合にのみアクティブになります。
2. 有効漏れ面積（A_{eff}）定式化：

Ileakage =1:

$$A_{eff} = \sum_n LC \cdot AC \cdot Area_n \tag{798}$$

Ileakage =2:

$$A_{eff} = \sum_n \mathrm{LC}(t) \cdot \mathrm{AC}(P) \cdot Area_n \tag{799}$$

Ileakage =3:

$$A_{eff} = \sum_n \mathrm{LC}(t) \cdot \mathrm{AC}(P - Pext) \cdot Area_n \tag{800}$$

Ileakage =4:

$$A_{eff} = \sum_n \mathrm{LC}(Area_n / Area_0) \cdot \mathrm{AC}(P_{ext} / P) \cdot Area_n \tag{801}$$

ここで、

$Area_0$
エアバッグサーフェスの初期面積

> 注：デフォルトではすべての係数と関数が0です。

Ileakage =5:

$$A_{eff} = \sum_n \frac{Area_0}{L^2}\left[(C_1 \Delta P^{C_2} - C_3)(L - R)^2 + C_3(L\lambda_1 - R/\sqrt{\lambda_2})(L\lambda_2 - R/\sqrt{\lambda_1})\right] \cdot \sin\alpha_{12} \tag{802}$$

$\Delta P = P / P_{ext} - 1$

ここで、λ_1とλ_2は縦糸と横糸方向の伸びでα_{12}は縦糸と横糸方向の間の角度です。

> 注：LAW19の場合 $\alpha_{12} = 90^\circ$

Ileakage =6:

$$A_{eff} = \sum_{n} Area_0 (X_0 + X_1 r_s + X_2 r_p + X_3 r_s r_p) \quad (803)$$

ここで、$r_s = Area_n / Area_0$ および $r_p = P_{ext} / P$

3. 接触に起因するエアバッグ繊維のブロックは、対応する/MONVOLカードでアクティブ化できます。有効漏れ面積は、ブロックを考慮して以下のように計算されます：

$$Area_n = Area_{non\_impacted} + AC' \cdot Area_{impacted} \quad (804)$$

熱オプション

/HEAT/MAT

ブロックフォーマットのキーワード
熱解析用の熱パラメータを記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/HEAT/MAT/*mat_ID*/*unit_ID*									
T_0		$\rho_0 C_p$		*AS*		*BS*		I_{form}*FORM*	
T_1		*AL*		*BL*		*EFRAC*			

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子. （整数、最大10桁）	
T_0	初期温度（第1パート） デフォルト = 300K（実数）	$[\mathrm{K}]$
$\rho_0 C_p$	単位体積あたりの比熱（必須） （実数）	$\left[\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{m}^3 \cdot \mathrm{K}}\right]$
AS	固体相の熱伝導係数A （実数）	$\left[\frac{\mathrm{W}}{\mathrm{m} \cdot \mathrm{K}}\right]$
BS	固体相の熱伝導係数B （実数）	$\left[\frac{\mathrm{W}}{\mathrm{m} \cdot \mathrm{K}^2}\right]$
I_{form}*FORM*	熱伝導定式化フラグ = *0*（デフォルト） ALE定式化または/MAT/LAW18 (THERM)では、有限体積法に基づいてALEソリッド要素で使用できます（デフォルト）。	

フィールド	内容	**SI** 単位の例
	= 1 Lagrange定式化では、有限要素法に基づいて、ソリッド要素とシェル要素で使用できます。 （整数）	
T_1	溶融温度 デフォルト = 10^{20}（実数）	$[\mathrm{K}]$
AL	液体相の熱伝導係数A （実数）	$\left[\frac{\mathrm{W}}{\mathrm{m}\cdot\mathrm{K}}\right]$
BL	液体相の熱伝導係数B （実数）	$\left[\frac{\mathrm{W}}{\mathrm{m}\cdot\mathrm{K}^2}\right]$
EFRAC	熱に変換されるひずみエネルギーの比率 デフォルト = 1（実数）	

例（熱）

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  1. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
                  Mg                    mm                    s
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/PLAS_JOHNS/1/1
Steel
#               RHO_I
              7.8E-9                     0
#                   E                    Nu
              210000                    .3
#                   a                     b                     n           EPS_p_max             SIG_max0
                  270                   450                    .6                   0                    0
#                   c            EPS_DOT_0       ICC    Fsmooth                F_cut                Chard
                    0                     0         0          0                    0                    0
#                   m               T_melt              rhoC_p                 T_r
                    0                     0                   0                   0
/HEAT/MAT/1/1
#                  T0              RHO0_CP                  AS                  BS      IFORM
                 273                3.588                19.0                   0          1
# Blank card

/THERM_STRESS/MAT/1/1
# func_IDT            Fscale_y
      1003                   0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. FUNCTIONS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/1003
linear expansion coefficient funtion of temperature
#                  X                     Y
                 273                1.2E-5
                 800                1.2E-5
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#enddata
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. $\rho_0 C_p$ は必須のオプションです： ない場合、Starterはエラーを出します。
2. このカードで定義された値は、材料で定義された同等の値を上書きします。
3. このオプションは、以下を除いたすべての材料則に使用できます：

   LAW0、5、6、11、21、26、37、41、46、51、54、97、108、113、151 、/MAT/B-K-EPS、/MAT/K-EPS、/MAT/GAS
4. このオプションは、以下の材料で使用した場合に限り、Equations of State（/EOS）と互換性があります：LAW3、4,、2、9
5. このオプションは下記に使用できます：
   - QBAT、DKT18およびT6を除くすべてのシェル要素の定式化
   - PA6を除くすべてのソリッド要素の定式化
6. k（熱伝導）は、下記のように計算されます：

   $$k = AS + BS * T \tag{805}$$

   ここで、Tは現在の温度（単位はケルビン）です。
7. α（熱拡散）は下記のように計算されます：

   $$\alpha = \frac{k}{\rho_0 C_p} \tag{806}$$

   ここで、C_pは、定圧における熱容量です。
8. 新規のk'（熱伝導）は、下記のように計算されます：

   $$k' = AL + BL * T \tag{807}$$
9. T_1、*AL*、および*BL*は、有限体積法を使用する際（I_{form}*FORM* = 0）のソリッド要素にのみ使用できます。
10. ALE温度材料とLagrange温度材料間の熱連成はありません。

See Also

/THERM_STRESS/MAT (Starter)

陰解法の機能と互換性

RD-E：5300 熱解析

/THERM_STRESS/MAT

ブロックフォーマットのキーワード
Radioss材料（シェルおよびソリッド）の熱膨張プロパティを追加するために使用します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/THERM_STRESS/MAT/*mat_ID*									
fct_ID_T	$Fscale_y$								

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
fct_ID_T	温度関数として瞬間線熱膨張係数を定義するための関数識別子 （整数）	
$Fscale_y$	熱膨張係数関数の縦軸スケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	$\left[\frac{1}{K}\right]$

要素の適合性–パート **1**

2Dソリッド	**8**節点3次元ソリッド	**20**節点3次元ソリッド	**4**節点テトラ	**10**節点テトラ	8節点厚肉シェル	**16**節点厚肉シェル
#	#	#	#	#	#	#

= yes

空白 = なし

要素の適合性–パート **2**

シェル	トラス	ビーム
4節点シェル：Belytshko-TsaiおよびQEPH要素専用 （I_{shell}*SHELL* =1、2、3、4と24）3節点シェル：		#

シェル	トラス	ビーム
標準の三角形のみ（I_{sh3n}*SH3N* =1、2）		

= yes

空白 = なし

例（熱）

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  1. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
                  Mg                    mm                    s
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/PLAS_JOHNS/1/1
Steel
#               RHO_I
              7.8E-9                     0
#                   E                    Nu
              210000                    .3
#                   a                     b                     n           EPS_p_max            SIG_max0
                  270                   450                    .6                   0                   0
#                   c            EPS_DOT_0        ICC    Fsmooth               F_cut                Chard
                    0                     0          0          0                   0                   0
#                   m               T_melt               rhoC_p                 T_r
                    0                     0                    0                   0
/HEAT/MAT/1/1
#                  T0              RHO0_CP                   AS                  BS     IFORM
                 273                3.588                 19.0                   0         1
# Blank card

/THERM_STRESS/MAT/1/1
# func_IDT            Fscale_y
      1003                   0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. FUNCTIONS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/1003
linear expansion coefficient funtion of temperature
#                   X                     Y
                  273               1.2E-5
                  800               1.2E-5
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#enddata
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. /THERM_STRESS/MATオプションは、温度材料と共に使用します。このオプションは、ALEアプリケーション（/ALE, /EULER）と適合性を有しません。ALE温度材料とLagrange温度材料間の熱連成はありません。/HEAT/MATは、熱解析と温度変化計算のために定義する必要があります。
2. シェルの場合、このオプションはすべての材料則で使用できます。
3. ソリッドの場合、このオプションは材料則1～28、および36、42、44、45、46、47、48、49、50、56、60、62、65、66、68、69、72、74、79、81、82、88、92、103、106の材料則で使用できます。
4. このオプションは陰解法解析では利用できません。
5. 熱膨脹によって、次の式で定義される熱ひずみが発生します：

$$\langle \varepsilon_{th} \rangle = \langle \alpha \Delta T \quad \alpha \Delta T \quad \alpha \Delta T 0 \quad 0 \quad 0 \rangle \tag{808}$$

ここで、αは等方性熱膨張係数です。

$\Delta T = T - T_{ref}$ は、現在時刻と基準の間の温度勾配または温度増分です。

全ひずみは、その後の機械効果と熱効果の合計と見なされます:

$$\boldsymbol{\varepsilon} = \boldsymbol{\varepsilon}_{th} + \boldsymbol{\varepsilon}_{meca} \quad (809)$$

この温度変化によって応力が生じます。熱応力はフックの法則に基づいて計算されます。

$$\boldsymbol{\sigma}_{th} = H\boldsymbol{\varepsilon}_{th} \quad (810)$$

ここで、*H*は弾性マトリックスです。

熱膨脹の過剰制約を回避するために、熱荷重に関する問題に特に注意して境界条件を定義することが重要です。制約された熱膨脹は大きな応力を発生させる可能性があり、それにより、結果的にモデルの全エネルギーを同等に増大させるひずみエネルギーが生じます。

See Also

陰解法の機能と互換性

状態方程式

Radiossにより流体力学的圧力を計算するのに使用されます。

互換性

Radiossにより流体力学的圧力の計算に用いられ、右記の材料則と適合性のある状態方程式。

- /MAT/LAW3 (HYDPLA)
- /MAT/LAW4 (HYD_JCOOK)
- /MAT/LAW6 (HYDROまたはHYD_VISC)
- /MAT/LAW10 (DPRAG1)
- /MAT/LAW12 (3D_COMP)
- /MAT/LAW49 (STEINB)
- /MAT/LAW102 (DPRAG2)
- /MAT/LAW103 (HENSEL-SPITTEL)

サポートされるキーワード

/EOS/COMPACTION

ブロックフォーマットのキーワード
圧縮されて除荷されることが可能な土やフォームなどの多孔質媒体について圧力を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/EOS/COMPACTION/*mat_ID*/*unit_ID*									
eos_title									
C_0		C_1*1*		C_2*2*		C_3*3*			
μ_{min}		μ_{max}		*B*					
P_{sh}		ρ_0							

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
eos_title	状態方程式のタイトル （文字、最大100文字）	
C_0	状態方程式のパラメータ （実数）	
C_1*1*	状態方程式のパラメータ （実数）	
C_2*2*	状態方程式のパラメータ （実数）	
C_3*3*	状態方程式のパラメータ （実数）	
μ_{min}	弾性限界	

フィールド	内容	SI単位の例
	右記以下の場合、圧縮なし；$\mu < \mu_{min}$ $P_e = C_0 + C_1\mu_{min} + C_2\mu_{min}^2 + C_3\mu_{min}^3$ デフォルト = 0.0（実数）	
μ_{max}	最大圧縮 デフォルト = 10^{20}（実数）	
B	除荷体積弾性率 （実数）	$[Pa]$
P_{sh}	圧力シフト （実数）	$[Pa]$
ρ_0	初期密度 （実数）	$\left[\frac{kg}{m^3}\right]$

例

```
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
                  g                       mm                      ms
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/LAW06/6/1
law06
#              RHO_I
             2.33e-3
#                 NU                    PMIN
               0.22                   -0.02
/EOS/COMPACTION/6/1
law06-compaction
#                 C0                      C1                      C2                      C3
               1E-2                   0.256                   0.256                       1
#              MUMIN                   MUMAX                    BUNL
                0.0                   0.115                    1.44
#                 PSH                    RHO0
                  0                    2.33
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#enddata
```

コメント

1. この状態方程式は、土やフォームといった多孔質媒体の圧力をモデル化するために使用されます。圧縮は、弾性限界$\mu = \mu_{min}$より小である際は、弾性応答を擁します。

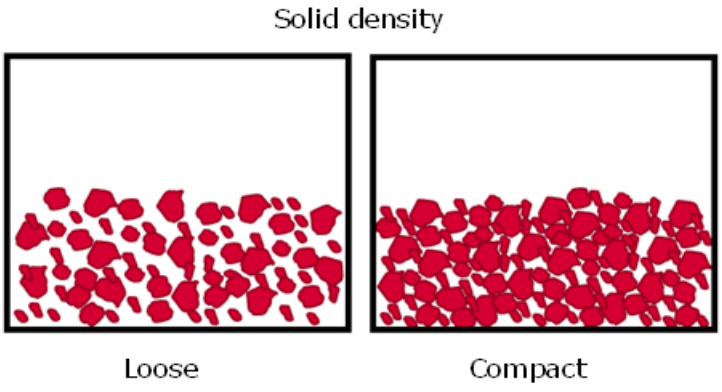


図 *185:*

2. 塑性圧縮は、下記の曲線で定義されるパス方向です；

$$P = C_0 + C_1\mu + C_2\mu^2 + C_3\mu^3 \qquad (811)$$

ここで、

P	材料内の圧力
μ	右記の式で示される体積ひずみ；$\mu = \frac{\rho}{\rho_0} - 1$

除荷と再載荷は、勾配が*B*である直線に沿って為されます。

P_{sh}	相対圧力定式化をモデル化するために用いられる圧力シフト値

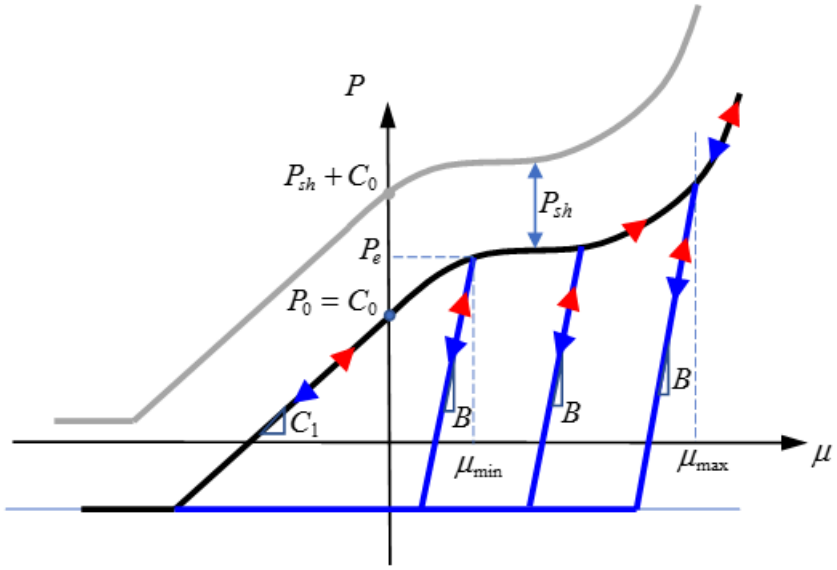


図 *186:* 圧力 *vs.* 体積ひずみ

3. 2019.1より前のバージョンでは、この状態方程式は`/MAT/LAW10`に組み込まれていました（定弾性限界$\mu_{min} = 0$）。

4. Radiossにより流体力学的圧力の計算に用いられ、右記の材料則と適合性のある状態方程式。

/MAT/LAW3 (HYDPLA)

/MAT/LAW4 (HYD_JCOOK)

/MAT/LAW6 (HYDROまたはHYD_VISC)

/MAT/LAW10 (DPRAG1)

/MAT/LAW12 (3D_COMP)

/MAT/LAW49 (STEINB)

/MAT/LAW102 (DPRAG2)

/MAT/LAW103 (HENSEL-SPITTEL)

/EOS/GRUNEISEN

ブロックフォーマットのキーワード
Gruneisen状態方程式を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/EOS/GRUNEISEN/*mat_ID*/*unit_ID*									
eos_title									
C		S_1		S_2		S_3			
γ_0		a		E_0		ρ_0			

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
eos_title	状態方程式のタイトル （文字、最大100文字）	
C	C音速 1 （実数）	$[\frac{m}{s}]$
S_1	S_1材料の定数 1 （実数）	
S_2	S_2材料の定数 （実数）	
S_3	S_3材料の定数 （実数）	
γ_0	γ_0 係数 （実数）	

フィールド	内容	SI単位の例
a	*a*係数（下記の方程式をご参照ください） デフォルト = γ_0（実数）	
E_0	単位参照体積あたりの初期エネルギー （実数）	$\left[\frac{J}{m^3}\right]$
ρ_0	参照密度 デフォルト = 材料密度（実数）	$\left[\frac{kg}{m^3}\right]$

例（銅）

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
                  g                   cm                  mus
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/HYD_JCOOK/1/1
Copper (data from Example 46 - TNT Cylinder Expansion Test)
#              RHO_I               RHO_0
                8.96                   0
#                 E                  nu
                1.24                 .35
#                 A                   B                   n              epsmax              sigmax
               9E-4              .00292                 .31                   0               .0066
#               Pmin
              -1E30
#                 C           EPS_DOT_0                   M               Tmelt                Tmax
              .025                1E-6                1.09                1656                1E30
#             RHOCP                                                         T_r
           3.461E-5                                                         0
/EOS/GRUNEISEN/1/1
Copper
#                 C                  S1                  S2                  S3
              .394                1.489                   0                   0
#            GAMMA0               ALPHA                  E0               RHO_0
              1.97                 .47                   0                8.96
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
```

コメント

1. C、S_1、S_2 、S_3は、粒子速度に対する衝撃速度の関係を示す三次方程式の係数です。
2. $\mu = \frac{\rho}{\rho_0} - 1$とすると、$\mu > 0$の場合、圧力は次の式によって定義されます：

$$P = \frac{\rho_0 C^2 \mu \left[1 + \left(1 - \frac{\gamma_0}{2}\right)\mu - \frac{a}{2}\mu^2\right]}{\left[1 - (S_1 - 1)\mu - S_2\frac{\mu^2}{\mu+1} - S_3\frac{\mu^3}{(\mu+1)^2}\right]^2} + (\gamma_0 + a\mu)E \qquad (812)$$

3. $\mu < 0$の場合は、圧力は次の式によって定義されます：

$$P = \rho_0 C^2 \mu + (\gamma_0 + a\mu)E \qquad (813)$$

4. Radiossにより流体力学的圧力の計算に用いられ、右記の材料則と適合性のある状態方程式。

   /MAT/LAW3 (HYDPLA)

/MAT/LAW4 (HYD_JCOOK)
/MAT/LAW6 (HYDROまたはHYD_VISC)
/MAT/LAW10 (DPRAG1)
/MAT/LAW12 (3D_COMP)
/MAT/LAW49 (STEINB)
/MAT/LAW102 (DPRAG2)
/MAT/LAW103 (HENSEL-SPITTEL)

5. 単位がgrams、cm、μs（マイクロ秒）である入力の例：

材料	$\rho_0\left[\frac{g}{cm^3}\right]$	$C\left[\frac{cm}{\mu s}\right]$	S_1	γ_0	a
Cu	8.9	0.394	1.489	1.97	0.47
ステンレス鋼 [27]	7.9	0.457	1.490	2.00	0.50
Al	2.7	0.533	1.338	2.18	0.48
アルミニウム合金 [28]	2.7855	0.533	1.338	2.18	0.48
Be	1.8519	0.8	1.124	1.16	0.16
マグネシウム合金 [29]	1.7794	0.452	1.242	1.63	0.33
Ti	4.5249	0.47	1.146	1.3	0.20
Ni	8.8968	0.465	1.445	2	0.50
Pb	11.3379	0.201	1.54	2.84	0.54

See Also

RD-E:4600 TNT円筒膨張試験

27. 合金304、72% Fe、19% Cr、9% Ni
28. 合金2024、93,5% Al、4.5% Cu、1.5% Mg
29. 合金AZ31B、96%Mg、3% Al、1% Zn

/EOS/IDEAL-GAS または /EOS/IDEAL-GAS-VE

ブロックフォーマットのキーワード

理想気体の状態方程式$P=(\gamma-1)(1+\mu)E$を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/EOS/IDEAL-GAS/*mat_ID*/*unit_ID* または /EOS/IDEAL-GAS-VE/*mat_ID*/*unit_ID*									
eos_title									
γ		P_0		P_{sh}		T_0		ρ_0	

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
eos_title	状態方程式のタイトル （文字、最大100文字）	
γ	熱容量の比$\gamma=\frac{C_p}{C_v}$ （実数）	
P_0	初期圧力 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
P_{sh}	圧力シフト （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
T_0	初期温度 （実数）	$[\mathrm{K}]$
ρ_0	参照密度	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$

フィールド	内容	SI単位の例
	デフォルト = 材料密度（実数）	

例

```
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
                  g                   mm                  ms
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/HYDRO/7/1
AIR
#              RHO_I               RHO_0
             1.22e-6                   0
#                 Knu                Pmin
              1.5E-2                   0
/EOS/IDEAL-GAS/7/1
EoS for Air at atmospheric pressure
#              GAMMA                  P0                 PSH                  T0                RHO0
                1.4                0.10                   0               300.0             1.22E-6
/ALE/MAT/7

#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#enddata
```

コメント

1. 理想気体の熱状態方程式は：

$$Pv = RT \tag{814}$$

ここで、

v	比容積
R	比例気体定数
T	温度

$P = \mathrm{P}(v, T)$の以前のフォーム$P = \mathrm{P}(\mu, E)$フォーム内で書き出すことができます。

ここで、

$$\mu = \frac{\rho}{\rho_0} - 1 \tag{815}$$

$$E = \frac{E_{int}}{V_0} \tag{816}$$

$$\mathrm{P}(\mu, E) = (\gamma - 1)(1 + \mu)E \tag{817}$$

ここで、

$$\gamma = \frac{C_p}{C_v} \tag{818}$$

ここで、C_pとC_vは定数パラメータです。

したがって、一定の関数の特殊なケースを定義する/EOS/IDEAL-GAS-VT（体積温度）を使用して、同じ状態方程式を作成することができます。

$$C_p(T) = \frac{\gamma r}{\gamma - 1} \tag{819}$$

2. この状態方程式の特性は:

	理想ガス
$\mathrm{P}(v, T)$	$Pv = RT$
$\mathrm{P}(\mu, E)$	$(\gamma - 1)(1 + \mu)E$
音速 c	$c = \sqrt{\frac{\gamma P}{\rho}}$
$E_0 = \mathrm{E}(0)$	$\frac{P_0}{\gamma - 1}$

3. この状態方程式の場合、γ、C_pおよびC_vは、定数パラメータです。

それ以外の場合は、`/EOS/IDEAL-GAS-VT`(体積温度)を使用する必要があります。

熱容量C_vは初期データから計算されます:

$$C_v = \frac{E_0}{\rho_0 T_0} \tag{820}$$

このパラメータは下記ゆえに気体温度の計算を可能にします:

$$\Delta e = C_v \Delta T \tag{821}$$

ここで、

$e = \frac{E_{int}}{m}$ 非エネルギーを質量で割った値

4. Radiossにより流体力学的圧力の計算に用いられ、右記の材料則と適合性のある状態方程式。

`/MAT/LAW3 (HYDPLA)`
`/MAT/LAW4 (HYD_JCOOK)`
`/MAT/LAW6 (HYDROまたはHYD_VISC)`
`/MAT/LAW10 (DPRAG1)`
`/MAT/LAW12 (3D_COMP)`
`/MAT/LAW49 (STEINB)`
`/MAT/LAW102 (DPRAG2)`
`/MAT/LAW103 (HENSEL-SPITTEL)`

/EOS/IDEAL-GAS-VT

ブロックフォーマットのキーワード
理想気体の状態方程式（体積 - 温度）を記述します。

理想気体の状態方程式$P = \rho rT$を記述します。ここで、c_pは温度に依存し、次のようにJanafモデルを使用して記述されます：$c_p(T) = A_0 + A_1T + A_2T^2 + A_3T^3 + A_4T^4$ (SI:$J.kg^{-1}.K^{-1}$)

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/EOS/IDEAL-GAS/*mat_ID*/*unit_ID*									
eos_title									
r		T_0		P_0		P_{sh}		ρ_0	
A_0		A_1		A_2		A_3		A_4	

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
eos_title	状態方程式のタイトル。 （文字、最大100文字）	
r	理想気体定数。 （実数）	$[J.kg^{-1}.K^{-1}]$
T_0	初期温度。P_0が定義されていない場合は、コメント3をご参照ください。 （実数）	$[\mathrm{K}]$
P_0	初期圧力T_0が定義されていない場合は、コメント3をご参照ください。 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
P_{sh}	圧力シフト （実数）	$[\mathrm{Pa}]$

フィールド	内容	SI単位の例
ρ_0	参照密度 デフォルト = 材料密度（実数）	$\left[\frac{kg}{m^3}\right]$
A_0	比熱容量パラメータ。 （実数）	$\left[\frac{J}{kg.K}\right]$
A_1	比熱容量パラメータ。 （実数）	$\left[\frac{J}{kg.K^2}\right]$
A_2	比熱容量パラメータ。 （実数）	$\left[\frac{J}{kg.K^3}\right]$
A_3	比熱容量パラメータ。 （実数）	$\left[\frac{J}{kg.K^4}\right]$
A_4	比熱容量パラメータ。 （実数）	$\left[\frac{J}{kg.K^5}\right]$

例

```
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
                  g                   mm                  ms
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/LAW6/1/1
Air
#              RHO_I
             1.22e-6

#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/EOS/IDEAL-GAS-VT/1/1
Air
#                   r                  T0                  P0                 PSH                RHO0
                  287                   0                 0.1                   0             1.22e-6

#                  A0                  A1                  A2                  A3                  A4
              1004.5                   0                   0                   0                   0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/ALE/MAT/1

#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#enddata
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. 理想気体の状態方程式：$PV = RT$

   ここで、

   V 体積

   R 一般理想気体定数（SI：$J.kg^{-1}mol^{-1}$）

T 温度

これは、$Pv = rT$または$P = \rho rT$と記述することもできます。

ここで、

v 比容積($v = 1/\rho$)

r 気体定数(SI:$J.kg^{-1}K^{-1}$)、$r = R/M$。ここで、Mは分子量

2. 理想気体の代替形式は/EOS/IDEAL-GAS-VE(体積エネルギー):

$$P(\mu, E) = (\gamma - 1)(1 + \mu)E \tag{822}$$

ここで、

$\gamma = \frac{c_p}{c_v}$ 定数

$$\mu = \frac{\rho}{\rho_0} - 1$$

$$E = \frac{E_{int}}{V_0}$$

このケースでは、状態方程式/EOS/IDEAL-GAS-VT(体積温度)はγが定数でない場合に使用されるため、$c_p(T)$関数が必要です。$\gamma = \frac{c_p}{c_v} = \frac{c_p}{c_p - r}$ ($c_v = c_p - r$であるため)。

したがって、γが定数の場合、$A_0 = c_p = \frac{\gamma r}{\gamma - 1}$、および$A_1 = A_2 = A_3 = A_4 = 0$と定義すると、/EOS/IDEAL-GAS-VEの定式と同じ状態方程式が得られます。

3. T_0が設定されている場合、P_0は次のように計算されます:

$$P_0 = r.\rho_0.T_0 \tag{823}$$

そうでない場合、P_0が設定されていれば、T_0は次のように計算されます:

$$T_0 = P_0/r.\rho_0 \tag{824}$$

4. $c_p(T)$関数はJanafモデルを使用して次のように与えられます:

$$c_p(T) = A_0 + A_1T + A_2T^2 + A_3T^3 + A_4T^4 \tag{825}$$

(SI:$J.kg^{-1}.K^{-1}$)

5. Radiossにより流体力学的圧力の計算に用いられ、右記の材料則と適合性のある状態方程式。

/MAT/LAW3 (HYDPLA)
/MAT/LAW4 (HYD_JCOOK)
/MAT/LAW6 (HYDROまたはHYD_VISC)
/MAT/LAW10 (DPRAG1)
/MAT/LAW12 (3D_COMP)
/MAT/LAW49 (STEINB)
/MAT/LAW102 (DPRAG2)
/MAT/LAW103 (HENSEL-SPITTEL)

See Also
2022の新しいキーワード

/EOS/LINEAR

ブロックフォーマットのキーワード

初期圧力と体積弾性率を擁する線形状態方程式$P(\mu) = P_0 + B\mu$を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/EOS/LINEAR/*mat_ID*/*unit_ID*									
eos_title									
P_0		*B*		P_{sh}		ρ_0			

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子. （整数、最大10桁）	
eos_title	状態方程式のタイトル （文字、最大100文字）	
P_0	初期圧力 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
B	体積弾性率。 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
P_{sh}	圧力シフト （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
ρ_0	参照密度 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$

例

```
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
```

```
                  kg                    m                    s
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/LAW06/7/1
law06
#              RHO_I
             2.33e-3
#                 NU                 PMIN
                0.22                -0.02
/EOS/LINEAR/7/1
linear EOS (Artificial data)
#                  P0                    B                  PSH                 RHO0
                    1                 10.0                  0.0              2.33e-3
/ALE/MAT/7
#                Flrd
                    0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#enddata
```

コメント

1. 線形状態方程式は、以下のフォームを有します：

$$P(\mu) = P_0 + B\mu \tag{826}$$

ここで、

$$\mu = \frac{\rho}{\rho_0} - 1 \tag{827}$$

これは下記の多項式状態方程式から導き出されることが可能：

$$P = C_0 + C_1\mu + C_2\mu^2 + C_3\mu^3 + (C_4 + C_5\mu)E_0 \tag{828}$$

ここで、

$$C_0 = P_0$$

$$C_1 = B$$

$$C_2 = C_3 = C_4 = C_5 = 0$$

2. 体積弾性率は通常、次のように推定されます：

$$B = \rho_0 \cdot c_0^2 \tag{829}$$

ここで、c_0は初期音速。

3. *Psh*パラメータは、出力圧力のシフトを可能にします。出力圧力は、相対圧力$\Delta P(\mu) = P - P_{sh}$にもなり得ます。
4. Radiossにより流体力学的圧力の計算に用いられ、右記の材料則と適合性のある状態方程式。

   /MAT/LAW3 (HYDPLA)

   /MAT/LAW4 (HYD_JCOOK)

   /MAT/LAW6 (HYDROまたはHYD_VISC)

   /MAT/LAW10 (DPRAG1)

   /MAT/LAW12 (3D_COMP)

   /MAT/LAW49 (STEINB)

   /MAT/LAW102 (DPRAG2)

   /MAT/LAW103 (HENSEL-SPITTEL)

/EOS/LSZK

ブロックフォーマットのキーワード
爆発物用のLandau-Stanyukovich-Zeldovich-Kompaneets状態方程式を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/EOS/LSZK/*mat_ID*/*unit_ID*									
eos_title									
γ		P_0		P_{sh}		A		b	
ρ_0									

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
eos_title	状態方程式のタイトル （文字、最大100文字）	
γ	熱容量の比$\gamma = \frac{C_p}{C_v}$ （実数）	
P_0	初期圧力 （実数）	[Pa]
P_{sh}	圧力シフト （実数）	[Pa]
A	状態方程式のパラメータ （実数）	[Pa]
b	状態方程式のパラメータ （実数）	

フィールド	内容	SI単位の例
ρ_0	参照密度 デフォルト = 材料密度（実数）	$\left[\frac{kg}{m^3}\right]$

例（気体）

```
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
                  g                   mm                  ms
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/HYDPLA/7/1
IDEAL-GAS
#              RHO_I               RHO_0
             1.22e-3             1.22e-3
#                  E                  nu
                   0                   0
#                  a                   b                   n             eps_max           sigma_max
                1E30                   0                   0                   0                   0
#                Pmin
                   0
/EOS/LSZK/7/1
artificial EOS
#               GAMMA                  P0                 PSH                   A                   B

                 2.71                1.00                   0                0.05                 2.5
#                RHO0
             1.22e-3
/ALE/MAT/7

#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#enddata
```

コメント

1. 爆発物用のLandau-Stanyukovich-Zeldovich-Kompaneets状態方程式[30]は：

$$P(\rho, e) = (\gamma - 1)\rho e + a\rho^b \tag{830}$$

ここで、

ρ	密度
e	内部エネルギーを質量で割った値
b	材料パラメータ

$$\mu = \frac{\rho}{\rho_0} - 1 = \frac{V_0}{V} - 1 \tag{831}$$

これにより：

$$P(\mu, E) = (\gamma - 1)(1 + \mu)E + A(1 + \mu)^b \tag{832}$$

これはRadiossによって使用されるフォームであり、ここで、

$$A = a\rho_0{}^b \tag{833}$$

ここで、

E	内部エネルギーを初期体積で割った値
Aおよび***b***	材料パラメータ

2. Radiossにより流体力学的圧力の計算に用いられ、右記の材料則と適合性のある状態方程式。

/MAT/LAW3 (HYDPLA)

/MAT/LAW4 (HYD_JCOOK)

/MAT/LAW6 (HYDROまたはHYD_VISC)

/MAT/LAW10 (DPRAG1)

/MAT/LAW12 (3D_COMP)

/MAT/LAW49 (STEINB)

/MAT/LAW102 (DPRAG2)

/MAT/LAW103 (HENSEL-SPITTEL)

30. Needham, Charles E. *Blast Waves*.Springer, 2003

31. Lutzky, Morton. *The Flow Field Behind a Spherical Detonation in TNT Using the Landau-Stanyukovich Equation of State for Detonation Products*.No. NOLTR-64-40.Naval Ordance Lab White Oak, MD, 1964

/EOS/MURNAGHAN

ブロックフォーマットのキーワード
Murnaghan状態方程式を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/EOS/MURNAGHAN/*mat_ID*/*unit_ID*									
eos_title									
K_0		K_1		P_0		P_{sh}		ρ_0	

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
eos_title	状態方程式のタイトル （文字、最大100文字）	
K_0	材料パラメータ （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
K_1	材料パラメータ （実数）	
P_0	初期圧力 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
P_{sh}	圧力シフト （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
ρ_0	参照密度 デフォルト = 材料密度（実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$

例

```
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
                  g                   mm                  ms
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/HYDPLA/7
Articficial Linear Material Law
#              RHO_I               RHO_0
             1.22e-3             1.22e-3
#                   E                  nu
                    0                   0
#                   a                   b                   n             eps_max           sigma_max
                 1E30                   0                   0                   0                   0
#                Pmin
                    0
/EOS/MURNAGHAN/7
EoS for NaCl  at atmospheric pressure
#                  K0                  K1                  P0                 PSH                RHO0

                24000               5.390                  .1                   0            2.165e-3
/ALE/MAT/7

#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#enddata
```

コメント

1. この状態方程式は、Tait状態方程式としても知られています：

$$\mathrm{P}(V)=\frac{K_0}{K_1}\left[\left(\frac{V}{V_0}\right)^{-K_1}-1\right] \tag{834}$$

ここで、K_0とK_1は材料パラメータです。

2. この式は、次のような形でも求めることができます：

$$\frac{\Delta v}{V_0}=1-\left[1+\frac{K_1}{K_0}p\right]^{-1/K_1} \tag{835}$$

ここで、$\Delta v=V_0-V$および $p=P-P_0$

3. 一部の出版物では、材料パラメータK_0およびK_1がcおよびkによって$K_0=c$および$K_1=c\times k$に置き換えられています。

4. この式を表現する別の方法として、圧縮率μを使用する方法があります。

$$\mathrm{P}(\mu)=P_0+\frac{K_0}{K_1}\left[(1+\mu)^{K_1}-1\right] \tag{836}$$

ここで、$\mu=\frac{\rho}{\rho_0}-1=\frac{V_0}{V}-1$

5. Murnaghan EOSはエネルギーに依存しません。

6. Radiossにより流体力学的圧力の計算に用いられ、右記の材料則と適合性のある状態方程式。

   /MAT/LAW3 (HYDPLA)

   /MAT/LAW4 (HYD_JCOOK)

   /MAT/LAW6 (HYDROまたはHYD_VISC)

   /MAT/LAW10 (DPRAG1)

   /MAT/LAW12 (3D_COMP)

   /MAT/LAW49 (STEINB)

   /MAT/LAW102 (DPRAG2)

/MAT/LAW103 (HENSEL-SPITTEL)

32. Murnaghan, F. D. "The compressibility of media under extreme pressures." Proceedings of the National Academy of Sciences 30, no. 9 (1944): 244-247

/EOS/NASG

ブロックフォーマットのキーワード
NASG（Noble-Abel-Stiffened-Gas）状態方程式を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/EOS/NASG/*mat_ID*/*unit_ID*									
eos_title									
b		γ		$P\infty$		*q*			
P_{sh}		P_0		C_v		ρ_0			

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
eos_title	EOSのタイトル （文字、最大100文字）	
b	補容積 （実数）	$\left[\frac{m^3}{kg}\right]$
γ	熱容量の比$\gamma = \frac{C_p}{C_v}$ （実数）	
$P\infty$	剛性パラメータ （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
q	ヒートボンド （実数）	$\left[\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{kg}}\right]$
P_{sh}	圧力シフト	$[\mathrm{Pa}]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（実数）	
P_0	初期圧力 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
C_v	一定体積における熱容量 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{kg}\cdot\mathrm{K}}\right]$
ρ_0	参照密度 デフォルト = 材料密度（実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$

例

```
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
                    kg                      m                       s
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/HYDRO/7/1
WATER
#               RHO_I                   RHO_0
                957.74                      0
#                  NU                    PMIN
                    0                       0
/EOS/NASG/7/1
Noble-Abel-Stiffened-Gas EoS for WATER  (O.Le Metayer, R.Saurel)
#                   b                   GAMMA                   PSTAR                       Q
              6.61E-4                    1.19              7028.00E+5                -1177788
#                 Psh                      P0                      Cv                    Rho0
                  0.0                1.0453E5                    3610                  957.74
/EULER/MAT/7/1

#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#enddata
```

コメント

1. NASG EOS（Noble-Abel-Stiffened-Gas状態方程式）は、Stiffened-Gas状態方程式とNoble-Abel状態方程式に基づいています。

$$(P+P_\infty)(v-b)=(\gamma-1)C_vT \tag{837}$$

ここで、

v	比容積
b	補容積
C_v	一定体積における熱容量
T	温度

$$\gamma=\frac{C_p}{C_v}$$

このEOSは、簡単な定式化で以下の2つの主な分子効果をまとめています。

- 攪拌
- 引力 / 斥力効果

以前のフォーム$P = \mathrm{P}(v, T)$は、$P = \mathrm{P}(\mu, E)$フォームで書き出すことができます。

ここで、$\mu = \frac{\rho}{\rho_0} - 1$、$E = \frac{E_{int}}{V_0}$です。

これにより、次が与えられます。$\mathrm{P}(\mu, E) = \frac{(\gamma - 1)(1+\mu)(E - \rho_0 q)}{1 - b\rho_0(1+\mu)} - \gamma P_\infty$

2. 他のEOSとの比較を示します:

Noble-Able		NASG	Stiffened-Gas
$\mathrm{P}(v, T)$	$P(v-b) = RT$	$(P+P_\infty)(v-b) = (\gamma-1)C$	$(P+P_\infty)v = (\gamma-1)C_vT$
$\mathrm{P}(\mu, E)$	$P = \frac{(\gamma-1)(1+\mu)E}{1-b\rho_0(1+\mu)}$	$P = \frac{E-\rho_0 q}{\frac{1}{1+\mu} - \rho_0 b}(\gamma-1) - \gamma P$	$P = (\gamma-1)(1+\mu)E - \gamma P_\infty$
c_0	$c_0 = \sqrt{\frac{\gamma P}{(1-b\rho)\rho}}$	$c_0 = \sqrt{\frac{\gamma(P+P_\infty)}{(1-b\rho)\rho}}$	$c_0 = \sqrt{\frac{\gamma(P+P_\infty)}{\rho}}$
$E_0\vert_{P=P_0,\rho=\rho_0}$	$\frac{P_0(1-b\rho_0)}{\gamma-1}$	$\frac{(P_0+\gamma P_\infty)(1-b\rho_0)}{\gamma-1} + q\rho_0$	$\frac{(P_0+\gamma P_\infty)}{\gamma-1}$

3. 初期状態は入力パラメータから計算されます:

T_0 以下より: $v(P, T) = \frac{(\gamma\text{-}1)C_vT}{P+P_\infty} + b$

ここで、

$P = P_0$

$T = T_0$

E_0 以下より: $e(P, T) = \frac{P+\gamma P_\infty}{\gamma-1}(v-b) + q$

ここで、

$P = P_0$

$v = \frac{1}{\rho_0}$

$E(P, T) = \rho_0 e(P, T)$

4. エンタルピーは以下より計算できます:

$$h(P, T) = \gamma C_v T + bP + q_\infty \tag{838}$$

5. $P\infty$パラメータは、以下を使用して計算できます：

$$P_\infty = \frac{\rho_0 c_0^2\left(1-b\rho_0\right)}{\gamma} - P_0 \qquad (839)$$

ここで、cは、材料内での音速です。

6. Radiossにより流体力学的圧力の計算に用いられ、右記の材料則と適合性のある状態方程式。

```
/MAT/LAW3 (HYDPLA)
/MAT/LAW4 (HYD_JCOOK)
/MAT/LAW6 (HYDROまたはHYD_VISC)
/MAT/LAW10 (DPRAG1)
/MAT/LAW12 (3D_COMP)
/MAT/LAW49 (STEINB)
/MAT/LAW102 (DPRAG2)
/MAT/LAW103 (HENSEL-SPITTEL)
```

表 *20:* ドデカンの実験データ（単位：*kg*、*m*、秒）

	液相	蒸気相
C_p	2608.0	2063.0
C_v	2393.0	2016.0
γ	1.09	1.02
$P\infty$	1159.0e+5	0.0
b	7.51e-4	0.0
q	-794696.0	-2685610.0

液相の参照状態：$\rho_0 = 589.73\ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3},\ P_0 = 112800\ \text{Pa}, c_0 = 620.4\ \frac{\text{m}}{\text{s}}$

有効な温度範囲：[300 - 500 K]

表 *21:* 水の実験データ（単位：*kg*、*m*、秒）

	液相	蒸気相
C_p	4285.0	1401.0
C_v	3610.0	955.0
γ	1.19	1.47
$P\infty$	7028.0e+5	0.0
b	6.61e-4	0.0

	液相	蒸気相
q	-1177788.0	2077616.0

液相の参照状態: $\rho_0 = 957.74\ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3},\ P_0 = 104530\ \text{Pa}, c_0 = 1542\ \frac{\text{m}}{\text{s}}$

妥当性: T(300～500Kの範囲内)

33. O Le Métayer, Richard Saurel, “The Noble-Abel Stiffened-Gas equation of state”, HAL Id: hal-01305974
34. J.R.Simoes-Moreira, ”Adiabatic evaporation waves”, Ph.D. thesis, Rensselaer Polytechnic Institute, Troy, New-York (1994)
35. R. Oldenbourg, ”Properties of water and steam in SI-units”, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, New-York (1989)

/EOS/NOBLE-ABEL

ブロックフォーマットのキーワード

補容積状態方程式$P(v-b)=RT$を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/EOS/NOBLE-ABEL/*mat_ID*/*unit_ID*									
eos_title									
b			γ		E_0		P_{sh}		ρ_0

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
eos_title	EOSのタイトル （文字、最大100文字）	
b	補容積 （実数）	$\left[\frac{m^3}{kg}\right]$
γ	熱容量の比$\gamma=\frac{C_p}{C_v}$ （実数）	
E_0	単位参照体積あたりの初期エネルギー （実数）	$\left[\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{m}^3}\right]$
P_{sh}	圧力シフト （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
ρ_0	参照密度 デフォルト = 材料密度（実数）	$\left[\frac{kg}{m^3}\right]$

例

```
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
                  g                   mm                  ms
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/HYDPLA/7
NOBLE_ABEL
#              RHO_I               RHO_0
             1.22e-6                   0
#                  E                  nu
                   0                   0
#                  a                   b                   n             eps_max           sigma_max
                1E30                   0                   0                   0                   0
#               Pmin                 Psh
                   0
/EOS/NOBLE-ABEL/7
NOBLE-ABEL EOS
#                  b               GAMMA                  E0                 PSH                RHO0

                1E-3                 1.4        0.2499999997                   0             1.22e-6
/ALE/MAT/7

#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#enddata
```

コメント

1. 理想気体の熱状態方程式$Pv = RT$の一般化は、右記の補容積状態方程式です: $P(v-b) = RT$

   ここで、

v	比容積
b	補容積
R	比例気体定数
T	温度

   以前のフォーム$P = \mathrm{P}(v, T)$は、$P = \mathrm{P}(\mu, E)$フォームで書き出すことができます。

   ここで、

   $$\mu = \frac{\rho}{\rho_0} - 1$$

   $$E = \frac{E_{int}}{V_0}$$

   $$\mathrm{P}(\mu, E) = \frac{(\gamma - 1)(1+\mu)E}{1 - b\rho_0(1+\mu)}$$

   ここで、$\gamma = \frac{C_p}{C_v}$

2. この状態方程式は、分子自体で占められる体積が無視できなくなっている高圧における高密度気体に適用されます。

3. 補容積*b*は通常、右記のの範囲にあります; $\left[0.9\times10^{-3}, 1.1\times10^{-3}\right]\left[\frac{m^3}{kg}\right]$

4. 理想気体状態方程式との比較

	理想ガス	**NOBLE-ABEL**
$\mathrm{P}(v,\ T)$	$Pv = RT$	$P(v-b) = RT$
$\mathrm{P}(\mu,\ E)$	$(\gamma-1)(1+\mu)E$	$\frac{(\gamma-1)(1+\mu)E}{1-b\rho_0(1+\mu)}$
音速 c	$c = \sqrt{\frac{\gamma P}{\rho}}$	$c = \sqrt{\frac{\gamma P}{(1-b\rho)\rho}}$
$E_0 = \mathrm{E}(0)$	$\frac{P_0}{\gamma-1}$	$\frac{P_0(1-b\rho_0)}{\gamma-1}$

5. Radiossにより流体力学的圧力の計算に用いられ、右記の材料則と適合性のある状態方程式。

/MAT/LAW3 (HYDPLA)
/MAT/LAW4 (HYD_JCOOK)
/MAT/LAW6 (HYDROまたはHYD_VISC)
/MAT/LAW10 (DPRAG1)
/MAT/LAW12 (3D_COMP)
/MAT/LAW49 (STEINB)
/MAT/LAW102 (DPRAG2)
/MAT/LAW103 (HENSEL-SPITTEL)

/EOS/OSBORNE

ブロックフォーマットのキーワード
R.K. OsborneによるOsborneの状態方程式(「二次*EOS*」とも呼ばれる)について説明します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/EOS/OSBORNE/*mat_ID*/*unit_ID*									
eos_title									
$A_1 1$		$A_2 2$		B_0		$B_1 1$		$B_2 2$	
C_0		$C_1 1$		D_0		P_0			
ρ_0									

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 (整数、最大10桁)	
unit_ID	単位識別子。 (整数、最大10桁)	
eos_title	状態方程式のタイトル (文字、最大100文字)	
$A_1 1$	Osborneパラメータ (実数)	$[Pa^2]$
$A_2 2$	Osborneパラメータ (実数)	$[Pa^2]$
B_0	Osborneパラメータ (実数)	$[Pa]$
$B_1 1$	Osborneパラメータ (実数)	$[Pa]$
$B_2 2$	Osborneパラメータ	$[Pa]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（実数）	
C_0	Osborneパラメータ （実数）	
C_11	Osborneパラメータ （実数）	
D_0	Osborneパラメータ （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
P_0	初期圧力 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
ρ_0	参照密度 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$

パラメーター一覧

各材料について単位系{g, cm, μs}でのパラメータを一覧で示します：

材料	ρ_0	A_1	A_2	B_0	B_1	B_2	C_0	C_1	D_0
ベリリウム	1.845	0.9512	0.3453	0.9269	2.9484	0.5080	0.5644	0.6204	0.8
ホウ素	2.34	1.8212	4.3509	0.3764	0.3287	1.0801	0.5531	0.6346	.25
黒鉛	2.25	0.1608	0.1619	0.8866	0.5140	1.4377	0.5398	0.5960	0.5
マグネシウム	1.735	0.5665	0.3343	2.2178	0.8710	0.4814	0.4163	0.5390	1.5
チタン	4.51	1.9428	0.6591	1.8090	2.6115	1.7984	0.4003	0.5182	1.8
水	1.00	0.000384	0.001756	0.01312	0.06265	0.21330	0.5132	0.6761	0.02
プレキシガラス	1.18	0.006199	0.015491	0.14756	0.05619	.050504	0.5575	0.6151	0.1
ポリスチレン	1.04	0.038807	0.043646	0.77420	0.03610	0.46048	0.5443	0.6071	0.5
ポリスチレン	0.913	0.007841	0.009766	0.19257	0.10257	0.31592	0.5748	0.6230	0.1

材料	ρ_0	A_1	A_2	B_0	B_1	B_2	C_0	C_1	D_0
マイカルタ	1.39	0.016164	0.023579	0.34261	0.15107	0.43434	0.0540	0.0612	0.15
シラスティック	1.43	0.004794	0.04684	0.33969	0.02377	0.50767	0.4925	0.5721	0.3
アルミニウム	2.702	1.1867	0.7630	3.4448	1.5451	0.96430	0.43382	0.54873	1.5
Copper	8.90	4.9578	3.6884	7.4727	11.519	5.5251	0.39493	0.52883	3.6
鉄	7.86	7.78	31.18	9.591	15.676	4.634	0.3984	0.5306	9.0
タングステン	19.17	21.67419	14.93338	10.19582	12.26323	9.605151	0.333884	0.482488	7.0
Steel	7.9	4.957832	3.688372	7.472736	11.51914	5.521138	0.394926	0.528834	3.6
ウラン	2.806	2.456245	3.688372	7.47361	11.51914	5.521138	0.394926	0.528834	0.6

例（アルミニウム）

```
#RADIOSS STARTER
/UNIT/1
unit for mat
                  g                   cm                  mus
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/HYDPLA/7/1
ALUMINIUM-JCOOK
#               RHO_I               RHO_0
                2.702               2.702
#                   E                  nu
                 .734                0.33
#                   a                   b                   n             eps_max           sigma_max
                .0024               .0042                  .8                   0              .00680
#                Pmin                 Psh
               -.0223                   0
/EOS/OSBORNE/7/1
OSBORNE-EOS-ALUMINIUM
#                  A1                  A2                  B0                  B1                  B2

              1.1867              0.7630              3.4448              1.5451             0.96430
#                  C0                  C1                  D0                  P0
             0.43382             0.54873                 1.5                 0.1
#                RHO0
                2.702
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/END
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. この状態方程式はR.K. Osborneによるものです：

$$P(\mu, E) = \frac{A_1\mu + A_2\mu|\mu| + (B_0 + B_1\mu + B_2\mu^2)E + (C_0 + C_1\mu)E^2}{E + D_0} \quad (840)$$

ここで、

E 内部エネルギーを初期体積で割った値

$$E = \frac{E_{int}}{V_0} = \rho_0 e$$

μ $\frac{\rho}{\rho_0} - 1$

$A_1, A_2, B_0, B_1, B_2, C_0, C_1, D_0$ 定数パラメータ

2. 初期圧力は、$P(0, E_0) = P_0$となるようにE_0を計算するために使用されます。

3. Radiossにより流体力学的圧力の計算に用いられ、右記の材料則と適合性のある状態方程式。

/MAT/LAW3 (HYDPLA)
/MAT/LAW4 (HYD_JCOOK)
/MAT/LAW6 (HYDROまたはHYD_VISC)
/MAT/LAW10 (DPRAG1)
/MAT/LAW12 (3D_COMP)
/MAT/LAW49 (STEINB)
/MAT/LAW102 (DPRAG2)
/MAT/LAW103 (HENSEL-SPITTEL)

/EOS/POLYNOMIAL

ブロックフォーマットのキーワード

線形多項式状態方程式$\mathrm{P}(\rho, E)$を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/EOS/POLYNOMIAL/*mat_ID*/*unit_ID*									
eos_title									
C_0		$C_1 1$		$C_2 2$		$C_3 3$			
$C_4 4$		$C_5 5$		E_0		P_{sh}		ρ_0	

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
eos_title	状態方程式のタイトル （文字、最大100文字）	
C_0	動圧則係数 （実数）	[Pa]
$C_1 1$	動圧則係数 （実数）	[Pa]
$C_2 2$	動圧則係数 （実数）	[Pa]
$C_3 3$	動圧則係数 （実数）	[Pa]
$C_4 4$	エネルギー圧則係数 （実数）	

フィールド	内容	SI単位の例
$C_5 5$	エネルギー圧則係数 （実数）	
E_0	単位参照体積あたりの初期エネルギー （実数）	$\left[\frac{J}{m^3}\right]$
P_{sh}	圧力シフト （実数）	$[Pa]$
ρ_0	参照密度 デフォルト = 材料密度（実数）	$\left[\frac{kg}{m^3}\right]$

例（鋼材）

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/LAW20/1
steel (unit: g_cm_mus)
#         BLANK CARD

#  mat_ID1   mat_ID2                                  IC1       IC2 Idiscrete
         8         9                                    0         0         0
#              Alpha1              Alpha2
                0.82                0.18
/ALE/MAT/1
#     Modif. factor.
                   0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/HYD_JCOOK/8
steel
#               RHO_I               RHO_O
           7.8899999                   0
#                   E                  nu
           2.0999999           .30000001
#                   A                   B                   n              epsmax              sigmax
                .011             .00275          .36000001                   0                   0
#               Pmin
               1E-10
#                   C           EPS_DOT_0                   M               Tmelt               Tmax
                .022                1E-6                   1                1811                2000
#              RHOCP                                                          T_r
        3.5699999E-5                                                           0
/EOS/POLYNOMIAL/8
steel
#                  C0                  C1                  C2                  C3
                    0           1.6900001           3.0999999                   0
#                  C4                  C5                  E0                 Psh               RHO_0
                1.83                1.83                   0                   0                   0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/HYD_JCOOK/9
tungstene
#               RHO_I               RHO_O
                17.6                   0
#                   E                  nu
           3.5999999           .30000001
#                   A                   B                   n              epsmax              sigmax
              .01506             .00177                .12                   0                   0
#               Pmin
               1E-10
#                   C           EPS_DOT_0                   M               Tmelt               Tmax
          .016000001                1E-6                   1                3400                3400
#              RHOCP                                                          T_r
             2.36E-5                                                           0
/EOS/POLYNOMIAL/9
tungstene
```

```
#                C0                  C1                  C2                  C3
                  0           2.8199999                   2               -1.37
#                C4                  C5                  E0                 Psh                RHO_0
              1.54                1.54                   0                   0                   0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
```

コメント

1. 圧力は、次の線形多項式によって定義されます:

$$P = C_0 + C_1\mu + C_2\mu^2 + C_3\mu^3 + (C_4 + C_5\mu)E \tag{841}$$

ここで、

$$\mu = \frac{\rho}{\rho_0} - 1 \tag{842}$$

、Eは単位参照体積当たりの初期エネルギー

2. $\mu < 0$の場合、$C_2\mu^2 = 0$です。
3. Radiossにより流体力学的圧力の計算に用いられ、右記の材料則と適合性のある状態方程式。

/MAT/LAW3 (HYDPLA)

/MAT/LAW4 (HYD_JCOOK)

/MAT/LAW6 (HYDROまたはHYD_VISC)

/MAT/LAW10 (DPRAG1)

/MAT/LAW12 (3D_COMP)

/MAT/LAW49 (STEINB)

/MAT/LAW102 (DPRAG2)

/MAT/LAW103 (HENSEL-SPITTEL)

See Also

RD-E:5500 ファンブレードの回転の初期設定と衝突

/EOS/PUFF

ブロックフォーマットのキーワード

線形多項式状態方程式$\mathrm{P}(\rho, E)$を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/EOS/PUFF/*mat_ID*/*unit_ID*									
eos_title									
$C_1 1$		$C_2 2$		$C_3 3$		γ_0			
T_1		T_2		E_s					
H		E_0		ρ_0					

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
eos_title	状態方程式のタイトル （文字、最大100文字）	
$C_1 1$	$C_1 1$係数 1 （実数）	[Pa]
$C_2 2$	$C_2 2$係数 （実数）	[Pa]
$C_3 3$	$C_3 3$係数 （実数）	[Pa]
γ_0	Gruneisenガンマ （実数）	
T_1	T_1 coefficient. 1	[Pa]

フィールド	内容	**SI**単位の例
	デフォルト = $C_1 1$（実数）	
T_2	T_2 coefficient. （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
E_s	単位初期体積あたりの昇華エネルギー。 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{m}^3}\right]$
H	H係数 1 （実数）	
E_0	単位初期体積あたりの初期エネルギー。 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{m}^3}\right]$
ρ_0	参照密度 デフォルト = 材料密度（実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$

例（銅）

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
                  g                   cm                  mus
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/HYD_JCOOK/1/1
Copper
#              RHO_I               RHO_0
                8.9                   0
#                 E                  nu
                1.3                 .34
#                 A                   B                   n              epsmax              sigmax
             9E-4              .00292                .31                   0                   0
#              Pmin
                 0
#                 C           EPS_DOT_0                   M              Tmelt               Tmax
              .025               1E-6                1.09               1356               1E30
#             RHOCP                                                       T_r
          3.432E-5                                                         0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/EOS/PUFF/1/1
Copper
#                C1                  C2                  C3                  G0
           1.3597              2.7466              2.4479              1.97
#                T1                  T2                  ES
                 0                   0             0.12282
#                 H                  E0                RHO_0
                 1             1.25675                   0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
```

コメント

1. $\mu = \frac{\rho}{\rho_0} - 1$、$\eta = 1 + \mu$、$x = 1 - \frac{\rho_0}{\rho}$、*E*は単位初期体積あたりの内部エネルギーとすると、圧力の定義は次のように定義されます:

   領域1: $\mu \geq 0$

   $$P = \left(C_1\mu + C_2\mu^2 + C_3\mu^3\right)\left(1 - \frac{\gamma\mu}{2}\right) + \gamma(1+\mu)E \qquad (843)$$

   ここで、$\gamma\rho = \gamma_0\rho_0$

   領域2: $\mu < 0$および $E \geq E_s$

   $$P = \left(T_1\mu + T_2\mu^2\right)\left(1 - \frac{\gamma\mu}{2}\right) + \gamma(1+\mu)E \qquad (844)$$

   領域3: $\mu < 0$および $E \geq E_s$

   $$P = \eta\left[H + \left(\gamma_0 - H\right)\sqrt{\eta}\left[E - E_s\left(1 - \exp\left(\frac{N(\eta-1)}{\eta^2}\right)\right)\right]\right] \qquad (845)$$

   ここで、$N = \frac{C_1\eta}{\gamma_0 E_s}$

2. Radiossにより流体力学的圧力の計算に用いられ、右記の材料則と適合性のある状態方程式。

   /MAT/LAW3 (HYDPLA)

   /MAT/LAW4 (HYD_JCOOK)

   /MAT/LAW6 (HYDROまたはHYD_VISC)

   /MAT/LAW10 (DPRAG1)

   /MAT/LAW12 (3D_COMP)

   /MAT/LAW49 (STEINB)

   /MAT/LAW102 (DPRAG2)

   /MAT/LAW103 (HENSEL-SPITTEL)

36. “The PUFF 66 Computer Programs” Brodie、Hormuth、Air Force Weapon Laboratory、1966年5月

/EOS/SESAME

ブロックフォーマットのキーワード
SESAME表形式の状態方程式を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/EOS/SESAME/*mat_ID*/*unit_ID*									
eos_title									
E_0		ρ_0							
SESAME301									

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
eos_title	状態方程式のタイトル （文字、最大100文字）	
E_0	単位参照体積あたりの初期エネルギー （実数）	$\left[\frac{J}{m^3}\right]$
ρ_0	参照密度 デフォルト = 材料密度（実数）	$\left[\frac{kg}{m^3}\right]$
SESAME301	SESAME 表 #301のファイル名 （文字）	

コメント

1. *unit_ID*は表に対して作用せず、固有の値で与えられる必要があります：[37]

   密度：$\left[\frac{g}{cm^3}\right]$

圧力: $[GPa]$

エネルギー: $\left[\frac{MJ}{kg}\right]$

2. 表は自動的に/BEGINキーワードで定義される、作業単位系に変換されます。
3. Radiossにより流体力学的圧力の計算に用いられ、右記の材料則と適合性のある状態方程式。

```
/MAT/LAW3 (HYDPLA)
/MAT/LAW4 (HYD_JCOOK)
/MAT/LAW6 (HYDROまたはHYD_VISC)
/MAT/LAW10 (DPRAG1)
/MAT/LAW12 (3D_COMP)
/MAT/LAW49 (STEINB)
/MAT/LAW102 (DPRAG2)
/MAT/LAW103 (HENSEL-SPITTEL)
```

37. "Handbook of Material Properties Data Bases", Los Alamos National Laboratory, 1984.

/EOS/STIFF-GAS

ブロックフォーマットのキーワード

強化ガスの理想気体の状態方程式$P(\mu, E) = (\gamma - 1)(1+\mu)E - \gamma P^*$を記述します。

この状態方程式は元々、水中爆発の水をモデルにしたものです。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/EOS/STIFF-GAS/*mat_ID*/*unit_ID*									
eos_title									
γ		P_0		P_{sh}		P^*		ρ_0	

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
eos_title	EOSのタイトル （文字、最大100文字）	
γ	熱容量の比$\gamma = \frac{C_p}{C_v}$ （実数）	
P_0	初期圧力 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
P_{sh}	圧力シフト （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
P^*	EOS追加圧力項 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
ρ_0	参照密度	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$

フィールド	内容	SI単位の例
	デフォルト = 材料密度（実数）	

例

```
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
                  g                   mm                  ms
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/LAW06/7/1
water
#              RHO_I
               0.001
#                 NU                PMIN

/EOS/STIFF-GAS/7/1
STIFF_GAS_WATER
#              GAMMA                  P0                 PSH              P_STAR                RHO0
                6.1                0.10                   0              368.85
/ALE/MAT/7

#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#enddata
```

コメント

1. $$P(\mu, E) = (\gamma - 1)(1+\mu)E - \gamma P^* \tag{846}$$

   ここで、

   $$E = \frac{E_{int}}{V_0}$$

   $$\mu = \frac{\rho}{\rho_0} - 1$$

2. 強化ガスEOSは、理想気体の状態方程式を基準にして、追加の圧力項（P^*）を導入します。EOSはこのフォームで記されます。なぜならば、水の中での音速は：

   $$c_s = \sqrt{\frac{\gamma(P+P^*)}{\rho}} \tag{847}$$

   このようにして、$P^* \gg P$を考慮することで、音速はPの変動と$c_s \approx \sqrt{\frac{\gamma P^*}{\rho}}$ の影響を受けません。

3. P^* は次のように計算できます：

   $$P^* = \frac{\rho c_s^2}{\gamma} - P \tag{848}$$

   $P^* \gg P$であるため、$P^* \approx \frac{\rho c_s^2}{\gamma}$ はP^*の良好な推定につながります。

4. 強化ガスOS [38]は多項式EOSから導出することができます：

   $$P = C_0 + C_1\mu + C_2\mu^2 + C_3\mu^3 + (C_4 + C_5\mu)E_0 \tag{849}$$

   ここで、

$$C_0 = -\gamma P^*$$

$$C_1 = C_2 = C_3 = 0$$

$$C_4 = C_5 = \gamma - 1$$

$$E_0 = \frac{P_0 - C_0}{C_4}$$

5. たとえば水の場合、$\rho = 0.001 g.mm^{-3}$、$c_s = 1500 mm.ms^{-1}$および$\gamma = 6.1$は文献に記載されています。[38] これが$P^* = 368.852 MPa$につながります。したがって、強化ガスEOSは大気圧では次のような挙動を示します:

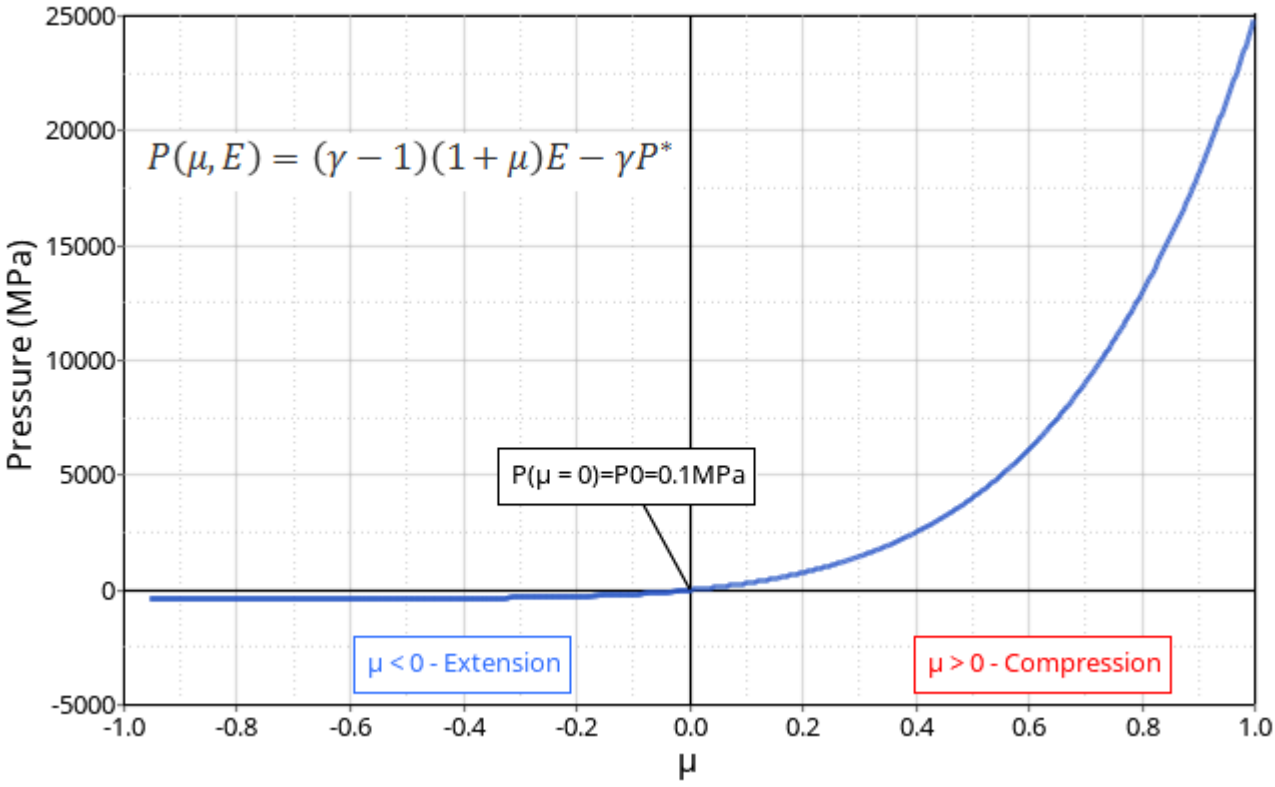


図 *187:*

6. Radiossにより流体力学的圧力の計算に用いられ、右記の材料則と適合性のある状態方程式。

/MAT/LAW3 (HYDPLA)

/MAT/LAW4 (HYD_JCOOK)

/MAT/LAW6 (HYDROまたはHYD_VISC)

/MAT/LAW10 (DPRAG1)

/MAT/LAW12 (3D_COMP)

/MAT/LAW49 (STEINB)

/MAT/LAW102 (DPRAG2)

/MAT/LAW103 (HENSEL-SPITTEL)

38. Cole, R. H.; "Underwater Explosions.Princeton University Press" Princeton, New Jersey (1948)

/EOS/TILLOTSON

ブロックフォーマットのキーワード
Tillotson状態方程式を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/EOS/TILLOTSON/*mat_ID*/*unit_ID*									
eos_title									
$C_1 1$		$C_2 2$		a		b			
E_R		E_S		V_S		E_0		ρ_0	
α		β							

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
単位識別子	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
eos_title	状態方程式のタイトル （文字、最大100文字）	
$C_1 1$	$C_1 1$係数 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
$C_2 2$	$C_2 2$係数 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
a	A係数 （実数）	
b	b係数 （実数）	
E_R	単位参照体積あたりの内部エネルギー	$\left[\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{m}^3}\right]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（実数）	
E_S	単位参照体積あたりの昇華エネルギー （実数）	$\left[\frac{J}{m^3}\right]$
V_S	昇華相対体積 （実数）	$[m^3]$
E_0	単位参照体積あたりの初期エネルギー （実数）	$\left[\frac{J}{m^3}\right]$
ρ_0	参照密度 デフォルト = 材料密度（実数）	$\left[\frac{kg}{m^3}\right]$
α	α 係数 （実数）	
β	β 係数 （実数）	

例（アルミニウム）

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
                  g                   cm                  mus
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/HYD_JCOOK/1/1
Aluminium
#              RHO_I               RHO_0
                2.8                   0
#                  E                  nu
               .734                 .33
#                  A                   B                   n              epsmax              sigmax
             .0024              .0042                  .8                   0              .0068
#               Pmin
            -.0223
#                  C           EPS_DOT_0                   M               Tmelt                Tmax
              .062                1E-6                   1                1220                   0
#              RHOCP                                                        T_r
           2.59E-5                                                           0
/EOS/TILLOTSON/1/1
Aluminium
#                 C1                  C2                  A                   B
              .752                 .65                  .5                1.63
#                 ER                  ES                 VS                  E0              RHO_0
              .135                .081                 1.1                   0                   0
#              ALPHA               BETA
                  5                   5
/FAIL/JOHNSON/3
#                 D1                  D2                  D3                  D4                  D5
              .112                .123                -1.5                .007                   0
#              EPS_0  Ifail_sh  Ifail_so                                   Dadv               Ixfem
               1E-6         0         1                                      0                   0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

```
#ENDDATA
/END
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

入力の例

"Metallic Equation of State for Hypervelocity Impact" J.H.Tillotson、General Dynamics社、1962年:

材料	$\rho_0\left[\frac{g}{cm^3}\right]$ g/cm³	C_1[Mbar]	C_2[Mbar]	a	b	E_r[Mbar]	α	β	E_s[Mbar]	V_s
Cu	8.9	1.390	1.10	0.5	1.50	2.892	5	5	0.123	1.18
Fe	7.8	1.279	1.05	0.5	1.50	0.741	5	5	0.190	1.21
Al	2.7	0.752	0.65	0.5	1.63	0.135	5	5	0.081	1.10

コメント

1. ここで、$\mu = \frac{\rho}{\rho_0} - 1$

   $V = \frac{1}{\rho}$ 比容積

   $\eta = 1 + \mu$

   $x = 1 - \frac{\rho_0}{\rho}$

   およびEは単位参照体積当たりの初期エネルギー

   圧力は以下で定義されます:

   領域1: $\mu \geq 0$

   $$P = C_1\mu + C_2\mu^2 + \left(a + \frac{b}{\omega}\right)\eta E \qquad (850)$$

   ここで、$\omega = 1 + \frac{E}{E_r}\eta^2$

   領域2: $\mu < 0 \frac{V}{V_0} < V_s$ および $E < E_s$

   $$P = C_1\mu + \left(a + \frac{b}{\omega}\right)\eta E \qquad (851)$$

   領域3: $\mu < 0$、$\frac{V}{V_0} > V_s$ または $\frac{V}{V_0} < V_s$ および $E \geq E_s$

   $$P = C_1 e^{\beta x} e^{-\alpha x^2}\mu + \left(a + \frac{b e^{-\alpha x^2}}{\omega}\right)\eta E \qquad (852)$$

2. Radiossにより流体力学的圧力の計算に用いられ、右記の材料則と適合性のある状態方程式。

   /MAT/LAW3 (HYDPLA)

   /MAT/LAW4 (HYD_JCOOK)

   /MAT/LAW6 (HYDROまたはHYD_VISC)

/MAT/LAW10 (DPRAG1)

/MAT/LAW12 (3D_COMP)

/MAT/LAW49 (STEINB)

/MAT/LAW102 (DPRAG2)

/MAT/LAW103 (HENSEL-SPITTEL)

破壊モデル

Radiossでサポートされる破壊モデル。

破壊モデルの概要

破壊モデルのキーワード	タイプ	適用分野	内容
/FAIL/ALTER	ガラス用応力ベースモデル	ガラス	ガラス用応力ベースモデル
/FAIL/BIQUAD	ひずみ破壊モデル	延性金属	破壊する有効塑性ひずみの直接入力
/FAIL/CHANG	Chang-Changモデル	複合材	複合材の破壊基準
/FAIL/COCKCROFT	延性破壊モデル	延性材料	Cockcroft -Latham破壊モデル
/FAIL/CONNECT	破壊	結合、スポット溶接	法線および接線の破壊モデル
/FAIL/EMC	拡張Mohr Coulomb破壊モデル	金属	有効塑性ひずみに依存する破壊
/FAIL/ENERGY	エネルギー等方性	金属、塑性材	Energy density
/FAIL/FABRIC	引っ張り	繊維	ひずみ破壊
/FAIL/FLD	成型限界図	金属成形	Fld
/FAIL/GURSON	延性破壊モデル	金属	金属の塑性におけるボイドの発生と成長に基づく破壊
/FAIL/HASHIN	複合材モデル	複合材	Hashinモデル
/FAIL/HC_DSSE	拡張Mohr Coulomb破壊モデル	金属	ひずみベースの延性破壊モデル：シェル-ソリッド結合のドメインのHosford-Coulombモデル
/FAIL/JOHNSON	延性破壊モデル	延性金属	Johnson-Cook
/FAIL/LAD_DAMA	複合材剥離	複合材	Ladeveze剥離モデル
/FAIL/MULLINS_OR	超弾性損傷	超弾性材料	超弾性材料の応力軟化のMullins効果
/FAIL/NXT	NXT破壊モデル	金属成形	FLDと同様だが応力に基づく
/FAIL/ORTHBIQUAD	直交異方性ひずみ破壊モデル	延性金属	破壊する直交異方性有効塑性ひずみの直接入力

破壊モデルのキーワード	タイプ	適用分野	内容
/FAIL/ORTHSTRAIN	直交異方性ひずみ破壊	複合材	寸法効果およびひずみ速度効果を含む直交異方性ひずみ破壊基準
/FAIL/PUCK	複合材モデル	複合材	Puckモデル
/FAIL/SNCONNECT	破壊	結合、スポット溶接	塑性ひずみの破壊基準
/FAIL/SPALLING	延性およびスSpalling	延性金属	SpallingおよびJohnson-Cook
/FAIL/TAB1	ひずみ破壊モデル	延性金属	ユーザー定義の関数を用いた損傷累積に基づく
/FAIL/TBUTCHER	Tuler-Butcherモデル	延性金属	疲労による破壊
/FAIL/TENSSTRAIN	引っ張り	金属、塑性材	ひずみ破壊
USER1, USER2, USER3	ユーザー破壊モデル		
/FAIL/VISUAL	最大値の可視化		シミュレーション内の各サイクルの最大値の可視化
/FAIL/WIERZBICKI	延性材料	延性金属	Bao-Xue-Wierzbickiモデル
/FAIL/WILKINS	延性破壊モデル	延性金属	Wilkinsモデル

要素の適合性–パート **1**

破壊モデル	2次元ソリッド	**8**節点3次元ソリッド	**20**節点3次元ソリッド	**4**節点テトラ	**10**節点テトラ	8節点厚肉シェル	**16**節点厚肉シェル
/FAIL/ALTER							
/FAIL/BIQUAD	#	#	#	#	#	#	#
/FAIL/CHANG							
/FAIL/COCKCROFT		#	#	#	#	#	#
/FAIL/CONNECT		#					
/FAIL/EMC	#	#	#	#	#	#	#
/FAIL/ENERGY	#	#	#	#	#	#	#
/FAIL/FABRIC							

破壊モデル	2次元ソリッド	8節点3次元ソリッド	20節点3次元ソリッド	4節点テトラ	10節点テトラ	8節点厚肉シェル	16節点厚肉シェル
/FAIL/FLD							
/FAIL/GURSON		#		#	#		
/FAIL/HASHIN	#	#	#	#	#	#	#
/FAIL/HC_DSSE							
/FAIL/JOHNSON	#	#	#	#	#	#	#
/FAIL/LAD_DAMA	#	#	#	#	#	#	#
/FAIL/MULLINS_OR		#	#	#	#		
/FAIL/NXT							
/FAIL/ORTHBIQUAD	#	#	#	#	#	#	#
/FAIL/ORTHSTRAIN	#	#	#	#	#	#	#
/FAIL/PUCK	#	#	#	#	#	#	#
/FAIL/SNCONNECT		#					
/FAIL/SPALLING	#	#	#	#	#	#	#
/FAIL/TAB1	#	#	#	#	#	#	#
/FAIL/TBUTCHER	#	#	#	#	#	#	#
/FAIL/TENSSTRAIN	#	#	#	#	#	#	#
/FAIL/USERi	#	#	#	#	#	#	#
/FAIL/VISUAL	#	#	#	#	#	#	#
/FAIL/WIERZBICKI	#	#	#	#	#	#	#
/FAIL/WILKINS	#	#	#	#	#	#	#

: あり

空白: なし

要素の適合性–パート 2

破壊モデル	シェル	トラス	ビーム
/FAIL/ALTER	#		
/FAIL/BIQUAD	#		

破壊モデル	シェル	トラス	ビーム
/FAIL/CHANG	#		
/FAIL/COCKCROFT	#		
/FAIL/CONNECT			
/FAIL/EMC			
/FAIL/ENERGY	#		
/FAIL/FABRIC	#		
/FAIL/FLD	#		
/FAIL/GURSON			
/FAIL/HASHIN	#		
/FAIL/HC_DSSE	#		
/FAIL/JOHNSON	#		
/FAIL/LAD_DAMA	#		
/FAIL/MULLINS_OR			
/FAIL/NXT	#		
/FAIL/ORTHBIQUAD	#		
/FAIL/ORTHSTRAIN	#		
/FAIL/PUCK	#		
/FAIL/SNCONNECT			
/FAIL/SPALLING			
/FAIL/TAB1	#		
/FAIL/TBUTCHER	#		
/FAIL/TENSSTRAIN	#		
/FAIL/USERi	#		
/FAIL/VISUAL	#		
/FAIL/WIERZBICKI	#		
/FAIL/WILKINS	#		

: あり

空白：なし

（金属）破壊モデルに対する材料則の適合性

材料則	ALTER	BIQUAD	COCKCROFT	FLD	NXT	GURSON	ENERGY	HC-DSSE	ECM	TENSSTRAIN	JOHNSON	CONNECT	SNCONNECT	SPALLING	TAB1	TBUTCHER	WIERZBICKI	WILKINS
/MAT/LAW0 (VOID)				#												#		
/MAT/PLAS_PRE	#	#	#	#	#		#		#	#‡	#			#	#	#	#	#
/MAT/LAW1 (ELAST)	#		#	#			#			#‡						#		
/MAT/LAW2 (PLAS_JO	#	#	#	#	#		#		#	#‡	#			#	#	#	#	#
/MAT/PLAS_ZEH	#	#	#	#	#		#			#‡	#			#	#	#	#	#
/MAT/LAW3 (HYDPLA)		#					#			#‡	#			#	#	#	#	#
/MAT/LAW4 (HYD_JCC		#	#				#			#‡	#			#	#	#	#	#
/MAT/LAW5 (JWL)																		
/MAT/LAW6 (HYDROまたはHYD_VI							#			#‡						#		
/MAT/LAW10 (DPRAG1)			#				#			#‡						#		

材料則	ALTER	BIQUAD	COCKCROFT	FLD	NXT	GURSON	ENERGY	HC-DSSE	ECM	TENSSTRAIN	JOHNSON	CONNECT	SNCONNECT	SPALLING	TAB1	TBUTCHER	WIERZBICKI	WILKINS
/MAT/LAW12 (3D_COM			#				#			#‡								
/MAT/LAW14 (COMPSO			#				#			#‡						#		
/MAT/LAW15 (CHANG)			#	#												#		
/MAT/LAW16 (GRAY)																		
/MAT/LAW19 (FABRI)			#	#												#		
/MAT/LAW21 (DPRAG)							#			#‡						#		
/MAT/LAW22 (DAMA)		#	#	#			#			#‡	#			#	#	#	#	#
/MAT/LAW23 (PLAS_DA		#	#				#			#‡	#			#	#	#	#	#
/MAT/LAW24 (CONC)			#				#			#‡						#		
/MAT/LAW25 (COMPSH			#	#												#		
/MAT/LAW27 (PLAS_BR	#	#	#	#							#			#	#	#	#	#

材料則	ALTER	BIQUAD	COCKCROFT	FLD	NXT	GURSON	ENERGY	HC-DSSE	ECM	TENSSTRAIN	JOHNSON	CONNECT	SNCONNECT	SPALLING	TAB1	TBUTCHER	WIERZBICKI	WILKINS
/MAT/LAW28 (HONEYC			#				#			#					#	#		
USER1				#*			#	#		#						#		
USER2				#*			#	#		#						#		
USER3				#*			#	#		#						#		
/MAT/LAW32 (HILL)		#	#	#	#			#			#			#	#	#	#	#
/MAT/LAW33 (FOAM_PI			#				#	#		#						#		
/MAT/LAW34 (BOLTZMA			#				#	#		#						#		
/MAT/LAW35 (FOAM_V			#	#			#	#		#						#		
/MAT/LAW36 (PLAS_TA	#	#	#	#	#		#	#	#	#	#			#	#	#		#
/MAT/LAW38 (VISC_TA			#				#	#		#						#		
/MAT/LAW40 (KELVINM			#				#	#		#						#		
/MAT/LAW41/1							#	#		#								
/MAT/LAW42 (OGDEN)			#				#	#		#						#		

材料則	ALTER	BIQUAD	COCKCROFT	FLD	NXT	GURSON	ENERGY	HC-DSSE	ECM	TENSSTRAIN	JOHNSON	CONNECT	SNCONNECT	SPALLING	TAB1	TBUTCHER	WIERZBICKI	WILKINS
/MAT/LAW43 (HILL_TAI		#	#	#	#		#	#		#	#			#	#	#	#	#
/MAT/LAW44 (COWPER	#	#	#	#			#	#		#	#			#	#	#	#	#
/MAT/LAW48 (ZHAO)		#	#	#			#	#		#	#			#	#	#	#	#
/MAT/LAW49 (STEINB)		#	#				#	#		#‡	#			#	#	#	#	#
/MAT/LAW50 (VISC_HC			#				#	#		#						#		
/MAT/LAW52 (GURSON			#	#			#	#		#						#		
/MAT/LAW53 (TSAI_TA			#				#	#		#						#		
/MAT/LAW54 (PREDIT)								#										
/MAT/LAW57 (BARLAT3			#				#	#		#								
/MAT/LAW58 (FABR_A)			#				#	#										
/MAT/LAW59 (CONNEC								#				#	#					

材料則	ALTER	BIQUAD	COCKCROFT	FLD	NXT	GURSON	ENERGY	HC-DSSE	ECM	TENSSTRAIN	JOHNSON	CONNECT	SNCONNECT	SPALLING	TAB1	TBUTCHER	WIERZBICKI	WILKINS
/MAT/LAW60 (PLAS_T3		#	#	#			#	#	#	#	#			#	#	#	#	#
/MAT/LAW62 (VISC_HY			#				#	#		#						#		
/MAT/LAW63 (HANSEL)		#	#	#			#	#		#	#			#	#	#	#	#
/MAT/LAW64 (UGINE_A		#	#	#			#	#		#	#			#	#	#	#	#
/MAT/LAW65 (ELASTON		#	#	#			#	#		#	#			#	#	#	#	#
/MAT/LAW66		#	#	#			#	#		#	#			#	#	#	#	#
/MAT/LAW68 (COSSER)			#				#	#		#								
/MAT/LAW69			#				#	#		#						#		
/MAT/LAW70 (FOAM_TA			#				#	#		#						#		
/MAT/LAW72 (HILL_MM		#	#	#			#	#		#	#			#	#	#	#	#
/MAT/LAW73		#	#	#	#		#	#		#	#			#		#	#	#
/MAT/LAW74		#	#	#			#	#		#	#			#		#	#	#

材料則	ALTER	BIQUAD	COCKCROFT	FLD	NXT	GURSON	ENERGY	HC-DSSE	ECM	TENSSTRAIN	JOHNSON	CONNECT	SNCONNECT	SPALLING	TAB1	TBUTCHER	WIERZBICKI	WILKINS
/MAT/LAW75 (POROUS								#										
/MAT/LAW76 (SAMP)		#	#	#			#	#		#	#			#	#	#	#	#
/MAT/LAW77			#				#	#		#						#		
/MAT/LAW78		#	#	#	#		#	#	#	#	#			#	#	#	#	#
/MAT/LAW79 (JOHN_H(	#	#	#	#			#	#		#	#			#	#	#	#	#
/MAT/LAW80		#	#	#	#		#	#		#	#			#	#	#	#	#
/MAT/LAW81								#										
/MAT/LAW82			#				#	#		#						#		
/MAT/LAW83								#					#					
/MAT/LAW84		#	#					#	#									
/MAT/LAW87 (BARLAT2		#	#					#			#				#			
/MAT/LAW88							#	#		#						#		
/MAT/LAW90							#	#		#						#		

材料則	ALTER	BIQUAD	COCKCROFT	FLD	NXT	GURSON	ENERGY	HC-DSSE	ECM	TENSSTRAIN	JOHNSON	CONNECT	SNCONNECT	SPALLING	TAB1	TBUTCHER	WIERZBICKI	WILKINS
/MAT/LAW92			#	#	#		#	#		#	#					#		
/MAT/LAW93 (ORTH_H たは(CONVE		#	#				#	#		#						#	#	
/MAT/LAW94 (YEOH)			#				#	#		#						#		
/MAT/LAW95 (BERGSTI			#				#	#		#						#		
/MAT/LAW97 (JWLB)																		
/MAT/LAW100 (MNF)			#				#			#						#		
/MAT/LAW101			#				#			#						#		
/MAT/LAW102 (DPRAG2			#				#			#‡						#		
/MAT/LAW103 (HENSEL-SPITTEL)		#	#	#			#		#	#	#			#	#	#	#	#
/MAT/LAW104 (JOHNS_		#	#	#	#	#	#	#	#	#	#			#	#	#	#	#

材料則	ALTER	BIQUAD	COCKCROFT	FLD	NXT	GURSON	ENERGY	HC-DSSE	ECM	TENSSTRAIN	JOHNSON	CONNECT	SNCONNECT	SPALLING	TAB1	TBUTCHER	WIERZBICKI	WILKINS
/MAT/LAW106 (JCOOK_A		#	#				#		#	#	#			#	#	#	#	#
/MAT/LAW108 (SPR_GEN																		
/MAT/LAW109		#	#	#	#		#	#	#	#	#			#	#	#	#	#
/MAT/LAW110 (VEGTER)		#	#	#	#		#	#	#	#	#			#	#	#	#	#
/MAT/LAW111			#				#	#		#						#		
/MAT/LAW112(I たはXIA)		#	#	#	#		#	#	#	#	#			#	#	#	#	#
/MAT/LAW113 (SPR_BEA																		
/MAT/LAW114(S																		
/MAT/LAW115 (DESHFLE		#	#	#	#		#	#	#	#	#			#	#	#	#	#
/MAT/LAW116																		
/MAT/LAW117																		
/MAT/LAW200 (MDS)																		

複合材およびその他の破断モデルの材料則の互換性

材料則	ORTHOBIQUAD	ORTHSTRAIN	FABRIC	HASHIN	LAD_DAMA	PUCK	CHANG	MULLINS_OR	USERi	VISUAL
/MAT/LAW0 (VOID)		#							#	
/MAT/ PLAS_PREDEF	#	#							#	#
/MAT/LAW1 (ELAST)		#			#***				#	#
/MAT/LAW2 (PLAS_JOHNS)	#	#							#	#
/MAT/ PLAS_ZERIL	#								#	#
/MAT/LAW3 (HYDPLA)	#								#	#
/MAT/LAW4 (HYD_JCOOK)	#								#	#
/MAT/LAW5 (JWL)									#	
/MAT/LAW6 (HYDROまたはHYD_VISC)									#	#
/MAT/LAW10 (DPRAG1)		#							#	#
/MAT/LAW12 (3D_COMP)		#		#	#	#			#	#
/MAT/LAW14 (COMPSO)		#		#	#	#			#	#
/MAT/LAW15 (CHANG)		#					#		#	#
/MAT/LAW16 (GRAY)									#	

材料則	ORTHOBIQUAD	ORTHSTRAIN	FABRIC	HASHIN	LAD_DAMA	PUCK	CHANG	MULLINS_OR	USERi	VISUAL
/MAT/LAW18 (THERM)		#							#	
/MAT/LAW19 (FABRI)							#		#	#
/MAT/LAW21 (DPRAG)	#	#							#	#
/MAT/LAW22 (DAMA)	#	#					#		#	#
/MAT/LAW23 (PLAS_DAMA)		#							#	#
/MAT/LAW24 (CONC)		#							#	#
/MAT/LAW25 (COMPSH)	#	#		#	#**	#	#		#	#
/MAT/LAW27 (PLAS_BRIT)		#							#	#
/MAT/LAW28 (HONEYCOMB)									#	#
USER1		#							#	#
USER2		#							#	#
USER3	#	#							#	#
/MAT/LAW32 (HILL)		#							#	#
/MAT/LAW33 (FOAM_PLAS)		#							#	#
/MAT/LAW34 (BOLTZMAN)		#							#	#
/MAT/LAW35 (FOAM_VISC)	#	#							#	#
/MAT/LAW36 (PLAS_TAB)		#							#	#

材料則	ORTHOBIQUAD	ORTHSTRAIN	FABRIC	HASHIN	LAD_DAMA	PUCK	CHANG	MULLINS_OR	USERi	VISUAL
/MAT/LAW38 (VISC_TAB)		#							#	#
/MAT/LAW40 (KELVINMAX)		#							#	#
/MAT/LAW41/1		#							#	#
/MAT/LAW42 (OGDEN)	#	#							#	#
/MAT/LAW43 (HILL_TAB)	#	#							#	#
/MAT/LAW44 (COWPER)	#	#							#	#
/MAT/LAW48 (ZHAO)	#	#							#	#
/MAT/LAW49 (STEINB)		#							#	#
/MAT/LAW50 (VISC_HONEY)		#							#	#
/MAT/LAW52 (GURSON)		#							#	#
/MAT/LAW53 (TSAI_TAB)		#							#	#
/MAT/LAW54 (PREDIT)									#	
/MAT/LAW57 (BARLAT3)		#							#	#
/MAT/LAW58 (FABR_A)		#	#						#	#
/MAT/LAW59 (CONNECT)	#								#	
/MAT/LAW60 (PLAS_T3)		#							#	#

材料則	ORTHOBIQUAD	ORTHSTRAIN	FABRIC	HASHIN	LAD_DAMA	PUCK	CHANG	MULLINS_OR	USERi	VISUAL
/MAT/LAW62 (VISC_HYP)	#	#							#	#
/MAT/LAW63 (HANSEL)	#	#							#	#
/MAT/LAW64 (UGINE_ALZ)	#	#							#	#
/MAT/LAW65 (ELASTOMER)	#	#							#	#
/MAT/LAW66		#							#	#
/MAT/LAW68 (COSSER)		#							#	#
/MAT/LAW69		#							#	#
/MAT/LAW70 (FOAM_TAB)	#	#							#	#
/MAT/LAW71	#	#							#	#
/MAT/LAW72 (HILL_MMC)	#	#		#					#	#
/MAT/LAW73		#							#	#
/MAT/LAW74	#	#							#	#
/MAT/LAW75 (POROUS)									#	#
/MAT/LAW76 (SAMP)	#	#							#	#
/MAT/LAW77	#								#	#
/MAT/LAW78	#	#							#	#
/MAT/LAW79 (JOHN_HOLM)		#							#	#
/MAT/LAW80		#							#	#
/MAT/LAW81		#							#	#

材料則	ORTHOBIQUAD	ORTHSTRAIN	FABRIC	HASHIN	LAD_DAMA	PUCK	CHANG	MULLINS_OR	USERi	VISUAL
/MAT/LAW82	#	#							#	#
/MAT/LAW83	#								#	
/MAT/LAW84		#							#	#
/MAT/LAW87 (BARLAT2000)		#							#	#
/MAT/LAW88		#							#	#
/MAT/LAW90	#								#	#
/MAT/LAW92		#						#	#	#
/MAT/LAW93 (ORTH_HILL)または(CONVERSE)		#							#	#
/MAT/LAW94 (YEOH)									#	#
/MAT/LAW95 (BERGSTROM_B								#	#	#
/MAT/LAW97 (JWLB)									#	
/MAT/LAW100 (MNF)								#	#	#
/MAT/LAW101	#								#	#
/MAT/LAW102 (DPRAG2)	#	#							#	#
/MAT/LAW103 (HENSEL-SPITTEL)	#	#		#	#	#			#	#
/MAT/LAW104 (JOHNS_VOCE_I	#	#							#	#
/MAT/LAW106 (JCOOK_ALM)		#		#	#	#			#	#

材料則	ORTHOBIQUAD	ORTHSTRAIN	FABRIC	HASHIN	LAD_DAMA	PUCK	CHANG	MULLINS_OR	USERi	VISUAL
/MAT/LAW108 (SPR_GENE)	#									
/MAT/LAW109		#							#	#
/MAT/LAW110 (VEGTER)	#	#							#	#
/MAT/LAW111									#	#
/MAT/LAW112(PAPERまたはXIA)	#	#							#	#
/MAT/LAW113 (SPR_BEAM)										
/MAT/LAW114(SPR_SE										
/MAT/LAW115 (DESHFLECK)		#							#	#
/MAT/LAW116										
/MAT/LAW117										
/MAT/LAW200 (MDS)										

: あり

空白: なし

*: シェルの場合のみ

**:ソリッドの場合のみ

***:LAW1および/FAIL/LAD_DAMAは、/PROP/TYPE17内の*Plyxfem*によって積層間材料として一緒にのみ使用できます。

‡: フラグI_{strain}*STRAIN*(プロパティカードで定義)がアクティブであることが必要

コメント

1. 破壊モデルをシェルのグローバル積分(/PROP/SHELLでN=0)と共に使用することはできません。

2. キーワードUSER1、USER2、USER3については、シェルおよび3次元ソリッド要素の/FAIL/USERiをご参照ください。
3. 単一の材料に、それぞれが破壊モードを表す破壊モデルを、最大6つ適用できます。
4. 破壊モデルは、SPH定式化と適合性のあるすべての材料のSPHシミュレーションに使用できます。
5. X-FEMが提供するプロパティTYPE1(SHELL)、TYPE11(SH_SANDW)、またはTYPE51が使用される際、4つの破壊モデル(FLD、JOHNSON、TAB1、TBUTCHER)は適合性があります。
6. /FAIL/TAB1と/PROP/TYPE51は、XFEMでは使用できません。
7. FAIL/ORTHSTRAINは、直交異方性プロパティと使用される材料または破壊と適合性があります。

/FAIL/ALTER

ブロックフォーマットのキーワード
ウィンドシールドなどガラス用途のための高度な非線形応力ベースの破壊基準。

破壊応力は、微小亀裂および亀裂伝播速度を定義するパラメータによって表されます。X-FEMでは、応力は亀裂方向に垂直で0に設定されます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/FAIL/ALTER/*mat_ID*/*unit_ID*									
Exp_n		*V0*		*Vc*		*Ncycles*	*Irate*	*Iside*	*mode*
Cr_foil		*Cr_air*		*Cr_core*		*Cr_edge*		*grsh4N*	*grsh3N*
K_{IC}		K_{TH}		*Rlen*		T_{delay}*DELAY*		*Iout*	
Kres1		*Kres2*							
Eta1		*Beta1*		*Tau1*		*Area_ref*			
Eta2		*Beta2*		*Tau2*					
Sig0		*P_scale*		*P_switch*					

オプションの行

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
fail_ID									

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
Exp_n	亜臨界亀裂進展の亀裂進展指数 デフォルト = 16.0（実数）	
V0	K_{IC}における亜臨界亀裂進展の亀裂進展速度V_0。	$[\frac{m}{s}]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
	デフォルト = 0.0（実数）	
Vc	最大亀裂進展速度ガラス デフォルト = 0.0（実数）	$[\frac{m}{s}]$
Ncycles	反復する応力フィルタリング期間。*Irate*=0の場合にのみ使用されます。2 *= 1*（デフォルト） フィルタリングなし （整数）	
Irate	応力速度フィルタリング手法 *= 0* *Ncycles*を用いた指数移動平均 *= 1* 最後の50サイクルを用いた算術平均 （整数）	
Iside	ひずみ速度依存オプション *= 0*（デフォルト） 空気（外向き）側のみのひずみ速度依存。 *= 1* シェルの両側のひずみ速度依存。 （整数）	
mode	近傍の要素間の破壊進展モデルを切り替えるためのフラグ *= 0*（デフォルト） 破壊進展なし *= 1* XFEM破壊進展 *= 2* 等方性フロントウェーブ進展 *= 3* 要素エッジを介した方向進展 *= 4* エッジと対角線を介した方向進展 （整数）	
Cr_foil	下部サーフェスにおける亀裂深さ	$[m]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
	デフォルト = 0.0（実数）	
Cr_air	上部サーフェスにおける亀裂深さ デフォルト = 1.0（実数）	[m]
Cr_core	底部とサーフェスの積分点の間の亀裂深さ デフォルト = 1.0（実数）	[m]
Cr_edge	ウィンドシールドのエッジ要素における亀裂深さ デフォルト = 1.0（実数）	[m]
grsh4N	（オプション）4節点エッジシェル要素のグループ識別子 デフォルト = 0（整数）	
grsh3N	（オプション）3節点エッジシェル要素のグループ識別子 デフォルト = 0（整数）	
K_{IC}	破壊靭性 デフォルト = 0.0（実数）	$[Pa\sqrt{m}]$
K_{TH}	疲労のしきい値 デフォルト = 0.0（実数）	$[Pa\sqrt{m}]$
Rlen	参照長さ デフォルト = 1.0（実数）	[m]
T_{delay}*DELAY*	要素を削除する前の緩和時間。 デフォルト = 0.0（実数）	[s]
Iout	Engine出力ファイルで完全破壊フラグをアクティブにします。 *= 0*（デフォルト） 追加の出力はありません。 *= 1* 拡張出力をアクティブにします。 （整数）	
Kres1	1つ目の亀裂方向の残留引張応力スケールファクター。 デフォルト = 0.0（実数）	
Kres2	2つ目の亀裂方向の残留引張応力スケールファクター。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	デフォルト = 0.0（実数）	
Eta1	下部サーフェスの分布パラメータη_1。 10 （実数）	[Pa]
Beta1	下部サーフェスの分布パラメータβ_1。 10 （実数）	
Tau1	下部サーフェスの分布パラメータτ_1。 10 （実数）	[Pa]
Area_ref	参照要素サーフェス面積。 （実数）	[m²]
Eta2	上部サーフェスの分布パラメータη_2。 10 （実数）	[Pa]
Beta2	上部サーフェスの分布パラメータβ_2。 10 （実数）	
Tau2	上部サーフェスの分布パラメータτ_2。 10 （実数）	[Pa]
Sig0	ガラスサーフェスの初期応力。 （実数）	[Pa]
P_scale	選択した分布関数の定義区間を制限します。 （0.0と1.0の間の実数）	
P_switch	分布関数の区間： *= 0* 分布関数fromは、(0, *P_scale*)の間で定義されます。 *= 1* 分布関数fromは、(*P_scale*, 1)の間で定義されます。 （整数）	
fail_ID	破壊基準識別子 9 （整数、最大10桁）	

例

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
#               MUNIT                LUNIT                TUNIT
                   Mg                   mm                   s
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/LAW36/72200103/1
Glass with linear hardening
#               RHO_I
             2.50E-9
#                   E                   NU           Eps_p_max               Eps_t               Eps_m
             70000.0                 0.23                   0                   0                   0
#  N_funct  F_smooth               C_hard               F_cut               Eps_f
         1         1                    0                1650                   0
#  fct_IDp              Fscale   fct_IDE                EInf                  CE
         0                   0         0                   0                   0
#  fct_ID1   fct_ID2   fct_ID3   fct_ID4   fct_ID5
 722001021
#           Fscale_1            Fscale_2            Fscale_3            Fscale_4            Fscale_5
               1000
#          Eps_dot_1           Eps_dot_2           Eps_dot_3           Eps_dot_4           Eps_dot_5
                  0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FAIL/ALTER/72200103/1
#               EXP_N                  V0                  VC   NCYCLES     IRATE     ISIDE      MODE
                16.0                 6.0             1520000         6         0         0         1
#            CR_FOIL              CR_AIR             CR_CORE             CR_EDGE    GRSH4N    GRSH3N
            0.00040             0.00100             0.00500                   0         0         0
#               KIC                 KTH                RLEN                TDEL      Iout
              23.717              7.9057                 1.0                   0         0
#              KRES1               KRES2
                   0                   0
#               ETA1               BETA1                TAU1            AREA_REF
                   0                   0                   0                   0
#               ETA2               BETA2                TAU2
                   0                   0                   0
#               SIG0             P_SCALE  P_SWITCH
                   0                   0         0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/722001021
Function for glass
#                  X                   Y
                 0.0                 500.0
                 1.0                 550.0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#enddata
```

コメント

1. この破壊基準は、破壊の基準として最大応力を用いており、初期亀裂と亀裂進展速度によって決定される材料の強度に基づいて計算されます。*mode*スイッチフラグに応じて、近傍の要素間の異なる破壊進展モデルが使用され得ます。
2. *Irate*=0である際、指数移動平均フィルターが使用され、フィルタリングされた応力は:

$$\sigma_f(t) = \alpha\sigma(t) + (1-\alpha)\sigma(t-\Delta t) \tag{853}$$

ここで、

σ_f = filtered stress

$$\alpha = \frac{2}{N_{cycles}+1}$$

3. この破壊モデルは低減積分シェル要素(I_{shell}*SHELL* =24およびI_{sh3n}*SH3N* =2を推奨)とのみ適合性があり、完全積分シェル要素とは適合性を有しません。また、使用されるシェルプロパティに制限はないものの、1層シェルモデルとのみ適合します。

4. グループ*grsh4N*および*grsh3N*内で定義された要素は、ウィンドシールドのエッジに沿っていなくてはならず、特定の破壊脆弱を受けます。
5. この破壊モデルは、重複節点を用いてポリビニルブチラール（PVB）ソリッド要素の層を挟むシェル要素に適用されます。アセンブリ全体がウィンドシールドをモデル化します。

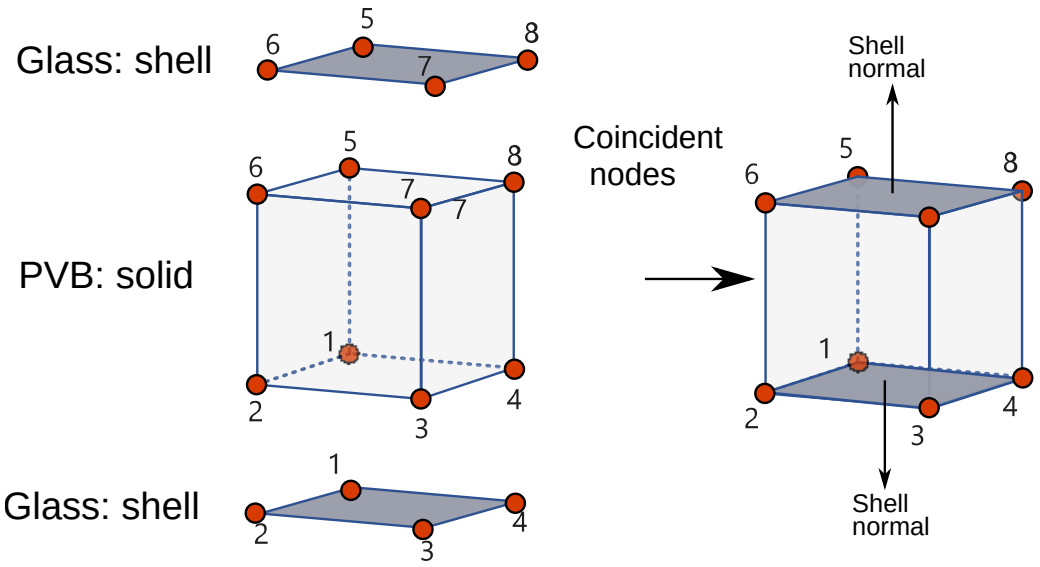


図 *188:* ウィンドシールドの有限要素モデル

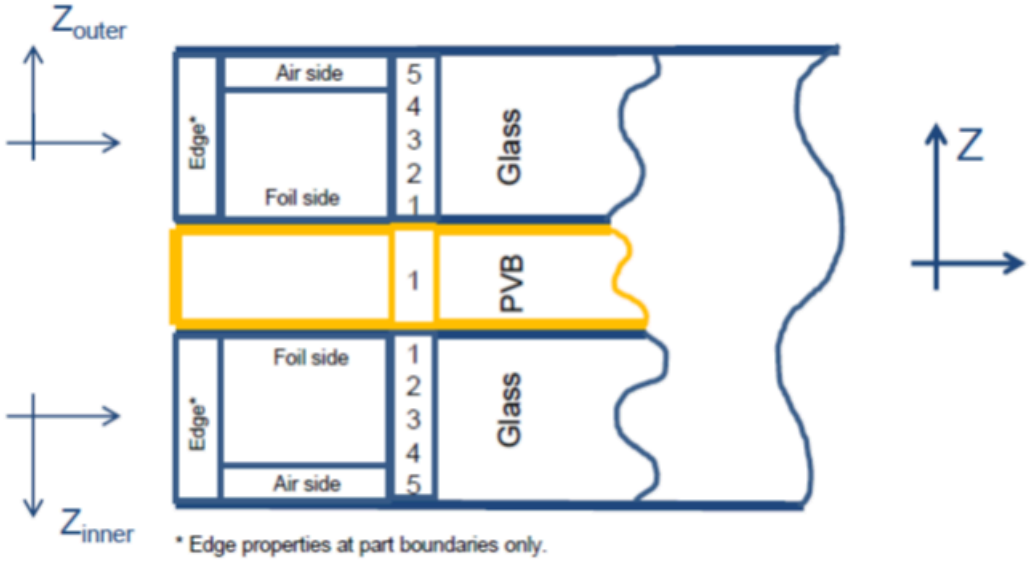


図 *189:* ウィンドシールドモデル - アセンブリ全体

6. この破壊モデルを用いたシェル要素は、法線が中間PVBとは別の方向を指すよう方向付けされていなくてはなりません。
7. シェル要素には、曲げを正しくモデル化するために、オフセットが適用される必要があります。これは、`/PROP/TYPE51` I_{pos}*POS*=4を用いて行うことができます。
8. 破壊限界は、その位置および周りの要素の破壊状態に依存します。[39]
9. *fail_ID*は、/STATE/BRICK/FAILと/INIBRI/FAILおよび`/PERTURB/FAIL/BIQUAD`と共に使用されます。デフォルト値はありません。この行が空白の場合、`/INIBRI/FAIL`内の破壊モデル変数のために出力される値はあ

りません（3次元ソリッドの場合は/STATE/BRICK/FAIL、シェルの場合は/STATE/SHELL/FAILで.staファイルに書き込まれます）。

10. Ch. Brokmann拡張[40]は、外部ガラスサーフェスのみの追加の破壊基準を定義します。これにより、機械的処理または化学的処理が原因で、ガラスサーフェスに初期応力が発生します。ガラスサーフェスの微小欠陥の統計的評価により、左切り捨てワイブル確率分布を使用して破壊の確率を定義できます。

ここで、i = 1、2（下部および上部のサーフェスの場合）

$$P(\sigma) = 1 - \exp\left[\left(\frac{\tau_i}{\eta_i}\right)^{\beta_i} - \left(\frac{\sigma}{\eta_i}\right)^{\beta_i}\right] \tag{854}$$

切り捨て点$\tau = 0$では、よく知られている2パラメータワイブル分布が得られます。Brokmannモデルは、ガラス内のランダムに配向された初期欠陥を計算し、それらをさまざまな長さと形状を持つすべての有限要素に配分します。亀裂の成長は、次の微分方程式で表すことができます：

$$da = V_0 \left(\frac{Y\sigma\sqrt{\pi a}}{K_{IC}}\right)^{Exp\_n} dt \tag{855}$$

ここで、Yはワイブル分布を使用して求めた欠陥形状係数です。

式 855を積分すると、応力速度に強く依存する実際の亀裂サイズが得られます。実際の応力拡大係数を計算して、破壊基準で使用することができます。

Brokmannのモデルの面白さは、分布パラメータと破壊応力値によって、破壊の確率的な可能性を推定できることです。

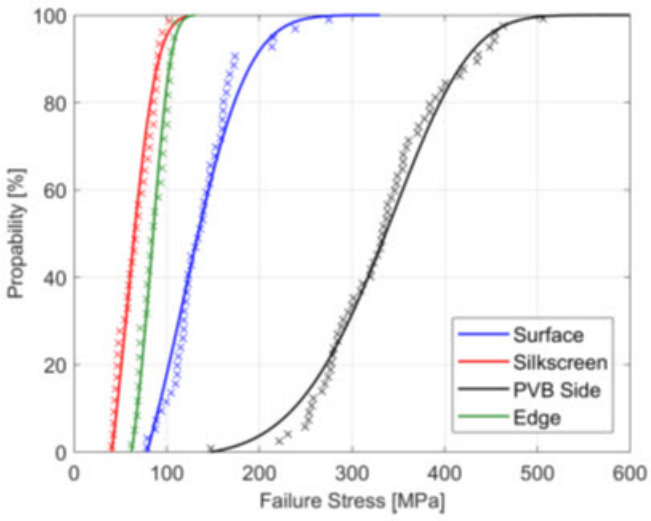


図 *190:*

ガラスの欠陥をランダムに初期化して十分な回数のシミュレーションを実行した後、頭部損傷基準（HIC）の特定の値に到達する確率を推定する可能性を返します。

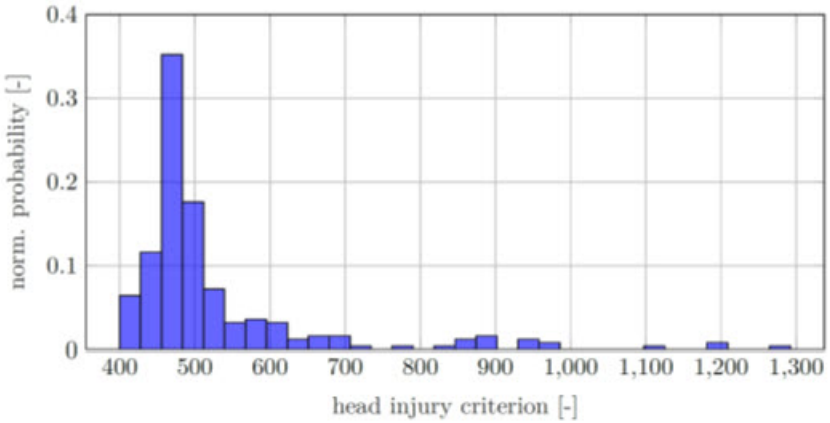


図 *191:*

11. Ch. Brokmann基準を使用すると、フラグ*Irate*は自動的に0に設定されます。この場合、指数平均を使用して、応カフィルタリング区間のサイクル数を定義する必要があります。

39. Alter, Christian, Stefan Kolling, and Jens Schneider. "*An enhanced non–local failure criterion for laminated glass under low velocity impact.*" International Journal of Impact Engineering 109 (2017): 342-353.
40. Ch. Brokmann: "*A Model for the Stochastic Fracture Behavior of Glass and Its Application to the Head Impact on Automotive Windscreens*", Springer Vieweg, 2022, ISBN 9783658367879

/FAIL/BIQUAD

ブロックフォーマットのキーワード
この破壊モデルは、ひずみベースの簡易化された非線形破壊基準を線形損傷累積と共に使用します。破壊ひずみは、5つまでのユーザー定義破壊ひずみから曲線のフィッティングを用いて計算された2つの放物線関数によって記述されます。

各要素の破壊限界の摂動は、/PERTURB/FAIL/BIQUADを使用することでアクティブ化できます。この破壊限界は、FordのChristian Cremerとのパートナーシップにおいて開発されました。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/FAIL/BIQUAD/*mat_ID*/*unit_ID*									
c1		*c2*		*c3*		*c4*		*c5*	

カード2 - 損傷累積パラメータ

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
P_thick_{fail}		*M-Flag*	*S-Flag*	*Inst_start*			fct_ID_{el}	*El_ref*	

オプション行（*M-Flag* = 99の場合）

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
r1		*r2*		*r4*		*r5*			

オプションの行

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
fail_ID									

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
c1	単軸圧縮における破壊塑性ひずみ。 デフォルト = 0.0(実数) 2	
c2	せん断破壊塑性ひずみ。 デフォルト = 0.0(実数) 2	
c3	単軸引張における破壊塑性ひずみ。 デフォルト = 0.0(実数) 2	
c4	平面ひずみ引張における破壊塑性ひずみ。 デフォルト = 0.0(実数) 2	
c5	2軸引張における破壊ひずみ。 デフォルト = 0.0(実数) 2	
P_thick_{fail}	要素が削除される前に破断すべき厚み全体での積分点の比率 デフォルト = 0.0(実数)	
M-Flag	材料選択のフラグ。4 *= 0*(デフォルト) *c1 – c5*値を入力します。 *=1* 軟鋼 *=2* HSS鋼 *=3* UHSS鋼 *=4* アルミニウムAA5182 *=5* アルミニウムAA6082-T6 *=6* 塑性PA6GF30 *=7* 塑性PP T40 *=99* 右記のユーザー定義の破壊みずみ速度を入力します; *r1*、*r2*、*r4*および*r5* (整数)	

フィールド	内容	**SI**単位の例
S-Flag	特定の挙動のフラグ。7 *= 1*（デフォルト） 2つの放物線関数が使用されます。 *=2* 平面ひずみは大域的最小。 *=3* 平面ひずみは大域的最小 + 肉やせ。	
Inst_start	肉やせについての不安定性開始値。*S-Flag*=3の場合に入力が必要。5 （実数）	
fct_ID_{el}	要素サイズ因子関数識別子。 （整数）	
El_ref	参照要素サイズ。 デフォルト = 1.0（実数）	[m]
r1	単軸圧縮（*c1*）の単軸引張に対する破壊塑性ひずみ速度*c3*）、したがって$c1 = r1 \cdot c3$ *M-Flag*=99の場合のみ使用。 デフォルト = 0.0（実数）	
r2	純せん断（*c2*）の単軸引張（*c3*）に対する破壊塑性ひずみ速度 $c2 = r2 \cdot c3$。 *M-Flag*=99の場合のみ使用。 デフォルト = 0.0（実数）	
r4	純ひずみ引張（*c4*）の単軸引張（*c3*)に対する破壊塑性ひずみ速度、したがって$c4 = r4 \cdot c3$ *M-Flag*=99の場合のみ使用。 デフォルト = 0.0（実数）	
r5	2軸引張（*c5*）の単軸引張（*c3*)に対する破壊塑性ひずみ速度、したがって$c5 = r5 \cdot c3$ *M-Flag*=99の場合のみ使用。 デフォルト = 0.0（実数）	
fail_ID	破壊基準識別子 8	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数、最大10桁）	

例

例1（*M-Flag*≠0、*M-Flag*≠99）では、大まかに事前定義された材料データを使用します（初期の設計検討時のみ推奨）

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
#              MUNIT                LUNIT                TUNIT
                 kg                   mm                   ms
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  1. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/PLAS_JOHNS/2/1
Aluminium
#              RHO_I
             2.64E-6                    0
#                   E                   Nu     Iflag
                   70                  .3         0
#                   a                    b                    n             EPS_max             SIG_max0
                 .35                  .45                   .6                   0                 1000
#                   c            EPS_DOT_0       ICC    Fsmooth               F_cut
                    0                    1         1         0                   0
#                   m               T_melt              rhoC_p                 T_r
                    0                    0                   0                 298
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FAIL/BIQUAD/2/1
#                  c1                   c2                   c3                   c4                   c5
                    0                    0                    0                    0                    0
#         P_thickfail    M-Flag    S-Flag          Inst_start           FCT_ID_EL              EI_REF

                  1.0         4         3                  0.1                    0                    0
#  Fail_ID
         1
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PERTURB/FAIL/BIQUAD/2
test1
#          Mean_value            Deviation             Min_cut             Max_cut      Seed    Idistri
                 1.0                 0.03                0.95                1.05         0          1
#  Fail_ID           parameter
         1                 c3
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#enddata
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

例2（*M-Flag*=0の場合）：*c1* – *c5*の値に破壊ひずみを入力

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
#              MUNIT                LUNIT                TUNIT
                 kg                   mm                   ms
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  1. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/PLAS_JOHNS/2/1
Aluminium
#              RHO_I
             2.64E-6                    0
#                   E                   Nu     Iflag
                   70                  .3         0
#                   a                    b                    n             EPS_max             SIG_max0
                 .35                  .45                   .6                   0                 1000
#                   c            EPS_DOT_0       ICC    Fsmooth               F_cut
                    0                    1         1         0                   0
#                   m               T_melt              rhoC_p                 T_r
                    0                    0                   0                 298
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FAIL/BIQUAD/2/1
#                  c1                   c2                   c3                   c4                   c5
                 1.5                  0.3                  0.3                 0.12                 0.24
```

```
#        P_thickfail    M-Flag    S-Flag          Inst_start          FCT_ID_EL              EI_REF
                 1.0         0         3                 0.1                  0                    0
#  Fail_ID
         1
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PERTURB/FAIL/BIQUAD/2
test1
#         Mean_value           Deviation             Min_cut             Max_cut      Seed   Idistri
                 1.0                0.03                0.95                1.05         0         1
#  Fail_ID           parameter
         1                  c3
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#enddata
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

例3(*M-Flag*=99の場合): *c3*の破壊ひずみと破壊ひずみのスケール*r1*、*r2*、*r4*、*r5*を入力

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
#               MUNIT                LUNIT                TUNIT
                  kg                   mm                   ms
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  1. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/PLAS_JOHNS/2/1
Aluminium
#             RHO_I
            2.64E-6                    0
#                  E                   Nu     Iflag
                  70                   .3         0
#                  a                    b                    n             EPS_max             SIG_max0
                 .35                  .45                   .6                   0                 1000
#                  c            EPS_DOT_0       ICC    Fsmooth              F_cut
                   0                    1         1         0                   0
#                  m               T_melt              rhoC_p                 T_r
                   0                    0                    0                 298
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FAIL/BIQUAD/2/1
#                 c1                   c2                   c3                   c4                   c5
                   0                    0                  0.3                    0                    0
#        P_thickfail    M-Flag    S-Flag          Inst_start          FCT_ID_EL              EI_REF
                 1.0        99         3                 0.1                  0                    0
#                 r1                   r2                   r4                   r5
                 5.0                  1.0                  0.4                  0.8
#  Fail_ID
         1
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PERTURB/FAIL/BIQUAD/2
test1
#         Mean_value           Deviation             Min_cut             Max_cut      Seed   Idistri
                 1.0                0.03                0.95                1.05         0         1
#  Fail_ID           parameter
         1                  c3
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#enddata
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. この破壊基準は、破壊塑性ひずみvs.応力軸性(応力の状態)を用いて定義されます。これにより、荷重条件に応じて材料が呈する異なる塑性破壊ひずみが可能となります。曲線は、単軸引張である$\frac{1}{3}$の軸性値において交差する2つの放物線関数によって記述されます。

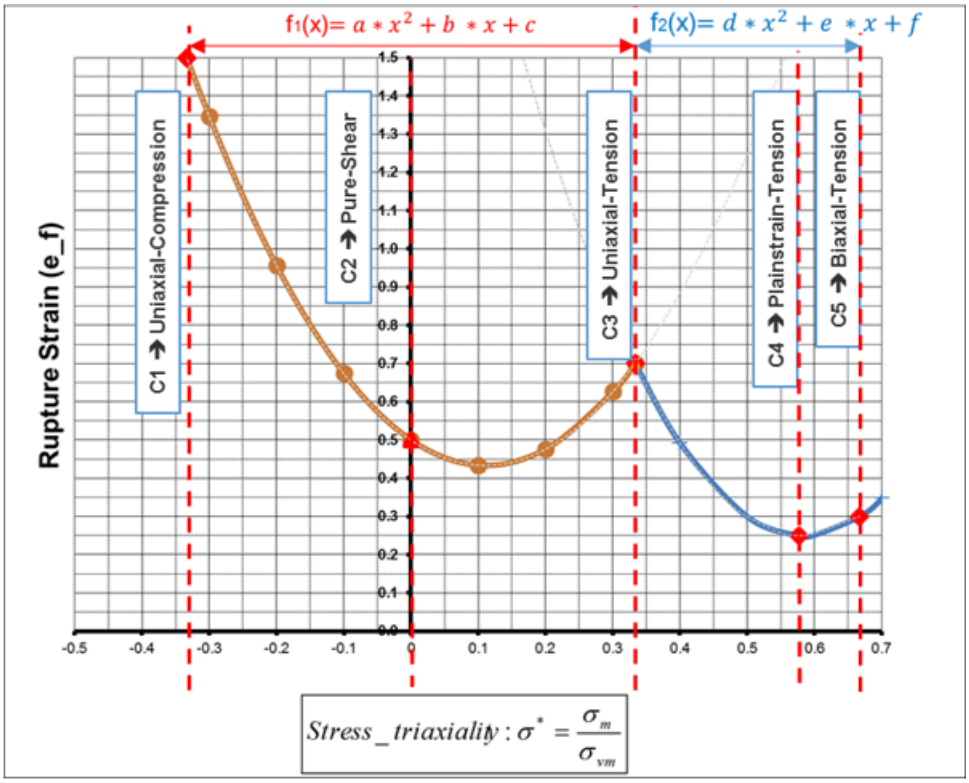


図 *192:*

この2つの放物線破壊ひずみ曲線vs.応力の状態（応力の軸性）のパラメータは、入力*c1-c5*値を用いた初期化フェーズ中にRadiossによってインタラクティブに計算されます。計算された放物線破壊曲線パラメータa、b、c、d、eおよびfは、Starter出力ファイルで確認することが可能です。

計算された放物線破壊ひずみ曲線は負の破壊ひずみ値を有します。これらの負の値は1E-6の破壊ひずみによって置き換えられ、これは、非常に大きな損傷累積と脆性の挙動をもたらします。

この破壊基準は、シェルおよびソリッドを含むすべての弾塑性材料にも使用できます。

2. デフォルトでは、*c1*から*c5*には、0以外の値を入力する必要があります。しかしながら、破壊情報が欠落している場合、独特なデフォルト値が存在します。
   - 材料破壊の挙動が未知である場合、*c1*から*c5*までは0.0に設定され、軟鋼挙動（*M-Flag*=1）が使用されます。
   - 引張破壊値のみが既知である場合、*c3*が定義されます（$c1 = c2 = c4 = c5 = 0.0$）。軽度な鋼鉄挙動が使用され、ユーザー定義の*c3*値によってスケーリングされます。
   - 材料挙動が既知である場合、*M-Flag*が定義され、*c3*は期待される引張破壊に従った破壊モデルの調整に使用できます。選択された材料挙動は、ユーザー定義の*c3*値によってスケーリングされます。
   - それ以外の場合、*c1*～*c5*は定義される傾向にあり、デフォルト値0.0が使用されます。
3. 物理実験からの破壊における塑性ひずみは、*c1 – c5*として入力できます。
4. 破壊ひずみデータが入手できない場合、材料のフラグ*M-Flag*は、一部の材料について予め定義された破壊の値を選択するために使用できます。

   M-Flag > 0の場合、入力された*c1*、*c2*、*c4*、*c5*の値は使用されず、代わりに、下記より予め定義された速度値を用いて計算されます：

   $$c1 = r1 \cdot c3$$
   $$c2 = r2 \cdot c3$$

$$c3 = c3$$
$$c4 = r4 \cdot c3$$
$$c5 = r5 \cdot c3$$

c3 =0かつ*M-Flag* ≠ 0の場合、*c3*も使用されます:

M-Flag	材料にほぼ対応	***c3***（デフォルト）	***r1***	***r2***	***r4***	***r5***
1	軟鋼	0.60	3.5	1.6	0.6	1.5
2	HSS鋼	0.50	4.3	1.4	0.6	1.6
3	UHSS鋼	0.12	5.2	3.1	0.8	3.5
4	アルミニウムAA5182	0.30	5.0	1.0	0.4	0.8
5	アルミニウムAA6082-T6	0.17	7.8	3.5	0.6	2.8
6	塑性PA6GF30	0.10	3.6	0.6	0.5	0.6
7	塑性PP T40	0.11	10.0	2.7	0.6	0.7
99	ユーザー定義の値（オプション行）	0.30	オプション入力	オプション入力	オプション入力	オプション入力

*Altairまたは作者のいずれも、これらの値から得られる結果、有効性または精度に責任を負うものではありません。ユーザーは、妥当な試験結果により自身の値を検証する必要があります。使用は、初期設計調査にのみ推奨されます。

- *c3* > 0の場合、選択された材料の挙動は、*c3*および*r1*から*r5*までの予め定義された速度値によってスケーリングされます。
- *M-Flag*=99の場合、破壊ひずみ速度*r1*、*r2*、*r4*および*r5*は、以下の追加行に入力される必要があります。

5. 損傷は線形的に累積し、出力リクエスト`/ANIM/SHELL/DAMA/ALL`または`/ANIM/BRICK/DAMA/111`を用いてアニメーションファイル内でポスト処理することが可能です。シェル要素については、積分点が$D = 1$に達すると、積分点応力テンソルがゼロにセットされます。シェル要素は、*P_thick*$_{fail}$の値に基づいて削除されます。

P_thick$_{fail}$が空白であるか、0に設定されている場合、シェルプロパティの*P_thick*$_{fail}$の値が使用されます。*P_thick*$_{fail}$ > 0の場合、シェルプロパティによって定義された*P_thick*$_{fail}$の値は無視され、この破壊モデルに入力された値が使用されます。

P_thick$_{fail}$ > 0の値の場合、厚み全体の破断した積分点の比率が*P_thick*$_{fail}$以上になると、要素が破断し、削除されます。

ソリッド要素では、積分点が$D = 1$に達すると、要素は削除されます。

6. /PERTURB/FAIL/BIQUADが用いられる場合、*M-Flag*>0が使用され、分散は*c3*値のみに適用されます。結果の*c1*、*c2*、*c4*および*c5*の値は破壊ひずみ速度を用いて計算され、摂動ノイズが破壊ひずみ曲線全体に適用されます。

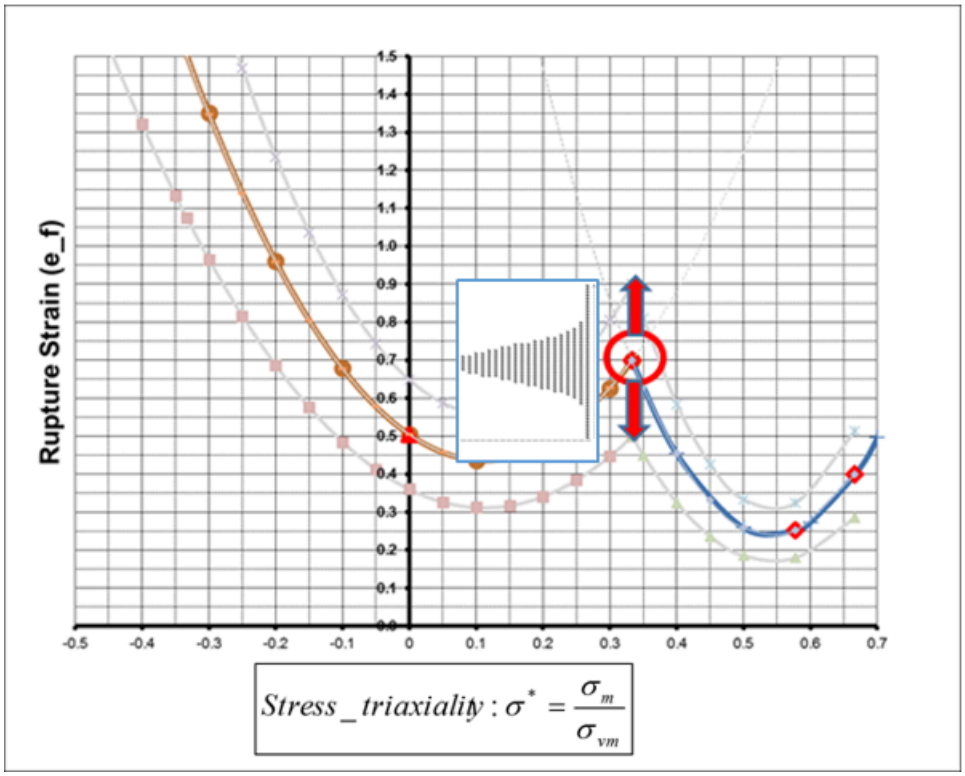


図 *193:*

7. 特定のフィーチャーは、このフラグによってアクティブ化されます:

S-Flag= 1: 破壊曲線が作成されます。1。

S-Flag=2: 値*c4*を大域的最小とします。これを得るには、2つ目の式を、曲線の最小値が*c4*で起こる2つの2次サブ関数に分割します。

ここで、$\sigma^* = \frac{1}{\sqrt{3}}$.

S-Flag=3: *S-Flag*= 2プラス簡易化されたネッキング基準と同じです。肉やせ基準は、Marciniak-Kuczynski解析に基づきます。これは、応力の軸性$\frac{1}{3}$および$\frac{2}{3}$の間のネッキングの開始を表す曲線を定義する2つの追加2次関数を使用します。この曲線の最小値は、*Inst_start*フィールド内でユーザーによって定義され、平面ひずみ引張$\sigma^* = \frac{1}{\sqrt{3}}$で生じます。この曲線を用いて、2番目のネッキング損傷値が計算され、破断は、すべての積分点が$D = 1$に達した際にのみ起こります。

*Inst_start*の値は、単軸引張試験から、最大応力における(真に塑性の)ひずみとして推定できます。

8. *fail_ID*は、/STATE/BRICK/FAILと/INIBRI/FAILおよび/PERTURB/FAIL/BIQUADと共に使用されます。デフォルト値はありません。この行が空白の場合、/INIBRI/FAIL内の破壊モデル変数のために出力される値はありません(/STATE/BRICK/FAILオプションで.staファイルに書き込まれます)。

See Also
/FAIL/JOHNSON (Starter)

/FAIL/TAB1 (Starter)
/PERTURB/FAIL/BIQUAD (Starter)

/FAIL/CHANG

ブロックフォーマットのキーワード
Chang破壊モデルを記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/FAIL/CHANG/*mat_ID*/*unit_ID*									
σ_1^t		σ_2^t		$\bar{\sigma}_{12}$		σ_1^c		σ_2^c	
β		$\tau_{\max}$		I_{fail_sh}					

オプションの行：

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
fail_ID									

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
σ_1^t	縦方向引張り強度。 デフォルト = 10^{30}（実数）	[Pa]
σ_2^t	横方向引張り強度。 デフォルト = 10^{30}（実数）	[Pa]
$\bar{\sigma}_{12}$	せん断強度。 デフォルト = 10^{30}（実数）	[Pa]
σ_1^c	縦方向圧縮強度。 デフォルト = 10^{30}（実数）	[Pa]
σ_2^c	横方向圧縮強度。	[Pa]

フィールド	内容	**SI**単位の例
	デフォルト = 10^{30}（実数）	
β	せん断スケーリング係数。 デフォルト = 0（実数）	
τ_{max}	動的緩和。7 デフォルト = 10^{30}（実数）	[s]
I_{fail_sh}	シェル破壊モデルフラグ。 *= 1*（デフォルト） 損傷が1つの層の繊維またはマトリックスに達するとシェルが削除されます。 *= 2* 損傷がシェルの全層の繊維またはマトリックスに達するとシェルが削除されます。 *= 3* 損傷がシェルの1つの繊維層のみに達するとシェルが削除されます。 *= 4* 損傷がシェルの全繊維層に達するとシェルが削除されます。 （整数）	
fail_ID	破壊基準識別子。6 （整数、最大10桁）	

コメント

1. この破壊モデルはシェル専用です。
2. ここでは、方向1が繊維方向です。繊維破損の破壊基準は下記のように記述されます。

   引張繊維モード: $\sigma_{11} > 0$

   $$e_f{}^2 = \left(\frac{\sigma_{11}}{\sigma_1^t}\right)^2 + \beta\left(\frac{\sigma_{12}}{\overline{\sigma}_{12}}\right)^2 \quad (856)$$

   圧縮繊維モード: $\sigma_{11} < 0$

   $$e_c{}^2 = \left(\frac{\sigma_{11}}{\sigma_1^c}\right)^2 \quad (857)$$

3. マトリックス亀裂の破壊基準は:

   引張マトリックスモード: $\sigma_{22} > 0$

$$e_m^2 = \left(\frac{\sigma_{22}}{\sigma_2^t}\right)^2 + \beta\left(\frac{\sigma_{12}}{\bar{\sigma}_{12}}\right)^2 \quad (858)$$

圧縮マトリックスモード: $\sigma_{22} < 0$

$$e_d^2 = \left(\frac{\sigma_{22}}{2\bar{\sigma}_{12}}\right)^2 + \left[\left(\frac{\sigma_2^c}{2\bar{\sigma}_{12}}\right)^2 - 1\right]\frac{\sigma_{22}}{\sigma_2^c} + \left(\frac{\sigma_{12}}{\bar{\sigma}_{12}}\right)^2 \quad (859)$$

4. 損傷パラメータ$e_f 2, e_c 2, e_m 2$、または$e_d^2 \geq 1.0$の場合、数値の不安定性を回避するため、指数関数を使用して応力を減少させます。緩和手法は、応力を徐々に減少させて使用します:

$$\boldsymbol{\sigma}(t) = \mathrm{f}(t) \cdot \boldsymbol{\sigma}_d(t_r) \quad (860)$$

ここで、

$$\mathrm{f}(t) = \exp\left(-\frac{t - t_r}{\tau_{\max}}\right) \quad (861)$$

ここで、

t	時間
t_r	損傷基準が推定される場合における緩和の開始時間
$\tau_{\max}$	動的緩和の時間
$\boldsymbol{\sigma}_d(t_r)$	損傷開始時の応力

5. 損傷値*D*は、$0 \leq D \leq 1$です。破壊の状態は次のとおりです。
   - 次の場合、破壊なし: $0 \leq D < 1$
   - 次の場合、破壊: $D = 1$

   ここで、$D = Max(e_f 2, e_c 2, e_m 2, e_d 2)$。この損傷値は`/ANIM/SHELL/DAMA`で示されます。
6. *fail_ID*は、シェルの`/STATE/SHELL/FAIL`および`/INISHE/FAIL`で使用されます。デフォルト値はありません。この行が空白の場合、`/INIBRI/FAIL`内の破壊モデル変数のために出力される値はありません(3次元ソリッドの場合は`/STATE/BRICK/FAIL`、シェルの場合は`/STATE/SHELL/FAIL`で`.sta`ファイルに書き込まれます)。
7. 破壊基準に達した後、$\tau_{\max}$の値は破断要素での応力が徐々に減少して0になるまでの期間を決定します。応力が破壊の開始時における応力値の1%に達すると、要素は削除されます。これは、要素が突然削除され、隣接要素で破断の"連鎖反応"が起こることによる不安定性を回避するために必要となります。破壊基準に達した場合でも、$\tau_{\max} = 1.0E30$のデフォルト値であれば要素は削除されません。したがって、$\tau_{\max}$をシミュレーションの時間ステップの10倍大きく定義することが推奨されます。

See Also

複合材破壊モデル

/FAIL/COCKCROFT

ブロックフォーマットのキーワード
線形損傷累積を伴う非線形応力-ひずみベースの破壊基準。

シェルおよびソリッドと適合性があります。最大主引張応力によって変更される累積の相当ひずみが限界値に達すると、破壊が発生します。粘弾性および弾塑性材料と適合性があります。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/FAIL/COCKCROFT/*mat_ID*/*unit_ID*									
C0		*Alpha*							

オプションの行

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
fail_ID									

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	（オプション）単位識別子 （整数、最大10桁）	
C0	Cockcroft–Latham破壊基準 1 *< 0* 破壊基準計算には合計相当ひずみが使用されます。通常、塑性のない粘弾性材料で使用されます。 *> 0* 破壊基準計算には塑性ひずみが使用されます。通常、弾塑性材料で使用されます。 （実数）	[Pa]
Alpha	第1主応力σ_1に対する指数移動平均フィルター。4 *= 0* 1に設定	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= *1.0*（デフォルト） フィルタリングなし （実数）	
fail_ID	（省略可能）破壊基準識別子。 （整数、最大10桁）	

例

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
#               MUNIT                LUNIT                TUNIT
                  Mg                   mm                    s
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/PLAS_TAB/1/1
Steel
#              RHO_I
             7.8E-9                    0
#                  E                   Nu           Eps_p_max               Eps_t               Eps_m
              210000                   .3                   0                   0                   0
#  N_funct  F_smooth               C_hard               F_cut               Eps_f                  VP
         1         0                    0                   0                   0                   0
#  fct_IDp              Fscale   Fct_IDE                EInf                  CE
         0                   0         0                   0                   0
# func_ID1  func_ID2  func_ID3  func_ID4  func_ID5
         1
#           Fscale_1            Fscale_2            Fscale_3            Fscale_4            Fscale_5
                  1
#          Eps_dot_1           Eps_dot_2           Eps_dot_3           Eps_dot_4           Eps_dot_5
                  0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FAIL/COCKCROFT/1/1
#                 C0               Alpha
                 0.4
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  3. FUNCTIONS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/1
function_36
#                  X                   Y
                0.00              270.00
                0.01              298.39
                0.02              313.04
                0.03              324.89
                0.04              335.23
                0.05              344.58
                0.06              353.20
                0.07              361.26
                0.08              368.87
                0.09              376.11
                0.10              383.03
                0.20              441.33
                0.30              488.52
                0.40              529.69
                0.50              566.89
                0.60              601.21
                0.70              633.30
                0.80              663.61
                0.90              692.43
                1.00              720.00
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#enddata
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. この破壊基準は、よく知られているCockcroft–Latham基準に基づいて定義されています。

$$\int_0^{\bar{\varepsilon}_f} \max(\sigma_1, 0) \cdot d\bar{\varepsilon} = C0 \qquad (862)$$

ここで、

σ_1	第1主引張応力
$\bar{\varepsilon}$	相当ひずみ

2. 圧縮では破壊は発生しません。
3. この破壊が/MAT/LAW1とともに使用される場合、*N*=1（膜）のみがサポートされます。*N*=0グローバル積分が使用される場合は機能しません。
4. 指数移動平均フィルターは、第1主応力のフィルタリングに使用されます。

$$\sigma_f(t) = \alpha\sigma(t) + (1-\alpha)\sigma(t-\Delta t) \qquad (863)$$

ここで、

σ_f
: フィルタリングされた応力

α
: 重み減少の程度。0～1の間の一定のスムージング係数です。αの値が大きいほど、急速に前の値から低減します（応力のフィルタリングが少なくなります）。

See Also
Failure Models (Reference Guide)

41. Cockcroft, M. G., and D. J. Latham."*Ductility and the workability of metals.*" J Inst Metals 96, no. 1 (1968): 33-39

/FAIL/CONNECT

ブロックフォーマットのキーワード
変位基準および / またはエネルギー基準を使用してCONNECTION材料のための破壊モデルを記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/FAIL/CONNECT/*mat_ID*/*unit_ID*									
$\bar{u}_{\max N}$		*exp*$_N$		α_N		*R_fct_ID*$_N$	*I*$_{fail}$*FAIL*	*I*$_{fail\_so}$	*ISYM*
$\bar{u}_{\max T}$		*exp*$_T$		α_T		*R_fct_ID*$_T$			
EI$_{max}$		*EN*$_{max}$		*ET*$_{max}$		*N*$_n$		*N*$_t$	
T$_{max}$*MAX*		*N*$_{soft}$		*AREA*$_{scale}$					

オプションの行

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
fail_ID									

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
$\bar{u}_{\max T}$	法線方向の破壊相対変位 デフォルト = 10^{30}（実数）	
exp$_N$	法線方向の破壊指数パラメータ デフォルト = 1.0（実数）	
α_N	法線方向スケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	
R_fct_ID$_N$	法線方向の破壊スケールファクターに対する変位速度の関数$f_N(\dot{u}_N)$の識別子	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	
I_{fail}*FAIL*	破壊定式化フラグ 2 = *0*（デフォルト） 1方向性破壊（連成破壊定式化） = *1* 多方向性破壊（非連成破壊定式化） （整数）	
I_{fail_so}	ソリッド破壊フラグ = *1*（デフォルト） 1つの積分点が破壊基準に達すると、ソリッド要素は削除されます。 = *2* 全積分点が破壊基準に達すると、ソリッド要素は削除されます。 （整数）	
ISYM	圧縮のための破断非アクティブ化フラグ = *0*（デフォルト） 引張および圧縮で同じ挙動 = *1* 圧縮の場合は破壊を非アクティブ化 （整数）	
$\bar{u}_{\max T}$	接平面の破壊相対変位 デフォルト = 10^{30}（実数）	
exp_T	接平面の破壊指数パラメータ デフォルト = 1.0（実数）	
α_T	接平面のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	
$R\_fct\_ID_T$	接平面の破壊スケールファクターに対する変位速度の関数 $\mathrm{f}_T(\dot{u}_T)$ の識別子 （整数）	
EI_{max}	サーフェス単位あたりの破壊内部エネルギー デフォルト = 10^{30}（実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{s}^2}\right]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
EN_{max}	サーフェス単位あたりの法線破壊内部エネルギー デフォルト = 10^{30}（実数）	$\left[\frac{kg}{s^2}\right]$
ET_{max}	サーフェス単位あたりの接線破壊内部エネルギー デフォルト = 10^{30}（実数）	$\left[\frac{kg}{s^2}\right]$
N_n	法線エネルギー破壊規準の指数 デフォルト = 1.0（実数）	
N_t	接線エネルギー破壊規準の指数 デフォルト = 1.0（実数）	
$T_{max}MAX$	エネルギー破壊規準の継続時間パラメータ （実数）	[s]
N_{soft}	破壊の軟化指数 デフォルト = 1.0（実数）	
$AREA_{scale}$	面積増大の破壊スケールファクター 6 デフォルト = 0.0、このオプションは使用されない（実数）	
fail_ID	破壊基準識別子 4 （整数、最大10桁）	

例（**Spotweld**）

```
#RADIOSS STARTER
/UNIT/1
unit for mat
                    Mg                    mm                    s
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/LAW59/1/1
spotweld
#              RHO_I
               7.9E-9
#                  E                     G     Imass
                21000                 21000         0
#   NB_fct    Fsmooth                  Fcut
         1          1                     0
# YFun_IDN   YFun_IDT               SR_ref           Fscale_yld
         1          2                     0                    0
/FAIL/CONNECT/1
#           EPS_MAX_N               EXP_N              ALPHA_N R_fct_IDN      Ifail   Ifail_so       ISYM
                   1                   0                    0         0          1          0
#           EPS_MAX_T               EXP_T              ALPHA_T R_fct_IDT
                 1.8                   0                    0         0
#               EIMAX               ENMAX                ETMAX                  Nn                  Nt
                   0                   0                    0                   0                   0
#                Tmax               Nsoft             AREAscale
                   0                   0                    0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

```
#-  3. FUNCTIONS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/1
New_function
#                   X                   Y
                    0                 250
                    1                 350
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/2
New_function
#                   X                   Y
                    0                 350
                    1                 350
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
/END
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. この破壊モデルは、結合材料/MAT/LAW59 (CONNECT)とのみ適合性があります。
2. 破壊基準:

   相対変位に基づく場合:

   - I_{fail}*FAIL*=0:1方向性定式化(非連成破壊定式化)

$$Cs(t) = \max\left(\left|\frac{\bar{u}_N}{\bar{u}_{\max N}} \cdot \alpha_N \cdot \mathrm{f}_N(\bar{u}_N)\right|^{\exp_N}, \left|\frac{\bar{u}_T}{\bar{u}_{\max T}} \cdot \alpha_T \cdot \mathrm{f}_T(\bar{u}_T)\right|^{\exp_T}\right) > 1 \tag{864}$$

   - I_{fail}*FAIL*=1:多方向性定式化(連成破壊定式化)

$$Cs(t) = \left|\frac{\bar{u}_N}{\bar{u}_{\max N}} \cdot \alpha_N \cdot \mathrm{f}_N(\bar{u}_N)\right|^{\exp_N} + \left|\frac{\bar{u}_T}{\bar{u}_{\max T}} \cdot \alpha_T \cdot \mathrm{f}_T(\bar{u}_T)\right|^{\exp_T} > 1 \tag{865}$$

   エネルギーに基づく場合:

$$Ce(t) = \max\left[\left(\frac{En}{EN_{\max}}\right)^{N_n} + \left(\frac{Et}{ET_{\max}}\right)^{N_t}, \frac{EI}{EI_{max}}\right] > 1 \tag{866}$$

   ここで、

EI	結合要素エリア毎の内部エネルギー。
En	結合要素エリア毎の法線方向の内部エネルギー。
Et	結合要素エリア毎のせん断方向の内部エネルギー。

3. 損傷変数、Dは、相対変位またはエネルギーによって生成される損傷累積の最大値として定義されます:

$$D_{\max} = \max\left[\int_0^t \left(\mathrm{Cs}(t)\big|_{\mathrm{Cs}(t)>1}\right)dt, \int_0^t \left(\mathrm{Ce}(t)\big|_{\mathrm{Ce}(t)>1}\right)dt\right] \tag{867}$$

   次の場合、要素は削除されます(または、局所積分点での応力が0に設定されます):

$$D_{\max} \geq T_{\max} \tag{868}$$

   $T_{\max}$がデフォルト値の場合、破壊は直ちに起こります。

   そうでない場合、$T_{\max} > D_{\max} > 0$だと、次のように軟化が適用されます(全方向):

$$\boldsymbol{\sigma} = \boldsymbol{\sigma}\left(1 - \frac{D}{T_{\max}}\right)^{N_{soft}} \tag{869}$$

4. *fail_ID*は、/STATE/BRICK/FAILおよび/INIBRI/FAILで使用されます。デフォルト値はありません。この行が空白の場合、/INIBRI/FAIL内の破壊モデル変数のために出力される値はありません(/STATE/BRICK/FAILオプションで.staファイルに書き込まれます)。
5. 以下のアニメーション(/ANIM/BRICK)および時刻歴(/TH/BRICK)出力は、USR(すべての積分点の最大値)を用いて使用できます。

	***EI*max(のみ)**	***EN*maxまたは*ET*max(のみ)**	***EI*maxおよび(*EN*maxまたは*ET*max)**
USR1	$\frac{EI}{EI_{\max}}$		$\max\left[\left(\frac{En}{EN_{\max}}\right)^{N_n}+\left(\frac{Et}{ET_{\max}}\right)^{N_t},\ \frac{EI}{EI_{\max}}\right]$
USR2		$\left(\frac{En}{EN_{\max}}\right)^{N_n}+\left(\frac{Et}{ET_{\max}}\right)^{N_t}$	$\left(\frac{En}{EN_{\max}}\right)^{N_n}+\left(\frac{Et}{ET_{\max}}\right)^{N_t}$

ここで、

EI	結合要素エリア毎の内部エネルギー
En	結合要素エリア毎の法線方向の内部エネルギー
Et	結合要素エリア毎のせん断方向の内部エネルギー

	***I*failFAIL=0**	***I*failFAIL=1**
USR3	$\max\left[\mathrm{f}_N(\dot{\varepsilon}_N)\cdot\frac{\varepsilon_N}{\varepsilon_{\max N}},\ \mathrm{f}_T(\dot{\varepsilon}_T)\cdot\frac{\varepsilon_T}{\varepsilon_{\max T}}\right]$	$\mathrm{f}_N(\dot{\varepsilon}_N)\cdot\frac{\varepsilon_N}{\varepsilon_{\max N}}$
USR4	$\mathrm{f}_T(\dot{\varepsilon}_T)\cdot\frac{\varepsilon_T}{\varepsilon_{\max T}}$	$c4=\mathrm{f}_T(\dot{\varepsilon}_T)\cdot\frac{\varepsilon_T}{\varepsilon_{\max T}}$
USR5	$\left\lvert\frac{\varepsilon_N}{\varepsilon_{\max N}}\cdot\alpha_N\cdot\mathrm{f}_N(\dot{\varepsilon}_N)\right\rvert^{\exp_N}+\left\lvert\frac{\varepsilon_T}{\varepsilon_{\max T}}\cdot\alpha_T\cdot\mathrm{f}_T(\dot{\varepsilon}_T)\right\rvert^{\exp_T}>1$	
USR6	$SOFT=\left(1-\frac{D}{T_{\max}}\right)^{N_{soft}}$	$SOFT=\left(1-\frac{D}{T_{\max}}\right)^{N_{soft}}$

6. 面積は、ソリッド要素の上下のサーフェスの平均値として計算されます。実際の面積が、初期面積に$AREA_{scale}$係数を掛けた値に到達すると、要素全体が削除されます。結合要素に接合した要素が破壊すると、このオプションは、結合要素の大変形による節点のシューティングを防止するために使用できます。

See Also

RD-E:4802 クラッシュボックス内のソリッドおよびスプリングスポット溶接

/FAIL/EMC

ブロックフォーマットのキーワード
有効塑性ひずみに依存する破壊を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/FAIL/EMC/*mat_ID*/*unit_ID*									
a		*n*		b_0		*c*			

カード2

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
γ		$\dot{\varepsilon}_0$							

オプションの行:

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
fail_ID									

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
a	Hosford指数。 デフォルト = 1.0（実数）	
n	応力状態感度指数。 （実数）	
b_0	単軸引張の破壊に至るひずみ。2 デフォルト = 1.0（実数）	

フィールド	内容	SI単位の例
c	3軸性の摩擦パラメータ。 デフォルト = 0.0(実数)	
γ	ひずみ速度感度パラメータ。 (実数)	
$\dot{\varepsilon}_0$	参照ひずみ速度 デフォルト = 10^{30}(実数)	$\left[\frac{1}{s}\right]$
fail_ID	(省略可能)破壊基準識別子。3 (整数、最大10桁)	

例(金属)

破壊パラメータは、単軸引張り($\eta = 1/3, \theta = 1$)、純せん断($\eta = 0, \theta = 0$)、軸対称圧縮($\eta = 2/3, \theta = -1$)などの試験で識別できます。

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
                Mg                  mm                  s
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/LAW84/1/1
Swift-voce (metal)
#              RHO_I
                8E-9
#                  E                  NU
             206000.                0.30
#                P12                 P22                 P33               QVOCE               BVOCE
                -0.5                  1.                  3.            524.0000                 25.
#                G11                 G22                 G33                  K0              ALPHA
                -0.5                  1.                  3.                 100.                0.5
#                 AN                EPS0                  NN               CEPSP              DEPS0
              1000.             0.00128               0.200               0.014             0.0011
#                ETA                  CP                TINI                TREF              TMELT
                0.9              420e+8                 293                 293.              1700.
#              MTEMP              DEPSAD
               0.921               1.379
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FAIL/EMC/1/1
#         exponent_a          exponent_n              coef_b              coef_c
                1.9                 0.2                0.20                 0.0
#               GAMA               DEPS0
                0.0                 1.0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. 破壊基準は次のように計算されます。

$$D_{fail} = \sum \Delta D > 1 \qquad (870)$$

ここで、

$$\Delta D = \frac{\Delta \bar{\varepsilon}_p}{\bar{\varepsilon}_{p,fail}} \tag{871}$$

ここで、

$$\bar{\varepsilon}_{p,fail} = b \cdot (1+c)^{\frac{1}{n}} \cdot \left\{ \left[\frac{1}{2} \left(\left(f_1 - f_2 \right)^a + \left(f_2 - f_3 \right)^a + \left(f_1 - f_3 \right)^a \right) \right]^{\frac{1}{a}} + c\left(2\eta + f_1 + f_3 \right) \right\}^{-\frac{1}{n}} \tag{872}$$

ここで、f_1、f_2、f_3はLode角θの関数です:

$$f_1 = \frac{2}{3} \cos\left[\frac{\pi}{6} (1-\theta) \right] \tag{873}$$

$$f_2 = \frac{2}{3} \cos\left[\frac{\pi}{6} (3+\theta) \right] \tag{874}$$

$$f_3 = -\frac{2}{3} \cos\left[\frac{\pi}{6} (1+\theta) \right] \tag{875}$$

ここで、

$$\theta = 1 - \frac{2}{\pi} \arccos\left[\frac{3\sqrt{3}}{2} \frac{J_3}{(J_2)^{3/2}} \right] \tag{876}$$

このηは3軸性で、$\eta = \frac{\sigma_m}{\sigma_{VM}} = \frac{I_1}{3\sqrt{3J_2}}$です。

2. 係数*b*は次のように計算されます:

   $b = b_0 \left[1 + \gamma \ln\left(\frac{\dot{\bar{\varepsilon}}_p}{\dot{\bar{\varepsilon}}_0} \right) \right]$ ($\dot{\bar{\varepsilon}}_p > \dot{\bar{\varepsilon}}_0$の場合)、それ以外の場合は、$b = b_0$

3. *fail_ID*は、3次元ソリッドの`/STATE/BRICK/FAIL`および`/INIBRI/FAIL`で使用されます。デフォルト値はありません。この行が空白の場合、`/INIBRI/FAIL`内の破壊モデル変数のために出力される値はありません(3次元ソリッドの`/STATE/BRICK/FAIL`オプションで`.sta`ファイルに書き込まれます)。

See Also

ソリッド要素のLode角

/FAIL/ENERGY

ブロックフォーマットのキーワード
エネルギー破壊モデルを記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/FAIL/ENERGY/*mat_ID*/*unit_ID*									
$E_1$1		*$E_2$2*		*fct_ID*	*Xscale*		*I_Dam*		

オプションの行

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
fail_ID									

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
$E_1$1	最大エネルギー密度 2 デフォルト = 1^{30}（実数）	$\left[\frac{J}{m^3}\right]$
$E_2$2	破壊エネルギー密度 2 デフォルト = 2^{30}（実数）	$\left[\frac{J}{m^3}\right]$
I_Dam	損傷計算フラグ。4 *=1* フォースのみが低減されます。応力テンソルはダメージを受けません。 *=2* 応力テンソルは軽減されます（バージョン2018より以前に使用） デフォルト = 1（整数）	
fct_ID	$f(\dot{\varepsilon})$の関数識別子。エネルギー密度*$E_1$1*と*$E_2$2*のスケールファクター対ひずみ速度の関数。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	
Xscale	横軸のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	$\left[\frac{1}{s}\right]$
fail_ID	破壊基準識別子 3 （整数、最大10桁）	

例（金属）

この例では、*fail_ID*を使用して、さまざまな試験ひずみ速度のエネルギー密度（$E_1 1$および$E_2 2$）をスケーリングします。

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
#               MUNIT                LUNIT                TUNIT
                  Mg                   mm                   s
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/PLAS_TAB/1/1
Metal
#              RHO_I
         2.788714E-9                    0
#                 E                   Nu           Eps_p_max               Eps_t               Eps_m
             68000                   .3                   0                   0                   0
#  N_funct  F_smooth              C_hard               F_cut               Eps_f
         1         0                   0                   0                   0
#  fct_IDp              Fscale   Fct_IDE                EInf                  CE
         0                   1         0                   0                   0
# func_ID1  func_ID2  func_ID3  func_ID4  func_ID5
         2
#           Fscale_1            Fscale_2            Fscale_3            Fscale_4            Fscale_5
                  0
#          Eps_dot_1           Eps_dot_2           Eps_dot_3           Eps_dot_4           Eps_dot_5
                  0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FAIL/ENERGY/1/1
#                 E1                  E2  funct_ID              Xscale     I_Dam
               0.3                0.34        18                   1
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/18
scale factor for energy density E1 and E2
#        strain rate        scale factor
#                  X                   Y
                  0                   1
                 50                 0.5
              10000                 0.5
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/2
True Stress-True plastic strain
#                  X                   Y
                  0                 124
                .01                 150
                .02                 165

                .04                 184

                .06                 196

                .08                 203

                 .1                 206

                .12                 210

                .14                 213

                .16                 217
```

```
                  .18                 220

                  .5                  240
                1000                  240
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#enddata
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. 1つの積分点がD = 1の場合、要素は削除されます。

$$D = \frac{E - E_1}{E_2 - E_1} \tag{877}$$

2. エネルギー密度は、要素の現在の内部エネルギーを要素の現在の体積で割ったものです。この値は、現在の内部エネルギーを「初期」要素体積で割った要素時刻歴/TH/element内部エネルギー(IE)とは異なります。

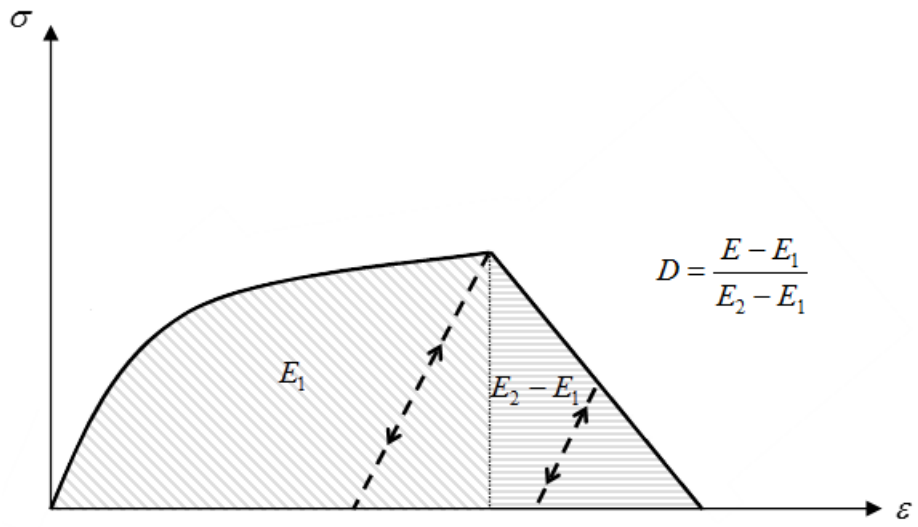


図 *194:* エネルギー密度破壊モデル

3. *fail_ID*は、/STATE/BRICK/FAILおよび/INIBRI/FAILで使用されます。デフォルト値はありません。この行が空白の場合、/INIBRI/FAIL内の破壊モデル変数のために出力される値はありません(/STATE/BRICK/FAILオプションで.staファイルに書き込まれます)。
4. *I_Dam*オプションは、損傷計算および損傷を計算する安定性を向上させます。シェル要素と材料則N° < 29には使用できません。/PROP/TYPE51または/PLYおよび/STACKオプションを使用している場合、/MAT/LAW25 (CRASURV)則に使用できます。

See Also

Failure Models (Reference Guide)

/FAIL/FABRIC

ブロックフォーマットのキーワード
繊維材料の繊維のための異方性ひずみ破壊モデルを記述します(/MAT/LAW58)。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/FAIL/FABRIC/*mat_ID*/*unit_ID*									
ε_{f1}		ε_{r1}		ε_{f2}		ε_{r2}			
fct_ID									

オプションの行:

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
fail_ID									

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 (整数、最大10桁)	
unit_ID	単位識別子 (整数、最大10桁)	
ε_{f1}	方向1の破壊引張ひずみ デフォルト = 1.0E20(実数)	
ε_{r1}	方向1の破断引張ひずみ デフォルト = 2.0E20(実数)	
ε_{f2}	方向2の破壊引張ひずみ デフォルト = 1.0E20(実数)	
ε_{r2}	方向2の破断引張ひずみ デフォルト = 2.0E20(実数)	
fct_ID	$f(\dot{\varepsilon})$の関数識別子。両方向の引張ひずみ限度のスケールファクターvs.対応するひずみ速度の関数です。	

フィールド	内容	SI単位の例
	（整数）	
fail_ID	破壊基準識別子 （整数、最大10桁）	

例（布）

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
                  kg                  mm                  ms
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/LAW58/1/1
Altair test fabric LAW58
#              RHO_I
               8e-07
#                E1                  B1                  E2                  B2                FLEX
                0.38                   0                0.38                   0                   1
#                G0                  GT               AlphaT                Gsh           sensor_ID
            0.0035              0.0055               7.175                   0                   1
#                Df                  Ds               GFROT                              ZERO_STRESS
                0.00                0.00                   0                                       1
#       N1         N2                  S1                  S2               FLEX1               FLEX2
         1          1                   0                   0                   0                   0
#  fct_ID1                         Fscale1
       500                              1
#  fct_ID2                         Fscale2
       501                           1.07
#  fct_ID3                         Fscale3
       502                              1
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#  FCT_ID4   FCT_ID5             Fscale4             Fscale5   FCT_ID6             Fscale6
       600       600                   1                   1       502                   1
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FAIL/FABRIC/1/1
#             EPS_f1              EPS_r1              EPS_f1              EPS_r1
               0.2                 0.5                 0.2                 0.5
#    Fct_ID
         0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/500
stress-strain curve dir 1
#        true strain         true stress
           0.0e+000                   0
           1.0e-002          2.9343e-003
           2.0e-002          5.2630e-003
           3.0e-002          6.9235e-003
           4.0e-002          8.4176e-003
           5.0e-002          1.0120e-002
           6.0e-002          1.2102e-002
           7.0e-002          1.4219e-002
           8.0e-002          1.6595e-002
           9.0e-002          1.9202e-002
           1.0e-001          2.2040e-002
           1.1e-001          2.5270e-002
           1.2e-001          2.8711e-002
           1.3e-001          3.2558e-002
           1.4e-001          3.6676e-002
           1.5e-001          4.1031e-002
           1.6e-001          4.5697e-002
/FUNCT/501
stress-strain curve dir 2
#        true strain         true stress
           0.0e+000                   0
           1.0e-002          3.7475e-003
           2.0e-002          6.4746e-003
           3.0e-002          8.6433e-003
           4.0e-002          1.0769e-002
           5.0e-002          1.2923e-002
           6.0e-002          1.5325e-002
```

```
             7.0e-002          1.8090e-002
             8.0e-002          2.1231e-002
             9.0e-002          2.4870e-002
             1.0e-001          2.8884e-002
             1.1e-001          3.3246e-002
             1.2e-001          3.8027e-002
             1.3e-001          4.3127e-002
             1.4e-001          4.8519e-002
             1.5e-001          5.4217e-002
             1.6e-001          6.0077e-002
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/502
stress-strain curve dir 12
#                angle          true stress
  -16.170000000e-000  -1.5741500000e-003
  -7.1750000000e-000  -4.3750000000e-004
   0.0000000000e+000   0.0000000000e+000
   7.1750000000e-000   4.3750000000e-004
   16.170000000e-000   1.5741500000e-003
/FUNCT/600
unloading stress-strain curve dir 1, 2
#                   X                   Y
             0.0e+000            0.0e+000
             2.0e-002            5.0e-004
             4.0e-002            1.0e-003
             6.0e-002            2.0e-003
             8.0e-002            5.0e-003
             1.0e-001            1.0e-002
             1.2e-001            3.0e-002
             1.4e-001            7.0e-002
#ENDDATA
/END
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. この破壊基準は、繊維材料/MAT/LAW58 (FABR_A)とのみ適合性があります。
2. 次の場合、破壊と損傷は各方向で別々に定義されます（i=1,2）：

$$\varepsilon_i \geq \varepsilon_{fi} \Rightarrow D_i = \frac{\varepsilon_i - \varepsilon_{fi}}{\varepsilon_{ri} - \varepsilon_{fi}} \tag{878}$$

ここで、ε_iは繊維引張ひずみ。

繊維の応力は、下記によって減じられます：

$$\sigma_i = \sigma_i \cdot \left(1 - D_i\right) \tag{879}$$

3. 要素の削除も/PROP/TYPE16の*P_thickfail*によって制御されます。
4. *fail_ID*は、/STATE/SHELL/FAILおよび/INISHE/FAILまたは/INISH3/FAILで使用されます。デフォルト値はありません。この行が空白の場合、/INISHE/FAIL内の破壊モデル変数のために出力される値はありません（/STATE/SHELL/FAILオプションで.staファイルに書き込まれます）。
5. 要素は、両方向の損傷値がすべての積分点で限界値D= 1.0に達すると削除されます。Engineで/ANIM/SHELL/DAMAと/H3D/SHELL/DAMA/NPT=ALLを使用すると、損傷値の最大値を見ることができます。

/FAIL/FLD

ブロックフォーマットのキーワード
成形限界を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/FAIL/FLD/*mat_ID*/*unit_ID*									
fct_ID	I_{fail_sh}	*I_marg*	fct_ID_{adv}	R_{ani}		D_{adv}	I_{strain}	STRAI	*Ixfem*

I_marg = 2または3の場合

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Factor_Marginal		*Factor_loosemetal*							

オプションの行:

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
fail_ID									

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
fct_ID	関数の識別子（FLD図） （整数）	
I_{fail_sh}	シェル破壊フラグ。 *= 1* 破壊ゾーンに1つの層が存在する場合は、シェルが削除されるかシェルに亀裂が入ります。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 2 この層が破壊ゾーンにある場合は層の応力テンソルがゼロに設定され、すべての層が破壊ゾーンにある場合のみ、シェルが削除されるかシェルに亀裂が入ります。 *= 3* 膜ひずみが基準に達した際にのみ、シェルは削除されます。 *= 4* 基準は計算されますが、要素は削除されません。 （整数） *Ixfem* =0：破壊 - 要素が削除される *Ixfem* =1の場合：破壊 - 要素に亀裂が入る 2	
fct_ID_{adv}	破壊拡大図関数の識別子 *Ixfem*=1の場合のみ有効 3 （整数）	
I_{strain}*STRAIN*	工学 / 真の入力ひずみ *= 0*（デフォルト） FLD曲線は、真のひずみで定義される *= 1* FLD曲線は、工学ひずみで定義される （整数）	
R_{ani}	平均異方性係数 デフォルト = 1.0（実数、正）	
D_{adv}	亀裂拡大の基準 *Ixfem*=1の場合のみ有効 3 （0と1の間の実数） デフォルト = 0.5、fct_ID_{adv}が定義されていない場合（後方互換性のため） デフォルト = 1.0、fct_ID_{adv}が定義されている場合	
Ixfem	XFEMフラグ（`/PROP/SHELL`、`/PROP/SH_SANDW`、`/PROP/TYPE51`プロパティの場合のみ） *= 1* XFEM定式化 2	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 0（デフォルト） XFEMなし （整数）	
I_marg	マージン値フラグ 5 *= 0*（デフォルト） 1に設定されます。 *= 1* 予め定義されたFLD曲線のシフト0.1およびルーズメタル曲線計算値0.02 *= 2* *Factor_Marginal*値によるFLD曲線の絶対シフト *= 3* *Factor_Marginal*スケールファクターによるFLD曲線の相対シフト （整数）	
Factor_Marginal	マージンFLD曲線計算値 5 デフォルト = 0.10（実数、正）	
Factor_Loosemetal	ルーズメタル曲線計算値 5 デフォルト = 0.02（実数、正）	
fail_ID	破壊基準識別子 4 （整数、最大10桁）	

例（要素が削除される）

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
#               MUNIT                 LUNIT                 TUNIT
                  Mg                    mm                    s
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  1. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/PLAS_JOHNS/4/1
metal
#               RHO_I
              2.8E-9                     0
#                   E                   Nu
                60000                  .3
#                   a                    b                     n            EPS_p_max             SIG_max0
                  270                  450                    .6                    0                    0
#                   c            EPS_DOT_0       ICC    Fsmooth                F_cut                Chard
                    0                    0         0          0                    0                    0
#                   m              T_melt              rhoC_p                  T_r
                    0                    0                   0                    0
/FAIL/FLD/4/1
#  Func_id  Ifail_sh   I_marg Fct_ID_adv               R_ani                 Dadv   Istrain      Ixfem
      1012         1        0         0                   0                    0         0          0
```

```
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/1012
FLD diagram
#                   X                   Y
                 -0.7                0.90
                 -0.4                0.60
                 -0.3                0.50
                 -0.2                0.40
                -0.15                0.35
                 -0.1                0.30
                -0.05                0.29
                -0.03                0.28
                  0.0                0.28
                 0.05                0.33
                  0.1                0.36
                  0.2                0.39
                  0.3                0.42
                  0.4                0.45
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#enddata
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

例（要素に亀裂が入る）

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
#              MUNIT                LUNIT                TUNIT
                  Mg                  mm                    s
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  1. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/PLAS_JOHNS/4/1
metal
#               RHO_I
              2.8E-9                   0
#                   E                  Nu
               60000                  .3
#                   a                   b                   n           EPS_p_max            SIG_max0
                 270                 450                  .6                   0                   0
#                   c           EPS_DOT_0        ICC    Fsmooth               F_cut               Chard
                    0                   0          0          0                   0                   0
#                   m              T_melt              rhoC_p                 T_r
                    0                   0                   0                   0
/FAIL/FLD/4/1
#  Func_id  Ifail_sh    I_marg Fct_ID_adv               R_ani                Dadv   Istrain     Ixfem
      1012         1         0      1013                   0                 0.6         0         1
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/1012
FLD diagram - Initiation
#                   X                   Y
                 -0.7                0.90
                 -0.4                0.60
                 -0.3                0.50
                 -0.2                0.40
                -0.15                0.35
                 -0.1                0.30
                -0.05                0.29
                -0.03                0.28
                  0.0                0.28
                 0.05                0.33
                  0.1                0.36
                  0.2                0.39
                  0.3                0.42
                  0.4                0.45
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/1013
failure advancement diagram
#                   X                   Y
                 -0.7                0.90
                 -0.4                0.60
                 -0.3                0.50
                 -0.2                0.40
                -0.15                0.35
                 -0.1                0.30
                -0.05                0.29
                -0.03                0.28
                  0.0                0.28
                 0.05                0.33
                  0.1                0.36
                  0.2                0.39
```

```
                0.3                0.42
                0.4                0.45
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#enddata
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. この破壊モデルはシェル専用です。
2. XFEM定式化（I_{xfem}=1）は、Belytchko（I_{shell}*SHELL*=1または2）、I_{shell}*SHELL*=3または4、およびQEPH（I_{shell}*SHELL*=24）シェル要素とのみ適合性があります。XFEMフラグがアクティブ（I_{xfem}=1）な場合は、この破壊基準によって、要素または層が削除されるのではなく、要素に亀裂が入ります。

   単層と多層の2つのXFEMオプションが利用可能です。XFEMオプションは、材料識別子に適用された破壊基準に関連付けられているプロパティタイプに依存します。

   a. /PROP/SHELL(TYPE1)を使用する場合は、単層XFEMが適用されます。

      この場合、要素全体の厚さが単一層とみなされます。破壊基準は各積分点で計算されますが、この要素に適用できる亀裂は1つのみです。このアプローチは、シェルフラグのすべての値（I_{fail_sh}=1または2）と適合性があります。亀裂方向は、最後に破断した積分点での主制約によって決定されます。

   b. PROP/SH_SANDW（TYPE11）を使用する場合は、多層XFEMが適用されます。

      この場合、板厚全体の各積分点は個別の層とみなされます。破壊基準は別々に計算されるため、亀裂方向は各層で異なる可能性があります。各層における亀裂方向は、ある要素から別の要素へ個別に伝わります。多層XFEMは、I_{fail_sh}=1とは適合性がありません。この場合、その値は自動でI_{fail_sh}=2に設定されます。

   c. /PROP/TYPE51を使用する場合は、多層XFEMが適用され、各層に別々の亀裂が現れ、要素間を個別に伝わります。このため、亀裂の方向とパターンは各層で異なります。破壊基準は各積分点で個別に計算され、層内の全積分点が破断した時点で亀裂が伝えられます。多層XFEMは、I_{fail_sh}=1とは適合性がありません。その値は自動でI_{fail_sh}=2に設定されます。

      > **警告：** 単層および複数層XFEM定式化は、今のところ、同じモデル内では混在できません。それらのどちらかをモデル全体に対して選択する必要があります。

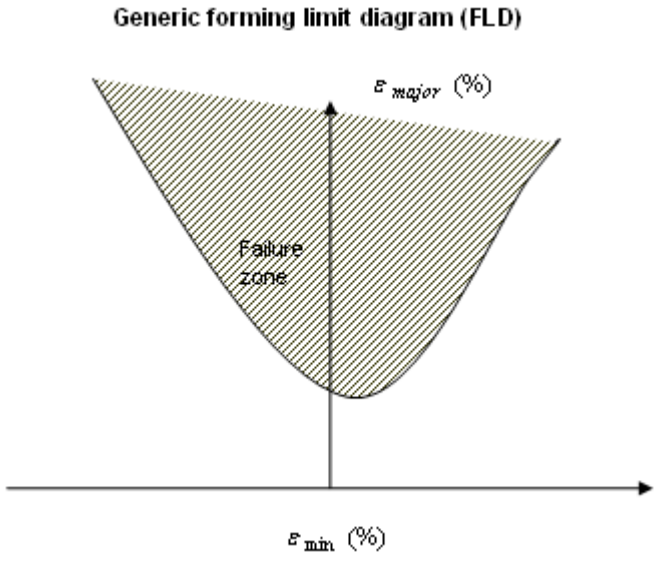


図 *195:*

3. *Ixfem*Ixfemオプションを使用する場合は、亀裂拡大について補足基準を使用できます。この補足基準は、破壊初期化のために使用される基準とは異なる可能性があります。この基準は、境界に既存の亀裂先端がある要素に対して使用されます。*fct_ID*$_{adv}$が定義されている場合は、拡大破壊値を取得するために、D_{adv}がこの関数のスケールファクターとして使用されます。*fct_ID*$_{adv}$が定義されていない場合は、この値を取得するために、元のFLD図（*fct_ID*）がD_{adv}スケールファクターとともに使用されます。
4. *fail_ID*は、/STATE/BRICK/FAILおよび/INIBRI/FAILで使用されます。デフォルト値はありません。この行が空白の場合、/INIBRI/FAIL内の破壊モデル変数のために出力される値はありません（/STATE/BRICK/FAILオプションで.staファイルに書き込まれます）。
5. 入力R_{ani}、*Factor_Marginal*および*Factor_Loosemetal*は、FLDを定義するためのアニメーション出力/ANIM/SHELL/FLDZにのみ使用されます。

See Also

/ANIM/SHELL/FLDZ (Engine)
Failure Models (Reference Guide)
RD-E:2600 破断される板

/FAIL/GURSON

ブロックフォーマットのキーワード
金属の塑性におけるボイドの発生と成長の観点から損傷を記述するGurson-Nahshon-Hutchinson破壊モデル。

修正されたGurson定式化では、いくつかの損傷累積項が追加されています。これらの損傷累積項は、せん断が支配的である荷重、圧縮荷重下での特別な取り扱い、損傷に伴う弾性剛性損失に関する項です。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/FAIL/GURSON/*mat_ID*/*unit_ID*									
q_1		q_2							I_{loc}
ε_n		A_s		K_w					
f_c		f_F		f_I					
R_{len}		H_{chi}		L_e^{MAX}					

オプションの行

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
fail_ID									

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	（オプション）単位識別子 （整数、最大10桁）	
q_1	1番目のGurson損傷係数。 デフォルト = 1.5（実数）	
q_2	2番目のGurson損傷係数（最大値 = 1.02）。 デフォルト = 1.0（実数）	
I_{loc}	損傷変数累積手法のフラグ。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 0 1に設定 *= 1*（デフォルト） 局所損傷定式化。 *= 2* 微細形態法を使用した非局所損傷正則化。 *= 3* Peerlings法を使用した非局所損傷正則化。 （整数）	
ε_n	ボイド発生時の相当塑性ひずみ。 （実数）	
A_s	線形ボイド発生勾配。 （実数）	
K_w	せん断損傷成長係数。 （実数）	
f_c	ボイド凝集時の臨界ボイド体積率。 （実数）	
f_F	延性破壊時のボイド体積率。 （実数）	
f_{I}	初期ボイド体積率 （実数）	
R_{len}	非局所変数による影響の半径（$I_{loc} > 1$）。 （実数）	$[\mathrm{m}]$
H_{chi}	非局所ペナルティパラメータ（微細形態法専用、$I_{loc} = 2$）。 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
L_e^{MAX}	メッシュ収束基準となる要素長さ 5 （実数）	$[\mathrm{m}]$
fail_ID	（オプション）破壊基準識別子。	

フィールド	内容	SI単位の例
	（整数、最大10桁）	

コメント

1. Gurson損傷モデルは、弾塑性材料則/MAT/LAW104にのみ使用することができます。この材料則の降伏曲面は、次の損傷進展項を追加することによって修正されています。

$$\phi = \frac{\sigma_{eq}^2}{\sigma_{yld}^2} - 1 + 2q_1 f^* cosh\left(\frac{\eta_t \ q_2 Tr(\sigma)}{2\sigma_{yld}}\right) - \left(q_1 f^*\right)^2 = 0 \qquad (880)$$

ここで、

q_1、q_2	2つのGurson-Tveergard-Needlemanパラメータ。
f^*	実効損傷
η_t	次のように定義した係数： $\eta_t = \begin{cases} 0 \ , & f_t = 0 \quad \text{and} \quad Tr(\sigma) < 0 \\ 1, & \text{otherwise} \end{cases}$
f_t	増分を使用して計算する合計ボイド体積率。 $df_t = df_n + df_g + df_{sh}$

損傷係数増分の運動方程式は次のとおりです。

- ボイド発生（微小空洞の発生）。3軸性が低い場合は低下。

$$df_n = \begin{cases} A_s \ d\varepsilon_p, & \varepsilon_p \geq \varepsilon_n \quad \text{and} \quad \tau \geq 0 \\ A_s \ (1+3\tau) d\varepsilon_p, & \varepsilon_p \geq \varepsilon_n \quad \text{and} \quad -\frac{1}{3} \leq \tau < 0 \\ 0, & \varepsilon_p < \varepsilon_n \quad \text{and} \quad \tau < -\frac{1}{3} \end{cases} \qquad (881)$$

ここで、τは次のように応力に定義した3軸性です。

$$\tau = \frac{Tr(\sigma)}{3 \ \sigma_{eq}} \qquad (882)$$

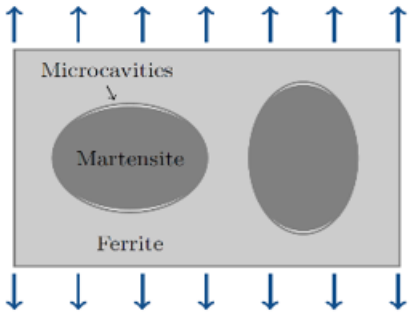


図 *196:* 空洞の発生

- 3軸性が高い場合のボイド成長:

$$df_g = \left(1 - f_t\right) \; Tr\left(\varepsilon_p\right) \tag{883}$$

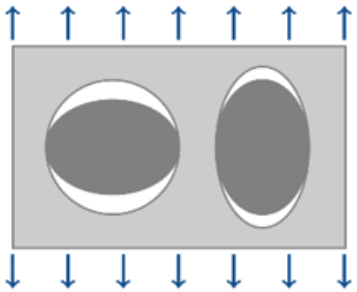


図 *197: 3*軸性が高い場合の空洞の成長

- せん断が支配的な3軸性が低い場合の追加のせん断ボイド成長:

$$df_{sh} = K_w f_t \; w(\theta) \; \frac{S \quad :\varepsilon_p}{\sigma_{eq}} \tag{884}$$

ここで、$w(\theta)$はLode角に依存する重み関数です。

$$w(\theta) = 1 - \left(\cos(3\theta)\right)^2 \tag{885}$$

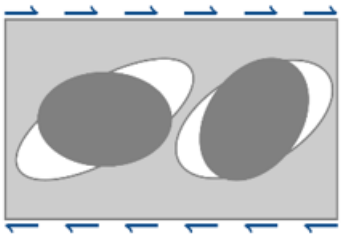


図 *198: 3*軸性が低い場合の空洞の成長

f_tによって臨界ボイド体積率f_cに達したときの空洞の凝集を表現するには、実効損傷（この損傷は応力の計算に影響します）f^*をモデルに導入します。その式は、次のようにf_t に依存します。

$$f^* = f(f_t) = \begin{cases} f_t, & f_t < f_c \\ f_c + \left(1/q_1 - f_c\right)\dfrac{(f_t - f_c)}{(f_R - f_c)}, & f_t \geq f_c \end{cases} \quad (886)$$

ここで、f_Rは破断時の合計ボイド体積率であり、この体積率では$f^* = 1/q_1$が成り立ちます。

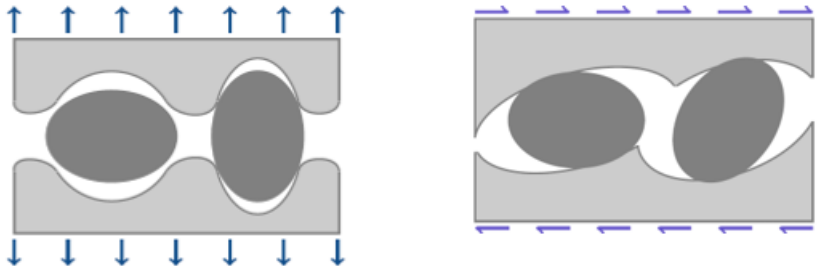


図 *199:* 空洞の凝集

剛性損失の影響を考慮するには、損傷変数Dを次のように計算します。

$$D = q_1 \quad f^* \quad (887)$$

実効損傷f^*はその破断値$1/q_1$で正規化します。これによって$0 \quad \leq \quad D \leq 1$となります。応力テンソルは次の式で求められます。

$$\sigma = (1 - D) \quad \overline{C} \quad \varepsilon_e \quad (888)$$

ここで、$\overline{C}$は弾性剛性マトリックスです。

累積した合計損傷係数が限界値f_Rに達すると材料は破断します。その結果、要素が削除されます。

2. デフォルト設定の$I_{loc} = 1$では、積分点ごとに局所塑性ひずみ値を使用して、損傷変数が段階を追って計算されます。ただし、非局所正則化を使用することもできます。その場合は、ユーザーが設定した最大値以下のメッシュサイズ$L_e (L_e \leq L_e^{max})$を使用して、メッシュのサイズと方向に依存しない結果（メッシュの収束）がすべてのメッシュで得られます。その場合、この最大メッシュサイズL_e^{max}は、結果がメッシュ収束である場合に使用する最大メッシュサイズです。

いずれかの非局所定式化$(I_{loc} > 1)$を使用する場合、損傷の増分は、メッシュ全体で計算した節点の"非局所"塑性ひずみを正則化した値に依存します。節点における非局所塑性ひずみε_p^{nl}の計算では、この塑性ひずみ独自の勾配が考慮されると共に、以下の一組の方程式に従ってガウス点で計算した局所塑性ひずみε_pが考慮されます。

$$\begin{aligned} & R_{len}^2 \quad \Delta\varepsilon_p^{nl} \quad - \quad \gamma \quad \dot{\varepsilon}_p^{nl} \quad + \quad \left(\varepsilon_p - \varepsilon_p^{nl}\right) = \quad \zeta \ddot{\varepsilon}_p^{nl} \qquad on \qquad \Omega \\ & \vec{\nabla} \quad \varepsilon_p^{nl} \quad . \quad \vec{n} = 0 \qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad on \qquad \Gamma \end{aligned} \quad (889)$$

パラメータγおよびζは自動的に設定されます。ユーザーは、パラメータR_{len}（またはL_e^{MAX} - コメント 5 ）を設定する必要があります。このパラメータによって、非局所変数計算における影響半径に相当する非局所"内部長"が決まります。これにより、非局所正則化幅$L_r = f(R_{len})$のサイズが決定されます（図 200）。

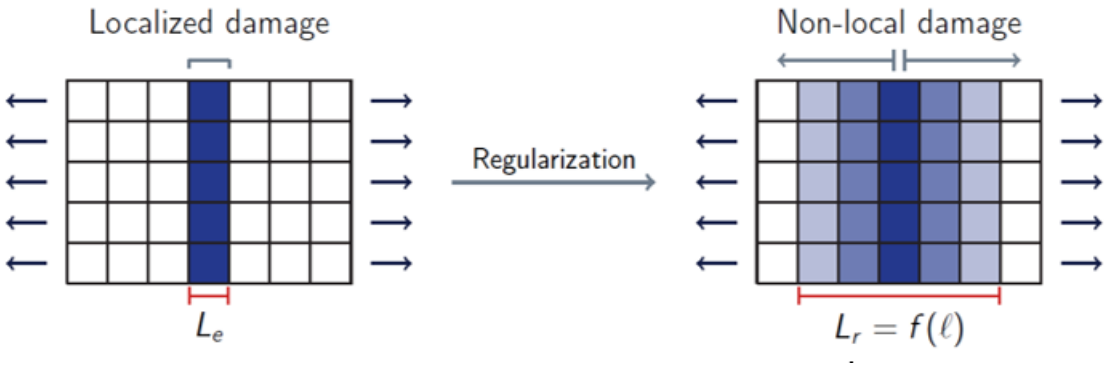


図 *200:* 非局所正則化の原理

パラメータR_{len}の値を選択するには次の式に従います。

$$R_{len} \approx \frac{3\ L_e^{max}}{\sqrt{\pi}} \tag{890}$$

3. $I_{loc} = 2$の場合は、非局所微細形態法が使用されます。この手法では、パラメータH_{chi}が必要です。このパラメータと非局所塑性ひずみε_p^{nl}を、次のように構成方程式に導入します。

$$R_{chi}(\varepsilon_p, \varepsilon_p^{nl}) = R(\varepsilon_p) - H_{chi}\ (\varepsilon_p^{nl} - \varepsilon_p) \tag{891}$$

ここで、$R(\varepsilon_p)$は従来から使用されている加工硬化関数です。この新たに定義した微細形態加工硬化関数R_{chi}を、流動応力σ_{yld}の計算に導入します。パラメータH_{chi}はペナルティパラメータになり、$H_{chi} \to \infty$であれば、$\varepsilon_p \to \varepsilon_p^{nl}$および$\varepsilon_p^{nl} \to \varepsilon_p$となり、したがって$\varepsilon_p \approx \varepsilon_p^{nl}$となります。この手法は熱力学的に明確に定義されています。ただし、この手法では入力値の特定が困難で、それによってモデルの塑性挙動が変化します。このことから、Peerlings法（$I_{loc} = 3$とする手法）の使用をお勧めします。

4. $I_{loc} = 3$の場合は、非局所なPeerlings法を使用します。この手法では、パラメータH_{chi}を使用します。非局所長さR_{len}のみが使用されます。この手法は微細形態法より簡潔です。この手法では、軟化変数運動方程式に非局所塑性ひずみを導入しています（熱効果を考慮する場合は損傷と温度）。

$$\dot{f}_t = \underbrace{A\ \dot{\varepsilon}_p^{nl}}_{\text{Void nucleation}} + \underbrace{(1-f_t)Tr(\dot{\varepsilon}_p^{nl})}_{\substack{\text{Void growth}\\ \text{(high triaxiality)}}} + \underbrace{K_w f_t w(\theta)\frac{S : \dot{\varepsilon}_p^{nl}}{\sigma_{eq}}}_{\substack{\text{Shear nucleation}\\ \text{(low triaxility)}}} \tag{892}$$

$$\dot{T} = \omega(\dot{\varepsilon}_p^{nl})\frac{\eta}{\rho C_p}\ \bar{\bar{\sigma}} : \dot{\varepsilon}_p^{nl} \tag{893}$$

この手法をお勧めする理由は、この手法では入力パラメータの特定が簡潔で、材料の塑性挙動が変化しないことにあります。

5. 非局所長さパラメータR_{len}を設定する場合、以下を選択することができます：

- このパラメータを直接制御する必要がある場合は、入力カードにR_{len}の値を直接入力します。この場合、パラメータL_e^{MAX}は無視してnoneに設定する必要があります。
- 結果がメッシュ収束に達した最大メッシュサイズL_e^{MAX}を入力します。非局所正則化は、すべてのメッシュサイズL_e($L_e \le L_e^{max}$など)に対して有効になります。この場合、R_{len}はL_e^{MAX}の値に従って自動的に計算され、R_{len}の入力値は無視されます。たとえば、メッシュサイズが5mm、$L_e^{max} = 5$mmの場合に、収束したメッシュに依存しない結果を取得する場合です。このケースでは、$L_e \le 5$mmの場合、結果は収束し、メッシュサイズとメッシュ方向に依存しません。

6. 非局所正則化をシェル要素に使用すると、厚みの変化の計算で正則化が別途実行されることにより、局所化に伴う新たな問題の発生を回避できます。一般的な局所ケースでは(図 201)、シェル要素間の厚みの適合性を確保できません。その理由は、z方向の運動方程式が欠落しており、厚みの変化がガウス点で局所的に計算されることにあります。"厚みの範囲"でのひずみ増分に非局所塑性ひずみを導入することで、この適合性を回復できます(図 202)。

$$\Delta\varepsilon_{zz} = -\frac{\nu}{1-\nu}\left(\Delta\varepsilon_{xx} - \Delta\lambda_{nl}\ n_{xx} + \Delta\varepsilon_{yy} - \Delta\lambda_{nl}\ n_{yy}\right) + \Delta\lambda_{nl}\ n_{zz} \quad (894)$$

ここで、$\Delta\lambda_{nl} = f\left(\varepsilon_p^{nl}\right)$は非局所塑性乗数です。

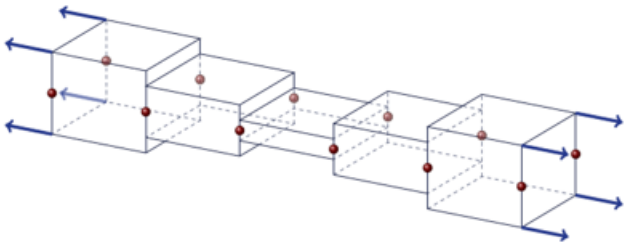


図 *201:* 横ひずみの不適合性(局所)

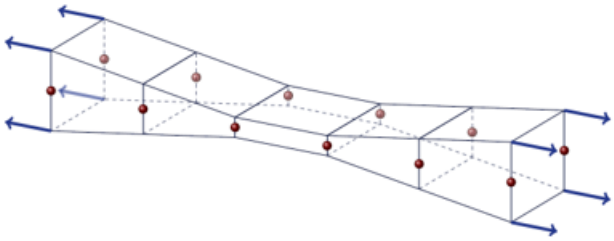


図 *202:* 横ひずみの適合性(非局所)

> **注:** この最後の点は、特定したパラメータをソリッドとシェルに使用できることを意味します。両者は、同じ応力3軸性$-2/3 \le \eta \le 2/3$の範囲内で結果がまったく同じになるからです。

7. ANIMファイルとH3Dファイルに特定の損傷出力DAMAを作成するには、次のように合計損傷をその破断値で正規化します。

$$D = \frac{f_t}{f_R} \quad (895)$$

See Also
Failure Models (Reference Guide)

/FAIL/HASHIN

ブロックフォーマットのキーワード
Hashin破壊モデルを記述します。この破壊モデルはシェルおよびソリッドで使用できます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/FAIL/HASHIN/*mat_ID*/*unit_ID*									
I_{form}FORM	I_{fail_sh}	I_{fail_so}	*ratio*		*I_Dam*	*Imod*	*I_frwave*	$\dot{\varepsilon}_{min}$	
σ_1^t		σ_2^t		σ_3^t		σ_1^c		σ_2^c	
σ_c		σ_{12}^f		σ_{12}^m		σ_{23}^m		σ_{13}^m	
ϕ		S_{del}		$\tau_{\max}$		$\dot{\varepsilon}_0$		T_{cut}	

I_frwave=2の場合挿入

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Soft									

オプションの行:

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
fail_ID									

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
I_{form}FORM	定式化フラグ = *1*（デフォルト） 一方向薄層モデル	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 2 繊維薄層モデル （整数）	
I_{fail_sh}	シェル破壊フラグ。 *= 1*（デフォルト） 損傷が1つの層に達するとシェルが削除されます。 *= 2* 破断層 > 全層*RATIOの場合に、シェルが削除されます。 *= 3* 全層（1を除く）が破断した場合に、シェルが削除されます。 （整数）	
I_{fail_so}	ソリッド破壊フラグ。 *= 1*（デフォルト） 損傷がソリッドの1つの積分点に達すると、ソリッドが削除されます。 *= 2* failed int_point > all int_point*RATIOの場合に、ソリッドが削除されます。 *= 3* 全積分点（1を除く）が破断した場合に、ソリッドが削除されます。 （整数）	
ratio	I_{solid}*SOLID*=2またはI_{fail_sh}=2の場合、層（または積分点）の比よりも多くが破断すると要素が削除されます。 デフォルト = 1.0（実数）	
I_Dam	損傷計算フラグ。6 *= 1*（デフォルト） フォースのみが低減されます。応力テンソルはダメージを受けません。 *=2* 応力テンソルは軽減されます（バージョン2018より以前に使用） （整数）	
Imod	緩和時間計算。 *=0*（デフォルト） 一定緩和時間。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 1 緩和時間は、時間ステップに基づきます。 （整数）	
I_frwave	近傍の要素間の破壊伝播フラグ。 *=1*（デフォルト） オフ、オプションは使用されず。 *= 2* 近傍の要素のいずれかが破断している場合、要素の破断基準は係数*Soft*により減少します。 （整数）	
$\dot{\varepsilon}_{min}$	ひずみ速度の下限。 デフォルト = 0.0（実数）	$\left[\frac{1}{s}\right]$
σ_1^t	縦方向引張強度（繊維方向）。 デフォルト = 10^{20}（実数）	[Pa]
σ_2^t	横方向引張強度（繊維方向に垂直）。 デフォルト = 10^{20}（実数）	[Pa]
σ_3^t	板厚方向の引張り強度 デフォルト = 10^{20}（実数）	[Pa]
σ_1^c	縦方向圧縮強度（繊維方向）。 デフォルト = 10^{20}（実数）	[Pa]
σ_2^c	横方向圧縮強度（繊維方向に垂直）。 デフォルト = 10^{20}（実数）	[Pa]
σ_c	破砕強度 デフォルト = 10^{20}（実数）	[Pa]
σ_{12}^f	繊維せん断強度 デフォルト = 10^{20}（実数）	[Pa]
σ_{12}^m	マトリックスせん断強度12 デフォルト = 10^{20}（実数）	[Pa]

フィールド	内容	**SI**単位の例
σ_{23}^{m}	マトリックスせん断強度23 デフォルト = 10^{20}（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
σ_{13}^{m}	マトリックスせん断強度13 デフォルト = 10^{20}（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
ϕ	マトリックスおよび剥離のCoulomb摩擦角 < 90° デフォルト = 0（実数）	$[\mathrm{deg}]$
S_{del}	剥離基準スケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	
$\tau_{\max}$	動的緩和 5 デフォルト = 10^{20}（実数）	$[\mathrm{s}]$
$\dot{\varepsilon}_0$	参照ひずみ速度 デフォルト = 10^{-20}（実数）	$\left[\frac{1}{\mathrm{s}}\right]$
T_{cut}	ひずみ速度カットオフ期間 デフォルト = $\tau_{\max}$（実数）	$[\mathrm{s}]$
Soft	近傍の要素のうちの1つがすでに破断している際は、減少係数が破壊基準に適用されます。 *I_frwave*、=2の場合のみ使用。 0.0.≤ *Soft* ≤ 1.0 デフォルト = 0.0（実数）	
fail_ID	（オプション）破壊基準識別子。4 （整数、最大10桁）	

例（複合材）

1つの複合材層と純マトリックスの引張および圧縮試験（図 203を参照）で、強度と降伏応力を決定します。これは材料則25とHASHIN破壊モデルで使用されます。この例では剥離は考慮されていません。

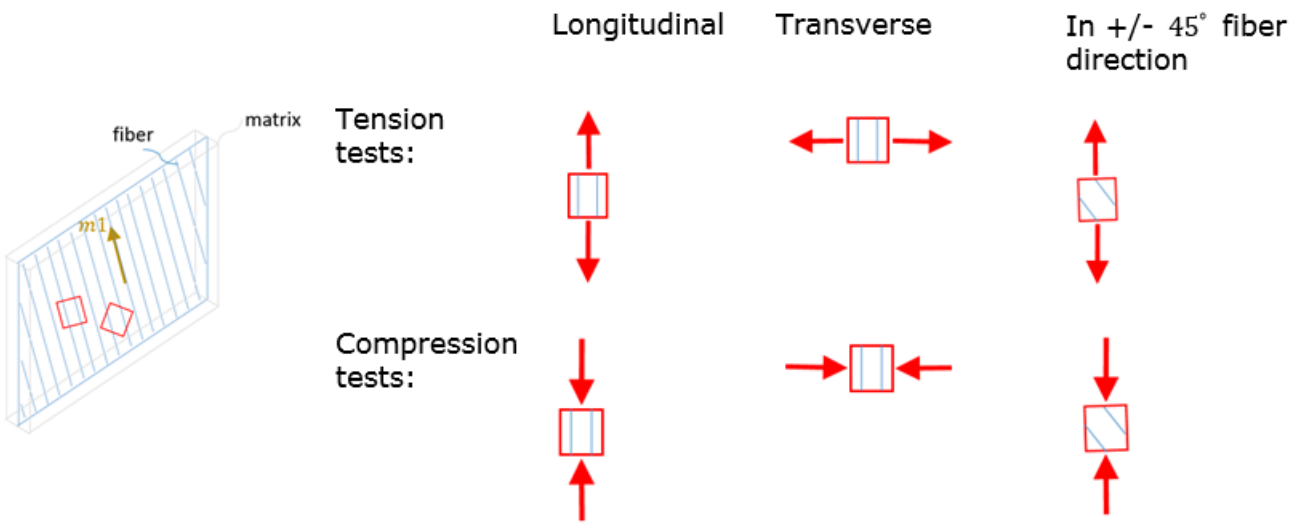


図 *203:* 繊維薄層モデル（I_{form}*FORM =2*）

```
#RADIOSS STARTER
/UNIT/1
unit for mat and failure
#              MUNIT                LUNIT                TUNIT
                  kg                   mm                   ms
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/COMPSH/1/1
composite material
#              RHO_I
              1.5E-6
#                 E11                  E22                 NU12      Iform                             E33
                   42                   40                  .05          1                              .5
#                 G12                  G23                  G31               EPS_f1               EPS_f2
                   3.4                    3                    3                    0                    0
#              EPS_t1               EPS_m1               EPS_t2               EPS_m2                 dmax
                   0                    0                    0                    0                .9999
#                Wpmax                Wpref      Ioff     IFLAWP                ratio
                   0                    0         5          0                    0
#                   c          EPS_rate_0                alpha                                ICC_global
                   0                 2E-4                    0                                         1
#             sig_1yt                b_1t                 n_1t           sig_1maxt                c_1t
                  .1                   25                   .1                    0                    0
#             EPS_1t1              EPS_2t1           SIGMA_rst1            Wpmax_t1
                   0                    0                    0                    0
#             sig_2yt                b_2t                 n_2t           sig_2maxt                c_2t
                  .1                   20                   .1                    0                    0
#             EPS_1t2              EPS_2t2            sig_rst2            Wpmax_t2
                   0                    0                    0                    0
#             sig_1yc                b_1c                 n_1c           sig_1maxc                c_1c
                .005                  800                   .5                    0                    0
#             EPS_1c1              EPS_2c1            sig_rsc1            Wpmax_c1
                .08                   .15                   .1                    0
#             sig_2yc                b_2c                 n_2c           sig_2maxc                c_2c
                .005                 2000                   .5                    0                    0
#             EPS_1c2              EPS_2c2            sig_rsc2            Wpmax_c2
                   0                    0                    0                    0
#           sig_12yt               b_12t                n_12t          sig_12maxt               c_12t
                .004                   83                  .31                    0                    0
#            EPS_1t12             EPS_2t12           sig_rst12            Wpmax_t12
                .075                 .085                  .05                    0
#          GAMMA_ini            GAMMA_max                d3max
                1E31                 1E31                 .9999
#  Fsmooth                Fcut
         0                   0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FAIL/HASHIN/1/1
#    Iform  Ifail_sh  Ifail_so               Ratio      I_Dam      Imod    Ifrwave          EPS_DOT_MIN
         2         1         0                   0          1
#           Sigma1_T             Sigma2_T             Sigma3_T             Sigma1_C             Sigma2_C
                  2                 .525                 1E30                  1.7                  1.7
#            Sigma_C            SigmaF_12            SigmaM_12            SigmaM_23            SigmaM_13
                1E30                 1E30                 .075                 1E30                 1E30
#                 Phi              Sdelam              Tau_max           EPS_DOT_0                 Tcut
```

```
                    0                    1                  .01
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#enddata
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. *ratio*の例：*ratio*=0.5、I_{fail_sh}=2（またはI_{fail_so}=2）の場合、層（または積分点）の半分以上が破断すると要素が削除されます。
2. 3次元材料破壊モデル：
   - 一方向薄層モデル：

     引張 / せん断繊維モード：

$$F_1 = \left(\frac{\langle \sigma_{11} \rangle}{\sigma_1^t}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_{12}^2 + \sigma_{13}^2}{\sigma_{12}^{f\,2}}\right) \tag{896}$$

     圧縮繊維モード：

$$F_2 = \left(\frac{\langle \sigma_a \rangle}{\sigma_1^c}\right)^2 \tag{897}$$

     ここで、 $\sigma_a = -\sigma_{11} + \left\langle -\frac{\sigma_{22} + \sigma_{33}}{2} \right\rangle$

     クラッシュモード

$$F_3 = \left(\frac{\langle p \rangle}{\sigma_c}\right)^2 \tag{898}$$

     ここで、 $p = -\frac{\sigma_{11} + \sigma_{22} + \sigma_{33}}{3}$

     破壊マトリックスモード：

$$F_4 = \left(\frac{\langle \sigma_{22} \rangle}{\sigma_2^t}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_{23}}{S_{23}}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_{12}}{S_{12}}\right)^2 \tag{899}$$

     剥離モード：

$$F_5 = S_{del}^2 \left[\left(\frac{\langle \sigma_{33} \rangle}{\sigma_2^t}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_{23}}{\tilde{S}_{23}}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_{13}}{S_{13}}\right)^2\right] \tag{900}$$

     ここで、

$$S_{12} = \sigma_{12}^m + \langle -\sigma_{22} \rangle \tan\phi$$
$$S_{23} = \sigma_{23}^m + \langle -\sigma_{22} \rangle \tan\phi$$
$$S_{13} = \sigma_{13}^m + \langle -\sigma_{33} \rangle \tan\phi$$
$$\tilde{S}_{23} = \sigma_{23}^m + \langle -\sigma_{33} \rangle \tan\phi$$

> **注:**
>
> $$\langle a \rangle = \begin{cases} a \ if \ a > 0 \\ 0 \ if \ a < 0 \end{cases} \quad (901)$$

- 繊維薄層モデル:

  引張 / せん断繊維モード:

  $$F_1 = \left(\frac{\langle \sigma_{11} \rangle}{\sigma_1^t} \right)^2 + \left(\frac{\sigma_{12}^2 + \sigma_{13}^2}{\sigma_a^f{}^2} \right) \quad (902)$$

  $$F_2 = \left(\frac{\langle \sigma_{22} \rangle}{\sigma_2^t} \right)^2 + \left(\frac{\sigma_{12}^2 + \sigma_{23}^2}{\sigma_b^f{}^2} \right) \quad (903)$$

  ここで、$\sigma_a^f = \sigma_{12}^f, \quad \sigma_b^f = \sigma_{12}^f \frac{\sigma_2^t}{\sigma_1^t}$

  圧縮繊維モード:

  $$F_3 = \left(\frac{\langle \sigma_a \rangle}{\sigma_1^c} \right)^2 \quad (904)$$

  ここで、$\sigma_a = -\sigma_{11} + \langle -\sigma_{33} \rangle$

  $$F_4 = \left(\frac{\langle \sigma_b \rangle}{\sigma_2^c} \right)^2 \quad (905)$$

  ここで、$\sigma_b = -\sigma_{22} + \langle -\sigma_{33} \rangle$

  クラッシュモード

  $$F_5 = \left(\frac{\langle p \rangle}{\sigma_c} \right)^2 \quad (906)$$

  ここで、$p = -\frac{\sigma_{11} + \sigma_{22} + \sigma_{33}}{3}$

  せん断破壊マトリックスモード:

  $$F_6 = \left(\frac{\sigma_{12}}{\sigma_{12}^m} \right)^2 \quad (907)$$

  マトリックス破壊モード:

  $$F_7 = S_{del}^2 \left[\left(\frac{\langle \sigma_{33} \rangle}{\sigma_3^t} \right)^2 + \left(\frac{\sigma_{23}}{S_{23}} \right)^2 + \left(\frac{\sigma_{13}}{S_{13}} \right)^2 \right] \quad (908)$$

  ここで、

$$S_{13} = \sigma_{13}^{m} + \langle -\sigma_{33} \rangle \tan\phi$$
$$S_{23} = \sigma_{23}^{m} + \langle -\sigma_{33} \rangle \tan\phi$$

損傷パラメータが$F_i \geq 1.0$の場合、数値の不安定性を回避するため、指数関数を使用して応力を減少させます。緩和手法は、応力を徐々に減少させて使用します:

$$\boldsymbol{\sigma}(t) = \mathrm{f}(t) \cdot \boldsymbol{\sigma}_d(t_r) \tag{909}$$

ここで、

$$\mathrm{f}(t) = \exp\left(-\frac{t - t_r}{\tau_{\max}} \right) \tag{910}$$

および $t \geq t_r$

ここで、

t	時間
t_r	損傷基準が推定される場合における緩和の開始時間
$\tau_{\max}$	動的緩和の時間
$\boldsymbol{\sigma}_d(t_r)$	損傷開始時の応力

3. 損傷値Dは、0 ≤ D ≤ 1です。破壊の状態は次のとおりです。
   - 0 ≤ D > 1の場合: 破壊なし
   - D = 1の場合: 破壊

   ここで、一方向薄層モデルの場合は$D = Max(F_1, F_2, F_3, F_4, F_5)$、繊維薄層モデルの場合は$D = Max(F_1, F_2, F_3, F_4, F_5, F_6, F_7)$。この損傷値は`/ANIM/BRICK/DAMA`または`/ANIM/SHELL/DAMA`で示されます。
4. *fail_ID*は、/STATE/BRICK/FAILおよび/INIBRI/FAILで使用されます。デフォルト値はありません。この行が空白の場合、`/INIBRI/FAIL`内の破壊モデル変数のために出力される値はありません(`/STATE/BRICK/FAIL`オプションで`.sta`ファイルに書き込まれます)。
5. 破壊基準に達した後、$\tau_{\max}$の値は破断要素での応力が徐々に減少して0になるまでの期間を決定します。応力が破壊の開始時における応力値の1%に達すると、要素は削除されます。これは、要素が突然削除され、隣接要素で破断の"連鎖反応"が起こることによる不安定性を回避するために必要となります。破壊基準に達した場合でも、$\tau_{\max} = 1.0E30$のデフォルト値であれば要素は削除されません。したがって、$\tau_{\max}$をシミュレーションの時間ステップの10倍大きく定義することが推奨されます。
6. *I_Dam*オプションは、損傷計算および損傷を計算する安定性を向上させます。

See Also

複合材破壊モデル

42. Hashin, Z.およびRotem, A.、"A Fatigue Criterion for Fiber-Reinforced Materials"、Journal of Composite Materials、Vol. 7、1973、448~464ページ9
43. Hashin, Z., "Failure Criteria for Unidirectional Fiber Composites," Journal of Applied Mechanics, Vol. 47, 1980, pp. 329-334.

/FAIL/HC_DSSE

ブロックフォーマットのキーワード
ひずみベースの延性破壊モデル：シェル-ソリッド結合のドメインのHosford-Coulombモデルシェル要素についての線形損傷累積を伴う非線形ひずみベースの破壊基準。

破壊ひずみはHosford-Coulomb関数によって記述されます（ソリッドについては/FAIL/EMCをご参照ください）。弾塑性材料則 > 28にのみ機能します。この破壊基準は、Keunhwan Pack（マサチューセッツ工科大学）とDirk Mohr（スイス連邦チューリッヒ工科大学）によって開発されました。[44]

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/FAIL/HC_DSSE/*mat_ID*/*unit_ID*									
I_{fail_sh}	P_thick_{fail}	*I-Flag*							

I-Flag = 0の場合：カード2 - 損傷累積パラメータ

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
a		*b*		*c*		*d*		n_f	

I-Flag = 1 = 0の場合：カード2 - 破壊試験値入力

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
c2		*c3*		*c4*		*Inst_str*		n_f	

オプションの行

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
fail_ID									

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
I_{fail_sh}	シェル破壊フラグ。 *= 1*（デフォルト） 1つの積分点または層で損傷基準が満たされた場合に、シェル要素は削除されます。 *= 2* すべてのシェル層で損傷基準が満たされた場合、またはP_thick_{fail}で比率で定義されている場合に、シェル要素は削除されます。単一層シェルの場合は、応力テンソルが0に設定されます。 （整数）	
P_thick_{fail}	要素が削除される前に破断すべき厚み全体での積分点の比率（シェル要素のみ）。 デフォルト = 1.0（実数）	
I-Flag	入力タイプフラグ *= 0*（デフォルト） *a*、*b*、*c*、*d*、n_fを用いたパラメータ入力 *= 1* *c1*、*c2*、*c3*、*c4*を用いた破壊試験入力 1 （整数）	
a	破壊モデルパラメータ*a* （実数）	
b	破壊モデルパラメータ*b* （実数）	
c	破壊モデルパラメータ*c* （実数）	
d	破壊モデルパラメータ*d* （実数）	
c2	純せん断の破壊ひずみ（軸性$\eta = 0$） （実数）	
c3	単軸引張の破壊ひずみ（軸性$\eta = \frac{1}{3}$） （実数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
c4	平面ひずみ引張の破壊ひずみ（軸性$\eta = \frac{1}{\sqrt{3}}$） （実数）	
Inst_str	ネッキングについての平面での不安定性 （実数）	
n_f	パラメータn_f。 デフォルト = 0.1（実数）	
fail_ID	破壊基準識別子。 （整数、最大10桁）	

例

この例は、HC-DSSEパラメータ入力（*a*、*b*、*c*、*d*パラメータと*I-Flag* = 0）を使用します。

$$\begin{aligned} &I-Flag=0 \\ &a=1.742 \\ &b=0.7 \\ &c=0.029 \\ &d=1.6 \end{aligned} \quad \Leftrightarrow \quad \begin{aligned} &I-Flag=1 \\ &c2=0.8(Pure-Shear) \\ &c3=0.7(Uniaxial-Tension) \\ &c4=0.58(Plane-Strain-Tension) \end{aligned}$$

さらに物理的入力（*I-Flag*=1での破壊ひずみ入力）を使用。HC-DSSEパラメータ*a*、*b*、*c*、*d*は、Radioss Starterによるカーブフィッティングを使って計算されます。

これらの例での破壊定義は同等です。

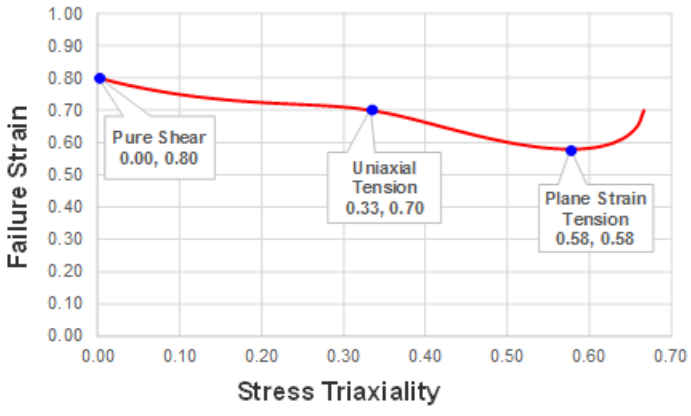


図 *204:*

例（**HC-DSSE**パラメータ入力）

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
```

```
#              MUNIT                LUNIT                TUNIT
                  kg                   mm                   ms
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  1. MATERIALS:
/MAT/PLAS_TAB/2/1
DP600 from SSAB Homepage
#              RHO_I
             7.8E-6                    0
#                  E                   Nu           Eps_p_max               Eps_t               Eps_m
                 210                   .3                   0                   0                   0
#  N_funct  F_smooth               C_hard               F_cut               Eps_f
         1         0                    0                   0                   0
#  fct_IDp              Fscale   Fct_IDE                EInf                  CE
        0                   0         0                   0                   0
# func_ID1  func_ID2  func_ID3  func_ID4  func_ID5
        14
#           Fscale_1            Fscale_2            Fscale_3            Fscale_4            Fscale_5
                  1
#          Eps_dot_1           Eps_dot_2           Eps_dot_3           Eps_dot_4           Eps_dot_5
                  0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FAIL/HC_DSSE/2/1
#   Ishell        P_thickfail     I_Flag
         1                .5          0
#                  a                   b                   c                   d                 n_f
              1.742                 0.7               0.029                 1.6                 0.1
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/14
Mat_Curev Quasi-static DOCOL DP 600 (Material from SSAB Homepage 2010)
#                  X                   Y
                   0                .306
              .00112                .415
              .00218                .445
                .003                .461
              .00404                .474
              .00517                .489
              .00613                .498
               .0071                .505
              .00806                .512
              .00901                .522
               .0102                 .53
               .0121                .543
                .013                 .55
                .014                .555
                .015                .561
               .0159                .567
               .0171                .572
               .0181                .577
               .0204                .592
               .0303                .632
               .0405                .663
               .0502                .687
                 .06                .706
               .0702                .722
               .0807                .737
                 .09                .749
               .0997                .758
                .101                .759
                .11                 .768
         .15000001                 .805
                  .2                 .84
         .30000001                  .9
                  .5                   1
                   1                1.21
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#enddata
/END
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

例（物理的入力）

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
#              MUNIT                LUNIT                TUNIT
                  kg                   mm                   ms
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  1. MATERIALS:
/MAT/PLAS_TAB/2/1
```

```
DP600 from SSAB Homepage
#              RHO_I
              7.8E-6                   0
#                   E                  Nu           Eps_p_max               Eps_t               Eps_m
                  210                  .3                   0                   0                   0
#  N_funct  F_smooth               C_hard               F_cut               Eps_f
         1          0                   0                   0                   0
#  fct_IDp              Fscale   Fct_IDE                EInf                  CE
         0                   0         0                   0                   0
# func_ID1  func_ID2  func_ID3  func_ID4  func_ID5
        14
#           Fscale_1            Fscale_2            Fscale_3            Fscale_4            Fscale_5
                  1
#          Eps_dot_1           Eps_dot_2           Eps_dot_3           Eps_dot_4           Eps_dot_5
                  0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FAIL/HC_DSSE/2/1
#   Ishell        P_thickfail     I_Flag
         1                 .5          1
#                 c2                  c3                  c4            Inst_str                n_f
                0.8                 0.7                0.58                 0.1                 0.1

#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/14
Mat_Curev Quasi-static DOCOL DP 600 (Material from SSAB Homepage 2010)
#                   X                   Y
                    0                .306
               .00112                .415
               .00218                .445
                 .003                .461
               .00404                .474
               .00517                .489
               .00613                .498
                .0071                .505
               .00806                .512
               .00901                .522
                .0102                 .53
                .0121                .543
                 .013                 .55
                 .014                .555
                 .015                .561
                .0159                .567
                .0171                .572
                .0181                .577
                .0204                .592
                .0303                .632
                .0405                .663
                .0502                .687
                  .06                .706
                .0702                .722
                .0807                .737
                  .09                .749
                .0997                .758
                 .101                .759
                  .11                .768
          .15000001                .805
                   .2                 .84
          .30000001                  .9
                   .5                   1
                    1                1.21
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#enddata
/END
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. この破壊基準は、平面応力条件で破壊vs.応力軸性（応力の状態）における相当塑性ひずみの空間で定義されます。これにより、異なる荷重条件で変化する破壊ひずみの定義が可能となります。これは2つのカーブから成ります。1つは破壊の軌跡（赤いカーブの下）、もう1つはネッキングの軌跡（青いカーブ）です。

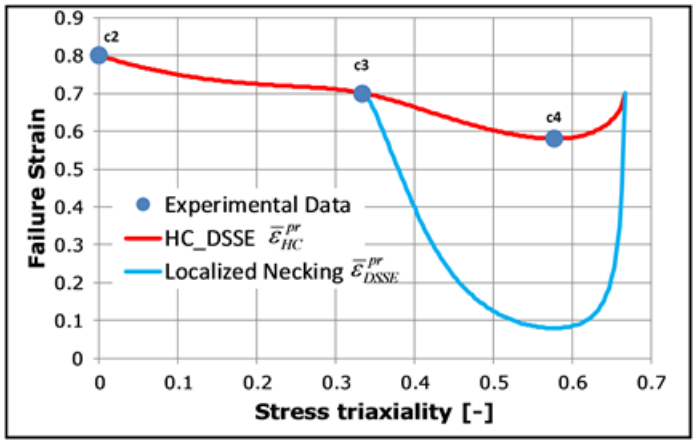


図 *205:*

前者は次のフォームをとります:

$$\bar{\varepsilon}^{pr}_{HC}(\eta,\theta) = b(1+c)^{\frac{1}{nf}}\left\{\left[\frac{1}{2}\left((f_1-f_2)^a+(f_2-f_3)^a+(f_1-f_3)^a\right)\right]^{\frac{1}{a}}+c(2\eta+f_1+f_3)\right\}^{-\frac{1}{nf}} \tag{911}$$

f_1、f_2およびf_3はLode角θの関数です:

$$with\begin{cases} f_1(\theta) = \frac{2}{3}\cos\left(\frac{\pi}{6}(1-\theta)\right) \\ f_2(\theta) = \frac{2}{3}\cos\left(\frac{\pi}{6}(3+\theta)\right) \\ f_3(\theta) = -\frac{2}{3}\cos\left(\frac{\pi}{6}(1+\theta)\right) \end{cases}$$

$$\theta = 1-\frac{2}{\pi}arccos\left(-\frac{27}{2}\eta\left(\eta^2-\frac{1}{3}\right)\right)$$

$$dD_{HC} = \frac{d\bar{\varepsilon}_p}{\bar{\varepsilon}^{pr}_{HC}(\eta)}$$

後者は、ネッキングが起こり得る($\frac{1}{3} < \eta < \frac{2}{3}$)の単軸および均等二軸引張条件間でのみ定義されます:

$$\bar{\varepsilon}^{pr}_{DSSE}(\eta) = b\left\{\left[\frac{1}{2}\left((g_1-g_2)^d+g_1^d+g_2^d\right)\right]^{\frac{1}{d}}\right\}^{-\frac{1}{p}} \tag{912}$$

$$with\begin{cases} g_1(\eta) = \frac{2}{3}\eta+\sqrt{\frac{1}{3}-\frac{3}{4}\eta^2} \\ g_2(\eta) = \frac{2}{3}\eta-\sqrt{\frac{1}{3}-\frac{3}{4}\eta^2} \end{cases}$$

$$dD_{DSSE} = \frac{d\bar{\varepsilon}_p}{\bar{\varepsilon}^{pr}_{DSSE}(\eta)} \tag{913}$$

- p=0.0の普遍的指数が使用されます。
- ネッキングは、すべての積分点または層が$dD_{DSSE} > 1$を擁する際に、非局所的に予測されます。
- 破壊曲線パラメータ*a*、*b*、*c*、*d*は、試験結果に基づいてキャリブレートされる必要があります。

  η は軸性です。

- 代わりに*I-Flag*を1に切り替えると、Radiossは内部的にパラメータのフィッティングを行います。
- 圧縮領域（$\eta < -\frac{1}{3}$）では、シェル破壊はありません。
- 損傷は次のように計算されます：

$$D = \sum \frac{\Delta \bar{\varepsilon}_p}{\bar{\varepsilon}_{HC}^{pr}(\eta)} \tag{914}$$

44. Pack, Keunhwan, and Dirk Mohr."*Combined necking & fracture model to predict ductile failure with shell finite elements*."Engineering Fracture Mechanics 182 (2017)：32-51.

/FAIL/JOHNSON

ブロックフォーマットのキーワード
Johnson-Cook破壊モデルによる破壊基準を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/FAIL/JOHNSON/*mat_ID*/*unit_ID*									
D_1*1*		D_2*2*		D_3*3*		D_4*4*		D_5*5*	
$\dot{\varepsilon}_0$		I_{fail_sh}	I_{fail_so}			D_{adv}			*Ixfem*

オプションの行

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
fail_ID									

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
D_1*1*	第1パラメータ （実数）	
D_2*2*	第2パラメータ （実数）	
D_3*3*	第3パラメータ （実数）	
D_4*4*	第4パラメータ （実数）	
D_5*5*	第5パラメータ	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（実数）	
$\dot{\varepsilon}_0$	参照ひずみ速度 （実数）	$\left[\frac{1}{s}\right]$
I_{fail_sh}	シェル破壊フラグ。 （整数） *Ixfem* =0：破壊 - 要素が削除される *Ixfem* =1の場合：破壊 - 要素に亀裂が入る 2 = 1：（デフォルト）1つの積分点または層に対して$D=\sum\frac{\Delta\varepsilon_p}{\varepsilon_f}\geq 1$の場合、シェルが削除されるかシェルに亀裂が入ります。 = 2：各積分点において$D=\sum\frac{\Delta\varepsilon_p}{\varepsilon_f}\geq 1$の場合は応力テンソルがゼロに設定されます。すべての積分点または層に対して$D=\sum\frac{\Delta\varepsilon_p}{\varepsilon_f}\geq 1$の場合、シェルが削除されるかシェルに亀裂が入ります。	
I_{fail_so}	ソリッド破壊フラグ = *1*（デフォルト） 1つの積分点に対して$D=\sum\frac{\Delta\varepsilon_p}{\varepsilon_f}\geq 1$の場合、ソリッド要素は削除されます。 = *2* 各積分点に対して$D=\sum\frac{\Delta\varepsilon_p}{\varepsilon_f}\geq 1$である場合、応力テンソルは消失します。 （整数）	
D_{adv}	亀裂拡大の基準（*Ixfem* =1の場合のみアクティブ）4 = *1*（デフォルト） > *1* D_{adv} = 1となります（最大損傷累積値D、亀裂発生に使用されます）。 （0と1の間の実数）	
Ixfem	XFEMフラグ（`/PROP/SHELL`、`/PROP/SH_SANDW`、`/PROP/TYPE51`プロパティの場合のみ） = *0*（デフォルト） XFEMなし	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 1 XFEM定式化 2 （整数）	
fail_ID	破壊基準識別子 3 （整数、最大10桁）	

例

次の2つの単純な例では、ひずみ速度と温度は考慮されていません。応力-ひずみ関係は次のように簡素化できます：

$$\varepsilon_f = \left[D_1 + D_2 \exp\left(D_3 \sigma^*\right)\right] \tag{915}$$

3つの一般的な荷重（例：純引張、純せん断、または純圧縮）では、材料パラメータD_1*1*、D_2*2*、D_3*3*は、上記の簡素化された応力-ひずみ関係を使用して決定できます。

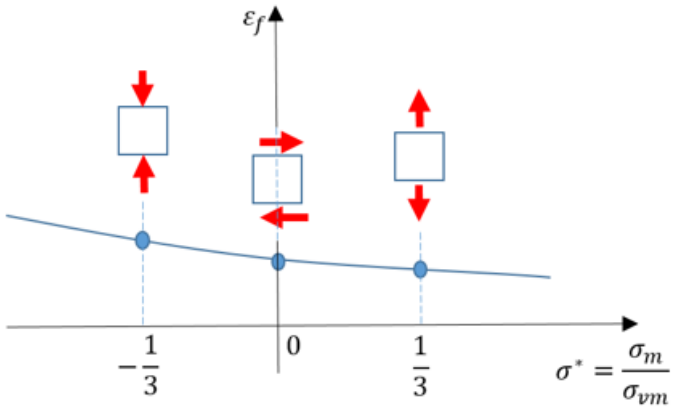


図 *206:*

例**1**（鋼材）

削除される要素が破断基準に達した場合、*Ixfem*=0を使用します。

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
#               MUNIT                LUNIT                TUNIT
                  Mg                   mm                   s
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  1. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/PLAS_JOHNS/1/1
Steel
#              RHO_I
             7.8E-9                   0
#                  E                  Nu
             210000                  .3
#                  a                   b                   n           EPS_p_max            SIG_max0
                 270                 450                  .6                   0                   0
#                  c           EPS_DOT_0         ICC    Fsmooth              F_cut               Chard
                   0                   0           0          0                   0                   0
#                  m             T_melt             rhoC_p               T_r
                   0                   0                  0                 0
/FAIL/JOHNSON/1/1
#                 D1                  D2                  D3                  D4                  D5
```

```
                0.11                0.08               -1.5                  0                  0
#              EPS_0  Ifail_sh  Ifail_so                                   Dadv               Ixfem
                   1         1         1                                     0                  0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#enddata
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

例2（鋼材）

亀裂が入る要素が亀裂基準に達した場合、*Ixfem*=1を使用します。

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
#              MUNIT               LUNIT               TUNIT
                  Mg                  mm                   s
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  1. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/PLAS_JOHNS/1/1
Steel
#              RHO_I
             7.8E-9                   0
#                  E                  Nu
             210000                  .3
#                  a                   b                   n           EPS_p_max            SIG_max0
                 270                 450                  .6                   0                   0
#                  c           EPS_DOT_0       ICC    Fsmooth               F_cut               Chard
                   0                   0         0           0                   0                   0
#                  m              T_melt              rhoC_p                 T_r
                   0                   0                   0                   0
/FAIL/JOHNSON/1/1
#                 D1                  D2                  D3                  D4                  D5
               0.11                0.08                -1.5                   0                   0
#              EPS_0  Ifail_sh  Ifail_so                                   Dadv               Ixfem
                   1         1         1                                    0.5                   1
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#enddata
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. パラメータは、次のような応力とひずみとの関係で使用されます：

$$\varepsilon_f = \left[D_1 + D_2 \exp\left(D_3 \sigma^*\right)\right] \left[1 + D_4 ln\left(\dot{\varepsilon}^*\right)\right] \left[1 + D_5 T^*\right] \quad (916)$$

ここで、$\sigma^* = \frac{\sigma_m}{\sigma_{VM}}$（$\sigma^*$は応力軸性）

$$\dot{\varepsilon}^* = \frac{\dot{\varepsilon}}{\dot{\varepsilon}_0} \quad (917)$$

T^* はすべての材料について次のように計算されます：

$$T^* = \frac{T - T_r}{T_{melt} - T_r} \quad (918)$$

ここで、

T_r	初期温度
T_{melt}*MELT*	材料LAW2およびLAW4の溶融温度

`/HEAT/MAT`（I_{form}*FORM* =1）がこの材料モデルを参照している場合、このカード内で定義されたT_rとT_{melt}*MELT*の値が、`/HEAT/MAT`で定義された対応するT_0とT_{melt}*MELT*で上書きされます。

2. XFEM定式化(*Ixfem*=1)は、Belytchko(I_{shell}*SHELL*=1、2、3または4)、およびQEPH(I_{shell}*SHELL*=24)シェル要素とのみ適合性があります。XFEMがアクティブ(*Ixfem*=1)な場合は、この破壊基準によって、要素または層が削除されるのではなく、要素に亀裂が入ります。

   単層と多層の2つのXFEMオプションが利用可能です。XFEMオプションは、材料識別子に適用された破壊基準に関連付けられているプロパティタイプに依存します。

   - `/PROP/SHELL(TYPE1)`を使用する場合は、単層XFEMが適用されます。

   この場合、要素全体の厚さが単一層とみなされます。破壊基準は各積分点で計算されますが、この要素に現れる亀裂は1つのみです。このアプローチは、シェルフラグのすべての値(I_{fail_sh}=1または2)と適合性があります。亀裂方向は、最後に破断した積分点での主制約によって決定されます。

   - `PROP/SH_SANDW(TYPE11)`を使用する場合は、多層XFEMが適用されます。

   この場合、板厚全体の各積分点は個別の層とみなされます。破壊基準は別々に計算されるため、亀裂方向は各層で異なる可能性があります。各層における亀裂方向は、ある要素から別の要素へ個別に伝わります。多層XFEMは、I_{fail_sh}=1とは適合性がありません。この場合、その値は自動でI_{fail_sh}=2に設定されます。

   - `/PROP/TYPE51`を使用する場合は、多層XFEMが適用され、各層に別々の亀裂が現れ、要素間を個別に伝わります。このため、亀裂の方向とパターンは各層で異なります。破壊基準は各積分点で個別に計算され、層内の全積分点が破断した時点で亀裂が伝えられます。多層XFEMは、I_{fail_sh}=1とは適合性がありません。その値は自動でI_{fail_sh}=2に設定されます。

     > **警告:** 単層および複数層XFEM定式化は、今のところ、同じモデル内では混在できません。それらのどちらかをモデル全体に対して選択する必要があります。

3. *fail_ID*は、/STATE/BRICK/FAILおよび/INIBRI/FAILで使用されます。デフォルト値はありません。この行が空白の場合、`/INIBRI/FAIL`内の破壊モデル変数のために出力される値はありません(`/STATE/BRICK/FAIL`オプションで`.sta`ファイルに書き込まれます)。
4. この破壊モデルには、2つの異なる破壊(破断または亀裂)が導入されています。破壊基準は次のように計算されます:

   - 要素の破断(*Ixfem*=0):

     D > 1の場合、要素の破断(削除される)
   - 要素の亀裂(*Ixfem*=1):

     次の場合に要素に亀裂が入ります:

     その要素に破断した隣接要素がない場合、新しい亀裂の初期化。

     その要素に破断した隣接要素があり、D > D_{adv}の場合、破断は進展し、破断の進展にD_{adv}が使用されます。*adv* を使用(既存の亀裂が要素の境界に達した場合)。

     2つ目の亀裂が同じ要素に達した場合は、その要素が削除されます。

     ここで、

     $$D = \sum \frac{\Delta \varepsilon_p}{\varepsilon_f} \geq 1 \qquad (919)$$

     *Dadv*は常に1より小さくなくてはなりません。

See Also

Failure Models (Reference Guide)

Explicit Structural FEA Ductile (User Guide)
RD-E:2600 破断される板
RD-E:4500 マルチドメイン
RD-E:5500 ファンブレードの回転の初期設定と衝突

/FAIL/LAD_DAMA

ブロックフォーマットのキーワード
剥離（層間の破壊）のためのLadeveze破壊モデルを記述します。

この破壊モデルは直交異方性ソリッドと厚肉シェルに対して使用可能で、*Plyxfem*と共にシェルプロパティ/PROP/TYPE17で積層間材料破壊モデルとしても使用できます。この破壊モデルは/MAT/LAW12 (3D_COMP)、/MAT/LAW14 (COMPSO)および/MAT/LAW25 (COMPSH)および/MAT/LAW1 (ELAST)（*Plyxfem*と使用される場合のみ）と適合します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/FAIL/LAD_DAMA/*mat_ID*/*unit_ID*									
$K_1 1$		$K_2 2$		$K_3 3$		γ_1		γ_2	
Y_0		Y_c		k		a		τ_{max}	
I_{fail_sh}	I_{fail_so}								

オプションの行

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
fail_ID									

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
$K_1 1$	方向1の層間剛性。 デフォルト = 10^{30}（実数）	$\left[\frac{Pa}{m}\right]$
$K_2 2$	方向2の層間剛性。 デフォルト = 10^{30}（実数）	$\left[\frac{Pa}{m}\right]$
$K_3 3$	方向3の層間剛性。	$\left[\frac{Pa}{m}\right]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
	デフォルト = 10^{30}（実数）	
γ_1	剥離モードIとモードIIの間の連成係数。 デフォルト = 0（実数）	
γ_2	剥離モードIとモードIIIの間の連成係数。 デフォルト = 0（実数）	
Y_0	剥離を開始するための降伏エネルギー損傷。 デフォルト = 10^{30}（実数）	
Y_c	完全な剥離のための臨界エネルギー損傷パラメータ。 デフォルト = $2\sqrt{Y_0}$（実数）	
k	亀裂伝播の速度時間定数。 デフォルト = 0（実数）	$[\frac{m}{s}]$
a	亀裂伝播の速度倍率。 デフォルト = 10^{30}（実数）	
τ_{max}	動的緩和。3 デフォルト = 10^{30}（実数）	$[s]$
I_{fail_sh}	シェル破壊フラグ。 = *1*（デフォルト） 損傷基準に1つの層が達するとシェルが削除されます。 = *2* 損傷基準にシェルの全層が達するとシェルが削除されます。 （整数）	
I_{fail_so}	ソリッド破壊フラグ。 = *1*（デフォルト） 損傷基準に1つの積分点が達するとソリッドが削除されます。 = *3* 損傷がソリッドの1つの積分点（$\sigma_{33}=\sigma_{23}=\sigma_{13}=0$）に達すると、面外応力が0に設定されます。 （整数）	
fail_ID	破壊基準識別子。2	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数、最大10桁）	

例（複合材）

```
#RADIOSS STARTER
/UNIT/1
unit for mat and failure
#              MUNIT               LUNIT               TUNIT
                   g                  mm                  ms
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/COMPSH/1/1
composite example
#              RHO_I
             .001506
#                 E11                 E22                NU12     Iform                           E33
              144000               10000                 .25         0                         20000
#                 G12                 G23                 G31             EPS_f1              EPS_f2
                4200                4200                4200                  0                   0
#              EPS_t1              EPS_m1              EPS_t2              EPS_m2                dmax
                   0                   0                   0                   0                   0
#              Wpmax               Wpref      Ioff                          ratio
             1000000                   0         0                              0
#                   b                   n                fmax
                   0                   0             1000000
#             sig_1yt             sig_2yt             sig_1yc             sig_2yc               alpha
               10100               10100               10100               10100                   0
#           sig_12yc            sig_12yt              c_12          Eps_rate_0       ICC
               10068               10068                 0                   0         0
#          GAMMA_ini           GAMMA_max              d3max
                   0                   0                   0
#  Fsmooth                Fcut
         0                   0
/FAIL/LAD_DAMA/1/1
#                  K1                  K2                  K3              Gamma1              Gamma2
                2000                2000                2000              1E-20               1E-20
#                  Y0                  YC                   K                  A             Tau_max
                  40                 160              100000                  1                 .01
# Ifail_sh  Ifail_so
          1         3
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#enddata
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. 剥離用のLadeveze破壊損傷モデル：

$$Y_{d_3} = \frac{\partial E_D}{\partial d_3}\bigg|_{\sigma=cst} = \frac{1}{2}\frac{\langle \sigma_{33} \rangle^2}{K_3(1-d_3)^2} \qquad \text{Mode I} \tag{920}$$

$$Y_{d_2} = \frac{\partial E_D}{\partial d_2}\bigg|_{\sigma=cst} = \frac{1}{2}\frac{\sigma_{32}^2}{K_2(1-d_2)^2} \qquad \text{Mode II} \tag{921}$$

$$Y_{d_1} = \frac{\partial E_D}{\partial d_1}\bigg|_{\sigma=cst} = \frac{1}{2}\frac{\sigma_{31}^2}{K_1(1-d_1)^2} \qquad \text{Mode III} \tag{922}$$

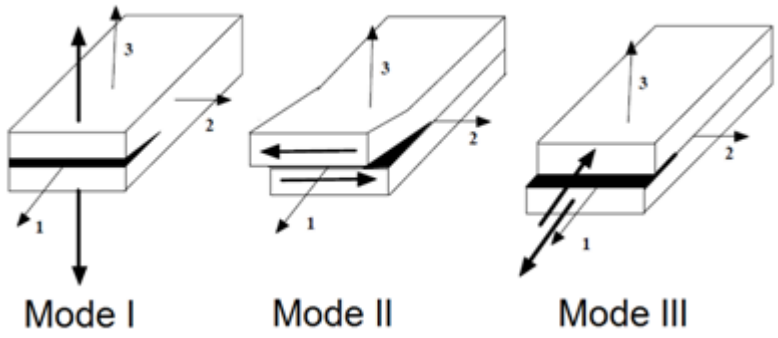


図 *207:*

46

2次元ソリッド要素の場合は、モードIIとモードIIIのみを使用可能です。

ここで、d_iはその破壊モードに伴う内部損傷パラメータです。

ダメージ進展則は等価なダメージエネルギー解放比によってコントロールされます。

$Y = Y_{d_3} + \gamma_1 Y_{d_1} + \gamma_2 Y_{d_2}$ ここで、 $Y_{d_i}|_t = \sup Y_{d_i}|_{\tau \le t}$

損傷パラメータの進展は連成係数γ_1とγ_2に強く連成します。これらの2つのパラメータは剥離試験から来ます。

現在の破壊モデルについて、$d_1 = d_2 = d_3 = d$であるとみなします。

損傷値dは特定の速度で増大します:

$$\dot{d} = \frac{k}{a}[1 - \exp(-a\langle w(Y) - d\rangle)] \qquad (923)$$

$d < 1$の場合。

それ以外の場合は、$d = 1$

このとき、

a は、延性破壊の尺度です。値が低いほど、破壊の延性が強くなります。

$\frac{a}{k}$ は、最小破壊期間です。Y_0とY_cの間のエネルギーの期間は少なくとも$\frac{a}{k}$に等しくなければなりません。

$$\langle x\rangle = \begin{cases} x \ if \ x > 0 \\ 0 \ if \ x < 0 \end{cases} \qquad (924)$$

関数$w(Y)$は次のように計算されます:

$$w(Y) = \frac{\langle \sqrt{Y} - \sqrt{Y_0} \rangle}{\sqrt{Y_c} - \sqrt{Y_0}} \qquad (925)$$

損傷パラメータ$d \le 1.0$,の場合は、応力σ_{33}、σ_{13}およびσ_{23}は次の関数に従って減少します:

緩和のテクニックが応力を徐々に減少させるために使用されます:

$$\boldsymbol{\sigma}(t) = \mathrm{f}(t) \cdot \boldsymbol{\sigma}_d(t_r) \qquad (926)$$

ここで、

$$f(t) = \exp\left(-\frac{t - t_r}{\tau_{\max}}\right) \quad (927)$$

ここで、

t	時間
t_r	損傷基準が推定される場合における緩和の開始時間
$\tau_{\max}$	動的緩和の時間
$\boldsymbol{\sigma}_d(t_r)$	損傷開始時の応力

2. *fail_ID*は、/STATE/BRICK/FAILおよび/INIBRI/FAILで使用されます。デフォルト値はありません。この行が空白の場合、/INIBRI/FAIL内の破壊モデル変数のために出力される値はありません(/STATE/BRICK/FAILオプションで.staファイルに書き込まれます)。
3. 破壊基準に達した後、$\tau_{\max}$の値は破断要素での応力が徐々に減少して0になるまでの期間を決定します。応力が破壊の開始時における応力値の1%に達すると、要素は削除されます。これは、要素が突然削除され、隣接要素で破断の"連鎖反応"が起こることによる不安定性を回避するために必要となります。破壊基準に達した場合でも、$\tau_{\max} = 1.0E30$のデフォルト値であれば要素は削除されません。したがって、$\tau_{\max}$をシミュレーションの時間ステップの10倍大きく定義することが推奨されます。

See Also

複合材破壊モデル

45. O. Allix, P. Ladevèze, "Interlaminar interface modeling for the prediction of delamination", Composite structure 22 (1992) 235-242
46. L.Gornet, "Finite Element Damage Prediction of Composite Structures"

/FAIL/MULLINS_OR

ブロックフォーマットのキーワード
Ogden氏とRoxburgh氏が提唱した基準に基づく載荷と除荷の周期的な繰り返しで観測される応力軟化のMullins効果を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/FAIL/MULLINS_OR/*mat_ID*/*unit_ID*									
R		β		*m*					

オプションの行

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
fail_ID									

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位の識別子（オプション） （整数、最大10桁）	
R	未変形材料を基準とした損傷パラメータ。1 3 デフォルト = 1.0（実数）	
β	損傷パラメータ。1 3 （実数）	
m	変形を基準とした損傷パラメータ。1 3 （実数）	[J]

例

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for material and failure
                  Mg                  mm                   s
```

```
/MAT/LAW100/1/1
Neo Hookean material
#
 1.000000000000E-09
#N_NETWORK    FLAG_HE    FLAG_CR
         0          3
#                 C10                   D1
              0.5000
/FAIL/MULLINS_OR/1/1
#                   R                 BETA                    m
                  2.0                 0.02                  0.2
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. この破壊モデルは、/MAT/LAW92、/MAT/LAW95、/MAT/LAW100の各材料でのみ使用できます。
2. 最初の載荷プロセス時の応力は、無損傷応力に等しい値にします。除荷時および再載荷時には、次のように正の軟化係数関数を乗算した応力とします。

$$\sigma = \eta dev(\sigma) - p\mathrm{I} \tag{928}$$

ここで、

$dev(\sigma)$	応力の偏差部分。
p	静水圧。
η	以下を考慮した超弾性モデルのひずみエネルギーの関数である損傷係数

$$\eta = \begin{cases} = 1, & \text{if} \quad W = W_{max} \\ < 1, & \text{if} \quad W < W_{max} \end{cases} \tag{929}$$

ここで、W_{max}は、載荷の過程でこの材料に作用した最大ひずみエネルギーです。

$$\eta = 1 - \frac{1}{R} erf\left(\frac{W_{max} - W}{m + \beta W_{max}}\right) \tag{930}$$

ここで、erfはガウスの誤差関数です。

3. パラメータRの値が大きいほど、1からのηの偏差が小さくなり、損傷が発生する可能性も低くなります。mの値が小さいと、ひずみが少なくても損傷が大きくなります。mの値が大きいと、初期載荷時ではひずみが軽微であれば損傷が小さくすみますが、再載荷時ではひずみが少なくても損傷が大きくなります。βの値が小さいほど、損傷が大きくなります。
4. この破壊モデルでは、破壊や要素の除去は発生しません。

See Also

複合材破壊モデル

47. Ogden, R. W., and D. G. Roxburgh, “A Pseudo-Elastic Model for the Mullins Effect in Filled Rubber,” Proceedings of the Royal Society of London, Series A, vol. 455, pp. 2861–2877, 1999

/FAIL/NXT

ブロックフォーマットのキーワード
応力に基づく変形状態図を記述します。この破壊モデルはシェル専用です。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/FAIL/NXT/*mat_ID*/*unit_ID*									
fct_ID_1	fct_ID_2	*Ifail_sh*							

オプションの行

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
fail_ID									

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
fct_ID_1	破壊の下限の関数識別子（S-Rモード）。 （整数）	
fct_ID_2	破壊の上限の関数識別子（3Dモード）。 （整数）	
Ifail_sh	シェル破壊フラグ。 *= 0*（デフォルト） シェルを削除しません。。 *= 1* 破壊ゾーンに1つの層が存在する場合は、シェルが削除されます。 *= 2* 破壊ゾーンにすべての層が存在する場合のみ、シェルが削除されます。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	
fail_ID	破壊基準識別子。5 （整数、最大10桁）	

例（鋼材）

この例では、LAW32で/FAIL/NXTを使用しています。破壊の上限の曲線（3Dモード）は、/MOVE_FUNCTによってスケーリングされています。

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
                Mg                  mm                  s
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/HILL/1/1
void_steel
#              RHO_I
              7.8E-9
#                  E                  NU
              210000                  .3
#                  A           EPSILON_0                   n             EPS_max           SIGMA_max
                582               0.009                .258                   0                   0
#          EPS_DOT_0                   m
                   0                   0
#                r00                 r45                 r90                        Iyield0
                1.0                 1.0                 1.0                              0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FAIL/NXT/1/1
#  fct_ID1   fct_ID2  Ifail_sh
       100       101         1
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/100
SR-mode
#                   X                   Y
                -1.2                 1.2
                  -1                 1.3
                -0.8                1.36
                -0.6                1.42
                -0.4                1.47
                 0.2                 1.5
                 0.4                1.45
                 0.6                1.33
                   1                 1.5
                 1.5                1.85
                   2                2.25
                 2.5                2.55
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/101
3D-mode
#                   X                   Y
                -1.3                1.35
                -1.1                 1.6
                -0.9                 1.9
                -0.7                 2.2
                -0.5                2.55
                -0.3                2.85
                -0.1                3.15
                   0                 3.2
                 0.3                3.15
                 0.7                2.95
                 1.1                 2.7
                 1.3                2.65
                 1.5                 2.7
                 1.9                 2.8
                 2.3                2.95
                 2.7                 3.1
                 3.1                 3.2
```

```
/MOVE_FUNCT/101
scale for 3D-mode
#            Ascalex             Fscaley             Ashiftx             Fshifty

                   0                 2.0                   0                   0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
/END
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. 弾塑性材料則のために局所的な分岐理論および不安定理論に基づいて金属成形プロセスの間の破壊限界を予測する方法です。
2. 図 208で示される成形限界図は、σ/h平面で表されます。ここで、σは応力であり、hは現在の加工硬化率です。限界曲線のSRおよび3Dは、それぞれStören-Riceのモード(S-R)制限および3次元の局所的なモード制限を表します。SR制限は、破壊の下限、3次元制限、および上限とみなすことができます。破壊は、応力レベルが3次元制限に達したときに起こる必要があります。

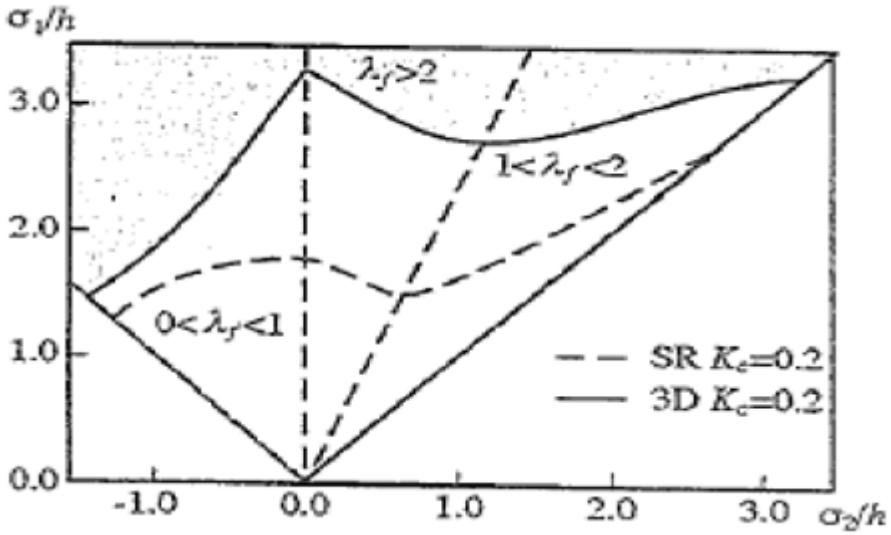


図 *208:*

3. 破壊ゾーンを決定するには、次のように不安定係数を定義する必要があります:

$$\lambda_f = \frac{\sigma/h - (\sigma/h)_{SR}}{(\sigma/h)_{3D} - (\sigma/h)_{SR}} + 1 \qquad (931)$$

λ_fの値に応じて、破壊の状態は次のようになります:

次の場合、破壊なし: $0 < \lambda_f < 1$

次の場合、警告: $1 < \lambda_f < 2$

次の場合、危険: $\lambda_f > 2$。この場合、要素は破断します。この場合は、λ_fは2に設定されます。

4. この破壊モデルが定義されている場合は、不安定破壊λ_f(NXT破壊係数)、σ_1/h(SIGMA1/h)、およびσ_2/h(SIGMA2/h)といった3つの新しい出力を含む、アニメーションファイルが自動生成されます。

ここで、σ_1およびσ_2は、現在の2つの主応力です。

5. *fail_ID*は、/STATE/BRICK/FAILおよび/INIBRI/FAILで使用されます。デフォルト値はありません。この行が空白の場合、/INIBRI/FAIL内の破壊モデル変数のために出力される値はありません(/STATE/BRICK/FAILオプションで.staファイルに書き込まれます)。
6. この基準を使用する利用可能な規則は、LAW2、LAW32、LAW36、LAW43、LAW73、およびLAW78です。

/FAIL/ORTHBIQUAD

ブロックフォーマットのキーワード
この破壊モデルでは、ひずみベースの直交異方性の簡易化された非線形破壊基準が線形損傷累積と共に使用されます。

いくつかの荷重方向について、破壊ひずみは、5つまでのユーザー入力破壊ひずみから曲線のフィッティングを用いて計算された2つの放物線関数によって記述されます。入力で指定されていないすべての荷重方向について、応力3軸度による破壊ひずみ進展の補間がシミュレーション時に実行されます。0～90度の間で均等に分散された10方向について、最大10セットのパラメータを指定できます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/FAIL/ORTHBIQUAD/*mat_ID*/*unit_ID*									

カード1 - 損傷累積パラメータ

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
P_thick_{fail}		*M-Flag*	*S-Flag*	N_{angle}			fct_ID_{el}	*El_ref*	

カード2 - 2軸引張破壊ひずみとひずみ速度依存性

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
c5		$\dot{\varepsilon}_0$		C_{JC}			fct_ID_{rate}	*Rate_Scale*	

オプション行（*M_Flag* = 99の場合）

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
r1		*r2*		*r4*		*r5*			

カード3 - N_{angle}（試験角度の数、1以上）カードの読み取り

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
c1		*c2*		*c3*		*c4*		*Inst_start*	

オプションの行

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
fail_ID									

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	（オプション）単位識別子 （整数、最大10桁）	
P_thick_{fail}	要素が削除される前に破断すべき厚み方向の積分点の比率。（シェル要素のみ）。 デフォルト = 1.0（実数）	
M-Flag	材料選択のフラグ。 *= 0*（デフォルト） c1～c5の値を入力します。 *= 1* 軟鋼 *= 2* HSS鋼 *= 3* UHSS鋼 *= 4* アルミニウムAA5182 *= 5* アルミニウムAA6082-T6 *= 6* 塑性PA6GF30 *= 7* 塑性PP T40 *= 99* ユーザー定義の破壊ひずみ速度*r1*、*r2*、*r4*、*r5*を入力します。 （整数）	
S-Flag	特定の挙動のフラグ。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 1 2つの放物線関数が使用されます。 *= 2*（デフォルト） 平面ひずみは大域的最小。 *= 3* 平面ひずみは大域的最小 + 肉やせ。	
N_{angle}	試験角度の数。 （整数）	
fct_ID_{el}	要素サイズ因子関数識別子。 （整数）	
El_ref	参照要素サイズ。 デフォルト = 1.0（実数）	$[\mathrm{m}]$
c5	2軸引張における破壊塑性ひずみ（すべての方向について同じ） デフォルト = 0.0（実数）	
$\dot{\varepsilon}_0$	ひずみ速度の非粘性極限。 デフォルト = 0.0（実数）	$\left[\frac{1}{\mathrm{s}}\right]$
C_{JC}	Johnson-Cookひずみ速度係数。 デフォルト = 0.0（実数）	
fct_ID_{rate}	ひずみ速度依存係数の表形式関数の識別子。 （整数）	
Rate_Scale	ひずみ速度依存性の表形式関数の横軸スケールファクター。 デフォルト = 1.0（実数）	$\left[\frac{1}{\mathrm{s}}\right]$
r1	単軸圧縮（*c1*）の単軸引張（*c3*）に対する破壊塑性ひずみ速度、したがって$c1 = r1 \cdot c3$。 *M-Flag*=99の場合のみ使用。 デフォルト = 0.0（実数）	
r2	純せん断（*c2*）の単軸引張（*c3*）に対する破壊塑性ひずみ速度、したがって$c2 = r2 \cdot c3$ *M-Flag*=99の場合のみ使用。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	デフォルト = 0.0(実数)	
r4	平面ひずみ引張(*c4*)の単軸引張(*c3*)に対する破壊塑性ひずみ速度、したがって$c4 = r4 \cdot c3$ *M-Flag*=99の場合のみ使用。 デフォルト = 0.0(実数)	
r5	2軸引張(*c5*)の単軸引張(*c3*)に対する破壊塑性ひずみ速度、したがって$c5 = r5 \cdot c3$ *M-Flag*=99の場合のみ使用。 デフォルト = 0.0(実数)	
c1	単軸圧縮における破壊塑性ひずみ。 デフォルト = 0.0(実数)	
c2	せん断における破壊塑性ひずみ。 デフォルト = 0.0(実数)	
c3	単軸引張における破壊塑性ひずみ。 デフォルト = 0.0(実数)	
c4	平面ひずみ引張における破壊塑性ひずみ。 デフォルト = 0.0(実数)	
Inst_start	肉やせについての不安定性開始値。 *S-Flag* = 3の場合に入力が必要。 (実数)	
fail_ID	(オプション)破壊基準識別子。 (整数、最大10桁)	

例 **1**

M-Flag ≠0、*M-Flag* ≠ 99: 大まかに事前定義された材料データを使用します(初期の設計探索にのみに推奨されます)。

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
#              MUNIT                LUNIT                TUNIT
                 Mg                   mm                   s
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  1. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

```
/MAT/LAW93/2/1
Steel
#              RHO_I
            7.8E-09
#               E11                 E22                 E33                 G12                Nu12
             190000              190000              190000               70000                 0.3
#               G13                 G23                Nu13                Nu23
             70000               70000                 0.3                 0.3
#       NL         VP                Fcut
         0          1                   0
#               SigY                 QR1                 CR1                 QR2                 CR2
              290                 580                   1                 200                  25
#               R11                 R22                 R12
                1                   1                   1
#               R33                 R13                 R23
                1                   1                   1
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FAIL/ORTHBIQUAD/2/1
#               PTHK     MFLAG      SFLAG     NANGLE                        FCT_IDEL              EI_REF
                  1         2          1          2                             101                  .3
#                 C5                DEPS0             C_JCOOK         FCT_ID_RATE          RATE_SCALE
                  0                   0                   0                   0                   0
#                 C1                  C2                  C3                  C4                INST
                  0                   0                  .7                   0                  .3
                  0                   0                 .35                   0                 .15
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/101
Regularization DP450_ODG3_MED-5
                  0                   1
                  1                   1
                  6                 .35
                 10                 .35
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#enddata
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

例 **2**

M-Flag = 0および*S-flag* = 3: *c1*～*c5*の値に破壊ひずみを入力します。

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
#              MUNIT               LUNIT               TUNIT
                  Mg                  mm                   s
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  1. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/LAW93/2/1
Steel
#              RHO_I
            7.8E-09
#               E11                 E22                 E33                 G12                Nu12
             190000              190000              190000               70000                 0.3
#               G13                 G23                Nu13                Nu23
             70000               70000                 0.3                 0.3
#       NL         VP                Fcut
         0          1                   0
#               SigY                 QR1                 CR1                 QR2                 CR2
              290                 580                   1                 200                  25
#               R11                 R22                 R12
                1                   1                   1
#               R33                 R13                 R23
                1                   1                   1
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FAIL/ORTHBIQUAD/2/1
#               PTHK     MFLAG      SFLAG     NANGLE                        FCT_IDEL              EI_REF
                  1         0          1          2                             101                  .3
#                 C5                DEPS0             C_JCOOK         FCT_ID_RATE          RATE_SCALE
                .56                   0                   0                   0                   0
#                 C1                  C2                  C3                  C4                INST
              3.01                 .98                  .7                 .42                  .3
             1.505                 .49                 .35                 .21                 .15
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/101
Regularization DP450_ODG3_MED-5
                  0                   1
                  1                   1
                  6                 .35
                 10                 .35
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

```
#enddata
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

例 3

M-Flag = 99およびJohnson-Cookひずみ速度依存性：破壊ひずみを*c3*に、破壊ひずみのスケールを*r1*、*r2*、*r4*、*r5*に入力します。

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
#              MUNIT                LUNIT                TUNIT
                  Mg                   mm                    s
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  1. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/LAW93/2/1
Steel
#             RHO_I
            7.8E-09
#                E11                  E22                  E33                  G12                  Nu12
             190000               190000               190000                70000                   0.3
#                G13                  G23                  Nu13                 Nu23
              70000                70000                   0.3                  0.3
#       NL         VP                 Fcut
         0          1                    0
#               SigY                  QR1                  CR1                  QR2                  CR2
                290                  580                    1                  200                   25
#                R11                  R22                  R12
                  1                    1                    1
#                R33                  R13                  R23
                  1                    1                    1
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FAIL/ORTHBIQUAD/2/1
#               PTHK      MFLAG      SFLAG     NANGLE                        FCT_IDEL              EI_REF
                  1         99          1          2                             101                   .3
#                 C5                DEPS0             C_JCOOK          FCT_ID_RATE           RATE_SCALE
                   0                    0                   0                    0                    0
#                 r1                   r2                  r4                   r5
                 4.3                  1.4                  .6                  1.6
#                 C1                   C2                  C3                   C4                 INST
                   0                    0                  .7                    0                   .3
                   0                    0                 .35                    0                  .15
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/101
Regularization DP450_ODG3_MED-5
                   0                    1
                   1                    1
                   6                  .35
                  10                  .35
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#enddata
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. この破壊基準は、入力方向ごとに、/FAIL/BIQUAD基準の場合と同様に、破壊塑性ひずみと応力3軸度（応力の状態）の関係を使用して定義されます。これにより、荷重条件に応じて材料が呈する異なる塑性破壊ひずみが可能となります。曲線は、単軸引張である$\frac{1}{3}$の軸性値において交差する2つの放物線関数によって記述されます。

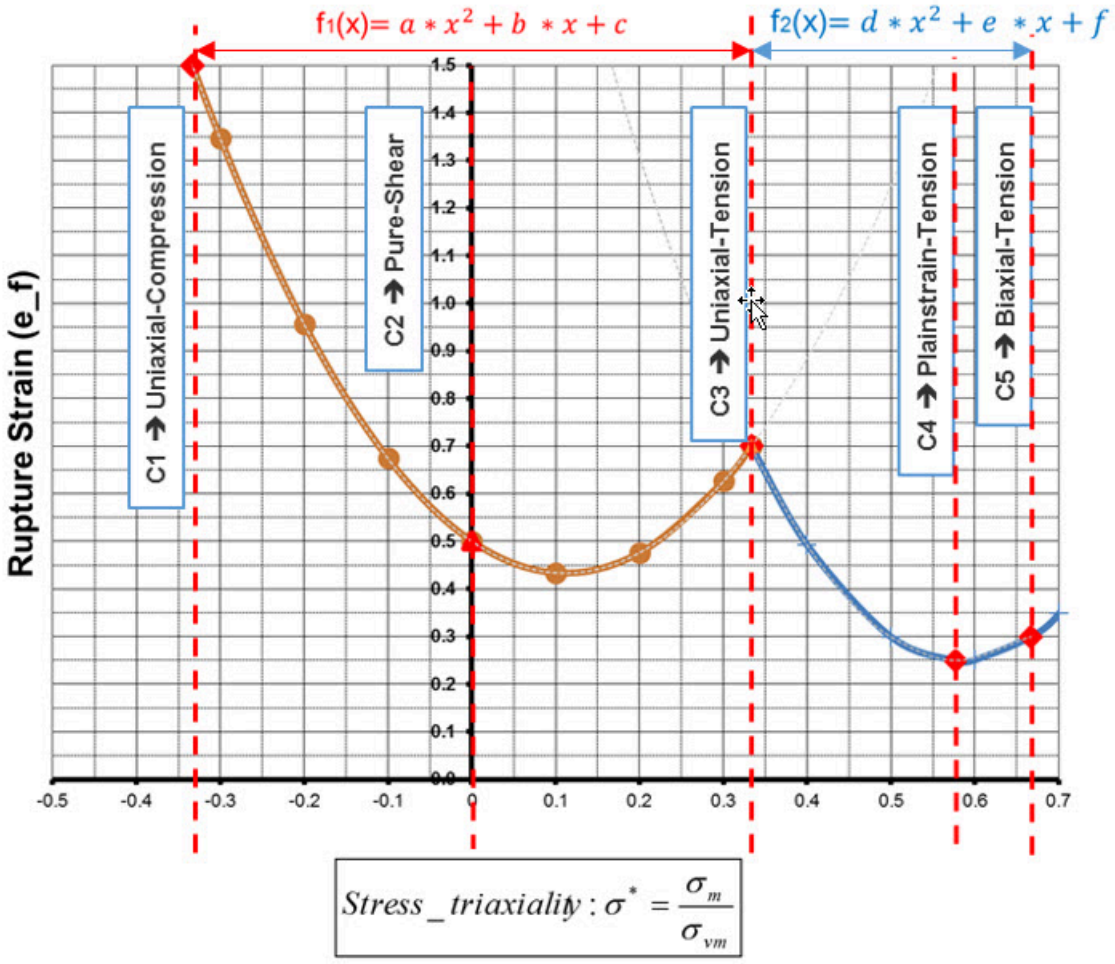


図 *209:* 双2次破壊基準形状

この2つの放物線破壊ひずみ曲線vs.応力の状態（応力の軸性）のパラメータは、入力*c1-c5*値を用いた初期化フェーズ中にRadiossによってインタラクティブに計算されます。

計算された放物線破壊ひずみ曲線は負の破壊ひずみ値を有します。これらの負の値は1E-6の破壊ひずみによって置き換えられ、これは、非常に大きな損傷累積と脆性の挙動をもたらします。

この破壊基準は、シェルおよびソリッドを含むすべての弾塑性材料にも使用できます。

2. 破壊の直交異方性を考慮するために、*c1*、*c2*、*c3*、*c4*、*Inst_start*というパラメータの複数セットを指定できます。10通りの試験荷重方向（θで表される角度でマーク）について、最大10セットのパラメータを入力できます。入力テストされる荷重方向の数は、N_{angle}パラメータによって設定します。これらの方向は、テーブルに従って0～90度の間に均等に分散される必要があります。

Nangle	Theta1	Theta2	Theta3	Theta4	Theta5	Theta6	Theta7	Theta8	Theta9	Theta10
1	0°									
2	0°	90°								
3	0°	45°	90°							
4	0°	30°	60°	90°						
5	0°	22.5°	45°	67.5°	90°					
6	0°	18°	36°	54°	72°	90°				
7	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°			
8	0°	12.86°	25.71°	38.57°	51.43°	64.29°	77.14°	90°		
9	0°	11.25°	22.5°	33.75°	45°	56.25°	67.5°	78.75°	90°	
10	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°

図 *210: N*の値に応じて想定されている入力荷重方向角度$_{angle}$

3. 入力方向ごとに、2つの放物曲線のパラメータ(a、b、c、d、e、f)がRadioss Starterで計算されます。シミュレーション時に、入力方向の間に配置されたすべての荷重方向について、フーリエ級数補間を使用して、対応する曲線パラメータ(a、b、c、d、e、f)と、ネッキング不安定性ひずみ(*Inst_start*)(定義されている場合)が特定されます:

(932)

$$a=\sum_{m=0}^{N_{angle}} Q_m^a \cos(2m\theta) \quad d=\sum_{m=0}^{N_{angle}} Q_m^d \cos(2m\theta)$$

$$b=\sum_{m=0}^{N_{angle}} Q_m^b \cos(2m\theta) \quad e=\sum_{m=0}^{N_{angle}} Q_m^e \cos(2m\theta) \quad Inst=\sum_{m=0}^{N_{angle}} Q_m^{Inst} \cos(2m\theta)$$

$$c=\sum_{m=0}^{N_{angle}} Q_m^c \cos(2m\theta) \quad f=\sum_{m=0}^{N_{angle}} Q_m^f \cos(2m\theta)$$

ここで、Q_m^iはパラメータiの補間係数です。これらの補間係数は、Radioss Starterで自動的に計算されます。

たとえば、0度と90度の方向について2セットのパラメータが指定された場合、フーリエ級数補間によって45度の曲線を次のように求めることができます:

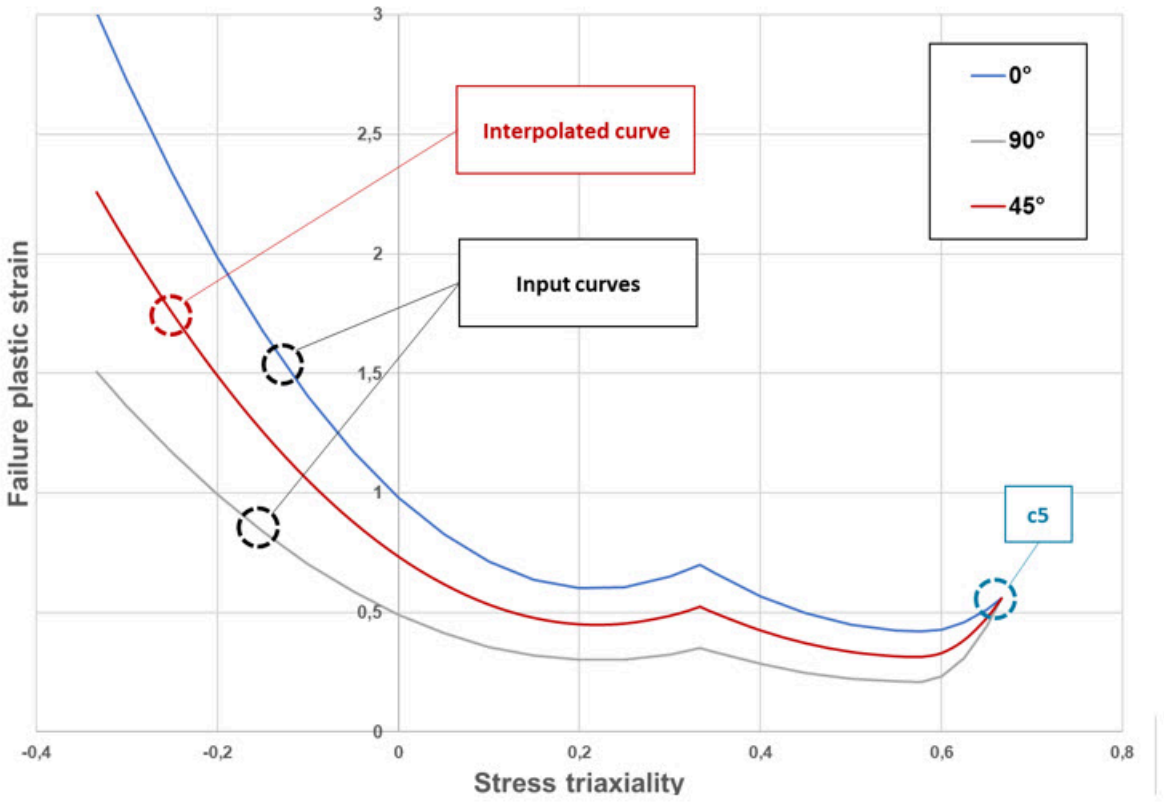


図 *211:* 直交異方性双*2*次基準形状の例

入力で指定されていない荷重方向は、フーリエ級数を使用して補間されます。2軸引張において、すべての方向の破壊時の塑性ひずみは同じです。

4. 2軸引張での破壊時の塑性ひずみ*c5*は、すべての方向に共通していることに留意する必要があります(図 211)。実際には、この荷重条件では、すべての方向に同じように荷重がかかるため、方向は無意味です。したがって、破壊挙動は同じです。
5. デフォルトでは、*c1*から*c5*について0以外の値は入力が必要です。ただし、破壊情報が欠落している場合、特定のデフォルト挙動が存在します:
   - 材料破壊の挙動が未知である場合、*c1*から*c5*までは0.0に設定され、軟鋼挙動(*M-Flag*=1)が使用されます。
   - 引張破壊値のみが既知である場合、c3が定義されます(c1=c2=c4=c5 = 0.0)。軽度な鋼鉄挙動が使用され、ユーザー定義のc3値によってスケーリングされます。
   - 材料挙動が既知である場合、*M-Flag*が定義され、*c3*は、期待される引張破壊に従った破壊モデルの調整に使用できます。選択された材料挙動は、ユーザー定義の*c3*値によってスケーリングされます。
   - それ以外の場合、*c1*～*c5*が定義されることが望ましいが、定義されていない場合は0.0が使用されます。

   > **注:** *c5* = 0.0の場合、これは*M-Flag*の値に応じて自動的に計算されます。この場合、すべての入力方向で計算された中の最小値が保持されます。
6. 物理実験からの破壊における塑性ひずみは、*c1* – *c5*として入力できます。
7. 破壊ひずみデータが得られない場合、材料フラグ*M-Flag*を使用して、一部の材料の事前定義済み破壊値を選択できます。

- *M-Flag* > 0の場合、入力された*c1*、*c2*、*c4*、*c5*の値は使用されず、テーブルからの事前定義済み速度値を使用してこれらの値が計算されます。

$$c1 = r1 \cdot c3$$

$$c2 = r2 \cdot c3$$

$$c3 = c3$$

$$c4 = r4 \cdot c3$$

$$c5 = r5 \cdot c3$$

- *c3*=0の場合は、テーブルに表示されているデフォルト値が使用されます。

M-Flag	材料にほぼ対応	***c3***（デフォルト）	***r1***	***r2***	***r4***	***r5***
1	軟鋼	0.60	3.5	1.6	0.6	1.5
2	HSS鋼	0.50	4.3	1.4	0.6	1.6
3	UHSS鋼	0.12	5.2	3.1	0.8	3.5
4	アルミニウムAA5182	0.30	5.0	1.0	0.4	0.8
5	アルミニウムAA6082-T6	0.17	7.8	3.5	0.6	2.8
6	塑性PA6GF30	0.10	3.6	0.6	0.5	0.6
7	塑性PP T40	0.11	10.0	2.7	0.6	0.7
99	ユーザー定義の値（オプション行）	0.30	オプション入力	オプション入力	オプション入力	オプション入力

> **重要：** Altairおよび執筆者のいずれも、これらの値から得られる結果、有効性、精度について一切の責任を負いません。ユーザーは、妥当な試験結果により自身の値を検証する必要があります。使用は、初期設計調査にのみ推奨されます。

- *c3* > 0の場合、選択された材料の挙動は、*c3*および*r1*から*r5*までの予め定義された速度値によってスケーリングされます。
- *c5* = 0.0の場合は、すべての入力方向のうちの最小値が保持されます。
- *M-Flag*=99の場合、破壊ひずみ速度*r1*、*r2*、*r4*、*r5*は、その後に追加される行に入力される必要があります。

8. 損傷は線形的に累積し、出力リクエスト`/ANIM/SHELL/DAMA/ALL`または`/ANIM/BRICK/DAMA/111`を用いてアニメーションファイル内でポスト処理することが可能です。

$$D = \sum_{t=0}^{\infty} \frac{\Delta \varepsilon_p}{\varepsilon_f^{\theta}(\eta)} \qquad (933)$$

シェル要素については、積分点が$D = 1$に達すると、積分点の応力テンソルがゼロに設定されます。シェル要素は、*P_thick*$_{fail}$の値に基づいて削除されます。

P_thick$_{fail}$が空白または0に設定されている場合は、シェルプロパティの*P_thick*$_{fail}$の値が使用されます。*P_thick*$_{fail}$ > 0の場合は、シェルプロパティで定義された*P_thick*$_{fail}$の値は無視され、この破壊モデルに入力された値が使用されます。

P_thick$_{fail}$が0より大きい値に設定されている場合は、板厚方向の破断した積分点の比率が*P_thick*$_{fail}$以上になると、要素が破断して、削除されます。

ソリッド要素では、積分点が$D = 1$に達すると、要素は削除されます。

9. 特定のフィーチャーは、このフラグによってアクティブ化されます:

- *S-Flag* = 1: 破壊曲線が作成されます(コメント1を参照)。この場合、これらの曲線は同じ応力3軸度の最小値に達しない可能性があります(図 212)。

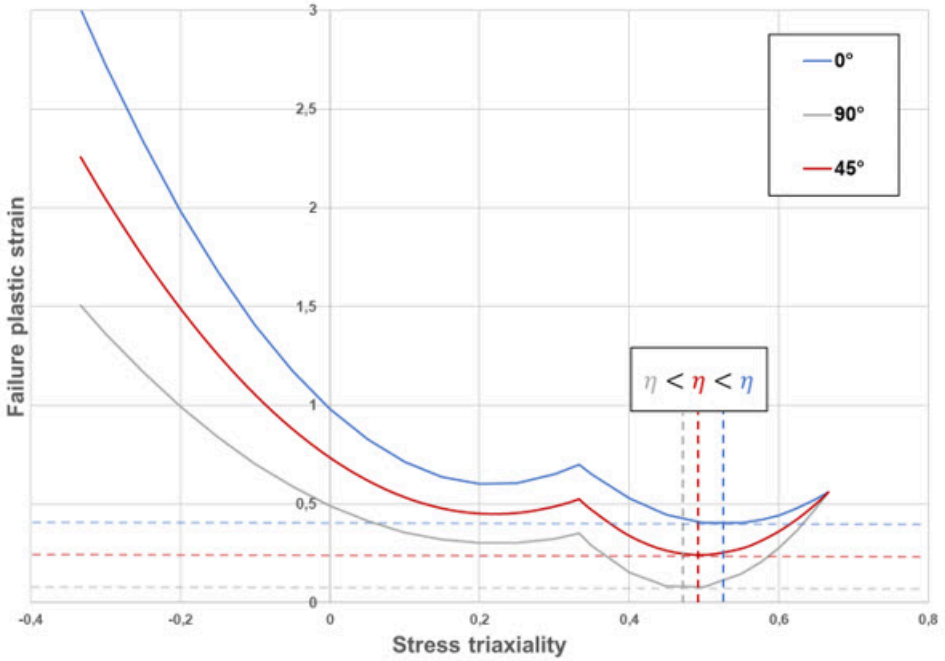


図 *212: S-Flag =1*の場合の直交異方性二重*2*次破壊基準形状

- *S-Flag* = 2: デフォルトで設定されます。これにより、*c4*の値がすべての方向の全体での最小値となります。すべての曲線についてこれを得るには、2つ目の式を、曲線の最小値が*c4*で生じる2つの2次サブ関数に分割します。ここで、$\sigma^* = \frac{1}{\sqrt{3}}$です(図 213)。

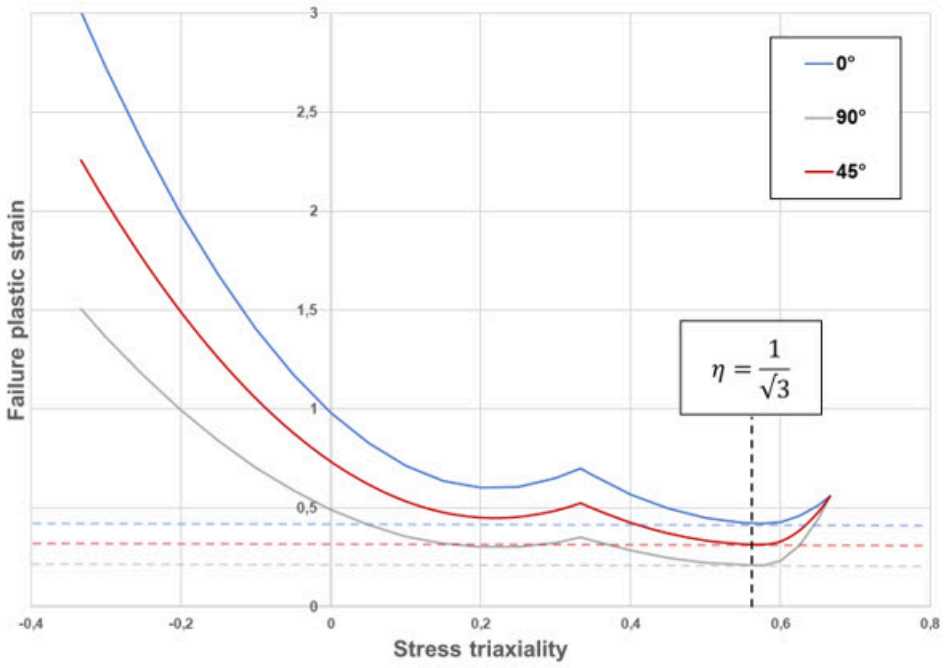


図 *213: S-Flag =2*の場合の直交異方性二重*2*次破壊基準形状

- *S-Flag* = 3: *S-Flag* = 2と同じで、それに簡易化されたネッキング基準が追加されます(シェルの場合のみ)。ネッキング基準は、Marciniak-Kuczynski解析に基づきます。これは、応力の軸性$\frac{1}{3}$および$\frac{2}{3}$の間のネッキングの開始を表す曲線を定義する2つの追加2次関数を使用します。この曲線の最小値は、*Inst_start*フィールドでユーザーによって定義され、平面ひずみ引張$\sigma^* = \frac{1}{\sqrt{3}}$で生じます(図 214)。

  この曲線を用いて、2番目のネッキング損傷値が計算され、破断は、すべての積分点が$D = 1$に達した際にのみ起こります。

  *Inst_start*の値は、単軸引張試験から、最大応力における(真に塑性の)ひずみとして推定できます。

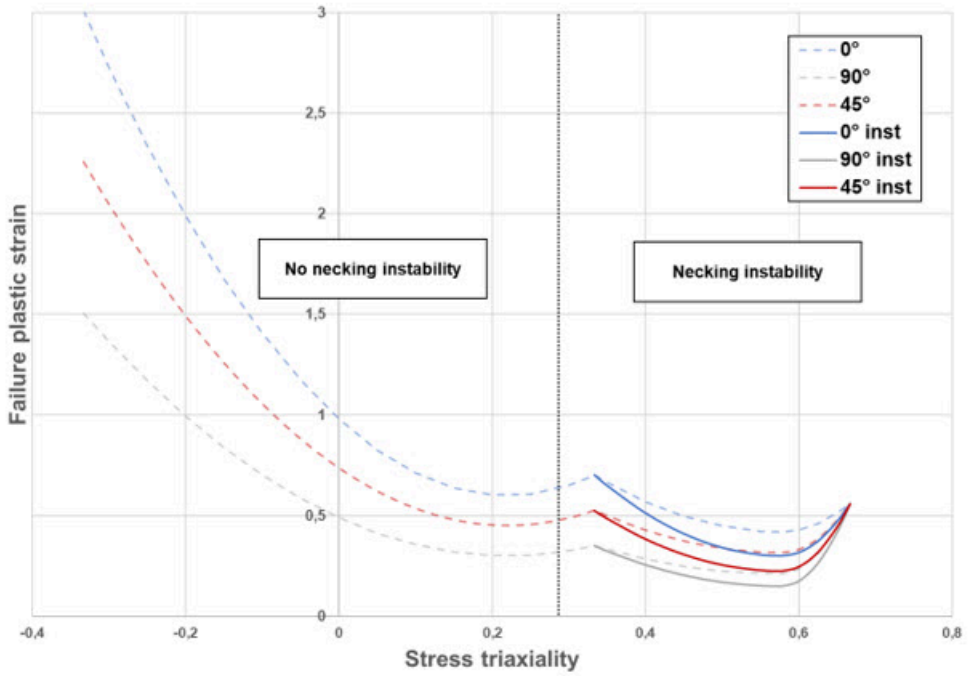


図 *214: S-Flag =3*の場合の直交異方性二重2次破壊基準形状

10. 以下の場合は、ひずみ速度依存性を破壊基準に適用できます：

- $\dot{\varepsilon}_0 \neq 0$ かつ$C_{JC} \neq 0$の場合は、Johnson-Cookのひずみ速度依存性が使用されます。この場合、破壊値における塑性ひずみは、ひずみ速度依存係数によって次のように乗算されます：

$$D = \sum_{t=0}^{\infty} \frac{\Delta\varepsilon_p}{\varepsilon_f^{\theta}(\eta)\left(1 + C_{JC}\left\langle \ln\frac{\dot{\varepsilon}}{\dot{\varepsilon}_0}\right\rangle_+\right)} \tag{934}$$

ここで、

$\dot{\varepsilon}_0$	非粘性極限ひずみ速度
C_{JC}	ひずみ速度依存パラメータ
$\langle\rangle_+$	Macaulayの括弧（正の値のみが考慮されます）

> **注：** /FAIL/ORTHBIQUAD基準と組み合わせたJohnson-Cook材料則を使用している場合は、構成則に使用されるJohnson-Cookパラメータは、破壊基準の場合と同じではない可能性があります。

- *fct_ID*$_{rate}$ ≠ 0の場合は、ひずみ速度依存係数の表形式関数が使用されます。この場合、ひずみ速度に応じたひずみ速度係数（f_{rate}で表される）の進展を表す関数（/FUNCT）を定義する必要があります。この関数の横座標のひずみ速度スケールファクターを入力することもできます。*Xscale_rate*（デフォルトでは、このスケールファクターは1.0に設定されています）。表形式のひずみ速度依存性を使用して、損傷変数の計算は次のようになります：

$$D = \sum_{t=0}^{\infty} \frac{\Delta \varepsilon_p}{\varepsilon_f^{\theta}(\eta) f_{rate}(\dot{\varepsilon})} \quad (935)$$

> **重要:** 破壊基準に適用されるひずみ速度依存性は、ひずみ速度に依存する材料則のみで使用できます。構成則に使用されるひずみ速度（全ひずみ速度、偏差ひずみ速度、または塑性ひずみ速度）は、破壊基準に使用されるのと同じものになります。

11. *fail_ID*は、/STATE/BRICK/FAILおよび/INIBRI/FAILで使用されます。デフォルト値はありません。この行が空白の場合、`/INIBRI/FAIL`内の破壊モデル変数のために出力される値はありません（`/STATE/BRICK/FAIL`オプションで`.sta`ファイルに書き込まれます）。

See Also

2022の新しいキーワード

/FAIL/BIQUAD (User Guide)

RD-E:2602 延性破壊モデル

/FAIL/ORTHSTRAIN

ブロックフォーマットのキーワード
寸法効果、ひずみ速度効果、および損傷を含む直交異方性ひずみ破壊基準。ソリッドおよびシェル要素に使用できます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/FAIL/ORTHSTRAIN									

カード1

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
		P_thick_{fail}							*Strdef*

カード2 - 全体ひずみ速度依存のパラメータ

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$\dot{\varepsilon}_0$		$F_{cut}CUT$							

カード3 - 要素サイズスケール関数

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
fct_ID_{el}	$Fscale_{el}$		El_ref						

カード4 - 方向11

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
ε_{11d_t}		ε_{11f_t}		fct_ID_{11t}	ε_{11d_c}		ε_{11f_c}		fct_ID_{11c}

カード5 - 方向22

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
ε_{22d_t}		ε_{22f_t}		fct_ID_{22t}	ε_{22d_c}		ε_{22f_c}		fct_ID_{22c}

カード6 - 方向33（ソリッドのみ。シェルの場合は空白のままにする）

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
ε_{33d_t}		ε_{33f_t}		*fct_ID*$_{33t}$	ε_{33d_c}		ε_{33f_c}		*fct_ID*$_{33c}$

カード7 - 方向12

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
ε_{12d_t}		ε_{12f_t}		*fct_ID*$_{12t}$	ε_{12d_c}		ε_{12f_c}		*fct_ID*$_{12c}$

カード8 - 方向23（ソリッドのみ。シェルの場合は空白のままにする）

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
ε_{23d_t}		ε_{23f_t}		*fct_ID*$_{23t}$	ε_{23d_c}		ε_{23f_c}		*fct_ID*$_{23c}$

カード9 - 方向31（ソリッドのみ。シェルの場合は空白のままにする）

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
ε_{31d_t}		ε_{31f_t}		*fct_ID*$_{31t}$	ε_{31d_c}		ε_{31f_c}		*fct_ID*$_{31c}$

カード10 - 破壊モデルID（オプション行）

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
fail_ID									

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
P_thick$_{fail}$	要素が削除される前に破断すべき厚み全体での積分点の比率 デフォルト = 1.0（実数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
Strdef	破壊基準で使用されるひずみ測定定義。 *= 1*（デフォルト） プロパティのI_{smstr}*SMSTR*フラグにより定義されるひずみ。 *= 2* 工学ひずみ。 *= 3* 真ひずみ （整数）	
$\dot{\varepsilon}_0$	参照ひずみ速度 $\dot{\varepsilon} \le \dot{\varepsilon}_0$の場合、ひずみ速度効果なし （実数）	$\left[\frac{1}{s}\right]$
F_{cut}*CUT*	ひずみ速度スムージングのカットオフ周波数。 デフォルト = 10^{30}（実数）	[Hz]
fct_ID$_{el}$	要素サイズ因子関数識別子。 （整数）	
Fscale$_{el}$	要素サイズ関数スケールファクター。 デフォルト = 1.0（実数）	
El_ref	参照要素サイズ。 デフォルト = 1.0（実数）	[m]
ε_{11d_t}	方向11で損傷が始まる際の引張ひずみ。	
ε_{11f_t}	方向11で材料が破断する際の引張ひずみ。	
fct_ID$_{11t}$	方向11の引張におけるひずみ速度係数の関数。	
ε_{11d_c}	方向11で損傷が始まる際の圧縮ひずみ。	
ε_{11f_c}	方向11で材料が破断する際の圧縮ひずみ。	
fct_ID$_{11c}$	方向11の圧縮におけるひずみ速度係数の関数。	
ε_{22d_t}	方向22で損傷が始まる際の引張ひずみ。	
ε_{22f_t}	方向22で材料が破断する際の引張ひずみ。	
fct_ID$_{22t}$	方向22の引張におけるひずみ速度係数の関数。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
ε_{22d_c}	方向22で損傷が始まる際の圧縮ひずみ。	
ε_{22f_c}	方向22で材料が破断する際の圧縮ひずみ。	
fct_ID$_{22c}$	方向22の圧縮におけるひずみ速度係数の関数。	
ε_{33d_t}	方向33で損傷が始まる際の引張ひずみ。	
ε_{33f_t}	方向33で材料が破断する際の引張ひずみ。	
fct_ID$_{33t}$	方向33の引張におけるひずみ速度の関数。	
ε_{33d_c}	方向33で損傷が始まる際の圧縮ひずみ。	
ε_{33f_c}	方向33で材料が破断する際の圧縮ひずみ。	
fct_ID$_{33c}$	方向33の圧縮におけるひずみ速度係数の関数。	
ε_{12d_t}	方向12で損傷が始まる際の引張ひずみ。	
ε_{12f_t}	方向12で材料が破断する際の引張ひずみ。	
fct_ID$_{12t}$	方向12の引張におけるひずみ速度係数の関数。	
ε_{12d_c}	方向12で損傷が始まる際の圧縮ひずみ。	
ε_{12f_c}	方向12で材料が破断する際の圧縮ひずみ。	
fct_ID$_{12c}$	方向12の圧縮におけるひずみ速度係数の関数。	
ε_{23d_t}	方向23で損傷が始まる際の引張ひずみ。	
ε_{23f_t}	方向23で材料が破断する際の引張ひずみ。	
fct_ID$_{23t}$	方向23の引張におけるひずみ速度係数の関数。	
ε_{23d_c}	方向23で損傷が始まる際の圧縮ひずみ。	
ε_{23f_c}	方向23で材料が破断する際の圧縮ひずみ。	
fct_ID$_{23c}$	方向23の圧縮におけるひずみ速度係数の関数。	
ε_{31d_t}	方向31で損傷が始まる際の引張ひずみ。	
ε_{31f_t}	方向31で材料が破断する際の引張ひずみ。	
fct_ID$_{31t}$	方向31の引張におけるひずみ速度係数の関数。	
ε_{31d_c}	方向31で損傷が始まる際の圧縮ひずみ。	

フィールド	内容	SI単位の例
ε_{31f_c}	方向31で材料が破断する際の圧縮ひずみ。	
fct_ID$_{31c}$	方向31の圧縮におけるひずみ速度係数の関数。	
fail_ID	(オプション)破壊基準識別子。 (整数、最大10桁)	

例

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
                 kg                  mm                  ms
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/PLAS_TAB/1/1
DP600 from SSAB Homepage
#         Init. dens.          Ref. dens.
              7.8E-6                   0
#                  E                  Nu           Eps_p_max              Eps_t1              Eps_t2
                210                  .3                   0                   0                   0
#    Nfunc   Fsmooth               Chard                Fcut               Eps_f
           4         1                   0                  10                   0
#    Ipfun             Fpscale
           0                   0
# Funtions
          14        14        14        14
# Scale factors
                    1                 1.0                 1.2                 1.2
# Strain rates
                 1e-6                1e-5                 0.1                 1.0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FAIL/ORTHSTRAIN/1/1
#                             Pthick_fail                                                   Strdef
                                      0.8
#           Epsp_ref                Fcut
                0.0                 0.0
#   fct_el           Fscale_el              El_ref
          0                   0                   0
#           eps11d_t            eps11f_t   fct_11t           eps11d_c            eps11f_c   fct_11c
                0.01                0.05      1000                0.1                 0.2      2000

#           eps22d_t            eps22f_t   fct_22t           eps22d_c            eps22f_c   fct_22c
                0.01                0.05      1001                0.1                 0.2      2001

#           eps33d_t            eps33f_t   fct_33t           eps33d_c            eps33f_c   fct_33c
                0.01                0.05      1001                0.1                 0.2      2001

#           eps12d_t            eps12f_t   fct_12t           eps12d_c            eps12f_c   fct_12c
                0.01                0.05      1001                0.1                 0.2      2001

#           eps23d_t            eps23f_t   fct_23t           eps23d_c            eps23f_c   fct_23c
                0.01                0.05      1001                0.1                 0.2      2001

#           eps31d_t            eps31f_t   fct_31t           eps31d_c            eps31f_c   fct_31c
                0.01                0.05      1001                0.1                 0.2      2001

#  Fail_ID

#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/1000
eps11t
#                   X                   Y
                  0.                   1
                  1.                   1
                 1.2                   1
             1.0e20                    1
/FUNCT/2000
eps11c
#                   X                   Y
```

```
                  0.                    1
                 .05                    1
                 .06                    1
               1.0e20                   1
/FUNCT/1001
bidont
#                  X                    Y
                  0.                    1
               1.0e20                   1
/FUNCT/2001
bidonc
#                  X                    Y
                  0.                    1
               1.0e20                   1
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/14
Mat_Curev Quasi-static DOCOL DP 600 (Material from SSAB Homepage 2010)
#                  X                    Y
                   0                 .306
               .00112                .415
               .00218                .445
                 .003                .461
               .00404                .474
               .00517                .489
               .00613                .498
                .0071                .505
               .00806                .512
               .00901                .522
                .0102                 .53
                .0121                .543
                 .013                 .55
                 .014                .555
                 .015                .561
                .0159                .567
                .0171                .572
                .0181                .577
                .0204                .592
                .0303                .632
                .0405                .663
                .0502                .687
                  .06                .706
                .0702                .722
                .0807                .737
                  .09                .749
                .0997                .758
                 .101                .759
                  .11                .768
           .15000001                 .805
                  .2                  .84
           .30000001                   .9
                  .5                    1
                   1                 1.21
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. 損傷係数は、特定の期間にわたる最大値で、各方向および応力状態について次のように計算されます：

$$d_{ijl} = \left(\frac{\varepsilon_{ijf\_l}}{\varepsilon_{ijl}}\right)\left(\frac{\varepsilon_{ijl} - \alpha \cdot \varepsilon_{ijd\_l}}{\varepsilon_{ijf\_l} - \varepsilon_{ijd\_l}}\right) \quad (936)$$

ここで、方向は一般的な*ij*記述法で示され、荷重状態は圧縮（*l*=*c*）または引張（*l*=*t*）のいずれかです。

ここで、$\alpha = factor_{el} \cdot factor_{rate}$.

要素の寸法補正係数は：

$$factor_{el} = Fscale_{el} \cdot \mathrm{f}_{el}\left(\frac{Size_{el}}{El\_ref}\right) \quad (937)$$

ここで、

f_{el}	右記で定義された要素寸法補正係数の関数；fct_ID_{el}

$Size_{el}$ 特性要素寸法

ひずみ速度係数は:

$$factor_{rate} = \mathrm{f}_{ijl}\left(\frac{\dot{\varepsilon}_{ijl}}{\dot{\varepsilon}_0}\right) \quad (938)$$

ここで、

f_{ijl} fct_ID_{ijl}で定義されたひずみ速度係数の関数;

$\dot{\varepsilon}_{ijl}$ 方向*ij*、荷重ケース*l*の現在の(フィルタリングされた)ひずみ速度

$\dot{\varepsilon}_0$ 入力された参照ひずみ速度

2. 材料の損傷および応力の軟化は次のように計算されます:

   $D_{\max} = \max\left(d_{ijl}\right)$ および $\boldsymbol{\sigma} = \left(1 - D_{\max}\right)\boldsymbol{\sigma}$

   - $0 < D_{\max} < 1$の場合、応力テンソルは減じられます。
   - $D_{\max} \geq 1$の場合、材料は破断し、積分点応力テンソルは0にセットされます。
   - $D_{\max}$ は、`/ANIM/Eltype/DAMA`または`/H3D/Eltype/DAMA`内のオプションを使って出力することが可能です。

3. 全積分点が破壊基準に達すると、ソリッド要素は削除されます。シェル要素は、法線方向の破断した層 / 積分点の板厚の合計が所定のP_thick_{fail}値より大きいときに削除されます。

   $$\frac{\sum_{layers} thickness_{fail}}{\sum_{layers} IP} > P\_thick_{fail} \quad (939)$$

4. 破壊モデルがSTACKプロパティ内の材料に適用されると、P_thick_{fail}は、対応する層をスイッチオフするために必要な破壊された積分点の実質的な相対板厚を定義します。全体要素除去基準は、プロパティレベルで定義される必要があります。

5. `/FAIL/ORTHSTRAIN`は、直交異方性シェルプロパティと適合性のある材料にのみ関連づけられる必要があります。LAW25は、シェルプロパティTYPE51内で使用されている場合にのみ、適合性があります。

/FAIL/PUCK

ブロックフォーマットのキーワード
Puck破壊モデルを記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/FAIL/PUCK/*mat_ID*/*unit_ID*									
σ_1^t		σ_2^t		$\bar{\sigma}_{12}$		σ_1^c		σ_2^c	
p_{12}^+		p_{12}^-		p_{22}^-		τ_{max}		I_{fail_sh}	I_{fail_so}

オプションの行

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
fail_ID									

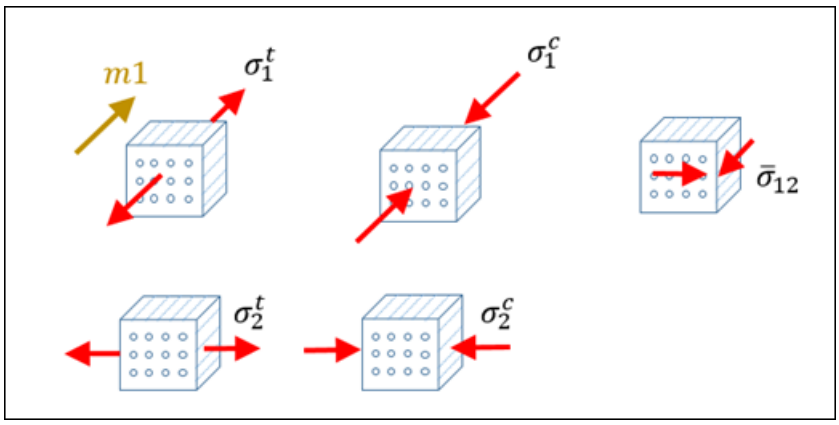
定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
σ_1^t	縦方向引張り強度 デフォルト = 10^{30}（実数）	[Pa]
σ_2^t	横方向引張り強度 デフォルト = 10^{30}（実数）	[Pa]
$\bar{\sigma}_{12}$	せん断強度 デフォルト = 10^{30}（実数）	[Pa]
σ_1^c	縦方向圧縮強度 デフォルト = 10^{30}（実数）	[Pa]
σ_2^c	横方向圧縮強度	[Pa]

フィールド	内容	**SI**単位の例
	デフォルト = 10^{30}（実数）	
p_{12}^{+}	破壊エンベロープ係数12 (+) デフォルト = 0（実数）	
p_{12}^{-}	破壊エンベロープ係数12 (-) デフォルト = 0（実数）	
p_{22}^{-}	破壊エンベロープ係数22 (-) デフォルト = 0（実数）	
τ_{max}	動的緩和 5 デフォルト = 10^{30}（実数）	[s]
I_{fail_sh}	シェル破壊モデルフラグ = *1*（デフォルト） 損傷が1つの層に達するとシェルが削除されます。 = *2* 損傷がシェルの全層に達するとシェルが削除されます。 （整数）	
I_{fail_so}	ソリッド破壊モデルフラグ = *1*（デフォルト） 損傷がソリッドの1つの積分点に達すると、ソリッドが削除されます。 （整数）	
fail_ID	破壊基準識別子 4 （整数、最大10桁）	

例（複合材）

強度（σ_1^t, σ_2^t, σ_1^c, σ_2^c, $\bar{\sigma}_{12}$）は、以下の試験から得られます。*m1*は繊維方向です。




```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat and failure
#               MUNIT                LUNIT                TUNIT
                  g                   mm                   ms
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  1. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/COMPSH/1/1
composite example
#               RHO_I
                .0015
#                 E11                  E22                 NU12      Iform                             E33
                114000                 9650                 .025          0                               0
#                 G12                  G23                  G31               EPS_f1               EPS_f2
                  6000                 6000                 6000                    0                    0
#              EPS_t1               EPS_m1               EPS_t2               EPS_m2                 dmax
                    0                    0                    0                    0                    0
#               Wpmax                Wpref       Ioff                          ratio
                    0                    0          4                             0
#                   b                    n                 fmax
                    0                    0                    0
#             sig_1yt              sig_2yt              sig_1yc              sig_2yc                alpha
                1E30                 1E30                 1E30                 1E30                    0
#            sig_12yc             sig_12yt                c_12          Eps_rate_0         ICC
                1E30                 1E30                    0                    0          0
#           GAMMA_ini            GAMMA_max               d3max
                    0                    0                    0
#  Fsmooth                 Fcut
          0                    0
/FAIL/PUCK/1/1
#            Sigma1_T             Sigma2_T             Sigma_12             Sigma1_C             Sigma2_C
                1720                 55.2                  103                  765                  503
#                P+12                 P-12                 P-22              Tau_max  Ifail_sh  Ifail_so
                    0                    0                    0                .005         1          0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#enddata
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. この破壊モデルはシェルおよびソリッドで使用できます。
2. 破壊基準は下記のように記述されます。

   - 繊維部破壊:

     引張繊維破壊モード: $\sigma_{11} > 0$

     $$e_f = \frac{\sigma_{11}}{\sigma_1^t} \tag{940}$$

     圧縮繊維破壊モード: $\sigma_{11} < 0$

$$e_f = \frac{|\sigma_{11}|}{\sigma_1^c} \tag{941}$$

- 繊維間破壊:

  $\sigma_{22} > 0$の場合はモードA:

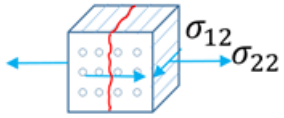


図 *215:*

$$e_f = \frac{1}{\bar{\sigma}_{12}}\left[\sqrt{\left(\frac{\bar{\sigma}_{12}}{\sigma_2^t} - p_{12}^+\right)^2 \sigma_{22}{}^2 + \sigma_{12}{}^2} + p_{12}^+ \sigma_{22}\right] \tag{942}$$

  $\sigma_{22} < 0$の場合はモードC:

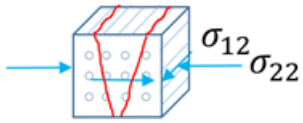


図 *216:*

$$e_f = \left[\left(\frac{\sigma_{12}}{2(1+p_{22}^-)\bar{\sigma}_{12}}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_{22}}{\sigma_2^c}\right)^2\right]\left(\frac{\sigma_2^c}{-\sigma_{22}}\right) \tag{943}$$

  モードB

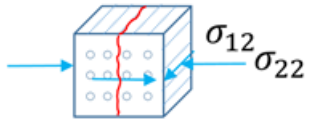


図 *217:*

$$e_f = \frac{1}{\bar{\sigma}_{12}}\left(\sqrt{\sigma_{12}^2 + \left(p_{12}^- \sigma_{22}\right)^2} + p_{12}^- \sigma_{22}\right)$$

損傷パラメータが$e_f \geq 1.0$の場合、数値の不安定性を回避するため、指数関数を使用して応力を減少させます。緩和手法は、応力を徐々に減少させて使用します:

$$\boldsymbol{\sigma}(t) = \mathrm{f}(t) \cdot \boldsymbol{\sigma}_d(t_r) \tag{944}$$

ここで、

$$\mathrm{f}(t) = \exp\left(-\frac{t - t_r}{\tau_{\max}}\right) \tag{945}$$

および $t \geq t_r$

ここで、

t	時間
t_r	損傷基準が推定される場合における緩和の開始時間
$\tau_{\max}$	動的緩和の時間
$\boldsymbol{\sigma}_d(t_r)$	損傷開始時の応力

3. 損傷値は、$0 \le D \le 1$です。破壊の状態は次のとおりです。
   - 次の場合、破壊なし: $0 \le D < 1$
   - 次の場合、破壊: $D = 1$

   ここで、$D = Max\left(e_f(tensile), e_f(compression), e_f(ModeA), e_f(ModeB), e_f(ModeC)\right)$。この損傷値は/ANIM/BRICK/DAMAまたは/ANIM/SHELL/DAMAで示されます。
4. *fail_ID*は、/STATE/BRICK/FAILおよび/INIBRI/FAILで使用されます。デフォルト値はありません。この行が空白の場合、/INIBRI/FAIL内の破壊モデル変数のために出力される値はありません(/STATE/BRICK/FAILオプションで.staファイルに書き込まれます)。
5. 破壊基準に達した後、$\tau_{\max}$の値は破断要素での応力が徐々に減少して0になるまでの期間を決定します。応力が破壊の開始時における応力値の1%に達すると、要素は削除されます。これは、要素が突然削除され、隣接要素で破断の"連鎖反応"が起こることによる不安定性を回避するために必要となります。破壊基準に達した場合でも、$\tau_{\max} = 1.0E30$のデフォルト値であれば要素は削除されません。したがって、$\tau_{\max}$をシミュレーションの時間ステップの10倍大きく定義することが推奨されます。

See Also

複合材破壊モデル

/FAIL/SNCONNECT

ブロックフォーマットのキーワード
塑性変位基準を使用してCONNECTION材料のための破壊モデルを記述します。このモデルにより、法線方向とせん断方向とで異なる破壊挙動が可能になります。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/FAIL/SNCONNECT/*mat_ID*/*unit_ID*									
α_0		β_0		α_f		β_f		*Ifail_so*	*ISYM*
fct_ID_{0N}	fct_ID_{0S}	fct_ID_{FN}	fct_ID_{FS}	*XSCALE_0*		*XSCALE_F*		$AREA_{scale}$	

オプションの行

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
fail_ID									

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
α_0	モーメント荷重による、損傷の発端についてのパラメータ 2 （実数）	
β_0	せん断および法線荷重の組み合わせによる、損傷の発端についての指数。2 （実数）	
α_f	モーメント荷重による、終期損傷破壊についてのパラメータ 2 （実数）	
β_f	せん断および法線荷重の組み合わせによる、終期損傷破壊についての指数。2 （実数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
Ifail_so	ソリッド破壊フラグ = *1*（デフォルト） 1つの積分点が破壊基準に達すると、ソリッド要素は削除されます。 = *2* 全積分点が破壊基準に達すると、ソリッド要素は削除されます。 （整数）	
ISYM	圧縮のための破断非アクティブ化フラグ = *0*（デフォルト） 引張および圧縮で同じ挙動 = *1* 圧縮の場合は破壊を非アクティブ化 （整数）	
fct_ID_{0N}	初期降伏関数での法線方向の変位速度依存のスケールファクターを定義する関数識別子 デフォルト = 0（整数）	
fct_ID_{0S}	初期降伏関数での接線方向の変位速度依存のスケールファクターを定義する関数識別子 デフォルト = 0（整数）	
fct_ID_{FN}	初期破断関数での法線方向の変位速度依存のスケールファクターを定義する関数識別子 デフォルト = 0（整数）	
fct_ID_{FS}	初期破断関数での接線方向の変位速度依存のスケールファクターを定義する関数識別子 デフォルト = 0（整数）	
XSCALE_0	初期関数のための横軸の変位速度のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	$\left[\frac{1}{s}\right]$
XSCALE_F	破断関数のための横軸の変位速度のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	$\left[\frac{1}{s}\right]$
$AREA_{scale}$	面積増大の破壊スケールファクター 5 デフォルト = 0.0、このオプションは使用されない（実数）	

フィールド	内容	SI単位の例
fail_ID	破壊基準識別子。3 （整数、最大10桁）	

例（結合）

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
                  kg                  mm                  ms
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/LAW83/1/1
CONNECT MATERIAL
#              RHO_I
              7.8E-6
#                  E                         Imass
                  20                            0
#  Fct_ID1                      Y_scale1            X_scale1               ALPHA                BETA
       200                            1                   1                   0                   2
#                 RN                   RS   Fsmooth                Fcut
                  .2                   .4         0                   0
#  Fct_IDN   Fct_IDS               XSCALE
         0         0                    0
/FAIL/SNCONNECT/1/1
#             ALPHA_0              BETA_0             ALPHA_F              BETA_F  Ifail_so      ISYM
                   0                   2                   0                   2         1         1
#   Fct_0N    Fct_0S    Fct_FN    Fct_FS             XSCALE_0            XSCALE_F           AREAscale
      2001      2002      2003      2004                    1                   1                   0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  3. FUNCTIONS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/200
MAT83 curve
#                  X                   Y
                   0                   1
                   1                   1
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/2001
Fct_0N
#                  X                   Y
                   0                  .5
                   1                  .5
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/2002
Fct_0S
#                  X                   Y
                   0                  .5
                   1                  .5
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/2003
Fct_fN
#                  X                   Y
                   0                   1
                   1                   1
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/2004
Fct_fS
#                  X                   Y
                   0                   1
                   1                   1
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
/END
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. この破壊モデルは、結合材料/MAT/LAW59 (CONNECT)および/MAT/LAW83とのみ適合性があります。結合材料は高さとは無関係であり、したがって、破壊はひずみではなく変位を基とします。

2. エネルギー破壊基準の組み合わせは次のように定義されます：

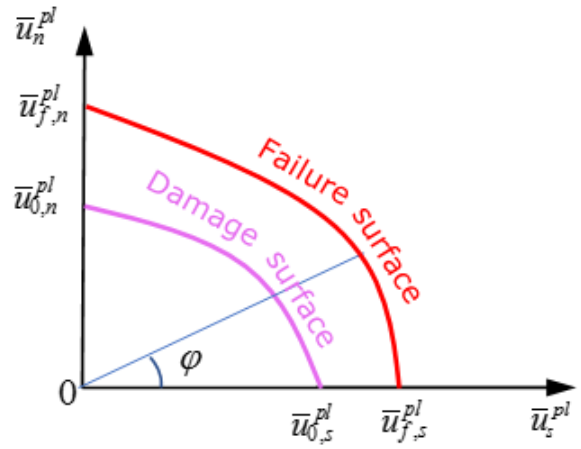


図 *218:*

ここで、$\bar{u}_n pl$と$\bar{u}_s pl$は、法線および接線方向の塑性変位です。

要素の損傷は、損傷サーフェスに達すると始まります。これは、次のように記述されます：

$$1 = \left[\left(\frac{\bar{u}_{0,n}^{pl}}{\mathrm{f}_{0N}\left(1 - \alpha_0 \cdot sym\right)} \right)^{\beta_0} + \left(\frac{\bar{u}_{0,s}^{pl}}{\mathrm{f}_{0S}} \right)^{\beta_0} \right]^{\frac{1}{\beta_0}} \tag{946}$$

f_{0N}とf_{0S}は*fct_ID*$_{0N}$と*fct_ID*$_{0S}$の関数です。速度の影響がない場合、曲線は一定となります。

損傷係数は次のように計算されます：

$$d = \frac{\bar{u}^{pl} - \bar{u}_0^{pl}}{\bar{u}_f^{pl} - \bar{u}_0^{pl}} \tag{947}$$

また、応力は次のように減少します：

$$\boldsymbol{\sigma} = \boldsymbol{\sigma}\left(1 - d\right) \tag{948}$$

破断面に達すると、要素は削除されます：

$$1 = \left[\left(\frac{\bar{u}_{f,n}^{pl}}{\mathrm{f}_{FN}\left(1 - \alpha_f \cdot sym\right)} \right)^{\beta_f} + \left(\frac{\bar{u}_{f,s}^{pl}}{\mathrm{f}_{FS}} \right)^{\beta_f} \right]^{\frac{1}{\beta_f}} \tag{949}$$

f_{FN}とf_{FS}は*fct_ID*$_{FN}$と*fct_ID*$_{FS}$の関数です。速度の影響がない場合、曲線は一定となります。

- $sym = \sin(A)$.

  ここで、Aは、ソリッド要素の底面法線と上面法線の間の角度です。

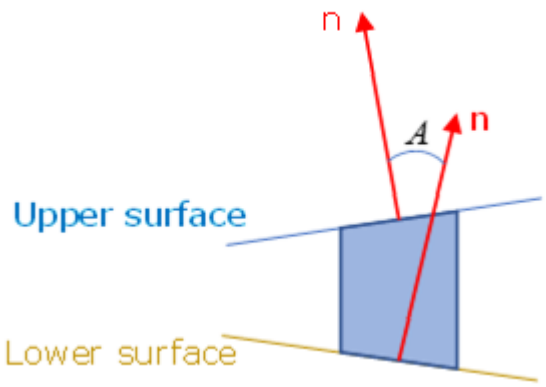


図 *219:*

- パラメータα_0, α_fは、損傷開始と破壊へのモーメントの影響を記述する(たとえば剥離試験における)ために用いられるスケールファクターです。
- パラメータβ_0, β_fは、法線荷重とせん断荷重を組み合わせた試験(30°試験、45°試験または60°試験など)を用いてフィッティングされます。パラメータβ_0, β_fをフィッティングさせるには、少なくとも1つの組み合わせ試験が必要です。図 220 と図 221は、組み合わせ試験での損傷開始および破壊に対するβ_0, β_fの影響を示します。

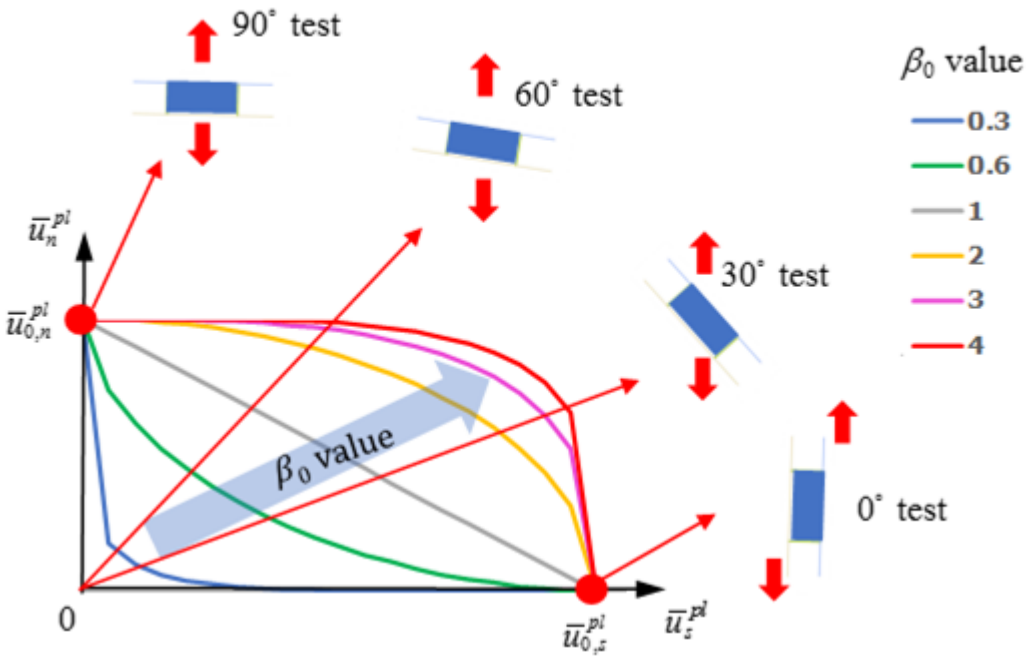


図 *220:* 損傷発生時の変位

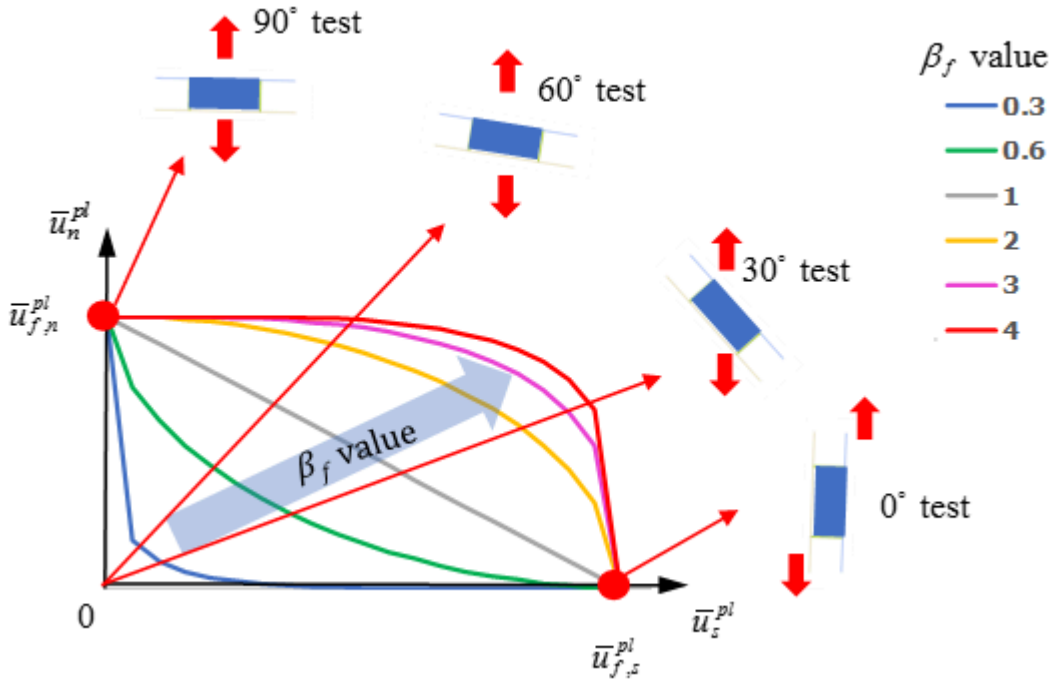


図 *221:* 破壊時の変位

3. *fail_ID*は、/STATE/BRICK/FAILおよび/INIBRI/FAILで使用されます。デフォルト値はありません。この行が空白の場合、`/INIBRI/FAIL`内の破壊モデル変数のために出力される値はありません(`/STATE/BRICK/FAIL`オプションで`.sta`ファイルに書き込まれます)。
4. /ANIM/BRICK/VDAMiを使用して、次の損傷変数値をアニメーションファイルに出力できます:

   VDAM1 = *d*は、[0, 1]の範囲の損傷値

   VDAM2 = [0, 1]の範囲の損傷面出力

   VDAM3 = [0, 1]の範囲の破断面出力
5. 面積は、ソリッド要素の上下のサーフェスの平均値として計算されます。実際の面積が、初期面積に$AREA_{scale}$係数を掛けた値に到達すると、要素全体が削除されます。デフォルト値はゼロに設定されます。これにより、面積増大による削除は発生しなくなります。これは、粘着要素の節点が解放された場合に、周囲の要素の損傷や破壊が始まるときの節点のシューティングを防止するために適用します。

/FAIL/SPALLING

ブロックフォーマットのキーワード
スポーリングおよびJohnson-Cook破壊モデルを記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/FAIL/SPALLING/*mat_ID*/*unit_ID*									
D_1*1*		D_2*2*		D_3*3*		D_4*4*		D_5*5*	
$\dot{\varepsilon}_0$		P_{min}*MIN*		I_{fail_so}					

オプションの行

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
fail_ID									

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
D_1*1*	第1パラメータ （実数）	
D_2*2*	第2パラメータ （実数）	
D_3*3*	第3パラメータ （実数）	
D_4*4*	第4パラメータ （実数）	
D_5*5*	第5パラメータ	

フィールド	内容	SI単位の例
	（実数）	
$\dot{\varepsilon}_0$	参照ひずみ速度 （実数）	$\left[\frac{1}{s}\right]$
P_{min}MIN	圧力のカットオフ （実数 < 0）	$[Pa]$
I_{fail_so}	破壊モデルフラグ *= 1* 各積分点でスポーリングが許容されます。スポーリングが検知されると（P = *P_{min}MIN*）、その偏差応力が0にセットされ、圧縮には圧力が必要になります。 *= 2* 各積分点でスポーリングが許容され、ソリッド要素が削除されるのは、$D=\sum\frac{\Delta\varepsilon_p}{\varepsilon_f}\geq 1$に、1つの積分点または層で該当する場合です。 *= 3* 各積分点において、次に該当する場合はスポーリングが許容され、偏差要素応力テンソルが消失します；$D=\sum\frac{\Delta\varepsilon_p}{\varepsilon_f}\geq 1$ *= 4* ソリッド要素が削除されるのは、$D=\sum\frac{\Delta\varepsilon_p}{\varepsilon_f}\geq 1$またはP =*$P_{min}$*に1つの積分点で該当する場合です。 （整数）	
fail_ID	破壊基準識別子。3 （整数、最大10桁）	

コメント

1. この破壊モデルはソリッド専用です。
2. このモデルでは、2つのモデルが結合されます。1つはJohnson-Cook破壊モデルで、もう1つはスポーリングモデルです（スポーリングは（P = *P_{min}MIN*）の場合、つまり偏差応力がゼロに設定され、圧力が圧縮力を持つことが要求される場合に検出されます）。

$$\varepsilon_f=\left[D_1+D_2\quad \exp(D_3\sigma^*)\right]\left[1+D_4\ln(\dot{\varepsilon}^*)\right]\left[1+D_5T^*\right] \tag{950}$$

ここで、

$$\sigma^* = \frac{\sigma_m}{\sigma_{VM}}$$

$$\dot{\varepsilon}^* = \frac{\dot{\varepsilon}}{\dot{\varepsilon}_0}$$

T* は、/MAT/LAW4 (HYD_JCOOK)等の熱塑性に該当する場合は、材料則で計算されます。

3. *fail_ID*は、/STATE/BRICK/FAILおよび/INIBRI/FAILで使用されます。デフォルト値はありません。この行が空白の場合、`/INIBRI/FAIL`内の破壊モデル変数のために出力される値はありません(`/STATE/BRICK/FAIL`オプションで`.sta`ファイルに書き込まれます)。

See Also

Failure Models (Reference Guide)

Failure Models (Theory Manual)

/FAIL/TAB1

ブロックフォーマットのキーワード
この高高度な破壊モデルでは、破壊ひずみが応力軸性、ひずみ速度、Lode角、要素サイズ、温度および不安定性ひずみの関数として定義できます。損傷は、ユーザー定義の関数に基づいて累積されます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/FAIL/TAB1/*mat_ID*/*unit_ID*									
I_{fail_sh}	I_{fail_so}			P_thick_{fail}		P_thin_{fail}			*Ixfem*

カード2 - 損傷累積パラメータ

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
D_{crit}		D_p		n		D_{adv}		fct_ID_d	

カード3 - 応力軸性とLode角パラメータに依存する破壊ひずみテーブル

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
table1_ID	*Yscale1*		*Xscale1*		*table2_ID*	*Yscale2*		*Xscale2*	

カード4 - 要素サイズスケール関数

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
fct_ID_{el}	$Fscale_{el}$		*El_ref*		*inst_start*		*Fad_exp*		*Ch_i_f*

カード5 - 要素サイズ係数の温度スケール関数と3軸性の制限

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
fct_ID_T	$Fscale_T$					*Shrf*		*Biaxf*	

カード6 - オプションの行

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
fail_ID									

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
I_{fail_sh}	シェル破壊フラグ。 *Ixfem* =0の場合：破壊 - 要素が削除されます。1 *Ixfem* =1の場合：破壊 - 要素に亀裂が入ります。2 （整数） *= 1* 1つの積分点または層で損傷基準が満たされた場合に、シェルが削除されるかシェルに亀裂が入ります。 *= 2* すべてのシェル層で損傷基準が満たされた場合に、シェルが削除されるかシェルに亀裂が入ります。単一層シェルの場合は、応力テンソルが0に設定されます。 *= 3* すべての層で損傷基準が満たされた場合に、シェルが削除されるかシェルに亀裂が入ります。損傷した層の応力テンソルは、要素全体が破断するまで変更されません。	
I_{fail_so}	ソリッド破壊フラグ。 *= 1* 1つの積分点で損傷基準が満たされた場合に、ソリッドが削除されます。 *= 2* 基準が満たされた積分点の偏差応力成分が0に設定されます。 （整数）	
Ixfem	XFEMフラグ（`/SHELL`および`/SH_SANDW`プロパティの場合のみ）。 *= 0*（デフォルト） XFEMなし *= 1* XFEM定式化 2 （整数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
P_thick_{fail}	要素が削除される前に破断すべき厚み全体での積分点の比率(シェル要素のみ)。I_{fail_sh}=2または3の場合のみ使用されます。2 6 7 (実数)	
P_thin_{fail}	破壊の前の板厚減少率(シェルのみ、*Ifail_sh* > 1の場合のみアクティブ)。 (実数)	
D_{crit}	臨界累積破損値(破壊基準)。 デフォルト = 0.999(実数)	
D_p	損傷累積パラメータ。 デフォルト = 1.0(実数)	
n	損傷累積パラメータ。 デフォルト = 1.0(実数)	
D_{adv}	亀裂拡大の基準(*Ixfem*=1の場合のみアクティブ)。 (0と1の間の実数) デフォルト = 0は$Dadv = D_{crit}$を意味します 4	
fct_ID_d	損傷関数識別子。5 デフォルト = 0(整数)	
table1_ID	破壊ひずみテーブル識別子。3 (整数)	
Yscale1	table1の縦軸(破壊ひずみ)のためのスケールファクター。 デフォルト = 1.0(実数)	$[\mathrm{Pa}]$
Xscale1	table1の横軸(ひずみ速度)のためのスケールファクター。 デフォルト = 1.0(実数)	$\left[\frac{1}{\mathrm{s}}\right]$
table2_ID	破壊ひずみテーブル識別子。9 (整数)	
Yscale2	table2の縦軸(不安定性ひずみ)のためのスケールファクター。 デフォルト = 1.0	
Xscale2	table2の横軸(ひずみ速度)のためのスケールファクター。	$\left[\frac{1}{\mathrm{s}}\right]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
	デフォルト = 1.0	
fct_ID$_{el}$	要素サイズ因子関数識別子。 （整数）	
Fscale$_{el}$	要素サイズ関数スケールファクター。 デフォルト = 1.0（実数）	
El_ref	参照要素サイズ。 デフォルト = 1.0（実数）	[m]
inst_start	不安定性ひずみ（*table2_ID*が定義されていない場合のみアクティブ）。 デフォルト = D_p（実数）	
Fad_exp	フェーディング指数。9 *> 0*（デフォルト） フェーディング指数。（実数） *< 0* 要素サイズ関数識別子に対するフェーディング指数（整数）	
Ch_i_f	不安定性または破壊正則化フラグのチョイス *= 1*（デフォルト） 要素長正則化は破壊曲線に影響。 *= 2* 要素長正則化は不安定性テーブルに影響。 *= 3* 要素長正則化は破壊曲線と不安定性テーブルの両方に影響。	
Shrf	不安定性曲線に要素サイズ正則化を適用する際のせん断3軸性の制限。 デフォルト = -1.0（実数）	
Biafx	不安定性曲線に要素サイズ正則化を適用する際の2けん引3軸性の制限。 デフォルト = 1.0（実数）	
fct_ID$_T$	温度因子関数識別子。 （整数）	
Fscale$_T$	温度関数スケールファクター。 デフォルト = 1.0（実数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
fail_ID	(オプション)破壊基準識別子。10 (整数、最大10桁)	

例(シェル)

この例では、不安定性ひずみオプション(*table2_ID*および*Fad_exp*)を用いて、拡散ネッキングが考察されます。

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
#              MUNIT                LUNIT                TUNIT
                  kg                   mm                   ms
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  1. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/PLAS_JOHNS/1/1
Steel
#              RHO_I
             7.9E-6                   0
#                   E                  Nu     Iflag
                  210                  .3         0
#                   a                   b                   n           EPS_p_max            SIG_max0
                 .05                 .52                  .1                   0                   0
#                   c           EPS_DOT_0        ICC    Fsmooth              F_cut               Chard
                .022                .001          0         1                   1                   0
#                   m              T_melt              rhoC_p                 T_r
                1.03                1796                3.91                300
/FAIL/TAB1/1/1
# failure for shell
# Ifail_sh  Ifail_so                                P_THICKFAIL          P_THINFAIL              I_Xfem
        2         1                                            1                   0                   0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
##CARD2  - Damage accumulation parameters
#              DCRIT                   D                   N                Dadv   fct_IDd
                  1                  .1                   1                   0         0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#CARD3  - Failure strain functions for each defined strain rate  (Nrate lines, at least one)
#Table1_ID             Yscale1             Xscale1 Table2_ID             Yscale2             Xscale2
      4711                   1                   1      4712                   1                   1
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#CARD4 - Element size scale function
#FCT_ID_EL           FSCALE_EL              EI_REF          INST_START             FAD_EXP    Ch_i_f
        21                   1                   1                   0                  10         0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#CARD5 - Temperature scale function and  triaxiality limits for element size factors
# FCT_ID_T            FSCALE_T                                                Shrf               Biaxf
        22                   1
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#CARD6 - Function identifier (optional card)
#  Fail_Id
         1
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  3. FUNCTIONS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/TABLE/1/4711
failure plastic-strain vs triaxiality for material failure
#
         1
#        Triaxiality      Failure_Strain
                -1.                0.50
                 1.                0.50
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/TABLE/1/4712
failure plastic-strain vs triaxiality for diffuse necking
#
         1
#        Triaxiality      Failure_Strain
                -1.                0.30
                 1.                0.30
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/21
Element length regularisation
#                  X                   Y
```

```
# relative ele. size        scale factor
                  .1                   1
                 .25                   1
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/22
Temperature scale function
#                  X                   Y
                   0                 1.0
                1000                 1.0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#enddata
/END
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

例（ソリッド）

この例では、軸性とLode角が考察されます。

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
#               MUNIT                LUNIT                TUNIT
                   kg                   mm                   ms
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  1. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/PLAS_JOHNS/1/1
Steel
#              RHO_I
              7.9E-6                   0
#                  E                  Nu      Iflag
                 210                  .3         0
#                  a                   b                   n           EPS_p_max             SIG_max0
                 .05                 .52                  .1                   0                    0
#                  c           EPS_DOT_0        ICC    Fsmooth               F_cut                Chard
               .022                .001          0         1                   1                    0
#                  m             T_melt              rhoC_p                 T_r
               1.03                1796                3.91                 300
/FAIL/TAB1/1/1
# Ifail_sh  Ifail_so                             P_THICKFAIL          P_THINFAIL              I_Xfem
         1         1                                       1                   0                   0
#              DCRIT                    D                   N                Dadv   fct_IDd
                   1                    1                   1                   0         0
#Table1_ID             Yscale1             Xscale1 Table2_ID             Yscale2             Xscale2
      4711                   1                   1         0                   0                   0
#FCT_ID_EL           FSCALE_EL             EI_REF          INST_START             FAD_EXP    Ch_i_f
        21                   1                   1                   0                   0         0
# FCT_ID_T            FSCALE_T                                                 Shrf               Biaxf
         22                   1
#  Fail_Id
         1
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  3. FUNCTIONS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/TABLE/1/4711
curve_list Failure Function vs. strain rates vs Lode angle
#DIMENSION
         3
#   FCT_ID                   strain_rate          Lode_angle
      3000                          1E-4                  -1                                        0
      3001                          1E-4                   0                                        0
      3002                          1E-4                   1                                        0
      3003                             1                  -1                                        0
      3004                             1                   0                                        0
      3005                             1                   1                                        0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/3000
fail strain vs triaxiality
#        triaxiality         fail strain
#                  X                   Y
                   0                  .5
                   1                  .5
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/3001
fail strain vs triaxiality
#        triaxiality         fail strain
#                  X                   Y
                   0                  .5
                   1                  .5
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/3002
```

```
fail strain vs triaxiality
#        triaxiality         fail strain
#                  X                   Y
                   0                  .5
                   1                  .5
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/3003
fail strain vs triaxiality
#        triaxiality         fail strain
#                  X                   Y
                   0                  .5
                   1                  .5
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/3004
fail strain vs triaxiality
#        triaxiality         fail strain
#                  X                   Y
                   0                  .5
                   1                  .5
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/3005
fail strain vs triaxiality
#        triaxiality         fail strain
#                  X                   Y
                   0                  .5
                   1                  .5
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/21
Element length regularisation
#                  X                   Y
# relative ele. size        scale factor
                   0                   1
                  10                   1
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/22
Temperature scale function
#                  X                   Y
                   0                   1
                1000                   1
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#enddata
/END
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. *Ixfem*=0を使用すると、破壊によって要素または層が削除されます。このケースでは、破壊基準が適切に機能するように、I_{fail_sh}=1の場合は、P_thick_{fail}をゼロに設定する必要があります。
2. *Ixfem*=1（XFEM定式化）を使用すると、破壊によって要素に亀裂が入ります。

   XFEM定式化は、Belytchko（I_{shell}*SHELL*=1または2）、I_{shell}*SHELL*=3または4、および QEPH（I_{shell}*SHELL*=24）シェル要素とのみ適合性があります。

   単層と多層の2つのXFEMオプションが利用可能です。XFEMオプションは、材料識別子に適用された破壊基準に関連付けられているプロパティタイプに依存します。

   a. `/PROP/SHELL(TYPE1)`を使用する場合は、単層XFEMが適用されます。

      この場合、要素全体の厚さが単一層とみなされます。破壊基準は各積分点で計算されますが、この要素に現れる亀裂は1つのみです。このアプローチは、すべてのシェルフラグオプション（I_{fail_sh}=1、2または3）、およびP_Thick_{fail}の値と適合性があります。亀裂方向は、最後に破断した積分点での主制約によって決定されます。

   b. `PROP/SH_SANDW(TYPE11)`を使用する場合は、多層XFEMが適用されます。

      この場合、板厚全体の各積分点は個別の層とみなされます。破壊基準は別々に計算されるため、亀裂方向は層ごとに異なる可能性があります。各層における亀裂方向は、ある要素から別の要素へ個別に伝わります。多層XFEMは、I_{fail_sh}=1およびP_thick_{fail}>0とは適合性がありません。それらの値は自動でI_{fail_sh}=2およびP_thick_{fail}=0に設定されます。

> **警告：** 単層および複数層XFEM定式化は、今のところ、同じモデル内では混在できません。それらのどちらかをモデル全体に対して選択する必要があります。

3. 塑性ひずみは次のように定義できます：

$$\varepsilon_f = Yscale1 \cdot Table1(\sigma^*, \frac{\dot{\varepsilon}}{Xscale1}, \xi) \cdot factor_{el} \cdot factor_T \quad (951)$$

ここで、

$f(\sigma^*, \dot{\varepsilon}, \xi)$	*table1_ID*で記述され、ひずみ速度$\dot{\varepsilon}$およびLode角ξについて応力軸性関数vs.破壊ひずみ間を補間することで計算される。
$\sigma^* = \frac{\sigma_m}{\sigma_{VM}}$	応力軸性
σ_m	静水圧応力
σ_{VM}	フォンミーゼス応力

*table1_ID*の最初の関数は、0から対応するひずみ速度までのひずみ速度値に対して使用されます。最後に定義された関数を超えるひずみ速度の場合は、破壊ひずみ値が最後の2つの曲線とそれらの対応するひずみ速度を使用して外挿されます。

関数*fct_ID*$_{el}$により材料破壊での要素サイズを考慮し、*Ch_i_f*=1または3で正規化された要素サイズに応じて破壊ひずみをスケーリングすることが可能です。

$$factor_{el} = Fscale_{el} \cdot \mathrm{f}_{el}\left(\frac{Size_{el}}{El\_ref}\right) \quad (952)$$

ここで、$\mathrm{f}_{el}\left(\frac{Size_{el}}{El_ref}\right)$は*fct_ID*$_{el}$の関数です。

要素サイズのスケールファクターは、*Shrf*と*Biaxf*によって定義された3軸性制限の間にのみ適用されます。

$$Shrf < \sigma^* < Biaxf \quad (953)$$

この3軸性の範囲外では、要素サイズのスケーリングは破壊曲線または不安定曲線に適用されません。

温度依存は、正規化された温度に応じて破壊ひずみをスケーリングするための関数を定義することで、材料破壊において考慮できます：

$$factor_T = Fscale_T \cdot \mathrm{f}_T(T^*) \quad (954)$$

ここで、$\mathrm{f}_T(T^*)$は*fct_ID*$_T$を用いて定義され、温度T^*は次のように計算されます：

$$T^* = \frac{T - T_{ini}}{T_{melt} - T_{ini}} \quad (955)$$

（熱-塑性をサポートする）材料則について温度パラメータを定義するには、`/HEAT/MAT`を使用することが推奨されます。

4. この破壊モデルには、2つの異なる破壊（破断または亀裂）が導入されています。破壊基準は次のように計算されます。

要素の破断（*Ixfem*=0）：

- 次の場合、要素が破断（削除）されます；

$$\sum \Delta D > D_{crit} \tag{956}$$

ここで、D_{crit}は、*Ixfem*=0の場合に使用される唯一の破断基準。

要素の亀裂（*Ixfem*=1）：

- 次の場合に要素に亀裂が入ります：

$$\sum \Delta D > D_{crit} \tag{957}$$

（この要素に破断した隣接要素がない場合）。D_{crit}は、新しい亀裂の初期化に使用されます。

$$\sum \Delta D > D_{adv} \tag{958}$$

（この要素に破断した隣接要素がある場合）。D_{adv}は亀裂拡大に使用されます。

2つ目の亀裂が同じ要素に達した場合は、その要素は削除されます。

> 注：D_{adv} は常にD_{crit}は常に1より小さくなくてはなりません（$D_{adv} < D_{crit}$）。そうでない場合は、D_{adv}は$D_{critcrit}$に設定されます（D_{adv}=D_{crit}）。

5. 損傷累積は、Radiossで次のいずれかの方法で計算されます：

- *fct_ID*$_d$ = 0の場合、次のパラメータ入力で：

$$\Delta D = \frac{\Delta \varepsilon_p}{\varepsilon_f} \cdot n \cdot D_p^{\left(1-\frac{1}{n}\right)} \tag{959}$$

ここで、

$\Delta \varepsilon_p$	積分点の塑性ひずみの変化
ε_f	塑性破壊ひずみ
D*$_p$** および ***n	損傷のパラメータ

- *fct_ID*$_d$ ≠ 0の場合、次のカーブ入力で：

$$\Delta D = \frac{\Delta \varepsilon_p}{\varepsilon_f} \cdot \mathrm{f}_d \tag{960}$$

ここで、

f_d	*fct_ID*$_d$で定義される塑性ひずみの関数として損傷スケールファクター。
$\Delta \varepsilon_p$	塑性ひずみ増分。
f_d	*fct_IDd*の関数

6. *P_thickfail*はシェル要素（ただし`/PROP/TYPE11 (SH_SANDW)`のシェル要素を除く）とのみ適合性があり、*I*$_{fail\_sh}$=2または*I*$_{fail\_sh}$=3の場合にのみ使用されます。*Ixfem*=1である際、*P_thick*$_{fail}$は単層XFEM定式化とのみ適合性があります。 1

7. *P_thick*$_{fail}$を使用した場合は、破断した層の厚みがシェル全厚の比を超えると、シェルの完全破断が起こります。シェルプロパティによって定義された*P_thickfail*の値は無視され、代わってこの破壊モデルに入力された値が使用されます。

   続けて破断した隣接層のみが合計厚に計上されます(通常は、外板の1つから中立面まで)。

8. *table1_ID*の1つ目の変数は塑性破壊ひずみvs.応力軸性関数で、2つ目の変数はひずみ速度、3つ目はLode角パラメータξです(ソリッドの場合)。

   シェルの場合は、2次元テーブルのみを使用できます(Lode角には依存しない)。

9. 不安定性(拡散ネッキング):

   - シェルにのみ使用可能。
   - フェーディング指数は、軟化の挙動と不安定性の開始(拡散ネッキング)を表します。*Fad_exp*の推奨値は5～10です。

     Fad_exp < 0かつ*Ch_i_f*=2または3の場合、フェーディング指数の絶対値は、要素長の関数としてフェーディング指数を定義する関数識別子*fct_ID*$_{el}$です。
   - 不安定性の開始は、関数または定数値で表すことができます:
     - *table2_ID*は、不安定性ひずみvs.応力軸性の関数で、不安定性ひずみは拡散ネッキングがいつ開始するかを定義します。拡散ネッキングのひずみ速度依存性も、*dimension*=2 in `/TABLE`を使用して考慮されます。

       $$\varepsilon_f = Yscale2 \cdot Table2(\sigma^*, \frac{\dot{\varepsilon}}{Xscale2}) \cdot factor_{el} \cdot factor_T \qquad (961)$$

     - *table2_ID*が定義されていない場合、*inst_start*が、応力軸性を通しての不安定性開始値についての一定フラットラインとして使用されます。ここで、デフォルト値はD_pです。

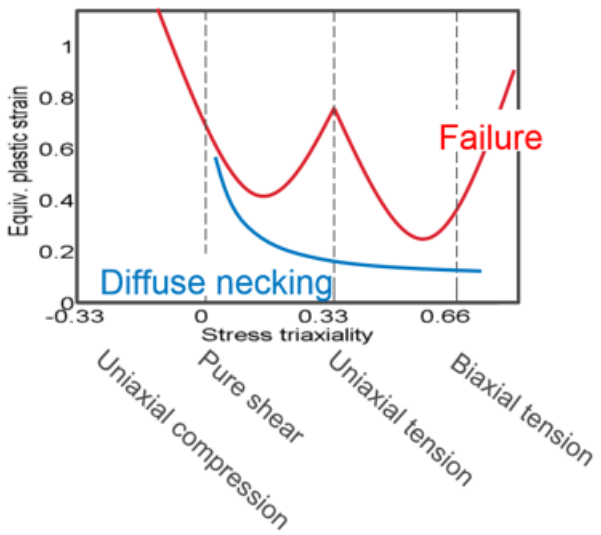


図 *222:*

- 拡散ネッキングの軟化は、次の式に基づきます:

  $$\sigma_{reduced} = \sigma \cdot \left(1 - \left(\frac{D_{instability} - inst\_start}{1 - inst\_start}\right)^{Fad\_exp}\right) \qquad (962)$$

  ここで、$D_{instability} = \sum \frac{\Delta\varepsilon_p}{\varepsilon_f}$、$\varepsilon_f$は拡散ネッキングひずみです。

現時点では、/FAIL/TAB1での拡散ネッキング（材料の不安定性）は、28より大きい材料則と使用できます。

10. *fail_ID*は、/STATE/BRICK/FAILおよび/INIBRI/FAILで使用されます。デフォルト値はありません。この行が空白の場合、/INIBRI/FAIL内の破壊モデル変数のために出力される値はありません（/STATE/BRICK/FAILオプションで.staファイルに書き込まれます）。

See Also

Explicit Structural FEA Ductile (User Guide)

RD-E:2602 延性破壊モデル

/FAIL/TBUTCHER

ブロックフォーマットのキーワード
Tuler-Butcher破壊モデルを記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/FAIL/TBUTCHER/*mat_ID*/*unit_ID*									
λ		*K*		σ_r		I_{fail_sh}	I_{fail_so}	I_{duct}	*Ixfem*
a		*b*				D_{adv}			

オプションの行

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
fail_ID									

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
γ	指数。 （正の実数）	
K	臨界損傷積分。 （実数）	$[Pa^{\lambda} \cdot s]$
σ_r	破壊応力。 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
I_{fail_sh}	シェル破壊フラグ。 *= 1* シェルが削除されたりシェルに亀裂が入るのは、*D* ≥*K*に、1つの積分点または層で該当する場合です。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 2 各積分点において、応力テンソルがゼロに設定されるのは、*D* ≥ *K*に該当する場合です。シェルが削除されるかシェルに亀裂が入るのは、*D* ≥ *K*にすべての積分点または層で該当する場合です。 *Ixfem* =0の場合: 破壊 - 要素が削除される *Ixfem* =1の場合: 破壊 - 要素に亀裂が入ります。2 (整数)	
I_{fail_so}	ソリッド破壊フラグ。 *= 1* 1つの積分点で*D* ≥*K*の場合は、ソリッドが削除されます。 *= 2* 積分点ごとに、*D* ≥*K*の場合は偏差応力テンソルが消失します。 (整数)	
I_{duct}	延性脆性材料フラグ(*Ixfem*=1の場合のみアクティブ(シェルのみ))。 *= 1*(デフォルト) 延性材料が使用される場合。 *= 2* 脆性材料が使用される場合(シェルのみ)。 (整数)	
Ixfem	XFEMフラグ(`/PROP/SHELL`、`/PROP/SH_SANDW`、`/PROP/TYPE51`プロパティの場合のみ)。 *= 0*(デフォルト) XFEMなし *= 1* XFEM定式化 2 (整数)	
a	脆性破断材料パラメータ(指数)。 (実数)	
b	脆性破断材料パラメータ(指数)。 (実数)	
D_{adv}	亀裂拡大の基準(*Ixfem*=1の場合のみアクティブ)。4 (0と1の間の実数)	

フィールド	内容	SI単位の例
	デフォルト = 0.85（後方互換性のため）	
fail_ID	破壊基準識別子。3 （整数、最大10桁）	

例（鋼材）

この例では、/FAIL/TBUTCHERを使用して延性破壊をシミュレートします。指数に応じて、損傷積分はインパルス基準（$\lambda = 1.01$）、エネルギー（または仕事）基準（$\lambda = 2.0$）、または一定応力基準になります。このλは、実験データのフィッティングによって取得できます。この例では、指数$\lambda = 2.0$を使用します。

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
#               MUNIT                LUNIT                TUNIT
                  Mg                   mm                   s
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  1. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/PLAS_JOHNS/1/1
Steel + ductile failure model
#              RHO_I
              7.8E-9                    0
#                  E                   Nu
              210000                   .3
#                  a                    b                    n            EPS_p_max             SIG_max0
                 270                  450                   .6                    0                    0
#                  c            EPS_DOT_0         ICC    Fsmooth               F_cut                Chard
                   0                    0           0          0                    0                    0
#                  m               T_melt               rhoC_p                  T_r
                   0                    0                    0                    0
/FAIL/TBUTCHER/1/1
#               LAMDA                    K              SIGMA_R  Ifail_sh  Ifail_so    I_DUCT      Ixfem
                    2               0.3e+8                  150         0         1         0          0
#                   A                    B                                    Dadv
                    0                    0                                       0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#enddata
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. Tuler-Butcher損傷累積パラメータが、指定された臨界損傷値Kを超えると、要素は破断します。損傷パラメータの累積は、延性材料と脆性材料では異なる方法で計算されます（I_{duct} = 1または2）。ソリッドの場合は、延性破断のみ使用でき、I_{duct}フラグは無効となります。

   延性材料の場合、損傷累積パラメータは下記のとおりです：

$$D = \int_0^t \max\left(0, (\sigma - \sigma_r)^{\lambda}\right) dt > K \qquad (963)$$

   ここで、

   σ_r 初期破壊応力

   σ 最大主応力

   λ 材料定数（正の実数値）

t	要素に亀裂が入る時間
D	損傷積分
K	損傷積分の限界値

脆性材料(シェルのみ)の場合、損傷パラメータは下記のとおりです。

$$\dot{D} = \frac{1}{K}(\sigma - \sigma_r)^a$$

$$\sigma_r = \sigma_0(1 - D)^b$$

$$D = D + \dot{D}\Delta t$$

2. XFEM定式化(*Ixfem*=1)は、Belytchko(I_{shell}*SHELL*=1または2)、I_{shell}*SHELL*=3または4、およびQEPH(I_{shell}*SHELL*=24)シェル要素とのみ適合性があります。XFEMフラグがアクティブ(*Ixfem*=1)な場合は、この破壊基準によって、要素または層が削除されるのではなく、要素に亀裂が入ります。

   単層と多層の2つのXFEMオプションが利用可能です。XFEMオプションは、材料識別子に適用された破壊基準に関連付けられているプロパティタイプに依存します。

   a. `/PROP/SHELL(TYPE1)`を使用する場合は、単層XFEMが適用されます。

      この場合、要素全体の厚さが単一層とみなされます。破壊基準は各積分点で計算されますが、この要素には亀裂が1つだけ現れます。このアプローチは、シェルフラグのすべての値(I_{fail_sh}=1または2)と適合性があります。亀裂方向は、最後に破断した積分点での主制約によって決定されます。

   b. PROP/SH_SANDW(TYPE11)を使用する場合は、多層`XFEM`が適用されます。

      この場合、板厚全体の各積分点は個別の層とみなされます。破壊基準は別々に計算されるため、亀裂方向は各層で異なる可能性があります。各層における亀裂方向は、ある要素から別の要素へ個別に伝わります。多層XFEMは、I_{fail_sh}=1とは適合性がありません。この場合、その値は自動でI_{fail_sh}=2に設定されます。

   c. `/PROP/TYPE51`を使用する場合は、多層XFEMが適用され、各層に別々の亀裂が現れ、要素間を個別に伝わります。このため、亀裂の方向とパターンは各層で異なります。破壊基準は各積分点で個別に計算され、層内の全積分点が破断した時点で亀裂が伝えられます。多層XFEMは、I_{fail_sh}=1とは適合性がありません。その値は自動でI_{fail_sh}=2に設定されます。

> **警告:** 単層および複数層XFEM定式化は、今のところ、同じモデル内では混在できません。それらのどちらかをモデル全体に対して選択する必要があります。

3. *fail_ID*は、/STATE/BRICK/FAILおよび/INIBRI/FAILで使用されます。デフォルト値はありません。この行が空白の場合、`/INIBRI/FAIL`内の破壊モデル変数のために出力される値はありません(`/STATE/BRICK/FAIL`オプションで`.sta`ファイルに書き込まれます)。

4. 破壊基準は次のように計算されます。

   損傷累積パラメータ*D*は、*Ixfem*=0の場合に使用される唯一の破断基準です。

   Ixfem=1の場合は、*D*とD_{adv}の両方を、それぞれ亀裂の初期化および拡大のために使用できます。要素に破断した隣接要素がなく、基準を満たしている場合は、新しい亀裂を初期化するために*D*が使用されます。そうでない場合は、既存の亀裂が要素の境界に発生すると、亀裂拡大基準であるD_{adv}が*D*の代わりに使用されます。最終的に、2つ目の亀裂が同じ要素に達すると、この基準は削除されます。

See Also

Failure Models (Reference Guide)

Failure Models (Theory Manual)

/FAIL/TENSSTRAIN

ブロックフォーマットのキーワード
シェルおよびソリッド要素と適合性のあるひずみベースの破壊モデルを記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/FAIL/TENSSTRAIN/*mat_ID*/*unit_ID*									
ε_{t1}		ε_{t2}		*fct_ID*	ε_{f1}		ε_{f2}		*S-Flag*

オプション行（*S-Flag* = 2、3、12、13、22、23の場合）

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
fct_ID_{el}	$Fscale_{el}$		El_{ref}						
fct_ID_{T}	$Fscale_{T}$								

オプションの行

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
fail_ID									

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
ε_{t1}	*S-Flag*=1または2の場合、損傷が始まる際の相当ひずみ。 *S-Flag*=3の場合、損傷が始まる際の最大引張主ひずみ。 デフォルト = 1.E30（実数）	
ε_{t2}	*S-Flag*=1または2の場合、要素が削除される際の相当ひずみ。 *S-Flag*=3の場合、要素が削除される際の最大引張主ひずみ。 デフォルト = 2.E30（実数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
fct_ID	ひずみ速度に応じてε_{t1}とε_{t2}をスケーリングするためのひずみ速度スケール関数識別子。 （整数）	
ε_{f1}	破壊および要素削除についての1つ目の主ひずみ。*S-Flag* =1でのみ使用。[3] （実数）	
ε_{f2}	破壊および要素削除についての2つ目の主ひずみ。*S-Flag* =1でのみ使用。[3] （実数）	
S-Flag	オプションの破壊フラグ。 *=0* 1に設定 *= 1*（デフォルト） 相当ひずみ入力。プロパティでI_{smstr}*SMSTR*フラグによって定義されたひずみメジャー。 *=2* 要素長および温度スケールファクターを含む相当ひずみ入力プロパティでI_{smstr}*SMSTR*フラグによって定義されたひずみメジャー。 *=3* 要素長および温度スケールファクターを含む最大引張主ひずみ入力プロパティでI_{smstr}*SMSTR*フラグによって定義されたひずみメジャー。 *=11* 相当工学ひずみ入力。 *=12* 要素長および温度スケールファクターを含む相当工学ひずみ入力プロパティでI_{smstr}*SMSTR*フラグによって定義されたひずみメジャー。 *=13* 要素長および温度スケールファクターを含む最大工学引張主ひずみ入力 *=21* 相当真ひずみ入力。 *=22* 要素長および温度スケールファクターを含む相当真ひずみ入力プロパティでI_{smstr}*SMSTR*フラグによって定義されたひずみメジャー。 *=23* 要素長および温度スケールファクターを含む最大真引張主ひずみ入力	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	
fct_ID$_{el}$	要素寸法スケール因子関数識別子。4 （整数）	
Fscale$_{el}$	要素サイズ関数スケールファクター。 デフォルト = 1.0（実数）	
El_ref	参照要素サイズ。 デフォルト = 1.0（実数）	[m]
fct_ID$_T$	温度スケール因子関数識別子。 （整数）	
Fscale$_T$	温度関数スケールファクター。 デフォルト = 1.0（実数）	
fail_ID	破壊基準識別子 6 （整数、最大10桁）	

例（アルミニウム）

この例では、$\varepsilon_{t2} = 0.1$を設定します。Using *fct_ID*を使用して、実際に計算に使用される異なる主ひずみ（ε_{t1}とε_{t2}）を、さまざまな試験ひずみ速度に従って設定します。

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
#              MUNIT               LUNIT               TUNIT
                  Mg                  mm                   s
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/PLAS_TAB/1/1
Aluminium
#              RHO_I
         2.788714E-9                   0
#                  E                  Nu           Eps_p_max               Eps_t               Eps_m
              68000                  .3                   0                   0                   0
#  N_funct  F_smooth              C_hard               F_cut              Eps_f
         1         0                   0                   0                   0
#  fct_IDp              Fscale   Fct_IDE                EInf                  CE
         0                   1         0                   0                   0
# func_ID1  func_ID2  func_ID3  func_ID4  func_ID5
         2
#           Fscale_1            Fscale_2            Fscale_3            Fscale_4            Fscale_5
                  0
#         Eps_dot_1           Eps_dot_2           Eps_dot_3           Eps_dot_4           Eps_dot_5
                  0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FAIL/TENSSTRAIN/1
#             EPS_t1              EPS_t2  funct_ID             EPS_f1              EPS_f2    S-FLAG
                .05                  .1        16                .02                 .06         0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/16
scale factor for Eps_t1 and Eps_t2
#        strain rate        scale factor
#                  X                   Y
```

```
                  0                   1
                 50                  .5
              10000                  .5
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/2
True Stress-True plastic strain
#                 X                   Y
                  0                 124
                .01                 150
                .02                 165

                .04                 184

                .06                 196

                .08                 203

                 .1                 206

                .12                 210

                .14                 213

                .16                 217

                .18                 220

                 .5                 240
              1000                  240
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#enddata
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

要素寸法正則化を含む例

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
#              MUNIT                LUNIT               TUNIT
                  Mg                  mm                   s
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/PLAS_TAB/1/1
Aluminium
#              RHO_I
         2.788714E-9                   0
#                  E                  Nu           Eps_p_max               Eps_t               Eps_m
               68000                  .3                   0                   0                   0
#  N_funct  F_smooth               C_hard               F_cut               Eps_f
         1         0                    0                   0                   0
#  fct_IDp              Fscale   Fct_IDE                EInf                  CE
         0                   1         0                   0                   0
# func_ID1  func_ID2  func_ID3  func_ID4  func_ID5
         2
#           Fscale_1            Fscale_2            Fscale_3            Fscale_4            Fscale_5
                  0
#          Eps_dot_1           Eps_dot_2           Eps_dot_3           Eps_dot_4           Eps_dot_5
                  0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FAIL/TENSSTRAIN/1
#             EPS_t1              EPS_t2  funct_ID             EPS_f1              EPS_f2    S-FLAG
                .05                  .1        16                 .02                 .06         2
#FCT_ID_EL           FSCALE_EL              EI_REF
        21                   1                   1
# FCT_ID_T            FSCALE_T
        22                   1
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/21
Element length regularisation
#                   X                   Y
# relative ele. size        scale factor
                  .5                   1
                   1                   1
                   2                 0.8
/FUNCT/22
Temperature scale function
#                   X                   Y
                   0                 1.0
                 350                 1.0
    1000                 0.5
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/16
```

```
scale factor for Eps_t1 and Eps_t2
#        strain rate        scale factor
#                  X                   Y
                   0                   1
                  50                  .5
               10000                  .5
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/2
True Stress-True plastic strain
#                  X                   Y
                   0                 124
                 .01                 150
                 .02                 165

                 .04                 184

                 .06                 196

                 .08                 203

                  .1                 206

                 .12                 210

                 .14                 213

                 .16                 217

                 .18                 220

                  .5                 240
                1000                 240
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#enddata
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. 破壊基準は、損傷計算に基づきます：

$$D = \frac{\varepsilon - \varepsilon_{t1}}{\varepsilon_{t2} - \varepsilon_{t1}} \tag{964}$$

ここで、εは*S-Flag*オプションに応じた相当ひずみまたは最大引張主ひずみのいずれか。ここで、応力は、次の式を用いて計算された損傷値を使って減じられます：

$$\boldsymbol{\sigma} = (1 - D)\boldsymbol{\sigma} \tag{965}$$

損傷 D は、`/ANIM/Eltype/DAMA`または`/H3D/Eltype/DAMA`を使ってプロットすることができます。進行性損傷値は、全ひずみと最終的に計算された全ひずみの限界との比に基づいて計算されます。高さの値は、要素が破壊限界に達するまで保たれます。累積と荷重パス依存性はありません。

2. 相当ひずみは、Rankine基準の引張ひずみ相当値を用いて計算されます。

$$\varepsilon_T = \frac{1}{3} I_1 + \frac{2}{\sqrt{3}} \sqrt{J_2^d} \cos\theta \tag{966}$$

ここで、

I_1	ひずみテンソルの第1不変量。
J_2^d	ひずみ偏差の第2不変量。

2D要素（シェル）の場合、この定義は次のように減じられます：

$$\varepsilon_T = \frac{1}{2}\left(\varepsilon_{xx} + \varepsilon_{yy} + \sqrt{(\varepsilon_{xx} - \varepsilon_{yy})^2 + \varepsilon_{xy2}}\right) \tag{967}$$

3. *S-Flag* =1の場合、1つの積分点でD=1であり、1つ目の主ひずみ$\varepsilon_1 > \varepsilon_{f1}$、または2つ目の主ひずみ$\varepsilon_2 > \varepsilon_{f2}$に達すると、要素は削除されます。破壊および要素の削除について主引張に基づいた破壊ε_{f1}またはε_{f2}は損傷を含まず、代わりに直ちに破断します。

   S-Flag = 2または3である際、1つの積分点でD=1であり、ε_{f1}またはε_{f2}が使用されていない場合に、要素は削除されます。
4. *S-Flag* = 2または3であれば、要素寸法または温度に基づき定義された全破壊ひずみ値(ε_{f1}またはε_{f2})をスケーリングすることが可能です:

$$factor_{el} = Fscale_{el} \cdot \mathrm{f}_{el}\left(\frac{Size_{el}}{El\_ref}\right) \tag{968}$$

   ここで、

   f_{el} *fct_ID*で定義された要素寸法補正係数の関数$_{el}$

   ***Size*$_{el}$** 特性要素寸法

$$factor_T = Fscale_T \cdot \mathrm{f}_T(T^*) \tag{969}$$

   ここで、$\mathrm{f}_T(T^*)$は関数、fct_ID_Tと温度T^*は次の式によって計算されます:

$$T^* = \frac{T - T_{ini}}{T_{melt} - T_{ini}} \tag{970}$$

   (熱-塑性をサポートする)材料則について温度パラメータを定義するには、`/HEAT/MAT`を使用することが推奨されます。
5. *S-Flag* =3であると、ひずみは1つ目の主ひずみ値に基づき計算されます。シェル要素で材料番号が28より小さい場合、損傷は適用されず、破壊が直ちに起こります。
6. *fail_ID*は、/STATE/BRICK/FAILおよび/INIBRI/FAILで使用されます。デフォルト値はありません。この行が空白の場合、`/INIBRI/FAIL`内の破壊モデル変数のために出力される値はありません(`/STATE/BRICK/FAIL`オプションで`.sta`ファイルに書き込まれます)。

See Also
Failure Models (Reference Guide)

/FAIL/USERi

ブロックフォーマットのキーワード
ユーザー破壊モデルを記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/FAIL/USERi/*mat_ID*									

オプションの行

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
fail_ID									

定義

フィールド	内容	SI単位の例
i	ユーザー破壊モデルの番号。 （整数=1、2または3）	
mat_ID	材料識別子の参照。 （整数=1、2または3）	
fail_ID	破壊基準識別子。3 （整数、最大10桁）	

コメント

1. USER1、USER2、USER3は、ユーザーが作成できる破壊のユーザーモデルです。
2. ユーザー破壊則は、シェル要素とソリッド要素およびすべての材料則と適合します。
3. *fail_ID*は、/STATE/BRICK/FAILおよび/INIBRI/FAILで使用されます。デフォルト値はありません。この行が空白の場合、/INIBRI/FAIL内の破壊モデル変数のために出力される値はありません（/STATE/BRICK/FAILオプションで.staファイルに書き込まれます）。
4. ユーザー破壊モデルのプログラム作成については、*User Subroutine Manual*のUser Failure ModelsおよびAppendixをご参照ください。

/FAIL/VISUAL

ブロックフォーマットのキーワード
この破壊基準の目的は、シミュレーションでの最大第1引張主応力または最大第1引張主ひずみの記録です。シミュレーションでのすべてのサイクルの最大値を用いて損傷変数が計算されます。

破壊モデルは、可視化目的のみであり、要素破壊は生じません。これはシェルおよびソリッド要素と適合性があり、弾性、粘弾性、および弾塑性の材料で使用できます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/FAIL/VISUAL/*mat_ID*/*unit_ID*									
Type	*C_min*		*C_max*		*F-coefficient*		*F-flag*		*Strdef*

オプションの行

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
fail_ID									

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
Type	セレクタータイプ **=0** 1に設定 **= 1**（デフォルト） 最大第1主応力が記録されます。 **= 2** 最大第1主ひずみが記録されます。 （整数）	
C_min	最大値の記録が開始される時間を定義する応力またはひずみの下限。この値より小さい場合、Damage = 0です。 注: *C_min* ≥ 0.	[Pa] またはなし

フィールド	内容	**SI**単位の例
	デフォルト = 0.0（実数）	
C_max	応力またはひずみの最大限度。これより大きい値の場合、Damage =1です。 注: *C_max* ≥ 0 . （実数）	[Pa] またはなし
F-coefficient	フィルタリング係数値 1 *F-Flag* =1の場合、指数移動平均 **= 0** 1に設定 **= 1**（デフォルト） フィルタリングなし （実数）	
	F-Flag = 2の場合、カットオフ周波数 デフォルト = 0.0（実数）	[Hz]
F-flag	フィルタリングフラグ。1 **= 0** 1に設定 **= 1**（デフォルト） 指数移動平均フィルター **= 2** 4ポールButterworthフィルター	
Strdef	破壊基準で使用されるひずみ測定定義。 *= 1*（デフォルト） プロパティのI_{smstr}*SMSTR*フラグにより定義されるひずみ。 *= 2* 工学ひずみ。 *= 3* 真ひずみ （整数）	
fail_ID	破壊基準識別子 （整数、最大10桁）	

例

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

```
/UNIT/1
unit for mat
#              MUNIT                LUNIT                TUNIT
                 kg                   mm                   ms
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  1. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/ELAST/2
steel
#             RHO_I
            7.85E-6                   0
#                 E                  nu
             210.00                  .3
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FAIL/VISUAL/2
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#     TYPE               C_MIN               C_MAX       F-COEFFICIENT    F-FLAG              Strdef
         2                 0.1                 0.8                   0         0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#enddata
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. フィルタリングオプション、*F-Flag*:

   F-flag=1の場合、指数移動平均フィルターは、応力またはひずみのフィルタリングに使用されます。応力はフィルタリングされていると仮定します。

   $$\sigma_f(t) = \alpha\sigma(t) + (1-\alpha)\sigma(t-\Delta t) \tag{971}$$

   ここで、

σ_f	フィルタリングされた応力
α	重み減少の程度。0～1の間の一定のスムージング係数です。 αの値が大きいほど、急速に前の値から低減します（フィルタリングが少なくなります）。

   F-Flag=2の場合、4ポールButterworthフィルターが使用され、*F-coefficient*によってカットオフ周波数が定義されます。これは/ACCELで使用されるフィルターと同じです。

2. 損傷は次のように出力されます:

   $$D = \max\left(0, \min\left[1, \frac{\sigma_{major} - Cmin}{Cmax - Cmin}\right]\right) \tag{972}$$

   これは、Dが常に$0 \le D \le 1$であることを意味します。

3. 最大値の計算には、HyperView内の高度な数式が使用されます:

   $$\sigma_{major} = D(Cmax - Cmin) + Cmin \tag{973}$$

4. 最大第1主ひずみ*TYPE*=2が記録される際、前のひずみの式の応力が置換されます。
5. /MAT/LAW1が指定されたシェル要素の場合、/PROP/SHELL*N*=1のみがサポートされます。

See Also

Failure Models (Reference Guide)

/FAIL/WIERZBICKI

ブロックフォーマットのキーワード
BAO-XUE-Wierzbicki破壊モデルを記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/FAIL/WIERZBICKI/*mat_ID*/*unit_ID*									
C_1*1*		C_2*2*		C_3*3*		C_4*4*		*m*	
n		I_{fail_sh}	I_{fail_so}	I_{moy}					

オプションの行

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
fail_ID									

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
C_1	第1パラメータ （実数）	
C_2	第2パラメータ （実数）	
C_3	第3パラメータ （実数）	
C_4	第4パラメータ （実数）	
m	第5パラメータ	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（実数）	
n	硬化指数 （実数）	
I_{fail_sh}	シェル破壊モデルフラグ。 *= 1* シェルが削除されるのは、$D = \sum \frac{\Delta \varepsilon_p}{\bar{\varepsilon}_f} \geq 1$に1つの積分点または層で該当する場合です。 *= 2* 各積分点において、応力テンソルがゼロに設定されるのは、$D = \sum \frac{\Delta \varepsilon_p}{\bar{\varepsilon}_f} \geq 1$に該当する場合です。シェルが削除されるのは、$D = \sum \frac{\Delta \varepsilon_p}{\bar{\varepsilon}_f} \geq 1$にすべての積分点または層で該当する場合です。 （整数）	
I_{fail_so}	3次元ソリッド破壊モデルフラグ。 *= 1* ソリッド要素が削除されるのは、$D = \sum \frac{\Delta \varepsilon_p}{\bar{\varepsilon}_f} \geq 1$に、1つの積分点で該当する場合です。 *= 2* 積分点ごとに、$D = \sum \frac{\Delta \varepsilon_p}{\bar{\varepsilon}_f} \geq 1$の場合は偏差応力テンソルが消失します。 （整数）	
I_{moy}	破壊3次元モデル（3次元ソリッド）フラグ。 *=0* $\begin{cases} \overline{\eta} = \frac{\sigma_m}{\sigma_{VM}} \\ \overline{\xi} = \frac{27 J_3}{2\sigma_{VM}^3} \end{cases}$	

フィールド	内容	SI単位の例
	=1 $\begin{cases} \overline{\eta} = \dfrac{\int_0^{\varepsilon_p} \frac{\sigma_m}{\sigma_{VM}} d\varepsilon_p}{\varepsilon_p} \\ \overline{\xi} = \dfrac{\int_0^{\varepsilon_p} \frac{27J_3}{2\sigma_{VM}^3} d\varepsilon_p}{\varepsilon_p} \end{cases}$ （整数）	
fail_ID	破壊基準識別子。2 （整数、最大10桁）	

例（金属）

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
#               MUNIT                LUNIT                TUNIT
                  Mg                   mm                   s
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  1. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/PLAS_JOHNS/1/1
Metal
#              RHO_I
              2.8E-9                    0
#                  E                   Nu
                60000                  .3
#                  a                    b                    n           EPS_p_max             SIG_max0
                  370                  190                   .4                   0                    0
#                  c           EPS_DOT_0        ICC    Fsmooth               F_cut                Chard
                  0                    0          0          0                   0                    0
#                  m              T_melt              rhoC_p                 T_r
                  0                    0                   0                   0
/FAIL/WIERZBICKI/1/1
#                 C1                   C2                   C3                  C4                    m
               0.87                 1.77                 0.21                0.56                    2
#                  n  Ifail_sh  Ifail_so      Imoy
                 0.2         0         1         0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#enddata
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. 破壊フラグで使用される$\overline{\varepsilon}_f$の場合は、次のように定義されます：

$$\overline{\varepsilon}_f = \left\{ \overline{\varepsilon}_{\max}{}^n - \left[\overline{\varepsilon}_{\max}{}^n - \overline{\varepsilon}_{\min}{}^n \right] \left(1 - \overline{\xi}^m \right)^{1/m} \right\}^{1/n} \tag{974}$$

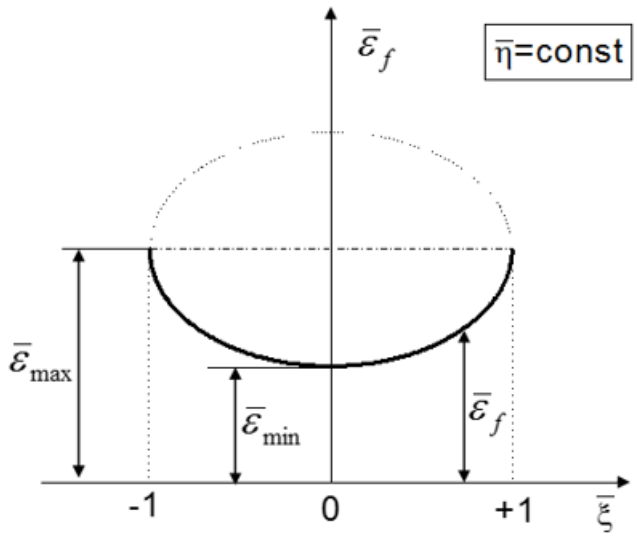


図 *223:*

ここで、

$\bar{\varepsilon}_{max} = C_1 e^{-C_2 \bar{\eta}}$

$\bar{\varepsilon}_{min} = C_3 e^{-C_4 \bar{\eta}}$

3次元ソリッドの場合:

I_{moy} = 0であれば、

$$\bar{\eta} = \frac{\sigma_m}{\sigma_{VM}} \bar{\xi} = \frac{27 J_3}{2\sigma_{VM}^3}$$

I_{moy} = 1であれば、

$$\bar{\eta} = \frac{\int_0^{\varepsilon_p} \frac{\sigma_m}{\sigma_{VM}} d\varepsilon_p}{\varepsilon_p} 、 \bar{\xi} = \frac{\int_0^{\varepsilon_p} \frac{27 J_3}{2\sigma_{VM}^3} d\varepsilon_p}{\varepsilon_p}$$

シェルの場合:

$$\bar{\eta} = \frac{\sigma_m}{\sigma_{VM}} 、 \bar{\xi} = -\frac{27}{2} \bar{\eta} \left(\bar{\eta}^2 - \frac{1}{3} \right)$$

ここで、

σ_m	静水圧応力
σ_{VM}	フォンミーゼス応力
J_3	偏差応力の第3不変量

2. *fail_ID*は、/STATE/BRICK/FAILおよび/INIBRI/FAILで使用されます。デフォルト値はありません。この行が空白の場合、*/INIBRI/FAIL*内の破壊モデル変数のために出力される値はありません(*/STATE/BRICK/FAIL*オプションで.staファイルに書き込まれます)。

See Also

Failure Models (Reference Guide)

Failure Models (Theory Manual)

/FAIL/WILKINS

ブロックフォーマットのキーワード
Wilkins破壊モデルを記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/FAIL/WILKINS/*mat_ID*/*unit_ID*									
α		β		$P_{\lim}$		D_f		I_{fail_sh}	I_{fail_so}

オプションの行

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
fail_ID									

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
α	静水圧指数。 （実数）	
β	偏差係数。 （実数）	
$P_{\lim}$	静水圧限界。 （実数）	[Pa]
D_f	臨界損傷。 （実数）	
I_{fail_sh}	シェル破壊フラグ。	

フィールド	内容	SI単位の例
	= 1 シェルが削除されるのは、$D_c \geq D_f$に1つの積分点または層で該当する場合です。 *= 2* 各積分点において、応力テンソルがゼロに設定されるのは、$D_c \geq D_f$に該当する場合です。シェルが削除されるのは、$D_c \geq D_f$にすべての積分点または層で該当する場合です。 （整数）	
I_{fail_so}	ソリッド破壊フラグ。 *= 1* 1つの積分点で$D_c \geq D_f$の場合は、ソリッドが削除されます。 *= 2* 積分点ごとに、$D_c \geq D_f$の場合は偏差応力テンソルが消失します。 （整数）	
fail_ID	破壊基準識別子。2 （整数、最大10桁）	

例（金属）

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
#               MUNIT                LUNIT                TUNIT
                   Mg                   mm                   s
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  1. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/PLAS_JOHNS/1/1
Metal
#              RHO_I
             2.8E-9                    0
#                  E                   Nu
              60000                   .3
#                  a                    b                    n           EPS_p_max            SIG_max0
                370                  190                   .4                    0                   0
#                  c           EPS_DOT_0       ICC    Fsmooth               F_cut               Chard
                   0                   0         0          0                   0                   0
#                  m              T_melt              rhoC_p                 T_r
                   0                   0                   0                   0
/FAIL/WILKINS/1/1
#               Alpha                 Beta                 Plim                   Df  Ifail_sh  Ifail_so
                 1.8                  .75                  750                  0.3         1         0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#enddata
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. 損傷累積は：

$$D_c = \int W_1 W_2 d\bar{\varepsilon}_p$$

ここで、

$$W_1 = \left(\frac{1}{1+aP}\right)^{\alpha}$$

$$a = -\frac{1}{P_{\lim}}$$

ここで、

P 流体力学的圧力

$$P = -\frac{1}{3}\sum_{j=1}^{3}\sigma_{jj}$$

$$W_2 = (2-A)^{\beta}$$

$$A = \max\left(\frac{s_2}{s_1}, \frac{s_2}{s_3}\right), \; s_1 \geq s_2 \geq s_3$$

ここで、s_1, s_2, s_3は偏差応力です。

2. *fail_ID*は、/STATE/BRICK/FAILおよび/INIBRI/FAILで使用されます。デフォルト値はありません。この行が空白の場合、`/INIBRI/FAIL`内の破壊モデル変数のために出力される値はありません(`/STATE/BRICK/FAIL`オプションで`.sta`ファイルに書き込まれます)。

See Also
Failure Models (Reference Guide)

プロパティ

ブロックフォーマットのキーワード

Radiossにはさまざまなプロパティが用意されており、多彩な要素の記述に使用できます。そのような要素として、ソリッド（8節点の3次元ソリッド、4節点または10節点のテトラ）、シェル（3節点または4節点のシェル）、スプリング、ビーム、トラス、ジョイントなどがあります。プロパティは材料とともに各構造部材の`/PART`で組み立てられます。

コメント

1. プロパティタイ
   プ1、2、3、4、6、8、9、10、11、12、13、14（SOLID）、16、18、19、20、21、22、25、26、28、32、33、35、36、43、44、および`/PCOMPP`は、局所単位系と適合性があります。
2. シェルおよび厚肉シェルの複合材パートについては、材料は、/PROP/TYPE10 (SH_COMP)、/PROP/TYPE11 (SH_SANDW)、/PROP/TYPE21 (TSH_ORTH)、または/PROP/TYPE22 (TSH_COMP)を使用して、プロパティカードにおいて直接定義されます。これらの材料内で定義された破壊基準（例えば、`LAW25`）が考慮されます。`/PART`カードで参照される材料は、時間ステップおよび接触剛性の計算専用となります。
3. `TYPE1`（`SHELL`）、`TYPE11`（`SH_SANDW`）、または`TYPE51`の各プロパティには、FLD、JOHNSON、TAB1、またはTBUTCHERの破壊モデルを使用する場合、XFEMとの適合性があります。
4. XFEMでは`/PROP/TYPE51`と`/FAIL/TAB1`をまだ使用できません。
5. 現在のところ、XFEMは2D要素のみと適合します。

See Also

材料の適合性
陰解法の機能と互換性
Finite Elements Springs (User Guide)
ソリッド要素（/PROP/SOLID）
ソリッド-シェル要素（/PROP/TSHELL）
Finite Elements Shell Elements (User Guide)
RD-E：1800 正方形板
Element Library (Theory Manual)

トラスプロパティ

ブロックフォーマットのキーワード

/PROP/TYPE2 (TRUSS)

ブロックフォーマットのキーワード
このプロパティは、トラスプロパティセットの定義に使用されます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/PROP/TYPE2/*prop_ID*/*unit_ID*または/PROP/TRUSS/*prop_ID*/*unit_ID*									
prop_title									
Area		Gap_{ini}							

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
prop_ID	プロパティの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
prop_title	プロパティのタイトル （文字、最大100文字）	
Area	初期断面積 （実数）	$[m^2]$
Gap_{ini}	初期ギャップ デフォルト = 0（実数）	$[m]$

コメント

1. トラス要素では、$v \neq 0$ の場合、断面積の変化は次の式で計算されます：

$$Area_t = \frac{Area_{t-dt}}{(1+v\dot{\varepsilon}_x dt)^2} \quad (975)$$

ここで、v は、材料則で指定されるポアソン比です。

2. トラスがアクティブ化されるのは、次の場合のみです：

$$Length_{truss}^{current} < Length_{truss}^{initial} - Gap_{ini} \quad (976)$$

トラス節点間の現在の距離が、初期長からGap_{ini}を差し引いたものより小さい場合。

3. Gap_{ini} は$Gap_{ini} > 0$でなければなりません。負のGap_{ini}は0として扱われます。トラスは引張りにおいてはアクティブ化されません。

See Also

材料の適合性
/TRUSS (Starter)
/TH/TRUSS (Starter)
RD-E:0700 振り子
RD-E:1200 ジャンプする自転車

ビームプロパティ

ブロックフォーマットのキーワード

/PROP/TYPE3 (BEAM)

ブロックフォーマットのキーワード
ねじり、曲げ、膜、または軸の各変形のビームプロパティを記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/PROP/TYPE3/*prop_ID*/*unit_ID*または/PROP/BEAM/*prop_ID*/*unit_ID*									
prop_title									
I_{smstr}SMSTI									
d_mm		d_ff							
Area		I_{YY}YY		I_{ZZ}ZZ		I_{XX}XX			
ω_{DOF}	I_{shear}								

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
prop_ID	プロパティの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
prop_title	プロパティのタイトル （文字、最大100文字）	
I_{smstr}SMSTR	微小ひずみオプションフラグ *= 0*（デフォルト） 4に設定されます。 *=1* t = 0からの微小ひずみ定式化 *=2* 4に設定されます。	

フィールド	内容	**SI** 単位の例
	=3 4に設定されます。 *=4* 完全に幾何学的非線形 （整数）	
d_m*m*	ビーム膜減衰 デフォルト = 0.00（実数）	
d_f*f*	ビーム曲げ減衰 デフォルト = 0.01（実数）	
Area	断面積 （実数）	$[m^2]$
I_{YY}*YY*	曲げの面積慣性モーメント （実数）	$[m^4]$
I_{ZZ}*ZZ*	曲げの面積慣性モーメント （実数）	$[m^4]$
I_{XX}*XX*	ねじれの面積慣性モーメント （実数）	$[m^4]$
ω_{DOF}	節点1と2の回転自由度コード（下記の詳細入力をご参照ください） （6つのブーリアン）	
I_{shear}	ビーム定式化フラグ *=0* せん断を考慮 *=1* せん断を無視 （整数）	

節点**1**と**2**の回転自由度入力フィールド

(1)-1	(1)-2	(1)-3	(1)-4	(1)-5	(1)-6	(1)-7	(1)-8	(1)-9	(1)-10
			ω_{X1}	ω_{Y1}	ω_{Z1}		ω_{X2}	ω_{Y2}	ω_{Z2}

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
ω_{X1}	= 1 節点1のXの回転自由度を解放します （ブーリアン）	
ω_{Y1}	= 1 節点1のYの回転自由度を解放します （ブーリアン）	
ω_{Z1}	= 1 節点1のZの回転自由度を解放します （ブーリアン）	
ω_{X2}	= 1 節点2のXの回転自由度を解放します （ブーリアン）	
ω_{Y2}	= 1 節点2のYの回転自由度を解放します （ブーリアン）	
ω_{Z2}	= 1 節点2のZの回転自由度を解放します （ブーリアン）	

例(ビーム）

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/2
unit for prop
                  g                   mm                  ms
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PROP/BEAM/4/2
beam (bXh=10X10)
#              Ismstr
                    0
#                  dm                  df
                    0                   0
#                Area                 Iyy                 Izz                 Ixx
                  100              833.33              833.33             1666.66
#       Rot     Ishear
   000 000           0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. I_{smstr}*SMSTR* = 1の場合、微小ひずみ定式化は時間t=0からアクティブになります。これは、Δtが一定のため高速予備解析で使用できますが、結果の精度は保証されません。
2. 材料則で指定したひずみと応力が工学ひずみと工学応力になります。時刻歴出力は工学ひずみと工学応力を返します。

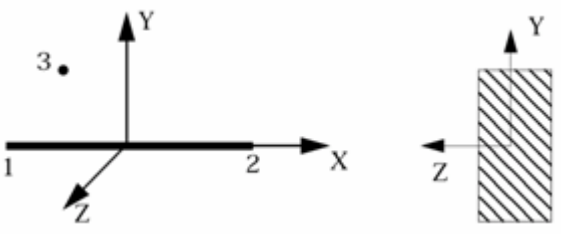


図 *224:*

See Also

材料の適合性
/BEAM (Starter)
/TH/BEAM (Starter)
Beam Elements (TYPE3) (Theory Manual)
RD-E:0500 ビームフレーム
RD-E:1200 ジャンプする自転車
RD-E:1600 ダミーポジショニング
RD-E:3700 解析梁

/PROP/TYPE18 (INT_BEAM)

ブロックフォーマットのキーワード
積分ビームプロパティセットを記述します。このビームモデルはTimoshenko理論に基づき、横せん断ひずみを考慮し、ねじりでの反りの無いビームです。

深いビーム（短いビーム）の場合に用いる事ができます。積分点のビームの断面および位置は、事前定義するか直接設定して使用できます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/PROP/TYPE18/*prop_ID*/*unit_ID*または/PROP/INT_BEAM/*prop_ID*/*unit_ID*									
prop_title									
I_{sect}	I_{smstr}SMSTI								
d_mm		d_ff							
NIP	I_{ref}	Y_0		Z_0					

NIP > 0の場合、サブセクションパラメータを定義する*NIP*カードを追加します（各積分点について行ごとに）

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Y_i		Z_i		*Area*					

I_{sect} > 0の場合は、以下の2行を追加します。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
NITR		*L1*		*L2*					
空白行									

ビーム節点の回転自由度のためのフラグを追加します。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
ω_{DOF}									

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
prop_ID	プロパティの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
prop_title	プロパティのタイトル （文字、最大100文字）	
I_{sect}	断面のタイプ 6 *= 0*（デフォルト） 積分ビーム *=1* 定義済みの矩形断面 *=2* 定義済みの円形断面 *= 3* Gauss-Lobatto求積法を使用した定義済みの矩形断面。 *= 4* Gauss-Lobatto求積法を使用した定義済みの円形断面。 *= 5* 定義済みの円形断面 6 （整数）	
I_{smstr}*SMSTR*	微小ひずみオプションフラグ *= 0*（デフォルト） 4に設定 *=1* t = 0からの微小ひずみ定式化 *=4* 完全に幾何学的非線形 （整数）	
d_m*m*	ビーム膜減衰。 デフォルト = 0.00（実数）	
d_f*f*	ビーム曲げ減衰	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	デフォルト = 0.0001（実数）	
NIP	積分点の数（サブ断面） I_{sect} =0の場合のみ。それ以外の場合は*NIP*=0。 （整数）	
I_{ref}	サブ断面中心参照フラグ I_{sect} =0の場合のみ = *0*（デフォルト） サブ断面中心は積分点の重心として計算されます。 =*1* 局所座標（Y_0、Z_0）を使用してサブ断面中心を定義します。 （整数）	
Y_0	断面中心の局所Y座標。 I_{sect} =0の場合のみ （実数）	[m]
Z_0	断面中心の局所Z座標。 I_{sect} =0の場合のみ （実数）	[m]
Y_i	積分点の局所Y座標 （実数）	[m]
Z_i	積分点の局所Z座標。 I_{sect} =0の場合のみ （実数）	[m]
Area	サブ断面の面積。 I_{sect} =0の場合のみ （整数）	[m^2]
NITR	I_{sect} > 0の場合の定義済み断面での積分点に関するオプション。6。 （整数）	
L1	I_{sect} > 0の場合の定義済み断面の1番目のサイズ 6	

フィールド	内容	SI単位の例
	（実数）	
L2	I_{sect} > 0の場合の定義済み断面の2番目のサイズ 6 （実数）	
ω_{DOF}	節点1と2の回転自由度コード（下記の詳細入力をご参照ください） （6つのブーリアン）	

節点1と2の回転自由度入力フィールド

(1)-1	(1)-2	(1)-3	(1)-4	(1)-5	(1)-6	(1)-7	(1)-8	(1)-9	(1)-10
			ω_{X1}	ω_{Y1}	ω_{Z1}		ω_{X2}	ω_{Y2}	ω_{Z2}

定義

フィールド	内容	SI単位の例
ω_{X1}	= 1 節点1のXの回転自由度を解放します （ブーリアン）	
ω_{Y1}	= 1 節点1のYの回転自由度を解放します （ブーリアン）	
ω_{Z1}	= 1 節点1のZの回転自由度を解放します （ブーリアン）	
ω_{X2}	= 1 節点2のXの回転自由度を解放します （ブーリアン）	
ω_{Y2}	= 1 節点2のYの回転自由度を解放します （ブーリアン）	
ω_{Z2}	= 1 節点2のZの回転自由度を解放します （ブーリアン）	

例

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

```
/UNIT/2
unit for prop
                  Mg                    mm                    s
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PROP/TYPE18/4/2
Integrated beam - bXh=10X10 with 4 integration points (subsections)
#    Isect   Ismstmr
         0         0
#                 dm                    df
                   0                     0
#      NIP      Iref                    Y0                    Z0
         4         1                     0                     0
#                  Y                     Z                  Area
                 2.5                   2.5                    25
                 2.5                  -2.5                    25
                -2.5                   2.5                    25
                -2.5                  -2.5                    25
# OmegaDOF
   000 000
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
/END
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

例

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/2
unit for prop
                  Mg                    mm                    s
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PROP/TYPE18/4/2
Integrated beam  - 4 integration points in predefined section bXh=10X10
#    Isect   Ismstmr
         1         0
#                 dm                    df
                   0                     0
#      NIP      Iref                    Y0                    Z0
         0         1                     0                     0
#     NITR                              L1                    L2
         2                              10                    10

# OmegaDOF
   000 000
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
/END
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. I_{smstr}*SMSTR* = 1の場合、微小ひずみ定式化は時間t = 0からアクティブになります。これは、Δtが一定のため高速予備解析で使用できますが、結果の精度は保証されません。
2. I_{smstr}*SMSTR* =1の場合、材料則で指定したひずみと応力が工学ひずみと工学応力になります。時刻歴出力は真ひずみと真応力を返します。

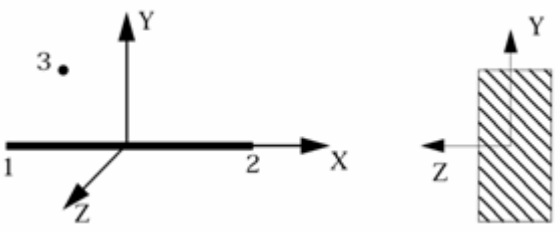


図 *225:*

3. 要素の断面は100 までの積分点を用いて定義されます(図 226)。断面の要素プロパティ、すなわち面積慣性モーメントと面積はRadiossで次のように計算されます:

$$A = \sum A_i = \sum \left(dy_i dz_i \right) \tag{977}$$

$$I_Z = \sum A_i \left(y_i^2 + \frac{1}{12} dy_i^2 \right) \tag{978}$$

$$I_Y = \sum A_i \left(z_i^2 + \frac{1}{12} dz_i^2 \right) \tag{979}$$

4. 深いビーム(短いビーム)の場合に用いることができます。断面積に複数の積分点を用いる事で、それぞれの積分点で von Mises基準での弾塑性モデルを得ることを可能にし、古典的なビーム要素と異なり、断面は部分的に塑性化する事ができます(TYPE3)。材料則LAW1、LAW2、LAW36と適合しています。しかしながら、要素は長さ方向には1積分点のみ持つため、フレーム構造の一つの線に1要素を用いる事は、深さ方向だけでなく長さ方向の塑性の進展を考慮するために、推奨しません。

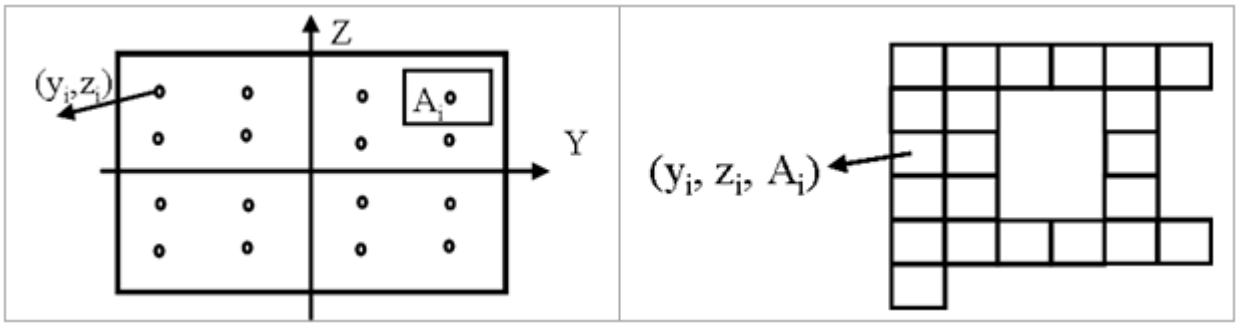


図 *226:* 積分ビームの断面定義

5. 矩形断面の場合:*L1*は局所ビーム座標系のY方向の矩形サイズで、*L2*はZ方向の矩形サイズです。円形断面の場合:*L1*は半径です。
6. 定義済みの断面を使用可能です(矩形または円形)。断面内の積分点の数は、I_{sect}と選択した求積法に応じて*NITR*を介して指定されます。
   - I_{sect} = 1および2の場合。積分点は、断面タイプおよび*NITR*に従って、断面全体に均一に分散されます。
   - I_{sect} = 3の場合。断面は矩形です。積分点の分布は、エッジ上の点を使用したGauss-Lobatto求積法に対応します。IP = *NITR***NITR*。*NITR*の最大値は9です。これは81個の積分点に対応します。
   - I_{sect} = 4の場合。断面は円形です。積分点の分布は、エッジ上の点を使用したGauss-Lobatto求積法に半径方向に対応します。3つのオプション:*NITR* = 1、*NITR* = 17および*NITR* = 25。ここで、積分点の数は*NITR*と同じです。
   - I_{sect} = 5の場合。断面は円形です。3つのオプション:*NITR* = 1、*NITR* = 9および *NITR* = 17。ここで、積分点の数はNITRと同じです。

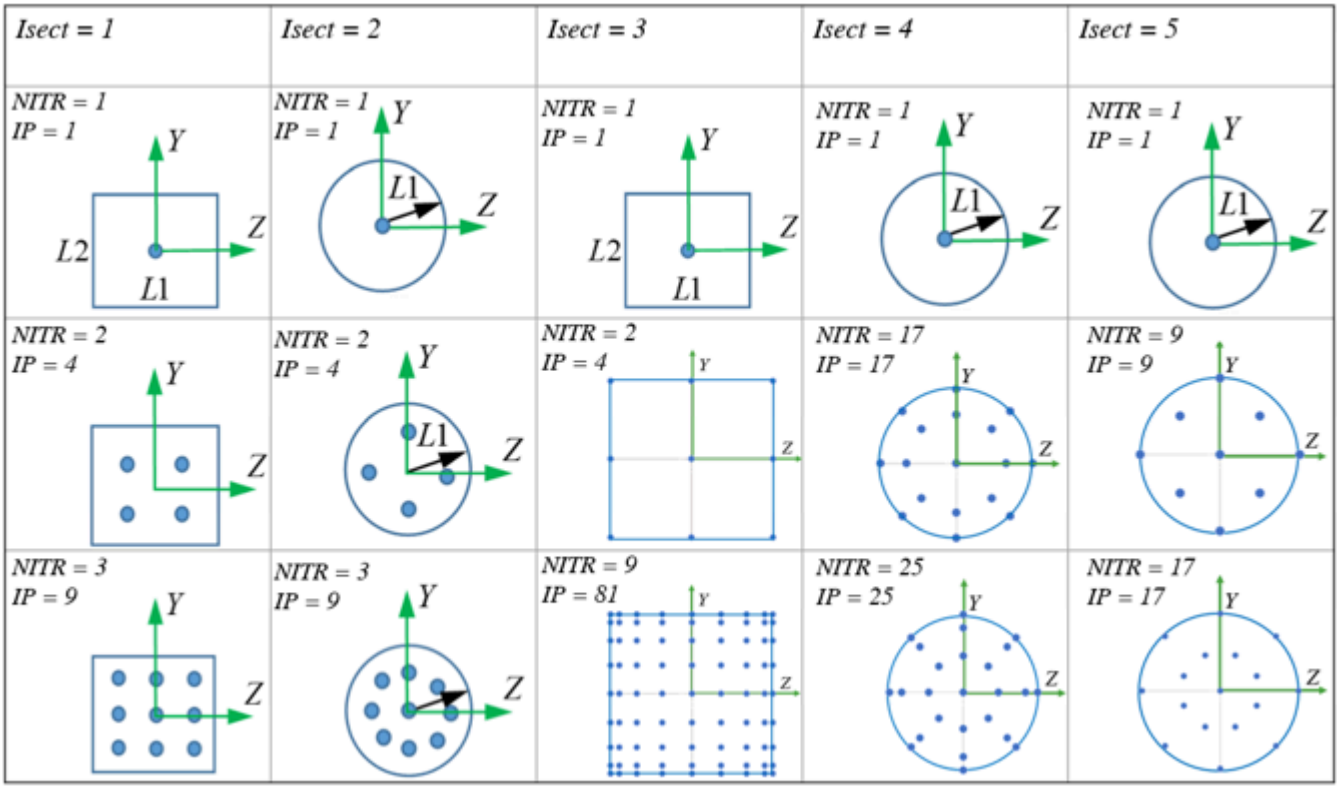
- 

図 *227:*

See Also

材料の適合性
/BEAM (Starter)
/TH/BEAM (Starter)
Beam Elements (TYPE3) (Theory Manual)

スプリングとジョイントのプロパティ

ブロックフォーマットのキーワード

/PROP/TYPE4 (SPRING)

ブロックフォーマットのキーワード
1つの並進自由度を持つスプリングプロパティを定義します。このスプリングでは、非線形剛性、減衰、異なる除荷が考慮されます。変形に基づく破壊基準を使用できます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/PROP/TYPE4/*prop_ID*/*unit_ID*または/PROP/SPRING/*prop_ID*/*unit_ID*									
prop_title									
Mass					*sens_ID*	I_{sflag} SFLAG	I_{leng} LENG		
$K_1 1$		$C_1 1$		$A_1 1$		$B_1 1$		$D_1 1$	
fct_ID_{11}	$H_1 1$	fct_ID_{21}	fct_ID_{31}	fct_ID_{41}		δ^1_{min}		δ^1_{max}	
$F_1 1$		$E_1 1$		$Ascale_1$		$Hscale_1$			

定義

フィールド	内容	SI単位の例
prop_ID	プロパティの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
prop_title	プロパティのタイトル （文字、最大100文字）	
Mass	質量。 （実数）	$\left[\frac{kg}{m}\right]$
sens_ID	スプリングのアクティブ化または非アクティブ化に使用されるセンサー識別子 *= 0* スプリングはアクティブ	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	
I_{sflag}*SFLAG*	センサーフラグ 2 *=0* *sens_ID*がアクティブ化し、非アクティブ化できない際にスプリング要素はアクティブ化 *=1* *sens_ID*がアクティブ化し、アクティブ化できない際にスプリング要素は非アクティブ化 *=2* スプリング要素はアクティブ化、または非アクティブ化されると、状態はセンサーの状態と一致し、前後に切り替わります。スプリングの初期長さ（l_0は、アクティブ化時間におけるスプリング長に基づきます。 （整数）	
I_{leng}*LENG*	単位長さあたりの入力フラグ *=0* スプリングのプロパティは、定義テーブルの指定内容で入力されます。 *=1* スプリングの質量と慣性の入力は、単位長さあたりの値です。スプリングの剛性は、工学ひずみの関数です。3 4 （整数）	
K_1*1*	$fct_ID_{11} = 0$の場合、線形載荷および除荷剛性。 $fct_ID_{11} \neq 0$の場合、弾塑性スプリングの除荷剛性としてのみ使用されます。 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}\right]$
C_1*1*	減衰 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{Ns}}{\mathrm{m}}\right]$
A_1*1*	非線形剛性関数スケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	$[\mathrm{N}]$
B_1*1*	対数速度効果スケールファクター （実数）	$[\mathrm{N}]$
D_1*1*	対数速度効果スケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	$\left[\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\right]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
fct_ID$_{11}$	$f(\delta)$を定義する関数識別子 4 *= 0* 剛性K_1*1*の線形スプリング H_1*1* =4の場合：関数は上方の降伏曲線を定義します。 H_1*1* =8の場合：関数は必須で力対スプリング長を定義します。 （整数）	
H_1*1*	スプリングの硬化 非線形スプリングのフラグ *=0* 弾性スプリング *=1* 等方硬化を伴う非線形弾塑性スプリング *=2* 分離硬化を伴う非線形弾塑性スプリング *=4* 移動硬化を伴う非線形弾塑性スプリング *=5* 非線形除荷を伴う非線形弾塑性スプリング *=6* 等方硬化と非線形除荷を伴う非線形弾塑性スプリング *=7* 弾性ヒステリシスを伴う非線形弾性スプリング *=8* 全長関数を伴う非線形弾性スプリング （整数）	
fct_ID$_{21}$	スプリングの速度の関数$g(\delta)$として力を定義する関数の識別子。 （整数）	
fct_ID$_{31}$	関数の識別子 H_1*1* =4の場合：下方の降伏曲線を定義します。 H_1*1* =5の場合：残差変位対最大変位を定義します。 H_1*1* =6の場合：非線形除荷曲線を定義します。 H_1*1* =7の場合：非線形除荷曲線を定義します。 （整数）	
fct_ID$_{41}$	非線形減衰$h(\delta)$の場合の関数の識別子。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	
δ^1_{min}	負の破壊変位 デフォルト = -10^{30}（実数）	$[m]$
δ^1_{max}	正の破壊変位 デフォルト = 10^{30}（実数）	$[m]$
$F_1$1	減衰の関数の横軸スケールファクター（gおよびh）。 デフォルト = 1.0（実数）	$[\frac{m}{s}]$
$E_1$1	減衰の関数gの縦軸のスケールファクター。 （実数）	$[N]$
Ascale$_1$	剛性の関数fの横軸のスケールファクター。 デフォルト = 1.0（実数）	$[m]$
Hscale$_1$	減衰の関数hの縦軸のスケールファクター。 デフォルト = 1.0（実数）	

例（シートベルト）

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/2
unit for prop
                 kg                  mm                  ms
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PROP/SPRING/2/2
Seatbelt
#                  M                                 sensor_ID    Isflag     Ileng
                5E-5                                         0         0         1
#                 K1                  C1                   A1                  B1                  D1
              0.001                   0                    0                   0                   0
# fct_ID11         H1  fct_ID21  fct_ID31  fct_ID41                     delta_min           delta_max
         1          2         0                   0                             0                   0
#                 F1                  E1             Ascale1             Hscale1
                   0                   0                   0                   0
/MOVE_FUNCT/1
Seatbelt
#           Ascale_x            Fscale_y            Ashift_x            Fshift_y
                                   0.001
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/1
Seatbelt loading force vs engineering strain
#                  X                   Y
                  0.                  0.
              0.005                 700.
               0.02                3100.
               0.03                5500.
               0.15               17000.
             1000.                17000.
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
```

コメント

1. スプリングは節点N1とN2の間で定義される局所x方向の1つの並進自由度を有します。
2. スプリングは*sens_ID*で定義されI_{sflag}*SFLAG*に依存するセンサーによってアクティブ化 / 非アクティブ化されます。
   - I_{sflag}*SFLAG* = 0の場合、スプリング要素は*sens_ID*でアクティブ化され、非アクティブ化されません。スプリングの初期長さは、時間=0におけるスプリング長に基づきます。
   - I_{sflag}*SFLAG* = 1の場合、スプリング要素は*sens_ID*で非アクティブ化され、アクティブ化されません。スプリングの初期長さは、時間=0におけるスプリング長に基づきます。
   - I_{sflag}*SFLAG* = 2の場合、スプリングは*sens_ID*でアクティブ化 / 非アクティブ化され、複数回、アクティブ化状態を切り替えられます。センサーがアクティブの場合、スプリングはアクティブ、センサーが非アクティブの場合はスプリングは非アクティブです。スプリングの初期長さ(l_0)は、センサーがアクティブになる時間におけるスプリングの節点間の距離です。
3. I_{leng}*LENG* = 1の場合、スプリングのプロパティはスプリングの初期長さに基づきます。次のとおり入力される必要があります:

$$M = \frac{m}{l_0} \qquad K = k * l_0$$

$$C = c * l_0$$

各スプリングはモデル内で以下のプロパティを有するようになります:

$$m = M \cdot l_0 \qquad k = \frac{K}{l_0}$$

$$c = \frac{C}{l_0}$$

ここで、

M、K、C	スプリングプロパティ欄に入力されるスプリングの値
m、k、c	スプリングの実際の物理的質量、剛性および減衰
l_0	スプリングの節点N1とN2の間の距離である初期スプリング長
$\delta^1_{\min}$ and $\delta^1_{\max}$	工学ひずみとして入力される破壊値

4. 力の計算詳細については、ユーザーズガイドの剛性定式化をご参照ください。
   - I_{leng}*LENG* =0の場合、スプリングの力Fの値は次のように計算されます:

     H_1*1* = 1、2、4、5、6、7の場合:

$$F = \mathrm{f}\left(\frac{\delta}{Ascale_1}\right)\left[A_1 + B_1 \ln\left(\max\left(1, \left|\frac{\dot{\delta}}{D_1}\right|\right)\right) + E_1 \mathrm{g}\left(\frac{\dot{\delta}}{F_1}\right)\right] + C_1\dot{\delta} + Hscale_1 \mathrm{h}\left(\frac{\dot{\delta}}{F_1}\right) \qquad (980)$$

ここで、$\delta = l - l_0$ は、スプリング要素の現在の長さと初期の長さの差です。

ここで、 $-l_0 < \delta < +\infty$

$H_1 1$ = 8の場合:

$$F = \mathrm{f}\left(\frac{l}{Ascale_1}\right)\left[A_1 + B_1 \ln\left(\max\left(1, \left|\frac{\dot{\delta}}{D_1}\right|\right)\right) + E_1 \mathrm{g}\left(\frac{\dot{\delta}}{F_1}\right)\right] + C_1\dot{\delta} + Hscale_1 \mathrm{h}\left(\frac{\dot{\delta}}{F_1}\right) \quad (981)$$

ここで、$0 < l < \infty$かつ $-l_0 < \delta < +\infty$

I_{leng}LENG =1の場合、スプリングの力Fの値は次のように計算されます:

$$F = \mathrm{f}\left(\frac{\varepsilon}{Ascale_1}\right)\left[A_1 + B_1 \ln\left(\max\left(1, \left|\frac{\dot{\varepsilon}}{D_1}\right|\right)\right) + E_1 \mathrm{g}\left(\frac{\dot{\varepsilon}}{F_1}\right)\right] + C_1\dot{\varepsilon} + Hscale_1 \mathrm{h}\left(\frac{\dot{\varepsilon}}{F_1}\right) \quad (982)$$

ここで、

ε	工学ひずみ $\varepsilon = \frac{\delta}{l_0}$
$\mathrm{f}(\varepsilon)$	非線形剛性は、工学ひずみの関数
$\mathrm{g}(\dot{\varepsilon})$ and $h(\dot{\varepsilon})$	減衰は、工学ひずみ速度の関数

5. *$H_1 1$* > 0で*fct_ID*$_{11}$ = 0の場合、$\mathrm{f}(\delta) = 1$ or $\mathrm{f}(\varepsilon) = 1$。

See Also

材料の適合性
/SPRING (Starter)
/TH/SPRING (Starter)
Stiffness Formulation, Springs (User Guide)
Spring Hardening (User Guide)
Spring Coordinate System (User Guide)
スプリングTYPE4- 1自由度スプリング(/PROP/SPRING)
Finite Elements, Springs (User Guide)
Radioss Coordinate System (User Guide)
Debugging Guidelines Model Preparation (User Guide)
One Degree of Freedom Spring Elements (TYPE4) (Theory Manual)
RD-E:2100 カム

/PROP/TYPE8 (SPR_GENE)

ブロックフォーマットのキーワード
このスプリングプロパティは、6つの独立変形モードで機能します。このスプリングでは、非線形剛性、減衰、異なる除荷が考慮されます。

変形、荷重、エネルギーに基づく破壊基準を使用できます。一般スプリングプロパティは、2つのパート間のジョイント結合のモデル化によく用いられます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/PROP/TYPE8/*prop_ID*/*unit_ID*または/PROP/SPR_GENE/*prop_ID*/*unit_ID*									
prop_title									
Mass		*I*		*Skew_ID*	*sens_ID*	I_{sflag}SFLAG	I_{fail}FAIL	I_{fail2}	I_{equil}EQUIL

Loading index=1:X方向の並進

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$K_1 1$		$C_1 1$		$A_1 1$		$B_1 1$		$D_1 1$	
fct_ID_{11}	$H_1 1$	fct_ID_{21}	fct_ID_{31}	fct_ID_{41}		$\delta^1_{\min}$		$\delta^2_{\max}$	
$F_1 1$		$E_1 1$		$Ascale_1$		$Hscale_1$			

Loading index=2:Y方向の並進

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$K_2 2$		$C_2 2$		$A_2 2$		$B_2 2$		$D_2 2$	
fct_ID_{12}	$H_2 2$	fct_ID_{22}	fct_ID_{32}	fct_ID_{42}		$\delta^2_{\min}$		$\delta^2_{\max}$	
$F_2 2$		$E_2 2$		$Ascale_2$		$Hscale_2$			

Loading index=3:Z方向の並進

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$K_3 3$		$C_3 3$		$A_3 3$		$B_3 3$		$D_3 3$	
fct_ID_{13}	$H_3 3$	fct_ID_{23}	fct_ID_{33}	fct_ID_{43}		$\delta^3_{\min}$		$\delta^3_{\max}$	

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$F_3 3$		$E_3 3$		$Ascale_3$		$Hscale_3$			

Loading index=4：X方向の回転

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$K_4 4$		$C_4 4$		$A_4 4$		$B_4 4$		$D_4 4$	
fct_ID_{14}	$H_4 4$	fct_ID_{24}	fct_ID_{34}	fct_ID_{44}		$\theta^4_{\min}$		$\theta^4_{\max}$	
$F_4 4$		$E_4 4$		$Ascale_4$		$Hscale_4$			

Loading index=5：Y方向の回転

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$K_5 5$		$C_5 5$		$A_5 5$		$B_5 5$		$D_5 5$	
fct_ID_{15}	$H_5 5$	fct_ID_{25}	fct_ID_{35}	fct_ID_{45}		$\theta^5_{\min}$		$\theta^5_{\max}$	
$F_5 5$		$E_5 5$		$Ascale_5$		$Hscale_5$			

Loading index=6：Z方向の回転

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$K_6 6$		$C_6 6$		$A_6 6$		$B_6 6$		$D_6 6$	
fct_ID_{16}	$H_6 6$	fct_ID_{26}	fct_ID_{36}	fct_ID_{46}		$\theta^6_{\min}$		$\theta^6_{\max}$	
$F_6 6$		$E_6 6$		$Ascale_6$		$Hscale_6$			

力のフィルタリング

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$F_{smooth}smoo$	$F_{cut}CUT$								

定義

フィールド	内容	SI単位の例
prop_ID	プロパティの識別子	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数、最大10桁）	
unit_ID	（オプション）単位識別子 （整数、最大10桁）	
prop_title	プロパティのタイトル （文字、最大100文字）	
Mass	質量。 （実数）	$[kg]$
I	慣性。 （実数）	$[m^2kg]$
Skew_ID	スキュー座標系識別子。1 （整数）	
sens_ID	センサーの識別子 （整数）	
I_{sflag}*SFLAG*	センサーフラグ 6 *=0* *sens_ID*がアクティブ化し、非アクティブ化できない際にスプリング要素はアクティブ化 *=1* *sens_ID*がアクティブ化し、アクティブ化できない際にスプリング要素は非アクティブ化 *=2* スプリング要素はアクティブ化、または非アクティブ化されると、状態はセンサーの状態と一致し、前後に切り替わります。スプリングの初期長さ（l_0は、アクティブ化時間におけるスプリング長に基づきます。 （整数）	
I_{fail}*FAIL*	破壊基準 *= 0* 1方向基準 *= 1* 多方向基準 （整数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
I_{fail2}	破壊モデルフラグ *= 0*（デフォルト） 変位（または回転）の基準 *= 1* 力（またはモーメント）の基準 *= 3* 内部エネルギー基準 （整数）	
I_{equil}*EQUIL*	つり合いフラグ 4 *= 0* つり合いません *= 1* 力とモーメントはつり合います （整数）	
K_i	*fct_ID*$_{1i}$ = 0の場合：線形載荷および除荷剛性。 *fct_ID*$_{1i}$ ≠ 0の場合：弾塑性スプリングの除荷剛性としてのみ使用されます。 i =1、2、3は並進自由度 i =4、5、6は回転自由度 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}\right]$ i = 1、2、3の場合 $\left[\frac{\mathrm{Nm}}{\mathrm{rad}}\right]$ i = 4、5、6の場合
C_i	減衰 1 i =1、2、3は並進自由度 i =4、5、6は回転自由度 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{Ns}}{\mathrm{m}}\right]$ i = 1、2、3の場合 $\left[\frac{\mathrm{Nms}}{\mathrm{rad}}\right]$ i = 4、5、6の場合
A_i	非線形剛性関数スケールファクター i =1、2、3は並進自由度 i =4、5、6は回転自由度 デフォルト = 1.0（実数）	$[\mathrm{N}]$ i = 1、2、3の場合 $[\mathrm{Nm}]$ i = 4、5、6の場合
B_i	対数速度効果スケールファクター i =1、2、3は並進自由度 i =4、5、6は回転自由度 デフォルト = 0.0（実数）	$[\mathrm{N}]$ i = 1、2、3の場合 $[\mathrm{Nm}]$ i = 4、5、6の場合

フィールド	内容	**SI**単位の例
D_i	対数速度効果スケールファクター i =1、2、3は並進自由度 i =4、5、6は回転自由度 デフォルト = 1.0（実数）	$\left[\frac{m}{s}\right]$ i = 1、2、3の場合 $\left[\frac{rad}{s}\right]$ i = 4、5、6の場合
fct_ID_{1i}	非線形剛性$f()$を定義する関数の識別子。5 *= 0* 剛性*K*の線形スプリング。 H_i = 4の場合：関数は上方の降伏曲線を定義します。 i =1、2、3は並進自由度 i =4、5、6は回転自由度 （整数）	
H_i	スプリングの硬化 非線形スプリングのフラグ *= 0* 弾性スプリング *= 1* 等方硬化を伴う非線形弾塑性スプリング *= 2* 分離硬化を伴う非線形弾塑性スプリング *= 4* 移動硬化を伴う非線形弾塑性スプリング *= 5* 非線形除荷を伴う非線形弾塑性スプリング *= 6* 等方硬化と非線形除荷を伴う非線形弾塑性スプリング *= 7* 弾性ヒステリシスを伴う非線形弾塑性スプリング i =1、2、3は並進自由度 i =4、5、6は回転自由度 （整数）	
fct_ID_{2i}	スプリングの速度の関数$g()$として力またはモーメントを定義する関数の識別子。 i =1、2、3は並進自由度 i =4、5、6は回転自由度	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	
fct_ID$_{3i}$	関数の識別子 H_i =4の場合：下方の降伏曲線を定義します。 H_i =5の場合：残差変位または回転対最大変位または回転を定義します。 H_i =6の場合：非線形除荷曲線を定義します。 H_i =7の場合：非線形除荷曲線を定義します。 i =1、2、3は並進自由度 i =4、5、6は回転自由度 （整数）	
fct_ID$_{4i}$	非線形減衰$h()$の場合の関数の識別子。 i =1、2、3は並進自由度 i =4、5、6は回転自由度 （整数）	
$\delta^i_{\min}$	負の並進破壊限界 i =1、2、3は並進自由度 デフォルト = -10^{30}（実数）	
	I_{fail2} = 0または1の場合：破壊変位	$[\mathrm{m}]$
	I_{fail2} = 2の場合：破壊の力	$[\mathrm{N}]$
	I_{fail2} = 3の場合：破壊内部エネルギー	$[\mathrm{J}]$
$\theta^i_{\min}$	負の回転破壊限界 i =4、5、6は回転自由度 デフォルト = -10^{30}（実数）	
	I_{fail2} = 0、1の場合：破壊回転	$[\mathrm{rad}]$
	I_{fail2} = 2の場合：破壊モーメント	$[\mathrm{N\cdot m}]$
	I_{fail2} = 3の場合：破壊内部エネルギー	$[\mathrm{J}]$
$\delta^i_{\max}$	正の並進破壊限界 i =1、2、3は並進自由度 デフォルト = -10^{30}（実数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	I_{fail2} = 0または1の場合：破壊変位	$[\mathrm{m}]$
	I_{fail2} = 2の場合：破壊の力	$[\mathrm{N}]$
	I_{fail2} = 3の場合：破壊内部エネルギー	$[\mathrm{J}]$
$\theta^i_{\max}$	正の回転破壊限界 i =4、5、6は回転自由度 デフォルト = -10^{30}（実数）	
	I_{fail2} = 0または1の場合：破壊回転	$[\mathrm{rad}]$
	I_{fail2} = 2の場合：破壊モーメント	$[\mathrm{N\cdot m}]$
	I_{fail2} = 3の場合：破壊内部エネルギー	$[\mathrm{J}]$
F_i	gとhの減衰関数の横軸に対するスケールファクター i =1、2、3は並進自由度 i =4、5、6は回転自由度 デフォルト = 1.0（実数）	$\left[\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\right]$ i = 1、2、3の場合 $\left[\frac{\mathrm{rad}}{\mathrm{s}}\right]$ i = 4、5、6の場合
E_i	減衰の関数gの縦軸のスケールファクター。 i =1、2、3は並進自由度 i =4、5、6は回転自由度 （実数）	$[\mathrm{N}]$ i = 1、2、3の場合 $[\mathrm{Nm}]$ i = 4、5、6の場合
$Ascale_i$	剛性の関数fの横軸のスケールファクター。 i =1、2、3は並進自由度 i =4、5、6は回転自由度 デフォルト = 1.0（実数）	$[\mathrm{m}]$ i = 1、2、3の場合 $[\mathrm{rad}]$ i = 4、5、6の場合
$Hscale_i$	減衰の関数hの縦軸のスケールファクター。 i =1、2、3は並進自由度 i =4、5、6は回転自由度 デフォルト = 1.0（実数）	$[\mathrm{N}]$ i = 1、2、3の場合 $[\mathrm{Nm}]$ i = 4、5、6の場合

コメント

1. スプリングの局所座標系はスキュー座標系によって定義されます。スプリング定義（/SPRING）で各要素ごとに局所座標系を定義できます。スキューが要素レベルで定義されていない場合は、`/PROP/TYPE8` *Skew_ID*が使用され

ます。座標が要素またはプロパティ内で指定されていない場合、グローバル座標が使用されます。要素定義の3つ目の節点は、スプリングの局所座標系の決定には使用されません。

2. スプリングはスキューシステム内で次の6の自由度(DOF)を持ちます: $\delta^1, \delta^2, \delta^3, \theta^4, \theta^5, \theta^6$

- 6つの自由度は独立しています。初期スプリング長がゼロでない場合、力のつり合いは正しいですが、モーメントのつり合いは正しくない可能性があります。したがって、長さゼロのTYPE8のスプリング要素、または、2つの節点のうちの1つがすべての方向で固定されたTYPE8のスプリング要素の使用を推奨します。その他の長さがゼロでないスプリングの場合は、`/PROP/TYPE13(SPR_BEAM)`スプリングプロパティを使用する必要があります。
- 正と負のスプリング変形は、初期長さの変化として定義されません。初期長さは、すべての方向または特定の方向でゼロとなることができます。したがって、長さの変化とともに変形符号を定義することはできません。節点2のスプリングの局所座標系の変位(または回転)から節点1の変位(または回転)を引いた値が正の場合、変形は正となります。

3. 力とモーメントの計算

- δ は並進自由度であり、次の設定で方向δの力が計算されます:

$$\mathrm{F}(\delta) = \mathrm{f}\left(\frac{\delta^i}{Ascale_i}\right)\left[A_i + B_i \ln\left(\max\left(1, \left|\frac{\dot{\delta}^i}{D_i}\right|\right)\right) + E_i \mathrm{g}\left(\frac{\dot{\delta}^i}{F_i}\right)\right] + C_i\dot{\delta}^i + Hscale_i \mathrm{h}\left(\frac{\dot{\delta}^i}{F_i}\right)$$ で、i=1,2,3

- θ は回転自由度であり、次の設定でモーメントが計算されます。

$$\mathrm{M}(\theta) = \mathrm{f}\left(\frac{\theta^i}{Ascale_i}\right)\left[A_i + B_i \ln\left(\max\left(1, \left|\frac{\dot{\theta}^i}{D_i}\right|\right)\right) + E_i \mathrm{g}\left(\frac{\dot{\theta}^i}{F_i}\right)\right] + C_i\dot{\theta}^i + Hscale_i \mathrm{h}\left(\frac{\dot{\theta}^i}{F_i}\right)$$ で、i=4,5,6

4. つり合い:

- I_{equil}*EQUIL* = 0(つり合っていない状態)であれば次の式が成り立ちます。

$$\mathrm{f}(\theta) = M_{2y} = -M_{1y} \qquad (983)$$

ここで、

M_{2y} N$_2$によるYのモーメント。

M_{1y} N$_1$によるYのモーメント。

- I_{equil}*EQUIL* = 1の場合:

$$-M_{1y} \neq M_{2y} \qquad -M_{1z} \neq M_{2z} \qquad (984)$$

$$\mathrm{f}(\theta) = \frac{M_{2y} - M_{1y}}{2} \qquad (985)$$

ここで、

M_{2y} N$_2$によるYのモーメント。

M_{1y} N$_1$によるYのモーメント。

M_{2z} N$_2$によるZのモーメント。

M_{1z} N$_1$によるZのモーメント。

5. K_iが降伏曲線の最大勾配よりも低い場合(K_iは降伏曲線の最大勾配と一致しません)、警告メッセージが出力され、K_iは曲線の最大勾配に設定されます。

6. スプリングは*sens_ID*で定義されるセンサーによってアクティブ化 / 非アクティブ化され、I_{sflag}*SFLAG*に依存します:
   - I_{sflag}*SFLAG* = 0の場合、スプリング要素は*sens_ID*でアクティブ化され、非アクティブ化できません。スプリングの初期長さは、時間=0におけるスプリング長に基づきます。
   - I_{sflag}*SFLAG* = 1の場合、スプリング要素は*sens_ID*で非アクティブ化され、アクティブ化できません。スプリングの初期長さは、時間=0におけるスプリング長に基づきます。
   - I_{sflag}*SFLAG* = 2の場合、スプリングは*sens_ID*でアクティブ化 / 非アクティブ化され、複数回、アクティブ化状態を切り替えられます。センサーがアクティブの場合、スプリングはアクティブ、センサーが非アクティブの場合はスプリングは非アクティブです。スプリングの初期長さ(l_0)は、センサーがアクティブになる時間におけるスプリングの節点間の距離です。

See Also

材料の適合性
/TH/SPRING (Starter)
/SPRING (Starter)
Stiffness Formulation, Springs (User Guide)
Spring Hardening (User Guide)
Spring Coordinate System (User Guide)
汎用TYPE8スプリング(/PROP/SPR_GENE)
スキューとフレーム(/SKEW & /FRAME)
Debugging Guidelines Model Preparation (User Guide)
General Spring Elements (TYPE8) (Theory Manual)
RD-E:1200 ジャンプする自転車
RD-E:1600 ダミーポジショニング

/PROP/TYPE12 (SPR_PUL)

ブロックフォーマットのキーワード
プーリースプリングプロパティセット（1つの並進自由度を持つ）はプーリーのモデル化に用いられます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/PROP/TYPE12/*prop_ID*/*unit_ID*または/PROP/SPR_PUL/*prop_ID*/*unit_ID*									
prop_title									
Mass					*sens_ID*	I_{sflag}SFLAG	I_{leng}LENG	*Fric*	
$K_1 1$		$C_1 1$		$A_1 1$		$B_1 1$		$D_1 1$	
fct_ID_{11}	$H_1 1$	fct_ID_{21}	fct_ID_{31}	fct_ID_{41}		$\delta^1_{\min}$		$\delta^1_{\max}$	
$F_1 1$		$E_1 1$		$Ascale_1$		$Hscale_1$			
fct_ID_{fr}	I_{fr}	*Yscale_F*		*Xscale_F*		*F_min*		*F_max*	

定義

フィールド	内容	SI単位の例
prop_ID	プロパティの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
prop_title	プロパティのタイトル （文字、最大100文字）	
Mass	質量。 ***I_{leng}LENG* = 0**の場合 M ***I_{leng}LENG* = 1**の場合 $M \cdot l_0$ （実数）	$[\mathrm{kg}]$ または $[\mathrm{kg} \cdot m]$
sens_ID	センサーの識別子 （整数）	
I_{sflag}SFLAG	センサーフラグ 4 5	

フィールド	内容	SI単位の例
	=0 スプリング要素はアクティブ **=1** スプリング要素は非アクティブ **=2** スプリング要素はアクティブまたは非アクティブ （整数）	
*I*leng*LENG*	単位長さあたりの入力フラグ **= 0** スプリングの力は次のように計算されます： **= 1** 入力はすべて単位長さあたりになります （整数）	
Fric	Coulomb摩擦。6 （実数）	
*K*1*1*	剛性K、ただし*I*leng*LENG*= 0 ***fct_ID*11= 0**の場合 線形スプリングの剛性 ***fct_ID*11≠ 0**の場合 非線形スプリングの除荷剛性 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{s}}\right]$
	剛性$\frac{K}{l_0}$、ただし*I*leng*LENG*= 1 ***fct_ID*11= 0**の場合 線形スプリングの剛性 ***fct_ID*11≠ 0**の場合 非線形スプリングの除荷剛性 （実数）	$\left[\frac{N}{\mathrm{m}\cdot s}\right]$
*C*1*1*	減衰C、ただし*I*leng*LENG*= 0 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{Ns}}{\mathrm{m}}\right]$
	減衰$\frac{C}{l_0}$、ただし*I*leng*LENG*= 1 （実数）	$[Ns]$
*A*1*1*	引張に対するひずみ速度の係数（力に対して均一） デフォルト = 1.0（実数）	$[\mathrm{N}]$
*B*1*1*	引張に対するひずみ速度の対数係数（力に対して均一） （実数）	$[\mathrm{N}]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
$D_1 1$	伸び速度のスケール係数 デフォルト = 1.0（実数）	$[\frac{m}{s}]$
fct_ID_{11}	$f(\delta)$（I_{leng} *LENG*= 0）または$f(\varepsilon)$（I_{leng} *LENG*= 1）を定義する剛性関数識別子 **= 0** 線形スプリング （整数）	
$H_1 1$	非線形スプリングの硬化フラグ **= 0** 非線形弾性スプリング **= 1** 等方硬化を伴う非線形弾塑性スプリング **= 2** 引張における分離硬化を伴う非線形弾塑性スプリング **= 4** "移動"硬化を伴う非線形弾塑性スプリング **= 5** 非線形除荷を伴う非線形弾塑性スプリング **= 6** 等方硬化と非線形除荷を伴う非線形弾塑性スプリング **= 7** 弾性ヒステリシスを伴う非線形スプリング （整数）	
fct_ID_{21}	$g(\delta)$（I_{leng} *LENG*= 0）または$g(\dot{\varepsilon})$（I_{leng} *LENG*=1）でのスプリング変位（または回転）速度に伴う力の変化を定義する関数 （整数）	
fct_ID_{31}	除荷専用の関数 $H_1 1$ = 4の場合：下方の降伏曲線を定義する関数識別子。 $H_1 1$ = 5の場合：残差変位対最大変位を定義する関数識別子。 $H_1 1$ = 6の場合：非線形除荷曲線を定義する関数識別子。 $H_1 1$ = 7の場合：非線形除荷曲線を定義する関数識別子。 （整数）	
fct_ID_{41}	$h(\dot{\delta})$（I_{leng} *LENG*= 0）または$h(\dot{\varepsilon})$（I_{leng} *LENG*=1）での速度または変形速度依存性を考慮する関数。 （整数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
$\delta_{\min}^{1}$	負の破壊変位（I_{leng}*LENG*=0の場合）、または 負の破壊変位 x l_0（I_{leng}*LENG*=1の場合） デフォルト = -10^{30}（実数）	$[\mathrm{m}]$
$\delta_{\max}^{1}$	正の破壊変位（I_{leng}*LENG*=0の場合）、または 正の破壊変位 x l_0（I_{leng}*LENG*=1の場合） デフォルト = 10^{30}（実数）	$[\mathrm{m}]$
$F_1 1$	δまたは$\dot{\varepsilon}$のスケールファクター（$g(\delta)$または$g(\dot{\varepsilon})$の*fct_ID*$_{21}$関数の横軸） （実数）	$[\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}]$
$E_1 1$	ひずみ速度効果（力に対して均一）である$g(\delta)$または$g(\dot{\varepsilon})$（*fct_ID*$_{21}$関数）のスケールファクター （実数）	$[\mathrm{N}]$
Ascale$_1$	δまたはεのスケールファクター（$f(\delta)$または$f(\varepsilon)$の*fct_ID*$_{11}$関数の横軸） （実数）	$[\mathrm{m}]$
Hscale$_1$	力に対して均一な$h(\delta)$または$h(\dot{\varepsilon})$（*fct_ID*$_{41}$関数）のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	
fct_ID$_{fr}$	プーリーの左右アーム間の力の差異の関数として摩擦係数*Fric*のスケーリングを定義する関数識別子 （整数）	
I_{fr}	摩擦モデルフラグ 6 **= 0**（デフォルト） 対称摩擦モデル **=1** 制限付き非対称摩擦モデル （整数）	
Yscale_F	関数*fct_ID*$_{fr}$の縦軸スケール デフォルト = 1.0（実数）	
Xscale_F	関数*fct_ID*$_{fr}$の横軸スケール デフォルト = 0.0（実数）	$[\mathrm{N}]$
F_min	不可逆的摩擦モデルの負の制限力 I_{fr} = 1の場合のみ使用 6	$[\mathrm{N}]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
	デフォルト = -10^{30}（実数）	
F_max	不可逆的摩擦モデルの正の制限力 I_{fr} = 1の場合のみ使用 6 デフォルト = 10^{30}（実数）	[N]

例

```
/UNIT/2
unit for prop
                 Mg                    mm                    s
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PROP/SPR_PUL/1/2
pulley spring example with friction
#               Mass                              sensor_ID    Isflag     Ileng                Fric
             2.7e-5                                       0         0         0                   1
#                 K                    C                    A                    B                   D
              10000                 .001                    0                    0                   0
#funct_ID1          H funct_ID2 funct_ID3 funct_ID4                     delta_min           delta_max
         1          0         0         0         0                            0                   0
#            Fscale1                    E              Ascalex                   H4
                   0                    0                    0                    0
# Fct_IDfr        Ifr             Yscale_F             Xscale_F               F_MIN               F_MAX
         2          1                    0                    0                -800                4500
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/1
non-linear elastic
#              Disp.                Force
#                  X                    Y
                  -1                 -0.1
                   0                    0
                   1                10000
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/2
friction function
#              Force                 Fric
#                  X                    Y
               -1000                  0.2
                1000                  0.2
                2000                  0.3
                4000                  0.9
                5000                  1.0
               10000                  1.0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
```

コメント

1. このプロパティは、節点1と節点3がロープの末端、節点2がプーリー位置にある3節点/SPRING要素を用いてモデル化されています。

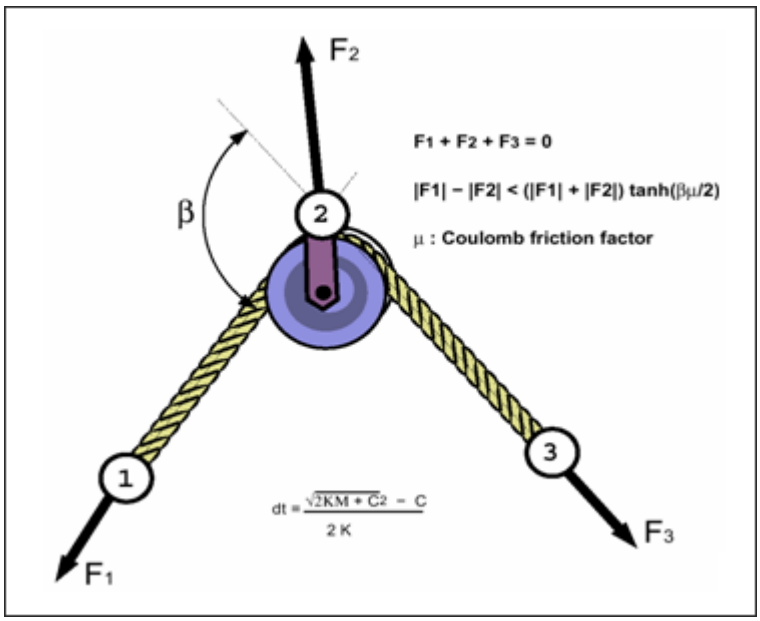


図 *228:*

節点1が節点2にスライドすると、プーリーを通して移動が不可能なノット（結び目）が節点1にあるかのように、ロッキングが起こります。

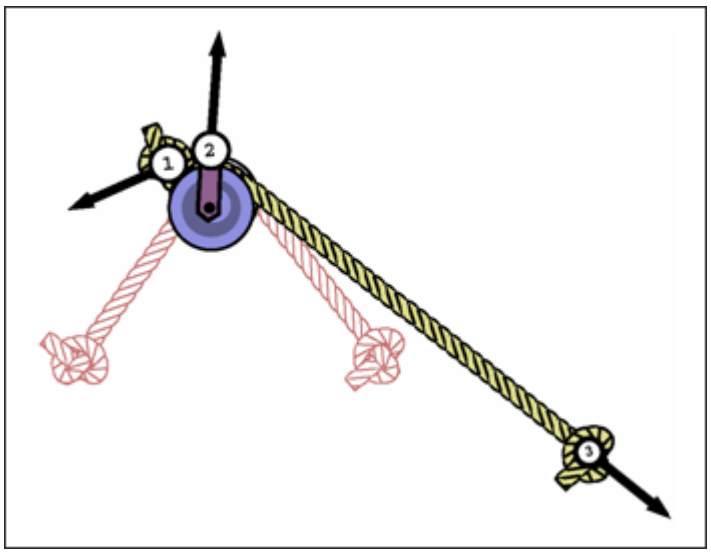


図 *229:*

2. 力の計算：

- $I_{leng}LENG$ =0（フラグ$I_{leng}LENG$は3行目で定義）の場合、スプリングの力は次の式で計算されます。

$$F = \mathrm{f}\left(\frac{\delta^1}{Ascale_1}\right)\left[A_1 + B_1\ln\left(\max\left(1, \left|\frac{\dot{\delta}^1}{D_1}\right|\right)\right) + E_1\mathrm{g}\left(\frac{\dot{\delta}^1}{F_1}\right)\right] + C_1\delta^1 + Hscale_1\mathrm{h}\left(\frac{\dot{\delta}^1}{F_1}\right) \quad (986)$$

  ここで、 $-l_0 < \delta^1 < +\infty$

  ここで、$\delta = l - l_0$ は、スプリング要素の現在の長さと初期の長さの差です。

- $I_{leng}LENG$ = 1の場合、すべての入力は単位長さあたりの値になります：

スプリングの質量 = $M \cdot l_0$

スプリングの剛性 = $\frac{K}{l_0}$

スプリングの減衰 = $\frac{C}{l_0}$

スプリングの慣性 = $I \cdot l_0$

ここで、l_0は、スプリングの基準長さです。

- スプリングの力の値は次のように計算されます。

$$F = \mathrm{f}\left(\frac{\varepsilon}{Ascale_1}\right)\left[A_1 + B_1\ln\left(\max\left(1, \left|\frac{\dot{\varepsilon}}{D_1}\right|\right)\right) + E_1\mathrm{g}\left(\frac{\dot{\varepsilon}}{F_1}\right)\right] + C_1\dot{\varepsilon} + Hscale_1\mathrm{h}\left(\frac{\dot{\varepsilon}}{F_1}\right) \quad (987)$$

ここで、εは以下の式で表される工学ひずみです:

$$\varepsilon = \frac{\delta}{l_0} \quad (988)$$

工学ひずみと工学ひずみ速度に対して荷重関数を指定します。

破壊基準は、ひずみに対して次のように定義されます。正 / 負の破壊限界の入力は、右記の初期長さに関係付ける必要があります; l_0

3. $\delta^1_{\min}$（各 $\delta^1_{\max}$）が0の場合、その方向の破壊は発生しません。$\delta^1_{\min}$は負でなければなりません。線形スプリングの場合、$\mathrm{f}(\delta)$と$\mathrm{g}(\dot{\delta})$は0の関数になり、A_11、B_11、およびE_11は考慮されません。
4. スプリングはセンサーでアクティブ化かつ / または非アクティブ化されます:
   - *sens_ID* ≠ 0かつI_{sflag}*SFLAG* = 0の場合、スプリング要素は*sens_ID*によってアクティブになります。
   - *sens_ID* ≠ 0かつI_{sflag}*SFLAG* = 1の場合、スプリング要素は*sens_ID*によって非アクティブになります。
   - *sens_ID* ≠ 0かつI_{sflag}*SFLAG* = 2の場合:
     - スプリングは*sens_ID*でアクティブ化かつ / または非アクティブ化されます:（センサーがONでスプリングはON、センサーがOFFでスプリングはOFF）。
     - スプリングの基準長さ（l_0）は、センサーがアクティブになるときのスプリングの節点N1とN2の間の距離です。
5. スプリングをアクティブまたは非アクティブにするためにセンサーを使用する場合、センサーによってスプリングがアクティブ（または非アクティブ）になるときのスプリングの基準長さは時刻0における節点間の距離に等しくなります（ただし、センサーフラグが2の場合を除きます）。
6. 摩擦モデル定義:

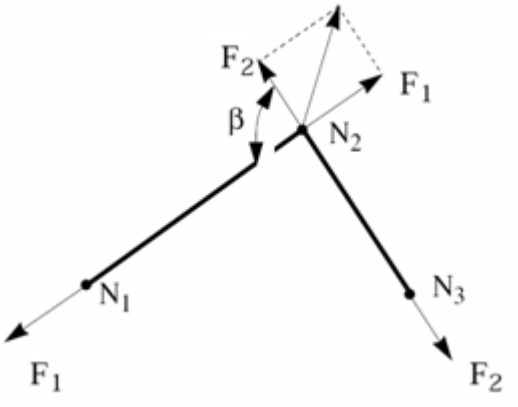


図 *230:*

- *fct_ID*$_{fr}$かつ*Fric* = 0（摩擦なし）の場合、$|\mathbf{F}_1| = |\mathbf{F}_2|$。
- *fct_ID*$_{fr}$ = 0かつ*Fric* > 0の場合は、一定のクーロン摩擦係数が使用されます：$\mu = Fric = \text{const.}$
- *fct_IDfr* > 0の場合は、2つのプーリーブランチ間の相対力に関する関数として可変摩擦が計算されます：

  Ifr= 0（対称挙動）$\Delta\mathbf{F} = |\mathbf{F}_1 - \mathbf{F}_2|$

  Ifr= 1（非対称挙動）$\Delta\mathbf{F} = \mathbf{F}_1 - \mathbf{F}_2$

  摩擦力$\mathbf{F}_{fr}$は次のように計算されます：

$$\mathbf{F}_{fr} = \min\left\{|\Delta\mathbf{F}|, \max\left[0, (\mathbf{F}_1 + \mathbf{F}_2)\cdot\tanh\left(\frac{\beta\cdot\mu}{2}\right)\right]\right\}\cdot sig(\Delta\mathbf{F}) \tag{989}$$

  ここで、

$$\mu = \mathrm{f}_{fr}\left(\frac{\Delta F}{Xscale\_F}\right)\cdot Yscale\_F \tag{990}$$

β	角度（単位はラジアン）
$\mathbf{f}_{fr}$	*fct_ID*の関数*fr*

- *I*$_{fr}$ = 1（非対称挙動）の場合、*F_min*（または*F_max*に達すると、摩擦は永久に、摩擦定義から一定値*Fric*に切り替えられます。

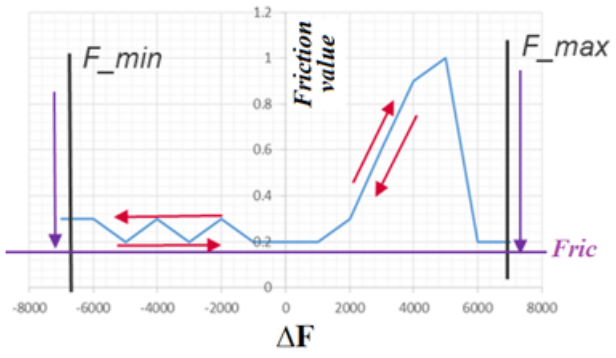


図 *231:*

そうでない場合、摩擦の値は入力関数*fct_ID*$_{fr}$に従って定義されます。

See Also

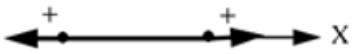
材料の適合性
/TH/SPRING (Starter)
/SPRING (Starter)
Stiffness Formulation, Springs (User Guide)
Spring Hardening (User Guide)
Spring Coordinate System (User Guide)
/PROP/TYPE12 (SPR_PUL)
Debugging Guidelines Model Preparation (User Guide)

/PROP/TYPE13 (SPR_BEAM)

ブロックフォーマットのキーワード
このビームタイプスプリングプロパティは、6つの独立変形モードを持つビーム要素として機能します。このスプリングでは、非線形剛性、減衰、異なる除荷が考慮されます。変形、荷重、エネルギーに基づく破壊基準を使用できます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/PROP/TYPE13/*prop_ID*/*unit_ID*または/PROP/SPR_BEAM/*prop_ID*/*unit_ID*									
prop_title									
Mass		*Inertia*		*Skew_ID*	*sens_ID*	I_{sflag}SFLAG	I_{fail}FAIL	I_{leng}LENG	I_{fail2}



TENSION (X)

Loading index=1：引張 / 圧縮

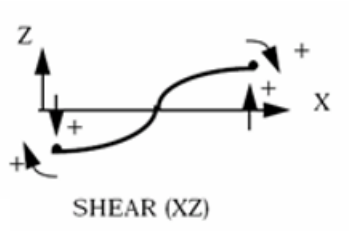
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
K_1		$C_1$1		$A_1$1		$B_1$1		$D_1$1	
fct_ID_{11}	$H_1$1	fct_ID_{21}	fct_ID_{31}	fct_ID_{41}		δ^1_{min}		δ^1_{max}	
$F_1$1		$E_1$1		$Ascale_1$		$Hscale_1$			



SHEAR (XY)

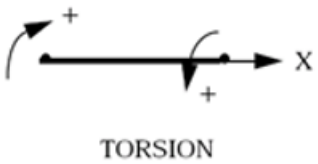
Loading index=2：せん断XY

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$K_2$2		$C_2$2		$A_2$2		$B_2$2		$D_2$2	
fct_ID_{12}	H_2	fct_ID_{22}	fct_ID_{32}	fct_ID_{42}		δ^2_{min}		δ^2_{max}	
$F_2$2		$E_2$2		$Ascale_2$		$Hscale_2$			



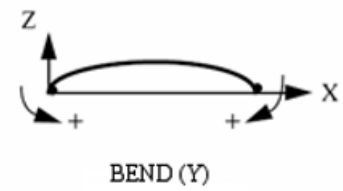
Loading index=3：Shear XZ

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$K_3 3$		$C_3 3$		$A_3 3$		$B_3 3$		$D_3 3$	
fct_ID_{13}	$H_3 3$	fct_ID_{23}	fct_ID_{33}	fct_ID_{43}		$\delta^3_{\min}$		$\delta^3_{\max}$	
$F_3 3$		$E_3 3$		$Ascale_3$		$Hscale_3$			



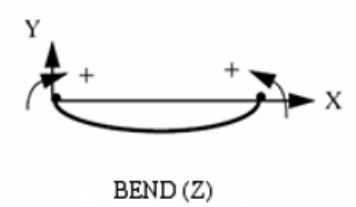
Loading index=4：ねじり

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$K_4 4$		$C_4 4$		$A_4 4$		$B_4 4$		$D_4 4$	
fct_ID_{14}	$H_4 4$	fct_ID_{24}	fct_ID_{34}	fct_ID_{44}		$\theta^4_{\min}$		$\theta^4_{\max}$	
$F_4 4$		$E_4 4$		$Ascale_4$		$Hscale_4$			



Loading index=5：Y方向の曲げ

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$K_5 5$		$C_5 5$		$A_5 5$		$B_5 5$		$D_5 5$	
fct_ID_{15}	$H_5 5$	fct_ID_{25}	fct_ID_{35}	fct_ID_{45}		$\theta^5_{\min}$		$\theta^5_{\max}$	
$F_5 5$		$E_5 5$		$Ascale_5$		$Hscale_5$			



Loading index=6：Z方向の曲げ

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$K_6 6$		$C_6 6$		$A_6 6$		$B_6 6$		$D_6 6$	
fct_ID_{16}	$H_6 6$	fct_ID_{26}	fct_ID_{36}	fct_ID_{46}		$\theta^6_{\min}$		$\theta^6_{\max}$	
$F_6 6$		$E_6 6$		$Ascale_6$		$Hscale_6$			

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
v_0		ω_0		$F_{cut}CUT$		$F_{smooth}smoo$			
$C_1 1$		n_1		α_1		β_1			
$C_2 2$		n_2		α_2		β_2			
$C_3 3$		n_3		α_3		β_3			
$C_4 4$		n_4		α_4		β_4			
$C_5 5$		n_5		α_5		β_5			
$C_6 6$		n_6		α_6		β_6			

定義

フィールド	内容	SI単位の例
prop_ID	プロパティの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
prop_title	プロパティのタイトル （文字、最大100文字）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
Mass	質量。 （実数）	$[kg]$
Inertia	スプリングの慣性 （実数）	$[m^2kg]$
Skew_ID	スキュー座標系識別子。 （整数）	
sens_ID	センサーの識別子 *= 0* スプリングはアクティブ （整数）	
I_{sflag}*SFLAG*	センサーフラグ 3 *=0* *sens_ID*がアクティブ化し、非アクティブ化できない際にスプリング要素はアクティブ化 *=1* *sens_ID*がアクティブ化し、非アクティブ化できない際にスプリング要素は非アクティブ化 *=2* スプリング要素はアクティブ化、または非アクティブ化されると、状態はセンサーの状態と一致し、前後に切り替わります。スプリングの初期長さ（l_0は、アクティブ化時間におけるスプリング長に基づきます。 （整数）	
I_{fail}*FAIL*	破壊基準 *= 0* 1方向基準 *= 1* 多方向基準 （整数）	
I_{leng}*LENG*	単位長さあたりの入力フラグ 4 5 *= 0* スプリングのプロパティは、定義テーブルの指定内容で入力されます。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 1 スプリングの質量と慣性の入力は、単位長さあたりの値です。スプリングの剛性は、工学ひずみの関数です。 （整数）	
I_{fail2}	破壊モデルフラグ 7 *= 0*（デフォルト） 変位と回転の基準 *= 1* 速度率効果を擁する変位と回転の基準 *= 2* 力とモーメントの基準 *= 3* 内部エネルギー基準 （整数）	
K_i	fct_ID_{1i} = 0の場合：線形載荷および除荷剛性。 fct_ID_{1i} ≠ 0の場合：弾塑性スプリングの除荷剛性としてのみ使用されます。 i =1、2、3は並進自由度 i =4、5、6は回転自由度 （実数）	$\left[\frac{N}{m}\right]$ i = 1、2、3の場合 $\left[\frac{Nm}{rad}\right]$ i = 4、5、6の場合
C_i	減衰 1 i =1、2、3は並進自由度 i =4、5、6は回転自由度 （実数）	$\left[\frac{Ns}{m}\right]$ i = 1、2、3の場合 $\left[\frac{Nms}{rad}\right]$ i = 4、5、6の場合
A_i	非線形剛性関数スケールファクター i =1、2、3は並進自由度 i =4、5、6は回転自由度 デフォルト = 1.0（実数）	$[N]$ i = 1、2、3の場合 $[Nm]$ i = 4、5、6の場合
B_i	対数速度効果スケールファクター i =1、2、3は並進自由度 i =4、5、6は回転自由度 デフォルト = 0.0（実数）	$[N]$ i = 1、2、3の場合 $[Nm]$ i = 4、5、6の場合

フィールド	内容	**SI**単位の例
D_i	対数速度効果スケールファクター i =1、2、3は並進自由度 i =4、5、6は回転自由度 デフォルト = 1.0（実数）	$\left[\frac{m}{s}\right]$ i = 1、2、3の場合 $\left[\frac{rad}{s}\right]$ i = 4、5、6の場合
fct_ID_{1i}	非線形剛性f()を定義する関数の識別子。5 *= 0* 剛性*K*の線形スプリング。 H_i = 4の場合：関数は上方の降伏曲線を定義します。 i =1、2、3は並進自由度 i =4、5、6は回転自由度 （整数）	
H_i	スプリングの硬化 非線形スプリングのフラグ *= 0* 弾性スプリング *= 1* 等方硬化を伴う非線形弾塑性スプリング *= 2* 分離硬化を伴う非線形弾塑性スプリング *= 4* 移動硬化を伴う非線形弾塑性スプリング *= 5* 非線形除荷を伴う非線形弾塑性スプリング *= 6* 等方硬化と非線形除荷を伴う非線形弾塑性スプリング *= 7* 弾性ヒステリシスを伴う非線形弾塑性スプリング i =1、2、3は並進自由度 i =4、5、6は回転自由度 （整数）	
fct_ID_{2i}	スプリングの速度の関数g()として力またはモーメントを定義する関数の識別子。 i =1、2、3は並進自由度 i =4、5、6は回転自由度	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	
fct_ID$_{3i}$	関数の識別子 H_i =4の場合：下方の降伏曲線を定義します。 H_i =5の場合：残差変位または回転対最大変位または回転を定義します。 H_i =6の場合：非線形除荷曲線を定義します。 H_i =7の場合：非線形除荷曲線を定義します。 i =1、2、3は並進自由度 i =4、5、6は回転自由度 （整数）	
fct_ID$_{4i}$	非線形減衰h()の場合の関数の識別子。 i =1、2、3は並進自由度 i =4、5、6は回転自由度 （整数）	
$\delta^i_{\min}$	負の並進破壊限界 i = 1、2、3の場合は、並進自由度です。 デフォルト = -10^{30}（実数）	
	I_{fail2} = 0 または1: 破壊変位	[m]
	I_{fail2} = 2: 破壊の力	[N]
	I_{fail2} = 3: 破壊内部エネルギー	[J]
$\theta^i_{\min}$	負の回転破壊限界 i =4、5、6は回転自由度 デフォルト = -10^{30}（実数）	
	I_{fail2} = 0, 1: 破壊回転	[rad]
	I_{fail2} = 2: 破壊モーメント	[N·m]
	I_{fail2} = 3: 破壊内部エネルギー	[J]
$\delta^i_{\max}$	正の並進破壊限界 i =1、2、3は並進自由度 デフォルト = -10^{30}（実数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	I_{fail2} = 0 または1: 破壊変位	$[\mathrm{m}]$
	I_{fail2} = 2: 破壊の力	$[\mathrm{N}]$
	I_{fail2} = 3: 破壊内部エネルギー	$[\mathrm{J}]$
$\theta^i_{\max}$	正の回転破壊限界 i =4、5、6は回転自由度 デフォルト = -10^{30}(実数)	
	I_{fail2} = 0 または1: 破壊回転	$[\mathrm{rad}]$
	I_{fail2} = 2: 破壊モーメント	$[\mathrm{N\cdot m}]$
	I_{fail2} = 3: 破壊内部エネルギー	$[\mathrm{J}]$
F_i	gとhの減衰関数の横軸に対するスケールファクター i =1、2、3は並進自由度 i =4、5、6は回転自由度 デフォルト = 1.0(実数)	$\left[\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\right]$ i = 1、2、3の場合 $\left[\frac{\mathrm{rad}}{\mathrm{s}}\right]$ i = 4、5、6の場合
E_i	減衰の関数gの縦軸のスケールファクター。 i =1、2、3は並進自由度 i =4、5、6は回転自由度 (実数)	$[\mathrm{N}]$ i = 1、2、3の場合 $[\mathrm{Nm}]$ i = 4、5、6の場合
$Ascale_i$	剛性の関数fの横軸のスケールファクター。 i =1、2、3は並進自由度 i =4、5、6は回転自由度 デフォルト = 1.0(実数)	$[\mathrm{m}]$ i = 1、2、3の場合 $[\mathrm{rad}]$ i = 4、5、6の場合
$Hscale_i$	減衰の関数hの縦軸のスケールファクター。 i =1、2、3は並進自由度 i =4、5、6は回転自由度 デフォルト = 1.0(実数)	$[\mathrm{N}]$ i = 1、2、3の場合 $[\mathrm{Nm}]$ i = 4、5、6の場合
v_0	基準並進速度 デフォルト = 1.0(実数)	$\left[\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\right]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
ω_0	基準回転速度 デフォルト = 1.0（実数）	$\left[\frac{\text{rad}}{\text{s}}\right]$
F_{cut}*CUT*	ひずみ速度カット周波数 デフォルト = 10^{30}（実数）	[Hz]
F_{smooth}*smooth*	ひずみ速度平滑化フラグ *= 0*（デフォルト） ひずみ速度スムージングは非アクティブ *= 1* ひずみ速度スムージングはアクティブ （整数）	
C_i	相対速度係数 i =1、2、3は並進自由度 i =4、5、6は回転自由度 デフォルト = 0.0（実数）	
	I_{fail2} = 0 または1: 破壊変位または回転	$[\text{m}]$ i = 1、2、3の場合 $[\text{rad}]$ i = 4、5、6の場合
	I_{fail2} = 2: 破壊の力またはモーメント	$[\text{N}]$ i = 1、2、3の場合 $[\text{N}\cdot\text{m}]$ i = 4、5、6の場合
	I_{fail2} = 3: 破壊内部エネルギー係数	[J]
n_i	相対速度指数 i =1、2、3は並進自由度 i =4、5、6は回転自由度 デフォルト = 0.0（実数）	
α_i	破壊スケールファクター i =1、2、3は並進自由度 i =4、5、6は回転自由度	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	デフォルト = 1.0（実数）	
β_i	指数 i =1、2、3は並進自由度 i =4、5、6は回転自由度 デフォルト = 2.0（実数）	

例（スプリングビーム）

```
/UNIT/2
unit for prop
                  Mg                    mm                    s
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PROP/TYPE13/1/2
spr_beam example
#                Mass              Inertia    skew_ID    sens_ID     Isflag      Ifail      Ileng     Ifail2
               2.7e-5                 2e-4          0          0          0          0          0          0
#                  K1                    C1                    A1                    B1                    D1
                 7e+4                     0                     0                     0                     0
# fct_ID11         H1   fct_ID21   fct_ID31   fct_ID41                     delta_min1            delta_max1
         0          0          0          0          0                              0                     0
#                  F1                    E1              Ascale1              Hscale1
                    0                     0                     0                     0
#                  K2                    C2                    A2                    B2                    D2
                 7e+4                     0                     0                     0                     0
# fct_ID12         H2   fct_ID22   fct_ID32   fct_ID42                     delta_min2            delta_max2
         0          0          0          0          0                              0                     0
#                  F2                    E2              Ascale2              Hscale2
                    0                     0                     0                     0
#                  K3                    C3                    A3                    B3                    D3
                 7e+4                     0                     0                     0                     0
# fct_ID13         H3   fct_ID23   fct_ID33   fct_ID43                     delta_min3            delta_max3
         0          0          0          0          0                              0                     0
#                  F3                    E3              Ascale3              Hscale3
                    0                     0                     0                     0
#                  K4                    C4                    A4                    B4                    D4
                 1e+5                     0                     0                     0                     0
# fct_ID14         H4   fct_ID24   fct_ID34   fct_ID44                     delta_min4            delta_max4
         0          0          0          0          0                              0                     0
#                  F4                    E4              Ascale4              Hscale4
                    0                     0                     0                     0
#                  K5                    C5                    A5                    B5                    D5
                 1e+5                     0                     0                     0                     0
# fct_ID15         H5   fct_ID25   fct_ID35   fct_ID45                     delta_min5            delta_max5
         0          0          0          0          0                              0                     0
#                  F5                    E5              Ascale5              Hscale5
                    0                     0                     0                     0
#                  K6                    C6                    A6                    B6                    D6
                 1e+5                     0                     0                     0                     0
# fct_ID16         H6   fct_ID26   fct_ID36   fct_ID46                     delta_min6            delta_max6
         0          0          0          0          0                              0                     0
#                  F6                    E6              Ascale6              Hscale6
                    0                     0                     0                     0
#                  V0               Omega0                F_cut    Fsmooth
                    0                     0                     0          0
#                   C                     n                 alpha                 beta
                    0                     0                     0                     0
                    0                     0                     0                     0
                    0                     0                     0                     0
                    0                     0                     0                     0
                    0                     0                     0                     0
                    0                     0                     0                     0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
```

コメント

1. 自由度(DOF)ごとに繰り返される入力*i*は、次の方向で定義されます:

   i=1: 引張 / 圧縮

   i=2: せん断xy

   i=3: せん断xz

   i=4: ねじり

   i=5: 曲げy

   i=6: 曲げz

2. スプリングの**X**方向は、スプリングの節点N1およびN2を使用して定義します。

   スプリングの節点N3が定義されている場合、スプリングの$\mathbf{Y}'$方向は、スプリングの節点N1およびN3を使用して定義します。N3、N2、およびN1は線状になるべきではありません。

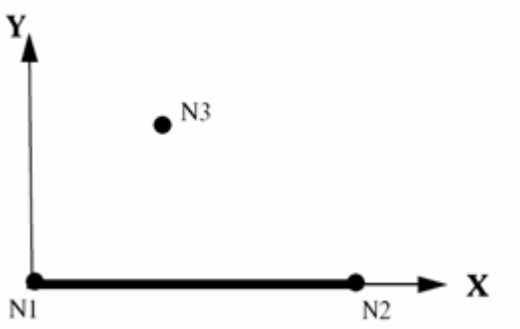


図 *232:*

- **Z**方向は次のようになります:

$$\mathbf{Z} = \mathbf{X} \wedge \mathbf{Y}' \tag{991}$$

- 要素の入力に節点N3の定義がなく、`/PROP/TYPE23 (SPR_MAT)`にスキューシステムが定義されている場合、**Z**方向は次のようになります:

$$\mathbf{Z} = \mathbf{X} \wedge \mathbf{Y}_{skew} \tag{992}$$

- 節点N3もスキューシステムも入力で定義されていない場合、**Z**方向は次のようになります:

$$\mathbf{Z} = \mathbf{X} \wedge \mathbf{Y}_{global} \tag{993}$$

スプリングの局所**X**座標の方向と$\mathbf{Y}_{global}$軸が同一線上にある場合を除き、次のようになります。

$$\mathbf{Z} = \mathbf{X} \wedge \mathbf{X}_{global} \tag{994}$$

最終的に**Y**方向は次のようになります:

$$\mathbf{Y} = \mathbf{Z} \wedge \mathbf{X} \tag{995}$$

3. スプリングは*sens_ID*で定義されI_{sflag}*SFLAG*に依存するセンサーによってアクティブ化 / 非アクティブ化されます。

   - I_{sflag}*SFLAG* = 0の場合、スプリング要素は*sens_ID*でアクティブ化され、非アクティブ化されません。スプリングの初期長さは、時間=0におけるスプリング長に基づきます。
   - I_{sflag}*SFLAG* = 1の場合、スプリング要素は*sens_ID*で非アクティブ化され、アクティブ化されません。スプリングの初期長さは、時間=0におけるスプリング長に基づきます。

- I_{sflag}*SFLAG* = 2の場合、スプリングは*sens_ID*でアクティブ化 / 非アクティブ化され、複数回、アクティブ化状態を切り替えられます。センサーがアクティブの場合、スプリングはアクティブ、センサーが非アクティブの場合はスプリングは非アクティブです。スプリングの初期長さ(l_0)は、センサーがアクティブになる時間におけるスプリングの節点間の距離です。

4. I_{leng}*LENG* = 1の場合、スプリングのプロパティはスプリングの初期長さに基づきます。次のとおり入力される必要があります:

$$M = \frac{m}{l_0} \qquad K = k * l_0$$

$$C = c * l_0$$

各スプリングはモデル内で以下のプロパティを有するようになります:

$$m = M \cdot l_0 \qquad k = \frac{K}{l_0}$$

$$c = \frac{C}{l_0}$$

ここで、

M、K、C	スプリングプロパティ欄に入力されるスプリングの値
m、k、c	スプリングの実際の物理的質量、剛性および減衰
l_0	スプリングの節点N1とN2の間の距離である初期スプリング長
$\delta^1_{\min}$ and $\delta^1_{\max}$	工学ひずみとして入力される破壊値

5. 力とモーメントの計算詳細については、ユーザーズガイドの剛性定式化をご参照ください。

I_{leng}*LENG* = 0で、並進自由度i=1、2、3の場合、変位を使用してスプリングの力を決定し、回転自由度i=4、5、6に対する回転角度(ラジアン)を使用してスプリングのモーメントを決定します。

スプリングの力とモーメントの値は次のように計算されます:

- 線形スプリングの場合:

  $\mathrm{F}(\delta) = K_i\delta^i + C_i\dot{\delta}^i$ で、i=1,2,3

  $\mathrm{M}(\theta) = K_i\theta^i + C_i\dot{\theta}^i$ で、i=4,5,6

- 非線形スプリング:

  $$\mathrm{F}(\delta) = \mathrm{f}\left(\frac{\delta^i}{Ascale_i}\right)\left[A_i + B_i\ln\left|\frac{\dot{\delta}^i}{D_i}\right| + E_i\mathrm{g}\left(\frac{\dot{\delta}^i}{F_i}\right)\right] + C_i\dot{\delta}^i + Hscale_i\mathrm{h}\left(\frac{\dot{\delta}^i}{F_i}\right)$$ で、i=1,2,3

  $$\mathrm{M}(\theta) = \mathrm{f}\left(\frac{\theta^i}{Ascale_i}\right)\left[A_i + B_i\ln\left|\frac{\dot{\theta}^i}{D_i}\right| + E_i\mathrm{g}\left(\frac{\dot{\theta}^i}{F_i}\right)\right] + C_i\dot{\theta}^i + Hscale_i\mathrm{h}\left(\frac{\dot{\theta}^i}{F_i}\right)$$ で、i=4,5,6

  ここで、

δ^i ($-l_0 < \delta^i < +\infty$)は対応する並進自由度に対するスプリング要素の現在の長さlと初期の長さl_0との差です。

θ^i は、対応する回転自由度に対するラジアンで表された相対角度です。

線形スプリングの場合、$f(\delta)$, $g(\delta)$と$h(\delta)$, ($f(\theta)$, $g(\dot{\theta})$ and$h(\dot{\theta})$)は0の関数になり、A_i、B_i、E_i、および$Hscale_i$は考慮されません。

剛性関数$f(\delta)$(または$f(\theta)$)が要求された場合、Kは除荷の勾配としてのみ使用されます。

Kが関数$f(\delta)$または$f(\theta)$の最大勾配よりも低い場合(Kは降伏曲線の最大勾配と一致しません)、Kは降伏曲線の最大勾配に設定されます。

I_{leng}*LENG* =1で、並進自由度i=1、2、3の場合、工学ひずみ(単位長さあたりの伸び)を使用してスプリングの力を決定し、回転自由度i=4、5、6に対する単位長さあたりの回転を使用してスプリングのモーメントを決定します。スプリングのパラメータはスプリングの初期長さに関係付けられます。

スプリングの力とモーメントは次のように計算されます。

- $F(\varepsilon) = f\left(\frac{\varepsilon^i}{Ascale_i}\right)\left[A_i + B_i \ln\left(\max\left(1, \left|\frac{\dot{\varepsilon}^i}{D_i}\right|\right)\right) + E_i g\left(\frac{\dot{\varepsilon}^i}{F_i}\right)\right] + C_i\dot{\varepsilon}^i + Hscale_i h\left(\frac{\dot{\varepsilon}^i}{F_i}\right)$ で、i=1,2,3
- $M\left(\frac{\theta}{l_0}\right) = f\left(\frac{\frac{\theta}{l_0}^i}{Ascale_i}\right)\left[A_i + B_i \ln\left(\max\left(1, \left|\frac{\frac{\dot{\theta}}{l_0}^i}{D_i}\right|\right)\right) + E_i g\left(\frac{\frac{\dot{\theta}}{l_0}^i}{F_i}\right)\right] + C_i\frac{\theta}{l_0}^i + Hscale_i h\left(\frac{\frac{\dot{\theta}}{l_0}^i}{F_i}\right)$ で、i=4,5,6

ここで、

$\varepsilon^i = \frac{\delta^i}{l_0}$

工学ひずみ

$\frac{\theta}{l_0}$

回転を元のスプリング長で割った値

6. 時間ステップ計算

- 並進自由度の時間ステップは次のように計算されます:

$$\Delta t_i = \frac{\sqrt{M \cdot \max(K_i) + C_{i2}} - C_i}{\max(K_i)} \quad (996)$$

ここで、i=1、2、3

- 回転自由度の時間ステップは次のように計算されます:

$$\Delta t_i = \frac{\sqrt{I \cdot \max(K'i) + C'^2_i} - C'i}{\max(K'i)} \quad (997)$$

ここで、i=4、5、6

ここで、

$K'i = \max(K_t) \cdot L^2 + \max(K_i)$ $\quad$ $C'i = \max(C_t) \cdot L^2 + \max(C_i)$

スプリングの時間ステップとして、i=1、2、3およびi=4、5、6および$\min(\Delta t_i)$が使用されます。

7. 破壊基準：

- 1方向の破壊基準がI_{fail}*FAIL*=0の場合、1つの方向で破壊基準のうちの1つが満たされると、スプリングは即座に壊れます：

$$\alpha_i\left(\frac{\delta^i}{\delta^i_{\max}}\right)\geq 1 \tag{998}$$

または

$$\alpha_i\left|\frac{\delta^i}{\delta^i_{\min}}\right|\geq 1 \tag{999}$$

ここで $\delta^i_{\max}$ と $\delta^i_{\min}$ は、方向i =1、2、3における破壊限界

$$\alpha_i\left(\frac{\theta^i}{\theta^i_{\max}}\right)\geq 1 \tag{1000}$$

または

$$\alpha_i\left|\frac{\theta^i}{\theta^i_{\min}}\right|\geq 1 \tag{1001}$$

ここで $\theta^i_{\max}$ と $\theta^i_{\min}$ は、方向i =4、5、6における破壊限界

各方向に対して$\delta^i_{\min}$（または$\theta^i_{\min}$）は負にする必要があり、$\delta^i_{\max}$（または$\theta^i_{\max}$）は正にする必要があります。値がゼロの場合、破壊が考慮されなくなります。

- 多方向の破壊基準がI_{fail}*FAIL*=1の場合、次の関係が満たされるとスプリングは壊れます：

$$\sum_{i=1,2,3}\alpha_i\left(\frac{\delta^i}{\delta^i_{fail}}\right)^{\beta_i}+\sum_{i=4,5,6}\alpha_i\left(\frac{\theta^i}{\theta^i_{fail}}\right)^{\beta_i}\geq 1 \tag{1002}$$

  - "古い"変位定式化（I_{fail2} = 0）では、係数α_i と β_iはそれぞれ1.0と2.0に等しくなります。
  - 新しい変位定式化（I_{fail2} =1）では、次のように並進自由度に対して速度に依存する破壊限界をモデル化することが可能です：

$$\delta^i_{fail}=\begin{cases}\delta^i_{\max}+c_i\cdot\left|\frac{vi}{v_0}\right|^{ni}, if\left(\delta^i>0\right)\\ \delta^i_{\min}-c_i\cdot\left|\frac{vi}{v_0}\right|^{ni}, if\left(\delta^i\leq 0\right)\end{cases} \tag{1003}$$

ここで、i=1、2、3

$$\theta^i{}_{fail}=\begin{cases}\theta^i_{\max}+c_i\cdot\left|\frac{\omega i}{\omega_0}\right|^{ni}, if\ \left(\theta^i>0\right)\\ \theta^i_{\min}-c_i\cdot\left|\frac{\omega i}{\omega_0}\right|^{ni}, if\ \left(\theta^i\leq 0\right)\end{cases} \tag{1004}$$

ここで、i =4、5、6

ここで、$\delta^i_{\min}$または$\delta^i_{\max}$は静的変位破壊限界（5行目、8行目および11行目）、v_0は基準速度です。

ここで、$\theta^i_{\min}$または$\theta^i_{\max}$は静的回転破壊限界（14行目、17行目および20行目）、ω_0は基準速度です。

相対速度係数c_i(i=1、2、3)は変位の単位を持ち、c_i(i=4、5、6)は回転の単位を持ちます。

- 力またはモーメントの破壊基準は、I_{fail2}=2でアクティブになります:

$$\delta^i{}_{fail} = \begin{cases} \delta^i_{\max} + c_i \cdot \left|\frac{v^i}{v_0}\right|^{ni}, if(\delta^i > 0) \\ \delta^i_{\min} - c_i \cdot \left|\frac{v^i}{v_0}\right|^{ni}, if(\delta^i \le 0) \end{cases} \quad (1005)$$

ここで、i =1、2、3(力の基準)

$$\theta^i{}_{fail} = \begin{cases} \theta^i_{\max} + c_i \cdot \left|\frac{\omega^i}{\omega_0}\right|^{ni}, if\ (\theta^i > 0) \\ \theta^i_{\min} - c_i \cdot \left|\frac{\omega^i}{\omega_0}\right|^{ni}, if\ (\theta^i \le 0) \end{cases} \quad (1006)$$

ここで、i =4、5、6(モーメントの基準)

ここで、$\delta^i_{\min}$または$\delta^i_{\max}$は静的破壊限界の力(5行目、8行目および11行目)、v_0は基準速度です。

ここで、$\theta^i_{\min}$または$\theta^i_{\max}$は静的破壊限界のモーメント(14行目、17行目および20行目)、ω_0は基準速度です。

相対速度係数c_i(i=1、2、3)は力の単位を持ち、c_i(i=4、5、6)は運動量の単位を持ちます。

- エネルギーの破壊基準はI_{fail2}= 3でアクティブになります:

$$\delta^i{}_{fail} = \delta^i_{\max} + c_i \cdot \left|\frac{v^i}{v_0}\right|^{ni}, if(\delta^i > 0) \quad (1007)$$

ここで、i=1、2、3

$$\theta^i{}_{fail} = \theta^i_{\max} + c_i \cdot \left|\frac{\omega^i}{\omega_0}\right|^{ni}, if(\theta^i > 0) \quad (1008)$$

ここで、i =4、5、6

ここで、$\delta^i_{\max}$は静的破壊限界の並進エネルギー(5行目、8行目および11行目)、v_0は基準速度です。

ここで、$\theta^i_{\max}$は静的破壊限界の回転エネルギー(14行目、17行目および20行目)、ω_0は基準速度です。

この場合、変位値は正の破壊併進エネルギーの値に置き換えられ、回転値は正の破壊回転エネルギーの値に置き換えられます。

相対速度係数c_iはエネルギーの単位を持ちます。

8. センサーよるアクティブ化または非アクティブ化を伴うスプリング要素は、主にプリテンションモデルで使用されます。

See Also

材料の適合性
/TH/SPRING (Starter)
/SPRING (Starter)
Stiffness Formulation, Springs (User Guide)
Spring Hardening (User Guide)
Spring Coordinate System (User Guide)
スキューとフレーム(/SKEW & /FRAME)
Debugging Guidelines Model Preparation (User Guide)

ビームタイプ13スプリング（/PROP/SPR_BEAM）
Beam Type Spring Elements (TYPE13) (Theory Manual)

/PROP/TYPE23 (SPR_MAT)

ブロックフォーマットのキーワード
この汎用スプリングプロパティはスプリング材料/MAT/LAW108 (SPR_GEN)または/MAT/LAW113 (SPR_BEAM)でのみ使用でき、パート(/PART)に割り当てられます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/PROP/TYPE23/*prop_ID*/*unit_ID*または/PROP/SPR_MAT/*prop_ID*/*unit_ID*									
prop_title									

Imass=1の場合、次の行を挿入

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Imass		*Area*		*Inertia*		*Skew_ID*	*sens_ID*	*Isflag*	

Imass=2の場合、次の行を挿入

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Imass		*Volume*		*Inertia*		*Skew_ID*	*sens_ID*	*Isflag*	

定義

フィールド	内容	SI単位の例
prop_ID	プロパティの識別子 (整数、最大10桁)	
unit_ID	単位の識別子(オプション) (整数、最大10桁)	
prop_title	プロパティのタイトル (文字、最大100文字)	
Imass	スプリング質量計算の入力タイプ。 *=0* 2に設定	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	=1 スプリング要素の*Area*部分の長さ、およびその密度を使用して質量が計算されます。 *= 2*（デフォルト） *Volume*と密度を使用して質量が計算されます。	
Area	スプリング要素の断面積。 （実数）	$[m^2]$
Volume	スプリング要素の体積。 （実数）	$[m^3]$
Inertia	スプリングの質量慣性モーメント。 （実数）	$[m^2kg]$
Skew_ID	スキュー座標系識別子。 （整数）	
sens_ID	センサーの識別子 （整数）	
Isflag	センサーフラグ 3 *=0* *sens_ID*がアクティブ化し、非アクティブ化できない際にスプリング要素はアクティブ化 *=1* *sens_ID*がアクティブ化し、アクティブ化できない際にスプリング要素は非アクティブ化 *=2* スプリング要素はアクティブ化、または非アクティブ化されると、状態はセンサーの状態と一致し、前後に切り替わります。スプリングの初期長さ（l_0は、アクティブ化時間におけるスプリング長に基づきます。 （整数）	

例

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  1. LOCAL_UNIT_SYSTEM:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/2
units for material and property
                  Mg                    mm                    s
```

```
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PROP/SPR_MAT/26/2
SPOTWELD_NO_RUPTURE
#    Imass                          Volume             Inertia   skew_ID   sens_ID    Isflag
         2                               1             6.55E-6         0         0         0
/MAT/LAW113/26/2
SPOTWELD_NO_RUPTURE
               2E-6
#    Ifail     Ileng    Ifail2

#                K1                  C1                  A1                  B1                  D1
            100000                   0                   0                   0                   0
# fct_ID11        H1  fct_ID21  fct_ID31  fct_ID41                    delta_min1          delta_max1
         1         1         0         0         0                            0               .5E-1
#                F1                  E1             Ascale1             Hscale1
                  0                   0                   0                   0
#                K2                  C2                  A2                  B2                  D2
            500000                   0                   0                   0                   0
# fct_ID12        H2  fct_ID22  fct_ID32  fct_ID42                    delta_min2          delta_max2
         2         1         0         0         0                        -.5E-1               .5E-1
#                F2                  E2             Ascale2             Hscale2
                  0                   0                   0                   0
#                K3                  C3                  A3                  B3                  D3
            500000                   0                   0                   0                   0
# fct_ID13        H3  fct_ID23  fct_ID33  fct_ID43                    delta_min3          delta_max3
         2         1         0         0         0                        -.5E-2               .5E-2
#                F3                  E3             Ascale3             Hscale3
                  0                   0                   0                   0
#                K4                  C4                  A4                  B4                  D4
           5000000                   0                   0                   0                   0
# fct_ID14        H4  fct_ID24  fct_ID34  fct_ID44                    delta_min4          delta_max4
         0         1         0         0         0                         -.015               .015
#                F4                  E4             Ascale4             Hscale4
                  0                   0                   0                   0
#                K5                  C5                  A5                  B5                  D5
           5000000                   0                   0                   0                   0
# fct_ID15        H5  fct_ID25  fct_ID35  fct_ID45                    delta_min5          delta_max5
         0         1         0         0         0                         -.015               .015
#                F5                  E5             Ascale5             Hscale5
                  0                   0                   0                   0
#                K6                  C6                  A6                  B6                  D6
           5000000                   0                   0                   0                   0
# fct_ID16        H6  fct_ID26  fct_ID36  fct_ID46                    delta_min6          delta_max6
         0         1         0         0         0                         -.015               .015
#                F6                  E6             Ascale6             Hscale6
                  0                   0                   0                   0
#                V0              Omega0               F_cut   Fsmooth
                  0                   0                   0         0
#                 C                   n               alpha                beta
                  0                   0                   0                   0
                  0                   0                   0                   0
                  0                   0                   0                   0
                  0                   0                   0                   0
                  0                   0                   0                   0
                  0                   0                   0                   0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  7. FUNCTIONS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/1
spotweld tensile function
#                 X                   Y
              -250.0             -8250.0
               -0.25             -8250.0
                 0.0                 0.0
                0.25              8250.0
              250.0               8250.0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/2
Spotweld shear function
#                 X                   Y
              -250.0            -25000.0
               -0.25            -25000.0
                 0.0                 0.0
                0.25             25000.0
              250.0              25000.0
#enddata
```

コメント

1. このプロパティは/MAT/LAW108 (SPR_GEN)および/MAT/LAW113 (SPR_BEAM)でのみ使用できます。これらのスプリング材料で使用すると、スプリングの動作はそれぞれ/PROP/TYPE8 (SPR_GENE)または/PROP/TYPE13 (SPR_BEAM)と同一になります。
2. スプリングの座標系は次のようになります:
   - このプロパティを/MAT/LAW108 (SPR_GEN)で使用した場合:

     スプリングの局所座標系はスキュー座標系によって定義されます。この局所座標系は、/SPRING *Skew_ID*を使用して要素ごとに定義できます。各要素に*Skew_ID*が指定されていない場合、*Skew_ID*を使用してローカル座標が/PROP/TYPE23 (SPR_MAT)に定義されます。座標が要素またはプロパティ内で指定されていない場合、グローバル座標が使用されます。
   - このプロパティを/MAT/LAW113 (SPR_BEAM)で使用した場合:

     スプリングの$\mathbf{X}$方向は、スプリングの節点N1およびN2を使用して定義します。

     スプリングの節点N3が定義されている場合、スプリングの$\mathbf{Y}'$方向は、スプリングの節点N1およびN3を使用して定義します。N3、N2、およびN1は線状になるべきではありません。

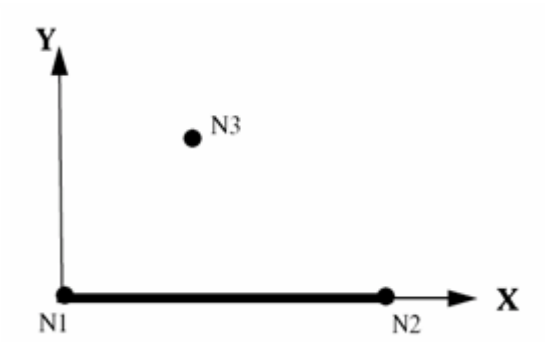


図 *233:*

     - $\mathbf{Z}$方向は次のようになります:

$$\mathbf{Z} = \mathbf{X} \wedge \mathbf{Y}' \qquad (1009)$$

     - 要素の入力で節点N3が定義されておらず、プロパティ入力でスキューシステムが定義されている場合、$\mathbf{Z}$方向は次のようになります:

$$\mathbf{Z} = \mathbf{X} \wedge \mathbf{Y}_{skew} \qquad (1010)$$

     - 節点N3もスキューシステムも入力で定義されていない場合、$\mathbf{Z}$方向は次のようになります:

$$\mathbf{Z} = \mathbf{X} \wedge \mathbf{Y}_{global} \qquad (1011)$$

       スプリングの局所$\mathbf{X}$座標の方向と$\mathbf{Y}_{global}$軸が同一線上にある場合を除き、次のようになります。

$$\mathbf{Z} = \mathbf{X} \wedge \mathbf{X}_{global} \qquad (1012)$$

     最終的に$\mathbf{Y}$方向は次のようになります:

$$\mathbf{Y} = \mathbf{Z} \wedge \mathbf{X} \qquad (1013)$$

3. スプリングは*sens_ID*で定義されI_{sflag}*SFLAG*に依存するセンサーによってアクティブ化 / 非アクティブ化されます。

- I_{sflag}*SFLAG* = 0の場合、スプリング要素は*sens_ID*でアクティブ化され、非アクティブ化されません。スプリングの初期長さは、時間=0におけるスプリング長に基づきます。
- I_{sflag}*SFLAG* = 1の場合、スプリング要素は*sens_ID*で非アクティブ化され、アクティブ化されません。スプリングの初期長さは、時間=0におけるスプリング長に基づきます。
- I_{sflag}*SFLAG* = 2の場合、スプリングは*sens_ID*でアクティブ化 / 非アクティブ化され、複数回、アクティブ化状態を切り替えられます。センサーがアクティブの場合、スプリングはアクティブ、センサーが非アクティブの場合はスプリングは非アクティブです。スプリングの初期長さ(l_0)は、センサーがアクティブになる時間におけるスプリングの節点間の距離です。

4. センサーよるアクティブ化または非アクティブ化を伴うスプリング要素は、主にプリテンションモデルで使用されます。

See Also

/TH/SPRING (Starter)
/SPRING (Starter)
Debugging Guidelines Model Preparation (User Guide)

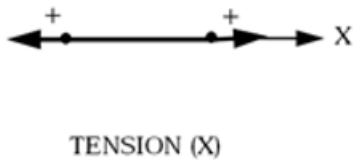
/PROP/TYPE25 (SPR_AXI)

ブロックフォーマットのキーワード
このプロパティセットは、軸対称スプリングプロパティセットの定義に使用されます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
`/PROP/TYPE25`/*prop_ID*/*unit_ID*または`/PROP/SPR_AXI`/*prop_ID*/*unit_ID*									
prop_title									
Mass		*Inertia*		*Skew_ID*	*sens_ID*	I_{sflag}*SFLAG*	I_{fail}*FAIL*	I_{leng}*LENG*	I_{fail2}

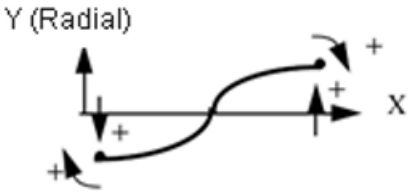
Loading index=1: 引張 / 圧縮



TENSION (X)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
K_1*1*		C_1*1*		A_1*1*		B_1*1*		D_1*1*	
fct_ID$_{11}$	H_1*1*	*fct_ID*$_{21}$	*fct_ID*$_{31}$	F_1*1*		$\delta^1_{\min}$		$\delta^1_{\max}$	
Ascale$_1$		E_1*1*		*fct_ID*$_{41}$	*Hscale*$_1$				

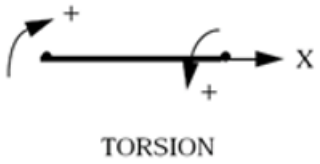
Loading index=2: せん断（半径）



(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
K_2*2*		C_2*2*		A_2*2*		B_2*2*		D_2*2*	
fct_ID$_{12}$	H_2*2*	*fct_ID*$_{22}$	*fct_ID*$_{32}$	F_2*2*		$\delta^2_{\min}$		$\delta^2_{\max}$	

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$Ascale_2$		$E_2 2$		fct_ID_{42}	$Hscale_2$				

Loading index=3: ねじり



(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$K_3 3$		$C_3 3$		$A_3 3$		$B_3 3$		$D_3 3$	
fct_ID_{13}	$H_3 3$	fct_ID_{23}	fct_ID_{33}	$F_3 3$		$\theta^3_{\min}$		$\theta^3_{\max}$	
$Ascale_3$		$E_3 3$		fct_ID_{43}	$Hscale_3$				

Loading index=4: 曲げ（半径）



(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$K_4 4$		$C_4 4$		$A_4 4$		$B_4 4$		$D_4 4$	
fct_ID_{14}	$H_4 4$	fct_ID_{24}	fct_ID_{34}	$F_4 4$		$\theta^4_{\min}$		$\theta^4_{\max}$	
$Ascale_4$		$E_4 4$		fct_ID_{44}	$Hscale_4$				

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
v_0		ω_0							
$C_1 1$		n_1		α_1		β_1			
$C_2 2$		n_2		α_2		β_2			

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$C_3$3		n_3		α_3		β_3			
$C_4$4		n_4		α_4		β_4			

定義

フィールド	内容	SI単位の例
prop_ID	プロパティの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
prop_title	プロパティのタイトル （文字、最大100文字）	
Mass	スプリングの質量 I_{leng}*LENG* = *0*の場合 M I_{leng}*LENG* = *1*の場合 $M \cdot l_0$ （実数）	$[\mathrm{kg}]$ または $[\mathrm{kg \cdot m}]$
Inertia	スプリングの慣性 I_{leng}*LENG* = *0*の場合 I I_{leng}*LENG* = *1*の場合 $I \cdot l_0$ （実数）	$[\mathrm{m^2 kg}]$ または $[\mathrm{m^3 kg}]$
Skew_ID	スキュー座標系識別子。 （整数）	
sens_ID	センサーの識別子 （整数）	
I_{sflag}*SFLAG*	センサーフラグ 4	

フィールド	内容	SI単位の例
	=0 スプリング要素はアクティブ **=1** スプリング要素は非アクティブ （整数）	
I_{fail}*FAIL*	破壊基準 **= 0** 1方向基準 **= 1** 多方向基準 （整数）	
I_{leng}*LENG*	単位長さあたりの入力フラグ 2 **= 0** スプリングの力は先に説明した式で計算されます **= 1** 入力はすべて単位長さあたりになります （整数）	
I_{fail2}	破壊モデルフラグ **= 0**（デフォルト） 変位（または回転）の基準 **= 1** 速度効果を考慮した変位（または回転）の基準 **= 2** 力（またはモーメント）の基準 **= 3** 内部エネルギー基準 （整数）	
K_i	剛性K（I_{leng}*LENG*=0）または$\frac{K}{l_0}$（I_{leng}*LENG*=1）。 *i=1*の場合 引張 / 圧縮に対する剛性 *i=2*の場合 せん断（半径方向）に対する剛性。 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}\right]$ または $\left[\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}^2}\right]$
	剛性K（I_{leng}*LENG*=0）または$\frac{K}{\theta_0}$（I_{leng}*LENG*=1）。 *i=3*の場合 ねじりに対する剛性 *i=4*の場合 曲げ（半径方向）に対する剛性。	$\left[\frac{\mathrm{Nm}}{\mathrm{rad}}\right]$ または $\left[\frac{\mathrm{Nm}}{\mathrm{rad}^2}\right]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（実数）	
C_i	減衰C（I_{leng}*LENG*=0）または$\frac{C}{l_0}$（I_{leng}*LENG*=1）。 *i=1*の場合 引張 / 圧縮に対する減衰。 *i=2*の場合 せん断（半径方向）に対する減衰。 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{Ns}}{\mathrm{m}}\right]$ または $[\mathrm{Ns}]$
	減衰C（I_{leng}*LENG*=0）または$\frac{C}{\theta_0}$（I_{leng}*LENG*=1）。 *i=3*の場合 ねじりに対する減衰 *i=4*の場合 曲げ（半径方向）に対する減衰。 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{Nms}}{\mathrm{rad}}\right]$ または $[\mathrm{Nms}]$
A_i	ひずみ速度効果に対する係数。 *i=1*の場合 引張 / 圧縮に対する係数。 *i=2*の場合 せん断（半径方向）に対する係数。 デフォルト = 1.0（実数）	$[\mathrm{N}]$
	ひずみ速度効果に対する係数。 *i=3*の場合 ねじりに対する係数。 *i=4*の場合 曲げ（半径方向）に対する係数。 デフォルト = 1.0（実数）	$[\mathrm{Nm}]$
B_i	ひずみ速度効果に対する対数係数。 *i=1*の場合 引張 / 圧縮に対する係数。 *i=2*の場合 せん断（半径方向）に対する係数。	$[\mathrm{N}]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
	デフォルト = 0.0（実数）	
	ひずみ速度効果に対する対数係数。 *i=3*の場合 ねじりに対する係数。 *i=4*の場合 曲げ（半径方向）に対する係数。 デフォルト = 0.0（実数）	$[\mathrm{Nm}]$
D_i	速度に対するひずみ係数。 *i=1*の場合 引張 / 圧縮に対する係数。 *i=2*の場合 せん断（半径方向）に対する係数。 デフォルト = 1.0（実数）	$\left[\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\right]$
	速度に対するひずみ係数。 *i=3*の場合 ねじりに対する係数。 *i=4*の場合 曲げ（半径方向）に対する係数。 デフォルト = 1.0（実数）	$\left[\frac{\mathrm{rad}}{\mathrm{s}}\right]$
fct_ID_{11}	剛性関数識別子。 **= 0** 線形スプリング **≠ 0** 非線形スプリング。 *i=1*の場合 引張 / 圧縮の剛性関数$\mathrm{f}(\delta)$。 *i=2*の場合 せん断（半径方向）の剛性関数$\mathrm{f}(\delta)$。 H_i =4の場合：荷重指数に対して上方の降伏曲線を定義する関数$\mathrm{f}(\delta)$。 （整数）	
	剛性関数識別子。 **= 0** 線形スプリング	

フィールド	内容	SI単位の例
	≠ 0 非線形スプリング。 *i=3*の場合 ねじりの剛性関数$f(\theta)$。 *i=4*の場合 曲げ（半径方向）の剛性関数$f(\theta)$。 H_i =4の場合：荷重指数に対して上方の降伏曲線を定義する関数$f(\theta)$。 （整数）	
H_i	荷重指数*i*=1,2,3,4のさまざまな荷重ケースにおける非線形スプリングの硬化フラグ。 **= 0** 非線形弾性スプリング **= 1** 等方硬化を伴う非線形弾塑性スプリング **= 2** 引張と圧縮における分離硬化を伴う非線形弾塑性スプリング **= 4** 移動硬化を伴う非線形弾塑性スプリング **= 5** 非線形除荷を伴う非線形弾塑性スプリング **= 6** 等方硬化と非線形除荷を伴う非線形弾塑性スプリング **= 7** 弾性ヒステリシスを伴う非線形スプリング （整数）	
fct_ID_{2i}	$g(\delta)$でのスプリング変位速度に伴う力の変化を定義する関数。 *i=1*の場合 引張 / 圧縮の関数$g(\delta)$。 *i=2*の場合 せん断（半径方向）の関数$g(\delta)$。 （整数）	
	$g(\dot{\theta})$でのスプリング回転速度に伴うモーメントの変化を定義する関数。 *i=3*の場合 ねじりの関数$g(\dot{\theta})$。 *i=4*の場合 曲げ（半径方向）の関数$g(\dot{\theta})$。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	
fct_ID$_{3i}$	遷移方向荷重指数*i*=1,2における除荷専用の関数 H_i=*4*の場合 下方の降伏曲線（遷移）を定義する関数識別子。 H_i=*5*の場合 残差変位対最大変位を定義する関数識別子。 H_i=*6*の場合 非線形除荷曲線を定義する関数識別子。 H_i=*7*の場合 非線形除荷曲線（相対変位）を定義する関数識別子。 （整数）	
	回転方向荷重指数*i*=3,4における除荷専用の関数 H_i=*4*の場合 下方の降伏曲線（回転）を定義する関数識別子。 H_i=*5*の場合 残差回転対最大回転を定義する関数識別子。 H_i=*6*の場合 非線形除荷曲線を定義する関数識別子。 H_i=*7*の場合 モーメント対回転の除荷曲線（相対回転）を定義する関数識別子 （整数）	
fct_ID$_{4i}$	$h(\dot{\delta})$での速度または変形速度依存性減衰を考慮する関数。 *i*=*1*の場合 引張 / 圧縮の関数$h(\dot{\delta})$。 *i*=*2*の場合 せん断（半径方向）の関数$h(\dot{\delta})$。 （整数）	
	$h(\dot{\theta})$での速度または変形速度依存性減衰を考慮する関数。 *i*=*3*の場合 ねじりの関数$h(\dot{\theta})$。 *i*=*4*の場合 曲げ（半径方向）の関数$h(\dot{\theta})$。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	
$Hscale_i$	$h(\delta)$に対するスケールファクター（力に対して均一）（fct_ID_{4i}関数）。 *i=1*の場合 引張 / 圧縮。 *i=2*の場合 せん断（半径方向）。 デフォルト = 1.0（実数）	$[N]$
	$h(\dot{\theta})$に対するスケールファクター（モーメントに対して均一）（fct_ID_{4i}関数）。 *i=3*の場合 ねじり。 *i=4*の場合 曲げ（半径方向）。 デフォルト = 1.0（実数）	$[Nm]$
F_i	関数の$\dot{\delta}$（$g(\dot{\delta})$に対するfct_ID_{2i}関数の横軸）に対するスケールファクター。 *i=1*の場合 引張 / 圧縮。 *i=2*の場合 せん断（半径方向）。 （実数）	$\left[\frac{m}{s}\right]$
	関数の$\dot{\theta}$（$g(\dot{\theta})$に対するfct_ID_{2i}関数の横軸）に対するスケールファクター。 *i=3*の場合 ねじり。 *i=4*の場合 曲げ（半径方向）。 （実数）	$\left[\frac{rad}{s}\right]$
δ^i_{min}	荷重指数*i*=1, 2。 負の遷移破壊限界。 デフォルト = -10^{30}（実数）	
	I_{fail2} = 0、1の場合：遷移方向の破壊変位。	$[m]$
	I_{fail2} = 2の場合：遷移方向の破壊力。	$[N]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
	I_{fail2} = 3の場合：遷移方向に関連する破壊内部エネルギー。	$[\mathrm{J}]$
$\theta^{i}_{\min}$	荷重指数i= 3, 4。 負の回転破壊限界 デフォルト = -10^{30}（実数）	
	I_{fail2} = 0、1の場合：回転方向の破壊回転。	$[\mathrm{rad}]$
	I_{fail2} = 2の場合：回転方向の破壊モーメント。	$[\mathrm{N\cdot m}]$
	I_{fail2} = 3の場合：回転方向に関連する破壊内部エネルギー。	$[\mathrm{J}]$
$\delta^{i}_{\max}$	荷重指数i=1, 2。 正の遷移破壊限界。 デフォルト = 10^{30}（実数）	
	I_{fail2} = 0、1の場合：遷移方向の破壊変位。	$[\mathrm{m}]$
	I_{fail2} = 2の場合：遷移方向の破壊力。	$[\mathrm{N}]$
	I_{fail2} = 3の場合：遷移方向に関連する破壊内部エネルギー。	$[\mathrm{J}]$
$\theta^{i}_{\max}$	荷重指数i= 3, 4。 正の回転破壊限界 デフォルト = 10^{30}（実数）	
	I_{fail2} = 0、1の場合：回転方向の破壊回転。	$[\mathrm{rad}]$
	I_{fail2} = 2の場合：回転方向の破壊モーメント。	$[\mathrm{N\cdot m}]$
	I_{fail2} = 3の場合：回転方向に関連する破壊内部エネルギー。	$[\mathrm{J}]$
$Ascale_i$	δ（$\mathrm{f}(\delta)$に対するfct_ID_{1i}およびfct_ID_{3i}関数の横軸）に対するスケールファクター。 i=1の場合 引張 / 圧縮。 i=2の場合 せん断（半径方向）。 デフォルト = 1.0（実数）	$[\mathrm{m}]$
	θ（$\mathrm{f}(\theta)$に対するfct_ID_{1i}およびfct_ID_{3i}関数の横軸）に対するスケールファクター。	$[\mathrm{rad}]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
	*i=3*の場合 ねじり。 *i=4*の場合 曲げ(半径方向)。 デフォルト = 1.0(実数)	
E_i	$g(\delta)$(*fct_ID*$_{2i}$関数)に対するスケールファクター。これはひずみ速度効果(力に対して均一)に対する係数です。 *i=1*の場合 引張 / 圧縮。 *i=2*の場合 せん断(半径方向)。 (実数)	$[\mathrm{N}]$
	$g(\dot{\theta})$(*fct_ID*$_{2i}$関数)に対するスケールファクター。これはひずみ速度効果(モーメントに対して均一)に対する係数です。 *i=3*の場合 ねじり。 *i=4*の場合 曲げ(半径方向)。 (実数)	$[\mathrm{Nm}]$
v_0	基準並進速度 デフォルト = 1.0(実数)	$\left[\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\right]$
ω_0	基準回転速度 デフォルト = 1.0(実数)	$\left[\frac{\mathrm{rad}}{\mathrm{s}}\right]$
c_i	異なる荷重ケースでの相対速度係数(荷重指数*i*=1,2,3,4)。 デフォルト = 0.0(実数)	
	I$_{fail2}$ = 0.1の場合:破壊変位に対する係数(*i*=1,2)。 破壊回転に対する係数(*i*=3,4)。	$[\mathrm{m}]$ または $[\mathrm{rad}]$
	I$_{fail2}$ = 2の場合:破壊力に対する係数(*i*=1,2,3)。 破壊モーメントに対する係数(*i*=3,4)。	$[\mathrm{N}]$ または $[\mathrm{N}\cdot\mathrm{m}]$
	I$_{fail2}$ = 3の場合:破壊内部エネルギーに対する係数(*i*=1,2,3,4)。	$[\mathrm{J}]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
n_i	相対速度指数 *i=1*の場合 引張 / 圧縮。 *i=2*の場合 せん断(半径方向)。 *i=3*の場合 ねじり。 *i=4*の場合 曲げ(半径方向)。 デフォルト = 0.0(実数)	
α_i	"多方向"係数。 *i=1*の場合 引張 / 圧縮。 *i=2*の場合 せん断(半径方向)。 *i=3*の場合 ねじり。 *i=4*の場合 曲げ(半径方向)。 デフォルト = 1.0(実数)	
β_i	指数 *i=1*の場合 引張 / 圧縮。 *i=2*の場合 せん断(半径方向)。 *i=3*の場合 ねじり。 *i=4*の場合 曲げ(半径方向)。 デフォルト = 2.0(実数)	

コメント

1. このスプリングプロパティでは、入力、節点N3の入力によって決定されるスプリングの局所座標系、スキュー、または全体座標系に依存します。

2. 力とモーメントの計算：

- *I*$_{leng}$*LENG* =0の場合、スプリングの力は次のように計算されます：

  ここで、*i*=1,2

$$\mathrm{F}(\delta)=\mathrm{f}\left(\frac{\delta^i}{Ascale_i}\right)\left[A_i+B_i\ln\left(\max\left(1,\left|\frac{\dot{\delta}^i}{D_i}\right|\right)\right)+E_i\mathrm{g}\left(\frac{\dot{\delta}^i}{F_i}\right)\right]+C_i\dot{\delta}^i+Hscale_i\mathrm{h}\left(\frac{\dot{\delta}^i}{F_i}\right) \tag{1014}$$

  ここで、*i*=3,4

$$\mathrm{M}(\theta)=\mathrm{f}\left(\frac{\theta^i}{Ascale_i}\right)\left[A_i+B_i\ln\left(\max\left(1,\left|\frac{\dot{\theta}^i}{D_i}\right|\right)\right)+E_i\mathrm{g}\left(\frac{\dot{\theta}^i}{F_i}\right)\right]+C_i\dot{\theta}^i+Hscale_i\mathrm{h}\left(\frac{\dot{\theta}^i}{F_i}\right) \tag{1015}$$

  ここで、 $-l_0<\delta<+\infty$

  ここで、

  - δ^i （$-l_0<\delta^i<+\infty$）は対応する並進自由度に対するスプリング要素の現在の長さ*l*と初期の長さl_0との差です。
  - θ^i は、対応する回転自由度に対するラジアンで表された相対角度です。
  - 線形スプリングの場合、$\mathrm{f}(\delta)$、$\mathrm{g}(\dot{\delta})$、（$\mathrm{h}(\dot{\delta})$, $\mathrm{f}(\theta)$, $\mathrm{g}(\dot{\theta})$と$\mathrm{h}(\dot{\theta})$）は0の関数になり、A_i、B_i、E_i、および*Hscale*$_i$は考慮されません。
  - 剛性関数$\mathrm{f}(\delta)$（または$\mathrm{f}(\theta)$）が要求された場合、*K*は除荷の勾配としてのみ使用されます。
  - *K*が関数$\mathrm{f}(\delta)$（または$\mathrm{f}(\theta)$）の最大勾配よりも低い場合（*K*は降伏曲線の最大勾配と一致しません）、*K*は降伏曲線の最大勾配に設定されます。

- *I*$_{leng}$*LENG* = 1の場合、すべての入力は単位長さあたりの値になります：

  スプリングの質量 = $M\cdot l_0$

  スプリングの剛性 = $\frac{K}{l_0}$

  スプリングの減衰 = $\frac{C}{l_0}$

  スプリングの慣性 = $I\cdot l_0$

  ここで、l_0は、スプリングの基準長さです。

  スプリングの力は次のように計算されます：

  ここで、*i*=1,2

$$\mathrm{F}(\varepsilon)=\mathrm{f}\left(\frac{\varepsilon^i}{Ascale_i}\right)\left[A_i+B_i\ln\left(\max\left(1,\left|\frac{\dot{\varepsilon}^i}{D_i}\right|\right)\right)+E_i\mathrm{g}\left(\frac{\dot{\varepsilon}^i}{F_i}\right)\right]+C_i\dot{\varepsilon}^i+Hscale_i\mathrm{h}\left(\frac{\dot{\varepsilon}^i}{F_i}\right) \tag{1016}$$

  ここで、*i*=3,4

$$\mathrm{M}(\theta)=\mathrm{f}\left(\frac{\theta^i}{Ascale_i}\right)\left[A_i+B_i\ln\left(\max\left(1,\left|\frac{\dot{\theta}^i}{D_i}\right|\right)\right)+E_i\mathrm{g}\left(\frac{\dot{\theta}^i}{F_i}\right)\right]+C_i\dot{\theta}^i+Hscale_i\mathrm{h}\left(\frac{\dot{\theta}^i}{F_i}\right) \tag{1017}$$

  ここで、ε^i は工学ひずみで、次のように定義されます：

$$\varepsilon^i=\frac{\delta^i}{l_0} \tag{1018}$$

- 工学ひずみと工学ひずみ速度に対して荷重関数を指定します。
- 破壊基準は、ひずみに対して次のように定義されます。正 / 負の破壊限界の入力は、初期長さに関係付ける必要があります。

3. 分離硬化モデル（硬化フラグ、H_i=2）および移動硬化モデル（硬化フラグ、H_i=4）は、軸方向（引張およびねじれ）においてのみ有効です。これらは、半径方向（せん断および曲げ）では使用できません。
4. スプリングはセンサーでアクティブ化かつ / または非アクティブ化されます：
   - *sens_ID* ≠ 0かつI_{sflag}*SFLAG* = 0の場合、スプリング要素は*sens_ID*によってアクティブになります。
   - *sens_ID* ≠ 0かつI_{sflag}*SFLAG* = 1の場合、スプリング要素は*sens_ID*によって非アクティブになります。
   - センサーよるアクティブ化または非アクティブ化を伴うスプリング要素は、主にプリテンショナーモデルに使用されます。
   - スプリングをアクティブまたは非アクティブにするためにセンサーを使用する場合、センサーによってスプリングがアクティブ（または非アクティブ）になるスプリングの基準長さは時刻0における節点間の距離に等しくなります。

See Also

材料の適合性
/TH/SPRING (Starter)
/SPRING (Starter)
Stiffness Formulation, Springs (User Guide)
Spring Hardening (User Guide)
Spring Coordinate System (User Guide)
軸対称スプリングTYPE25（/PROP/SPR_AXI）
Debugging Guidelines Model Preparation (User Guide)

/PROP/TYPE26 (SPR_TAB)

ブロックフォーマットのキーワード
表形式のスプリングプロパティを定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/PROP/TYPE26/*prop_ID*/*unit_ID*または/PROP/SPR_TAB/*prop_ID*/*unit_ID*									
prop_title									
M					*sens_ID*	I_{sflag} *SFLAG*	I_{leng} *LENG*		
Nfunc	*Nfund*	*Lscale*		*Kmax*		*Dmax*		*Alpha*	

載荷関数カード(*Nfunc*)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
fct_ID_1	*Fscale*		*Strain_rate*						

除荷関数カード(*Nfund*)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
fct_ID_1	*Fscale*		*Strain_rate*						

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
prop_ID	プロパティの識別子 (整数、最大10桁)	
unit_ID	単位識別子. (整数、最大10桁)	
prop_title	プロパティのタイトル (文字、最大100文字)	
M	質量。2 (実数)	[kg]

フィールド	内容	**SI** 単位の例
sens_ID	センサーの識別子 （整数）	
I_{sflag}*SFLAG*	センサーフラグ 3 *= 0* *sens_ID*がアクティブ化し、非アクティブ化できない際にスプリング要素はアクティブ化 *= 1* *sens_ID*がアクティブ化し、アクティブ化できない際にスプリング要素は非アクティブ化 *= 2* スプリング要素はアクティブ化、または非アクティブ化されると、状態はセンサーの状態と一致し、前後に切り替わります。スプリングの基準長さ（l_0は、アクティブ化時間におけるスプリング長に基づきます。 （整数）	
I_{leng}*LENG*	単位長さあたりの入力フラグ 2 *= 0* スプリングのプロパティは定義されたとおり入力されます。 *= 1* スプリングプロパティは、スプリング長の関数です。 （整数）	
Nfunc	載荷曲線の数 （整数）	
Nfund	除荷曲線の数 （整数）	
Lscale	フラグI_{leng}*LENG*に応じた載荷関数および除荷関数の横軸のスケールファクター 6 デフォルト = 1（実数）	$[\mathrm{m}]$
Kmax	最大剛性 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}\right]$
Dmax	破壊変位 （実数）	$[\mathrm{m}]$

フィールド	内容	**SI** 単位の例
Alpha	ひずみ速度フィルタリングファクター = 0.0～1.0の値 デフォルト値 = 1.0（ひずみフィルタリングなし）（実数）	
fct_ID$_1$	I_{leng}*LENG*に応じてf(δ)またはf(ε)を定義する関数識別子 （整数）	
Fscale	載荷および除荷関数のスケールファクタ （実数）	[N]
Strain_rate	載荷関数または除荷関数に対応する、I_{leng}*LENG*に応じた変位速度またはひずみ速度。 （実数）	$\left[\frac{m}{s}\right]$

コメント

1. δ = L - L_0は、スプリング要素の現在の長さと初期の長さL_0の差です。
2. I_{leng}*LENG* = 1の場合、スプリングのプロパティはスプリングの基準長さに基づきます。次のとおり入力される必要があります：

$$M = \frac{m}{l_0} \qquad K = k * l_0$$

各スプリングはモデル内で以下のプロパティを有するようになります：

$$m = M \cdot l_0 \qquad k = \frac{K}{l_0}$$

ここで、

M および K	スプリングプロパティ欄に入力されるスプリングの値
m および k	スプリングの実際の物理的質量、剛性および減衰
l_0	スプリングの節点N1とN2の間の距離である初期スプリング長
Dmax	工学ひずみとして入力
Strain_rate	工学ひずみ速度として入力

3. スプリングは*sens_ID*で定義されI_{sflag}*SFLAG*に依存するセンサーによってアクティブ化 / 非アクティブ化されます。

- I_{sflag}*SFLAG* = 0の場合、スプリング要素は*sens_ID*でアクティブ化され、非アクティブ化されません。スプリングの初期長さは、時間=0におけるスプリング長に基づきます。
- I_{sflag}*SFLAG* = 1の場合、スプリング要素は*sens_ID*で非アクティブ化され、アクティブ化されません。スプリングの初期長さは、時間=0におけるスプリング長に基づきます。
- I_{sflag}*SFLAG* = 2の場合、スプリングは*sens_ID*でアクティブ化 / 非アクティブ化され、複数回、アクティブ化状態を切り替えられます。センサーがアクティブの場合、スプリングはアクティブ、センサーが非アクティブの場合はスプリングは非アクティブです。スプリングの初期長さ(l_0)は、センサーがアクティブになる時間におけるスプリングの節点間の距離です。

4. 力の計算は次のようになります:

- I_{leng}*LENG* =0の場合、力は次のように変位の関数として定義されます。

$$F = \mathrm{f}(\delta, \dot{\delta}) \tag{1019}$$

- I_{leng}*LENG* =1の場合、力は次のようにひずみの関数として定義されます。

$$F = \mathrm{f}(\varepsilon, \dot{\varepsilon}) \tag{1020}$$

ここで、

ε	工学ひずみ。
L_0	要素の基準長さ。 $-L_0 < \delta < \infty$

5. スプリングの力は、さまざまな速度について載荷関数と除荷関数を使用して計算されます。

- 速度が決まると、入力曲線を補間することで最大載荷力と最小除荷力が決まります。
- 載荷曲線と除荷曲線間の挙動は線形で、*Kmax*値をスプリングの剛性として使用します。
- 載荷と除荷の両方で、入力の曲線は厳密にひずみ速度の値が増加する順番で与えられる必要があります。
- スプリングの圧縮挙動を記述するため、入力曲線の力(ひずみ)は厳密に正であるべきです。
- 引張では、挙動は*Kmax*に等しい剛性で線形です。

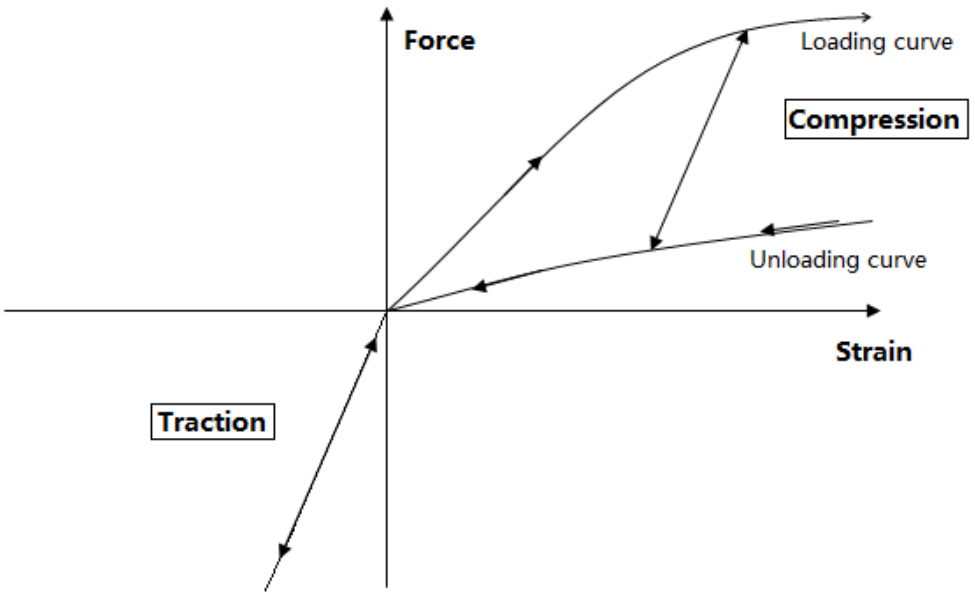


図 *234:*



図 *235:*

6. *Lscale*はI_{leng}*LENG* =0（横軸の単位は長さ）の場合にのみ使用されます。その他の場合はデフォルト値の1になります。

$$F = Fscale \cdot \mathrm{f}_1\left(\frac{L}{Lscale}\right) \qquad (1021)$$

Where, f_1 is the function of *fct_ID*$_1$.

See Also

材料の適合性
/SPRING (Starter)
/TH/SPRING (Starter)
Debugging Guidelines Model Preparation (User Guide)

/PROP/TYPE27 (SPR_BDAMP)

ブロックフォーマットのキーワード
1並進自由度のダンパースプリングプロパティを記述します。ダンパーフォースは剛性力によって制限されます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/PROP/TYPE27/*prop_ID*/*unit_ID*または/PROP/SPR_BDAMP/*prop_ID*/*unit_ID*									
prop_title									
Mass					*sens_ID*	I_{sflag}SFLAG	I_{leng}LENG	I_{tens}	I_{fail}FAIL
K		*C*		*n*		$\delta^1_{\min}$		$\delta^1_{\max}$	
gap						F_{smooth}smoo		F_{cut}CUT	
fct_ID_1	fct_ID_2	$Ascale_1$		$Fscale_1$		$Ascale_2$		$Fscale_2$	

定義

フィールド	内容	SI単位の例
prop_ID	プロパティの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	（オプション）単位識別子 （整数、最大10桁）	
prop_title	プロパティのタイトル （文字、最大100文字）	
Mass	質量。 （実数）	$[\mathrm{kg}]$ （I_{leng}LENG = 0） $\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}}\right]$ （I_{leng}LENG = 1）
sens_ID	センサーの識別子 *= 0* スプリングはアクティブ	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	
I_{sflag}*SFLAG*	センサーフラグ *= 0* *sens_ID*がアクティブ化し、非アクティブ化できない際にスプリング要素はアクティブ化 *= 1* *sens_ID*がアクティブ化し、アクティブ化できない際にスプリング要素は非アクティブ化 *= 2* スプリング要素はアクティブ化、または非アクティブ化されると、状態はセンサーの状態と一致し、前後に切り替わります。スプリングの初期長さ（l_0）は、アクティブ化時間におけるスプリング長に基づきます。 （整数）	
I_{leng}*LENG*	単位長さあたりの入力フラグ *= 0* スプリングのプロパティは、定義テーブルの指定内容で入力されます。 *= 1* 一部の入力は単位長さあたりです。 （整数）	
I_{tens}	引張挙動フラグ。 *= 0* このスプリングは圧縮時にのみ機能します。引張時には剛性や減衰はありません。 *= 1* このスプリングは、定義済みの剛性と減衰を伴う引張時にも機能します。 （整数）	
I_{fail}*FAIL*	破壊モデルフラグ *=1* 変位基準（I_{leng}*LENG* = 0）。 ひずみ基準（I_{leng}*LENG* = 1）。 *= 2* 力基準。 （整数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
K	線形載荷および除荷剛性。 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}\right]$ （I_{leng}*LENG* = 0） $\left[\frac{N}{m^2}\right]$ （I_{leng}*LENG* = 1）
C	線形減衰係数。 デフォルト = 0.0（実数）	$\left[\frac{\mathrm{Ns}}{\mathrm{m}}\right]$ （I_{leng}*LENG* = 0） $\left[\frac{Ns}{m^2}\right]$ （I_{leng}*LENG* = 1）
n	非線形剛性力の指数。 デフォルト = 1.0（実数）	
$\delta^1_{\min}$	負の破壊限界 デフォルト = -10^{20}（実数）	
	I_{fail}*FAIL* = 1：破壊変位（I_{leng}*LENG* = 0） 破壊ひずみ（I_{leng}*LENG* = 1）	$[\mathrm{m}]$ （I_{leng}*LENG* = 0）
	I_{fail}*FAIL* = 2：破壊の力	$[\mathrm{N}]$
$\delta^1_{\max}$	正の破壊限界 デフォルト = 10^{20}（実数）	
	I_{fail}*FAIL* = 1：破壊変位（I_{leng}*LENG* = 0） 破壊ひずみ（I_{leng}*LENG* = 1）	$[\mathrm{m}]$ （I_{leng}*LENG* = 0）
	I_{fail}*FAIL* = 2：破壊の力	$[\mathrm{N}]$
gap	アクティブ化前の最小ギャップ。 デフォルト = 0.0（実数）	$[\mathrm{m}]$ （I_{leng}*LENG* = 0）
F_{smooth}*smooth*	スプリング力フィルタリングフラグ。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 0 フィルタリングなし *= 1* スプリング力は、カットオフ周波数F_{cut}*CUT*を使用してフィルタリングされます。 （整数）	
F_{cut}*CUT*	スプリング力フィルタリング用のカットオフ周波数。 デフォルト= 100 kHz（実数）	$[\mathrm{Hz}]$
fct_ID$_1$	非線形剛性力関数の識別子： I_{leng}*LENG = 0* スプリングの伸びの関数$f(\delta)$。 I_{leng}*LENG = 1* 工学ひずみの関数$f(\varepsilon)$。 （整数）	
fct_ID$_2$	減衰力関数の識別子： I_{leng}*LENG = 0* スプリング速度の関数$g(\dot{\delta})$。 I_{leng}*LENG = 1* ひずみ速度の関数$g(\dot{\varepsilon})$。 （整数）	
Ascale$_1$	I_{leng}*LENG = 0* 剛性関数fの伸びのスケールファクター。 I_{leng}*LENG = 1* 剛性関数fの工学ひずみスケールファクター。 デフォルト = 1.0（実数）	$[\mathrm{m}]$ （I_{leng}*LENG* = 0）
Fscale$_1$	剛性関数fの縦軸スケールファクター。 デフォルト = 1.0（実数）	$[\mathrm{N}]$
Ascale$_2$	I_{leng}*LENG = 0* 減衰関数gの速度スケールファクター。	$[\frac{m}{s}]$ （I_{leng}*LENG* = 0）

フィールド	内容	**SI**単位の例
	$I_{leng}LENG$ = *1* 減衰関数gのひずみ速度スケールファクター。 デフォルト = 1.0（実数）	$\left[\frac{1}{s}\right]$（$I_{leng}LENG$ = 1）
$Fscale_2$	剛性関数gの縦軸スケールファクター。 デフォルト = 1.0（実数）	[N]

コメント

1. スプリングは節点N1とN2の間で定義される局所x方向の1つの並進自由度を有します。
2. 力の計算は、圧縮時（$\delta < 0$）にはデフォルトでアクティブ化され、引張時にはI_{tens} = 1の場合にのみアクティブ化されます。スプリング力の値は次のように得られます（$I_{leng}LENG$ = 0）：
   - 剛性パート：

     $$\begin{cases} F_K(\delta) = sign(\delta)\cdot K\cdot|\delta|^n & \text{if} \quad fct\_ID_1 = 0 \\ F_K(\delta) = Fscale1\cdot f\left(\frac{\delta}{Ascale1}\right) & \text{otherwise} \end{cases}$$

     ここで、$n \geq 1$です。
   - 減衰パート：

     $$\begin{cases} F_D(\dot{\delta}) = C\cdot\dot{\delta} & \text{if} \quad fct\_ID_2 = 0 \\ F_D(\dot{\delta}) = Fscale2\cdot g\left(\frac{\dot{\delta}}{Ascale2}\right) & \text{otherwise} \end{cases}$$

   - 全体の力：

     $$\begin{cases} F(\delta,\dot{\delta}) = F_K(\delta) + F_D(\dot{\delta}) & \text{if} \quad |F_D(\dot{\delta})| < |F_K(\delta)| \\ F(\delta) = 2\cdot F_K(\delta) & \text{otherwise} \end{cases}$$

3. $I_{leng}LENG$フラグがアクティブ化されている場合（$I_{leng}LENG$ = 1）、上記の計算は次のようになります：
   - 剛性パート：

     $$\begin{cases} F_K(\varepsilon) = sign(\varepsilon)\cdot K\cdot|\varepsilon|^n & \text{if} \quad fct\_ID_1 = 0 \\ F_K(\varepsilon) = Fscale1\cdot f\left(\frac{\varepsilon}{Ascale1}\right) & \text{otherwise} \end{cases}$$

   - 減衰パート：

     $$\begin{cases} F_D(\dot{\varepsilon}) = C\cdot\dot{\varepsilon} & \text{if} \quad fct\_ID_2 = 0 \\ F_D(\dot{\varepsilon}) = Fscale2\cdot g\left(\frac{\dot{\varepsilon}}{Ascale2}\right) & \text{otherwise} \end{cases}$$

   - 全体の力：

     $$\begin{cases} F(\varepsilon,\dot{\varepsilon}) = F_K(\varepsilon) + F_D(\dot{\varepsilon}) & \text{if} \quad |F_D(\dot{\varepsilon})| < |F_K(\varepsilon)| \\ F(\varepsilon) = 2\cdot F_K(\varepsilon) & \text{otherwise} \end{cases}$$

4. 圧縮ギャップのアクティブ化は、次の図のように定義できます：

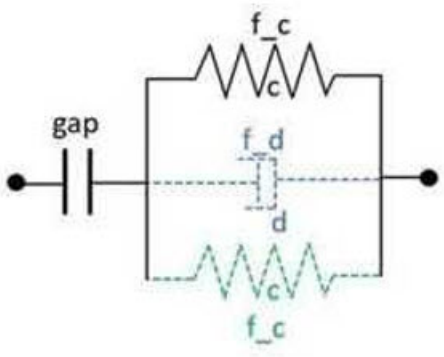


図 *236:*

*gap*が定義されている場合（*gap* ≠ 0.0）、スプリング圧縮が指定された*gap*より大きくなると、力の計算がアクティブ化されます。

$$\begin{cases} F(\delta + |gap|, \dot{\delta}) \neq 0 & \text{if} \quad \delta < -|gap| \\ F(\delta + |gap|, \dot{\delta}) = 0 & \text{otherwise} \end{cases} \tag{1022}$$

> **注:** ギャップ値を定義すると、スプリングは圧縮時にのみ機能するようになるため、ギャップが定義されている場合は、I_{tens} = 0となります。I_{leng}*LENG* = 1の場合、ギャップは圧縮ひずみに対して均一です。

5. 2つの力の計算式の間で切り替えると、ノイズの多いスプリング応答が生じる可能性があります。この問題に対処するために、スプリング力の計算にフィルタリングを使用することで、2つのスプリング状態（減衰ありとなし）間のスムーズな移行が可能になります。そのためには、力のフィルタリングフラグF_{smooth}*smooth*とカットオフ周波数F_{cut}*CUT*を次のように使用できます：

- F_{cut}*CUT* ≠ 0.0の場合は、フィルタリングがアクティブ化され（F_{smooth}*smooth*は自動的に1に設定されます）、ユーザーが指定したカットオフ周波数がフィルタリングで使用されます。
- F_{smooth}*smooth* =1かつF_{cut}*CUT* = 0.0の場合は、フィルタリングがアクティブ化され、デフォルトのカットオフ周波数100 kHzが使用されます。
- F_{smooth}*smooth* =0かつF_{cut}*CUT* = 0.0の場合は、フィルタリングは使用されません。

フィルタリングがアクティブ化されている場合、スプリング力は次のように計算されます：

$$F_{nfilter} = \alpha F_n + (1-\alpha) F_{n-1} \tag{1023}$$

ここで、$\alpha = 2\pi \cdot \Delta t \cdot Fcut$

See Also

2022の新しいキーワード

材料の適合性

/PROP/TYPE28 (NSTRAND)

ブロックフォーマットのキーワード
マルチストランドプロパティセットを記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/PROP/TYPE28/*prop_ID*/*unit_ID*または/PROP/NSTRAND/*prop_ID*/*unit_ID*									
prop_title									
Mass		*K*		*C*					
fct_ID$_1$	*fct_ID*$_2$	$\varepsilon_{\min}$		$\varepsilon_{\max}$		*Y_SCAL*		*X_SCAL*	
μ_i		μ_2							

滑車またはストランドの固有摩擦係数 9 10

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Type	*k*	μ							

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
prop_ID	プロパティの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
prop_title	プロパティのタイトル （文字、最大100文字）	
Mass	単位長さあたりの質量 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}}\right]$
K	単位長さの剛性 （実数）	$[\mathrm{N}]$
C	単位長さの減衰係数	$[\mathrm{Ns}]$

フィールド	内容	**SI** 単位の例
	（実数）	
fct_ID$_1$	右記を定義する関数識別子；$F = \mathrm{f}(\varepsilon)$ （整数）	
fct_ID$_2$	右記を定義する関数識別子；$G = \mathrm{f}(\dot{\varepsilon})$ （整数）	
$\varepsilon_{\min}$	圧縮破壊ひずみ デフォルト = -10^{30}（実数）	
$\varepsilon_{\max}$	引張破壊ひずみ デフォルト = 10^{30}（実数）	
Y_SCAL	力の係数（力に対して均一） デフォルト = 1.0（実数）	$[\mathrm{N}]$
X_SCAL	ひずみ速度の係数（力に対して均一） デフォルト = 1.0（実数）	$\left[\frac{1}{\mathrm{s}}\right]$
μ_1	滑車の一般摩擦係数 （実数）	
μ_2	ストランドの一般摩擦係数 （実数）	
Type	キーワード"PULLEY"または"STRAND"（左詰め） （文字）	
k	滑車またはストランド数（要素内の内部節点数） （整数）	
μ	滑車またはストランドの摩擦係数 （実数）	

コメント

1. マルチストランド要素の結合性を定義するには、/XELEMをご参照ください。
2. スプリングの力は次のように計算されます：

   線形スプリングの場合：

$$F = \frac{K}{L_0}\delta + \frac{C}{L_0}\dot{\delta} \tag{1024}$$

非線形スプリング：

$$F = \mathrm{f}(\varepsilon)\cdot \mathrm{g}(\dot{\varepsilon}) + \frac{C}{L_0}\dot{\delta} \tag{1025}$$

右記の場合；$fct_ID_1 \neq 0$または $fct\_ID_2 \neq 0$

ここで、$\dot{\varepsilon}$は以下の式で表される工学ひずみです：

$$\varepsilon = \frac{\delta l}{L_0} \tag{1026}$$

L_0は、要素の基準長さ。

3. $fct_ID_1 = 0$の場合、

$$F = \mathrm{g}(\dot{\varepsilon}) + \frac{C}{L_0}\dot{\delta} \tag{1027}$$

4. $fct_ID_2 = 0$の場合、

$$F = \mathrm{f}(\varepsilon) + \frac{C}{L_0}\dot{\delta} \tag{1028}$$

5. 滑車タイプの摩擦が定義されます（要素の端の節点上は除く）。

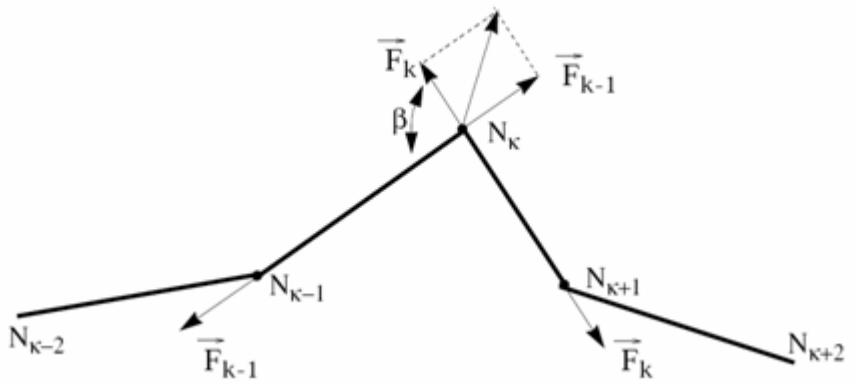


図 *237:*

$$\left|\mathbf{F}_{k-1} - \mathbf{F}_k\right| \leq \left(\mathbf{F}_{k-1} + \mathbf{F}_k\right)\tanh\left(\frac{\beta\mu}{2}\right) \tag{1029}$$

6. $\mathbf{F}_{k-1}$ は、節点N_{k-1}とN_kを結合するストランド内の力です。
7. F_k は、節点N_kとN_{k+1}を結合するストランド内の力です。
8. ストランド上の摩擦を定義することもできます。
9. 一部の滑車またはストランド（行6）については、（一般値とは異なる）固有摩擦係数が定義されます。
10. nが、ある要素の節点の総数の場合、ストランドには1～(n)の番号、すべての滑車（内部節点）には2～(n-1)の番号が振られます。

See Also

材料の適合性

/SPRING (Starter)
/TH/SPRING (Starter)
Debugging Guidelines Model Preparation (User Guide)
Finite Elements, Springs (User Guide)
Multistrand Elements (TYPE28) (Theory Manual)

/PROP/TYPE32 (SPR_PRE)

ブロックフォーマットのキーワード
このプロパティは、シートベルトプリテンショナーのモデル化またはボルトへのプリテンションの付与に使用可能なプリテンションスプリングプロパティセットを記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/PROP/TYPE32/*prop_ID*/*unit_ID*または/PROP/SPR_PRE/*prop_ID*/*unit_ID*									
prop_title									
M					*sens_ID*	*Ilock*			
$Stif_0$		F_1		D_1		E_1		$Stif_1$	
fct_ID_1	fct_ID_2			*Ascale_2*		*Ascale_1*		*Fscale_F*	

定義

フィールド	内容	SI単位の例
prop_ID	プロパティの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
prop_title	プロパティのタイトル （文字、最大100文字）	
M	スプリングの質量 （実数）	$[kg]$
sens_ID	センサーの識別子 （整数）	
Ilock	ロッキングフィーチャーフラグ = *1*（デフォルト） スプリングは、スライド長D_1分だけスプリングが短くなる際、もしくは力の関数fct_ID_1またはfct_ID_2により定義されたとおりプリテンション力がゼロになるとロックされます。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 2 除荷後にスプリングがロックされます。 （整数）	
$Stif_0$	センサーのアクティブ化前のスプリングの剛性、センサーのアクティブ化後の除荷剛性、およびスプリングがロックされた後のスプリング剛性。 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}\right]$
F_1	センサーアクティブ化時の力 （実数）	$[\mathrm{N}]$
D_1	ピストンのスライド長 （実数）	$[\mathrm{m}]$
E_1	センサーアクティブ化時の初期内力 （実数）	$[\mathrm{J}]$
$Stif_1$	センサーアクティブ化後の載荷剛性 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}\right]$
fct_ID$_1$	センサーアクティブ化後の変位に対するプリテンション載荷力関数$F = f(x - x_0)$。 （整数）	
fct_ID$_2$	センサーアクティブ化後の時間に対するプリテンション載荷力関数$F = g(t - t_0)$。 （整数）	
Ascale_2	*fct_ID*$_2$の横軸（時間）に対するスケールファクター （実数）デフォルト値は1.0	$[\mathrm{s}]$
Ascale_1	*fct_ID*$_1$の横軸のスケールファクター （実数）デフォルト値は1.0	$[\mathrm{m}]$
Fscale_F	関数*fct_ID*$_1$および*fct_ID*$_2$の縦軸（力）に対するスケールファクター。 （実数）デフォルト値は1.0	$[\mathrm{N}]$

例（プリテンション）

```
#RADIOSS STARTER
```

```
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  1. LOCAL_UNIT_SYSTEM:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/2
unit for prop
#              MUNIT                LUNIT                TUNIT
                 kg                   m                    s
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PROP/SPR_PRE/11/2
PRETENSIONNER
#                  M                                sensor_ID     Ilock
                 .05                                        1         0
#              Stif0                  F1                  D1                  E1                Stif1
             100000                   0                 .25                   0                   0
#funct_ID1 funct_ID2                               Ascale_2            Ascale_1            Fscale_F
         1         0                                       0                   0                   0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/SENSOR/TIME/1
pretentionner
#          Tdelay
                0.1
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/1
Loading force function vs displacement after sensor activation
#                  X                   Y
                  -1                   0
                -.1                   95
                   0                  100
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
```

コメント

1. プリテンション要素は2つの節点をもつ/SPRING要素です。これらは、シートベルトプリテンショナーのモデル化またはボルトへのプリテンションの付与に使用できます。
2. プリテンション要素は、プリテンション力を生成するために移動するスライド長D_1のピストンとして可視化することが可能です。
3. プリテンション要素力はセンサーのアクティブ化後に始まり、線形または非線形の力を使って定義できます：
   - 線形モデルは以下のパラメータのうち2つを入力することによって定義されます；アクティブ化時の力（F_1）、ピストンスライド長（D_1）、初期内部エネルギー（E_1）、載荷剛性（$Stif_1$）

     ほかの2つのパラメータは以下を用いて計算されます：

     $$E_1 = -\frac{1}{2} D_1 F_1 \text{ および } Stif_1 = -\frac{F_1}{D_1}$$

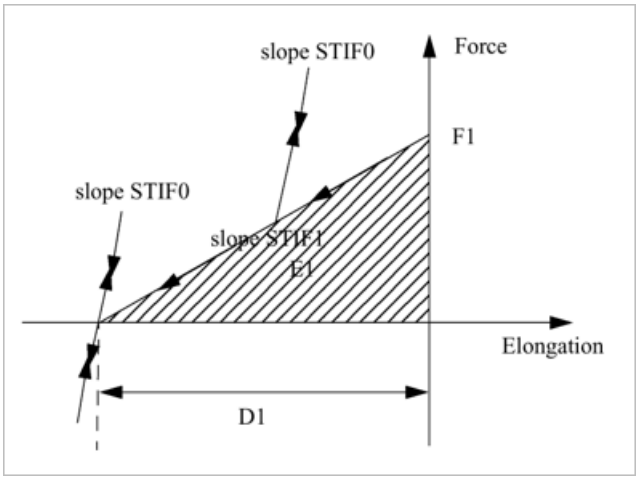


図 *238:*

- 非線形モデルは、曲線を変位の関数*fct_ID*$_1$として、または時間の関数*fct_ID*$_2$として入力することで定義されます。これらの関数のいずれかを使用した場合、F_1、E_1および$Stif_1$の以前の入力は無視されます。*fct_ID*$_1$関数と*fct_ID*$_2$関数の両方を使用すると、*fct_ID*$_2$関数は*fct_ID*$_1$のスケーリング関数として機能します。プリテンション力は次のように計算されます:

$$F_1 = Fscale\_\mathrm{F} \cdot f\left(\frac{x - x_0}{Ascale\_1}\right) \cdot g\left(\frac{t - t_0}{Ascale\_2}\right) \qquad (1030)$$

ここで、

t_0	センサーがアクティブになる時間。
x_0	センサーをアクティブにする長さで、$f(x) \cdot g(t) \geq 0$ $g(t) = 1$、*fct_ID*$_2$ = 0の場合 $f(x) = 1$、*fct_ID*$_1$ = 0の場合

4. スライド長D_1が定義されていると、プリテンション力はゼロにセットされ、スプリングはスライド長D_1分だけスプリングが短くなる際にロックされます。
5. *Ilock* = 1の場合、スプリングは、スライド長D_1分だけスプリングが短くなる際、もしくは力の関数*fct_ID*$_1$または*fct_ID*$_2$により定義されたとおりプリテンション力がゼロになるとロックされます:
6. *Ilock*=2の場合、除荷後にスプリングがロックされます。

力vs変位*fct_ID*$_1$のロックの例。しかしながら力vs時間*fct_ID*$_2$にも有効

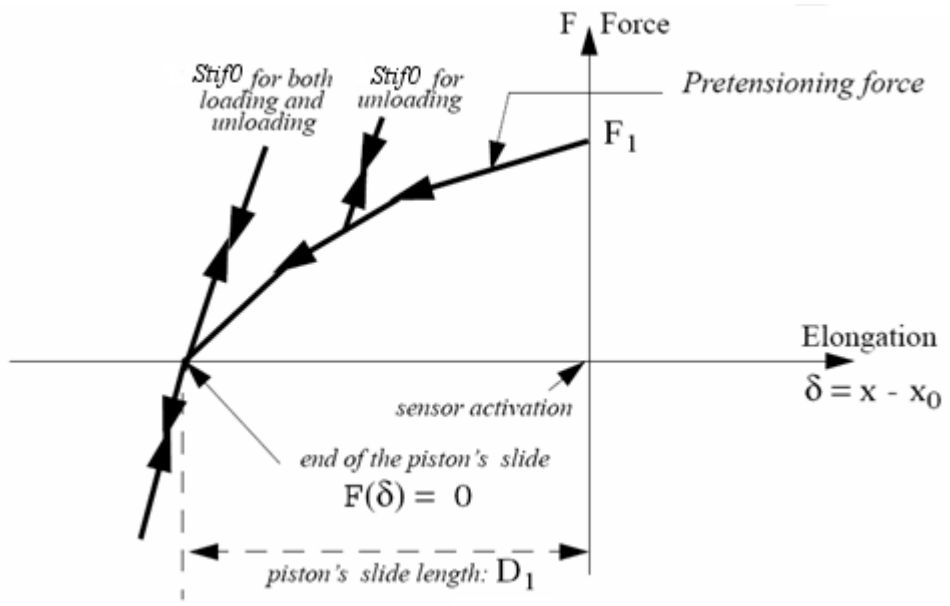
- 

図 *239: Ilock= 1*スプリングは力 = *0*の際にロック

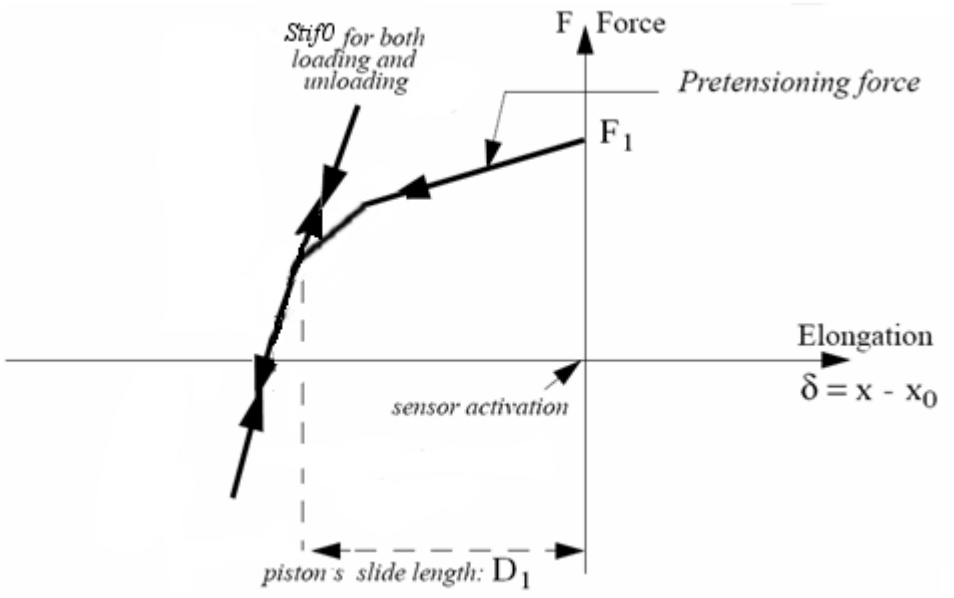
- 

図 *240:* D_1に達した際にスプリングはロック

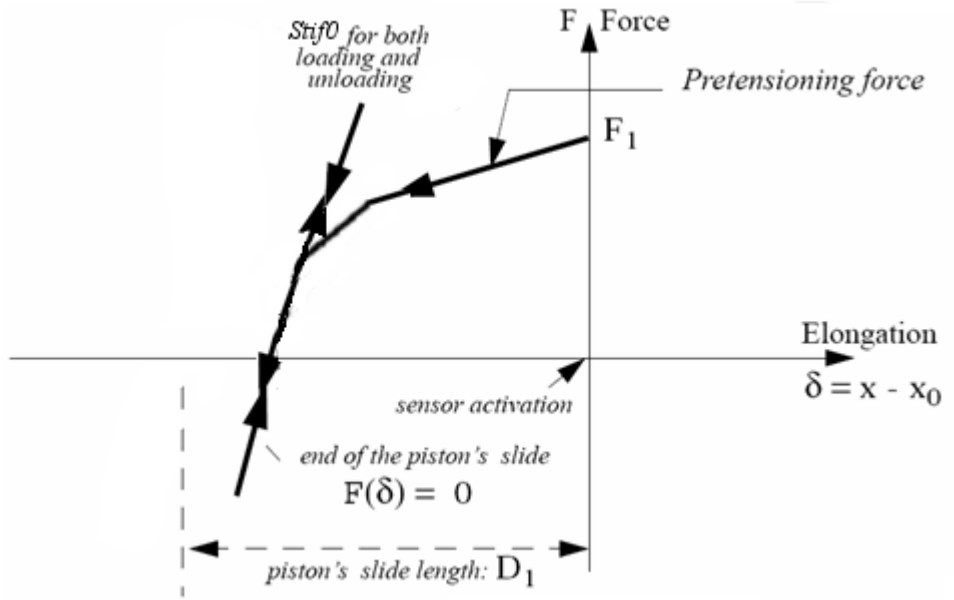
- 

図 *241: Ilock= 2*、除荷のためにスプリングがロック

7. スプリングがロックされた後、スプリング剛性は$Stif_0$となります。
8. プリテンションスプリングは、スプリングの長さがゼロに近づくと不安定になることがあります。
9. `/TH/SPRING`からの伸びの出力LX、LY、LZは、伸び速度です。
10. ボルトのプリテンションに使用される場合：
    - `/PROP/SPR_BEAM`での重複スプリングは、自由度2 – 6のボルトのモデル化に使用されます。
    - *Ilock*=1を使用します。また、プリテンションスプリングをロックする必要がある時点で力が0になる時間対力の関数*fct_ID*$_2$を定義します。図 242では、t=5.5でスプリングがロックされます。

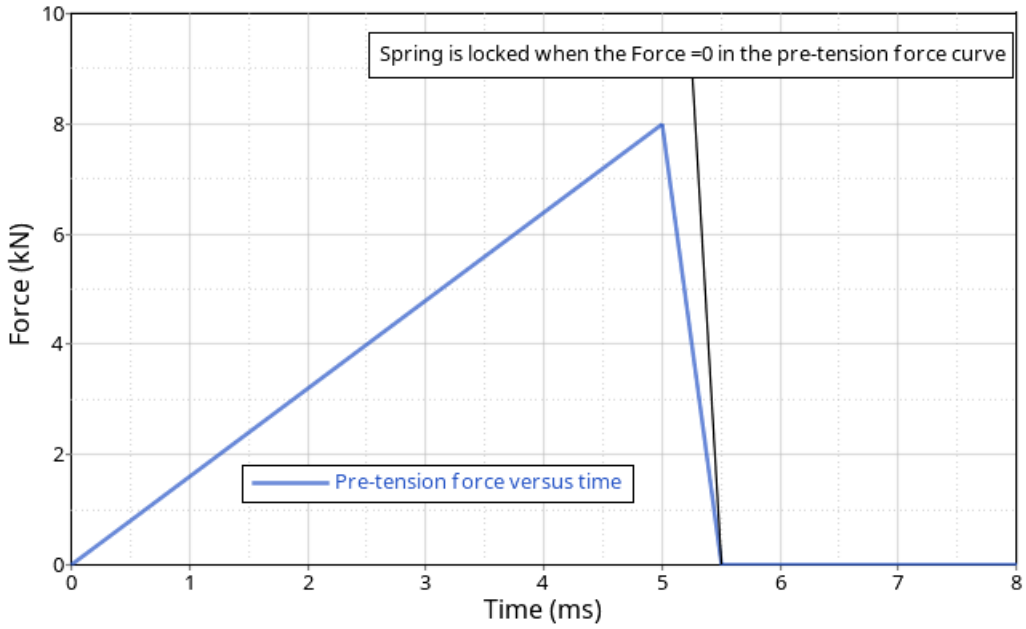


図 *242:*

See Also

材料の適合性
/SPRING (Starter)
/TH/SPRING (Starter)
Debugging Guidelines Model Preparation (User Guide)
Finite Elements, Springs (User Guide)
Spring Type Pretensioners (TYPE32) (Theory Manual)

/PROP/TYPE33 (KJOINT)

ブロックフォーマットのキーワード
ジョイントタイプのスプリングを記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/PROP/TYPE33/*prop_ID*/*unit_ID*または/PROP/KJOINT/*prop_ID*/*unit_ID*									
prop_title									
Type	*Skflag*								
skew_ID$_1$	*skew_ID*$_2$	X_k		*Cr*					

球ジョイント（Type 1）

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
K_n		K_{rx}		K_{ry}		K_{rz}			
fct_ID$_{XR}$	*fct_ID*$_{YR}$	*fct_ID*$_{ZR}$							
C_{rx}		C_{ry}		C_{rz}					
fct_ID$_{XRC}$	*fct_ID*$_{YRC}$	*fct_ID*$_{ZRC}$							

回転ジョイント（Type 2）

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
K_n		K_{rx}		*fct_ID*$_{XR}$					
C_{rx}		*fct_ID*$_{XRC}$							

円筒ジョイント（Type 3）

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
K_n		K_{tx}		K_{rx}		*fct_ID*$_{XT}$	*fct_ID*$_{XR}$		
C_{tx}		C_{rx}		*fct_ID*$_{XTC}$	*fct_ID*$_{XRC}$				

平面ジョイント（Type 4）

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
K_n		K_{ty}		K_{tz}		fct_ID_{YT}	fct_ID_{ZT}		
K_{rx}		fct_ID_{XR}							
C_{ty}		C_{tz}		C_{rx}					
fct_ID_{YTC}	fct_ID_{ZTC}	fct_ID_{XRC}							

ユニバーサルジョイント（Type 5）

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
K_n		K_{ry}		K_{rz}		fct_ID_{YR}	fct_ID_{ZR}		
C_{ry}		C_{rz}		fct_ID_{YRC}	fct_ID_{ZRC}				

並進ジョイント（Type 6）

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
K_n		K_{tx}		fct_ID_{XT}					
C_{tx}		fct_ID_{XTC}							

オールダムジョイント（Type 7）

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
K_n		K_{ty}		K_{tz}		fct_ID_{YT}	fct_ID_{ZT}		
C_{ty}		C_{tz}		fct_ID_{YTC}	fct_ID_{ZTC}				

剛性ジョイント（Type 8）

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
K_n									

フリージョイント（Type 9）

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
K_{tx}		K_{ty}		K_{tz}					
K_{rx}		K_{ry}		K_{rz}					
fct_ID_{XT}	fct_ID_{YT}	fct_ID_{ZT}							
fct_ID_{XR}	fct_ID_{YR}	fct_ID_{ZR}							
C_{tx}		C_{ty}		C_{tz}					
C_{rx}		C_{ry}		C_{rz}					
fct_ID_{XTC}	fct_ID_{YTC}	fct_ID_{ZTC}							
fct_ID_{XRC}	fct_ID_{YRC}	fct_ID_{ZRC}							

定義

フィールド	内容	SI単位の例
prop_ID	プロパティの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
prop_title	プロパティのタイトル （文字、最大100文字）	
Type	ジョイントのタイプ。 **= 1** 球ジョイント **= 2** 回転ジョイント **= 3** 円筒ジョイント **= 4** 平面ジョイント **= 5** ユニバーサルジョイント **= 6** 並進ジョイント **= 7** オールダムジョイント（回転自由度のない平面） **= 8** 固定（剛性）ジョイント	

フィールド	内容		SI単位の例
	= 9 （整数）	フリージョイント	
Skflag	スキューフレーム選択 10 **= 0**（デフォルト） **= 1** （整数）	ジョイントは平均スキューフレームで定義されます ジョイントは1つ目のボディのスキューフレームで定義されます	
skew_ID$_1$	1つ目のスキューシステムの識別子 （整数）		
skew_ID$_2$	2つ目のスキューシステムの識別子 （整数）		
X_k	インターフェースの剛性 （実数）		$\left[\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}\right]$
C_r	臨界減衰係数 デフォルト = 0.0（実数）		
K_n	固定自由度の剛性 （実数）		$\left[\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}\right]$
K_{rx}	X回転剛性関数 12 デフォルト = 1.0（実数）		$\left[\frac{\mathrm{Nm}}{\mathrm{rad}}\right]$
K_{ry}	Y回転剛性関数 12 デフォルト = 1.0（実数）		$\left[\frac{\mathrm{Nm}}{\mathrm{rad}}\right]$
K_{rz}	Z回転剛性関数 12 デフォルト = 1.0（実数）		$\left[\frac{\mathrm{Nm}}{\mathrm{rad}}\right]$
fct_ID$_{XR}$	X回転剛性関数 （整数）		
fct_ID$_{YR}$	Y回転剛性関数		

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	
fct_ID_{ZR}	Z回転剛性関数 （整数）	
C_{rx}	X回転粘性係数 13 デフォルト = 1.0（実数）	$\left[\frac{\text{Nms}}{\text{rad}}\right]$
C_{ry}	Y回転粘性係数 13 デフォルト = 1.0（実数）	$\left[\frac{\text{Nms}}{\text{rad}}\right]$
C_{rz}	Z回転粘性係数 13 デフォルト = 1.0（実数）	$\left[\frac{\text{Nms}}{\text{rad}}\right]$
fct_ID_{XRC}	X回転粘性関数 （整数）	
fct_ID_{YRC}	Y回転粘性関数 （整数）	
fct_ID_{ZRC}	Z回転粘性関数 （整数）	
fct_ID_{XT}	X並進剛性関数 （整数）	
fct_ID_{YT}	Y並進剛性関数 （整数）	
fct_ID_{ZT}	Z並進剛性関数 （整数）	
K_{tx}	X並進剛性関数 12 デフォルト = 1.0（実数）	$\left[\frac{\text{N}}{\text{m}}\right]$
K_{ty}	Y並進剛性関数 12 デフォルト = 1.0（実数）	$\left[\frac{\text{N}}{\text{m}}\right]$
K_{tz}	Z並進剛性関数 12 デフォルト = 1.0（実数）	$\left[\frac{\text{N}}{\text{m}}\right]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
C_{tx}	X並進粘性関数 13 デフォルト = 1.0（実数）	$\left[\frac{\mathrm{Ns}}{\mathrm{m}}\right]$
C_{ty}	Y並進粘性関数 13 デフォルト = 1.0（実数）	$\left[\frac{\mathrm{Ns}}{\mathrm{m}}\right]$
C_{tz}	Z並進粘性関数 13 デフォルト = 1.0（実数）	$\left[\frac{\mathrm{Ns}}{\mathrm{m}}\right]$
fct_IDX_{TC}	X並進粘性関数 （整数）	
fct_IDY_{TC}	Y並進粘性関数 （整数）	
fct_IDZ_{TC}	Z並進粘性関数 （整数）	

コメント

1. ジョイントは1つのスプリングと結合された物体に属する2つの局所座標軸によって定義されます。ここで局所軸の直交性を保証するため、結合されている物体は剛体であることを仮定します。ただし、変形しやすいボディをジョイントに結合することは可能ですが、その場合はRadiossによって警告が表示されます。さらに、変形中に軸の直交性が失われた場合、ジョイントの安定性を保証できなくなります。
2. ジョイントのプロパティは2つの結合された座標系に関して計算された局所座標系で定義されます。これらは最初の時点で一致している必要はありません。局所座標軸の初期位置が常に一致する場合は、ジョイントの局所フレームは平均位置に定義されます。最初の時点で一致しない場合、局所軸はまず初期状態の平均位置に変換されます。次にその局所座標系はこれらの回転軸に関して計算されます。
3. ジョイントの局所スキューフレームで計算される自由度の数は6です：

   $\delta_{X'}, \delta_{Y'}, \delta_{Z'}, \theta_{X'}, \theta_{Y'}, \theta_{Z'}$

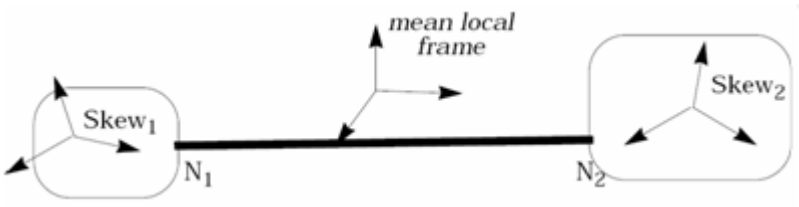


図 *243:*

4. 固定自由度とフリー自由度はそれぞれのジョイントタイプで区別されます。
5. 固定自由度には剛性が一定しているという特徴があります。

6. フリー自由度の剛性には大きい値を選択することを推奨します。フリー自由度では、ユーザー定義の特徴（線形または非線形弾性の場合がある）に臨界前粘性減衰を組み合わせます。
7. 並進および回転自由度は次のように定義されます：

$$\delta = dx_2 - dx_1 \quad (1031)$$

ここで、dx_1とdx_2は局所座標系における2つのジョイント節点の全変位です。

$$\theta = \theta_2 - \theta_1 \quad (1032)$$

ここで θ_1とθ_2は局所ジョイント座標フレームに関する2つの結合された物体の全相対回転です。

8. 力とモーメントの計算：
   - 方向の力δは次のように計算されます：

     線形スプリング：

$$\mathbf{F} = \mathbf{K}_t\boldsymbol{\delta} + \mathbf{C}_t\dot{\boldsymbol{\delta}} \quad (1033)$$

     $\mathbf{K}_t$：並進剛性 $\left(K_{tx}, K_{ty}, K_{tz}\right)$

     $\mathbf{C}_t$：並進粘性 $\left(C_{tx}, C_{ty}, C_{tz}\right)$

     非線形スプリング：

$$\mathbf{F} = \mathbf{K}_t\mathrm{f}(\boldsymbol{\delta}) + \mathbf{C}_t\mathrm{g}(\dot{\boldsymbol{\delta}}) \quad (1034)$$

   - θ方向のモーメントは次のように計算されます：

     線形スプリング：

$$\mathbf{M} = \mathbf{K}_r\boldsymbol{\theta} + \mathbf{C}_r\dot{\boldsymbol{\theta}} \quad (1035)$$

     $\mathbf{K}_r$：回転剛性（K_{rx}、K_{ry}、K_{rz}）

     $\mathbf{C}_r$：回転粘性（C_{rx}、C_{ry}、C_{rz}）

     非線形スプリング：

$$\mathbf{M} = \mathbf{K}_r\mathrm{f}(\boldsymbol{\theta}) + \mathbf{C}_r\mathrm{g}(\dot{\boldsymbol{\theta}}) \quad (1036)$$

   - ジョイントの長さは0にすることもできますが、常に0に等しくなければならないということはありません。ただし、球ジョイントまたはユニバーサルジョイントを定義する場合は、長さ0のスプリングを使用することを推奨します。
   - 一般的なケースでモーメントの全体的なバランスを保つため、回転自由度の補正項は次のように計算されます：

$$\mathbf{M}_{\theta x} = \mathbf{M}_{\theta x} + \mathbf{L}_y \times \mathbf{F}_z - \mathbf{L}_z \times \mathbf{F}_y \quad (1037)$$

$$\mathbf{M}_{\theta y} = \mathbf{M}_{\theta y} + \mathbf{L}_z \times \mathbf{F}_x - \mathbf{L}_x \times \mathbf{F}_z \quad (1038)$$

$$\mathbf{M}_{\theta z} = \mathbf{M}_{\theta z} + \mathbf{L}_x \times \mathbf{F}_y - \mathbf{L}_y \times \mathbf{F}_x \quad (1039)$$

9. 使用可能なジョイントのタイプ：

表 *22:* 使用可能なジョイント

タイプ番号	ジョイントタイプ	**dx**	**dy**	**dz**	θ_X	θ_Y	θ_Z
1	球	x	x	x	0	0	0
2	回転	x	x	x	0	x	x
3	円筒	0	x	x	0	x	x
4	平面	x	0	0	0	x	x
5	ユニバーサル（Universal）（開発ソースのみ）	x	x	x	x	0	0
6	並進	0	x	x	x	x	x
7	オールダム	x	0	0	x	x	x
8	剛性	x	x	x	x	x	x
9	フリー	0	0	0	0	0	0

ここで：

x：固定自由度

0：フリー（ユーザー定義）自由度：

- ジョイントはユーザー定義の質量や慣性をもつことができません、このため節点時間ステップが常に用いられます。
- 粘性減衰を組み込む方法は以下の2つです：

a. 1）臨界減衰の定義（固定自由度の場合のみ）：

臨界減衰係数の項で粘性減衰を定義します。要素の固定剛性値を使用して臨界減衰係数が計算されます。質量と慣性は、ジョイントに結合されている各剛体の値の半分です。各剛体に1つしかジョイントが結合されていない場合は、この概算で十分です。それ以外の場合は、臨界減衰が過剰に予測されるため、Radioss入力の減衰係数を小さくしてください。すべての固定自由度には同じ減衰が適用されます。

b. ユーザー定義の一定減衰または非線形減衰：

フリー自由度毎に独立した減衰パラメータを定義できます。

10. *Skflag* = 1の場合は、1つ目の結合ボディの局所座標系としてジョイントの局所フレームが選択されます。この場合、平均スキュー位置は計算されません。ただし、2つ目の局所座標系は定義する必要があります。

11. ユニバーサルジョイントの場合はこのオプションはアクティブではなく、常に両方のスキュー軸が局所ジョイントフレームの計算に使用されます。

12. ユーザー定義の関数がない場合は、線形ジョイントに対して係数K_{rx}、K_{ry}、K_{rz}、K_{tx}、K_{ty}、K_{tz}が使用されます。いずれかの関数番号が0でない場合、対応する剛性係数は関数のスケールファクターになります。このルールは、すべてのジョイントタイプのすべての自由度に適用されます。
13. ユーザー定義の関数がない場合、係数C_{rx}、C_{ry}、C_{rz}、C_{tx}、C_{ty}とC_{tz}は線形粘性係数として用いられます。いずれかの関数番号が0で無い場合、対応する係数は関数のスケールファクターになります。
14. ユニバーサルジョイントの長さは初期状態では0に等しくなければなりません。ユニバーサルジョイントの局所スキューシステムは以下のように定義されます：

    Y局所軸 = 1つ目のボディの局所スキューシステムのX軸

    Z局所軸 = 2つ目のボディの局所スキューシステムのX軸

    X局所軸 = YΛ Z
15. この局所フレームは最初の時点では直交している必要があります。したがって、2つの定義ボディスキュー軸のX軸が初期位置で直交する必要があります。ジョイントの局所フレームはその後、変形によって直交しなくなることもあります。その場合、力とモーメントはその非直交フレームで計算されます。
16. 各`/PROP/KJOINT`では、固有の局所座標系定義を使用します。 そのため、1つのプロパティで1つのスプリング要素のみを参照できます。

See Also

材料の適合性
/SPRING (Starter)
/TH/SPRING (Starter)
スキューとフレーム(/SKEW & /FRAME)
Finite Elements, Springs (User Guide)

/PROP/TYPE35 (STITCH)

ブロックフォーマットのキーワード
このプロパティはステッチスプリングを記述します。ステッチスプリングの特徴は、複雑な破壊基準のパラメータ化が可能な点です。この基準は圧縮と張力で異なります。

指定した方向の破壊基準より最大変形が大きい場合、スプリングは損傷モードになります。このモード情報は、これから破壊が始まる隣接するスプリング要素に伝達されます。プロパティタイプSTITCHは、スプリング要素で使用する必要があります。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/PROP/TYPE35/*prop_ID*/*unit_ID*または/PROP/STITCH/*prop_ID*/*unit_ID*									
prop_title									
Amas		*Elastif*		*Xlim1*				X_k	
fct_ID_1	fct_ID_2	fct_ID_3	fct_ID_4	*Damg*		F_{delay}			

定義

フィールド	内容	SI単位の例
prop_ID	プロパティの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
prop_title	プロパティのタイトル （文字、最大100文字）	
Amas	単位長さあたりの質量 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}}\right]$
Elastif	単位長さあたりの剛性 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}^2}\right]$
Xlim1	張力推移による変形 （実数）	
X_k	インターフェースの剛性 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}\right]$

フィールド	内容	SI単位の例
fct_ID_1	初期引張関数の識別子 （整数）	
fct_ID_2	初期圧縮関数の識別子 （整数）	
fct_ID_3	最終引張関数の識別子 （整数）	
fct_ID_4	最終圧縮関数の識別子 （整数）	
Damg	0 < *Damg* < 1の損傷係数 4 **= 0** 損傷なし **= 1** 完全に損傷（破壊後の剛性が0の状態） （実数）	
F_{delay}	破壊遅延係数 （実数）	

コメント

1. このプロパティでは、次のように2つのモデルが定義されます：

   損傷前の1つ目のモデル（次の入力を使用）：
   - *Elastif*
   - fct_ID_1は、引張の場合の降伏力とひずみの関係を定義します。
   - fct_ID_2は、圧縮の場合の降伏力とひずみの関係を定義します。

   損傷後の2つ目のモデル（次の入力を使用）：
   - *Elastif*
   - fct_ID_3は、引張の場合の降伏力とひずみの関係を定義します。
   - fct_ID_4は、圧縮の場合の降伏力とひずみの関係を定義します。
2. このプロパティのデフォルト値はありません。すべてのパラメータを定義する必要があります。
3. 損傷は以下の場合に始まります。
   - スプリングがひずみ引張限度の*Xlim1*に達した場合；または
   - 結合されているスプリングが独自のひずみ引張限度に達した場合。
4. *Damg*は、n=1/F_{delay}サイクル後にしか使用されません。
   - *Damg*= 0の場合、スプリングはfct_ID_3、fct_ID_4から動きません。

- *Damg*= 1の場合、内力は1サイクル以内に0にリセットされます。

この係数は、破壊により内力が0.0に設定された場合の安定性を改善するために導入されました。

0.8推奨。

See Also

材料の適合性

/PROP/TYPE36 (PREDIT)

ブロックフォーマットのキーワード
preditプロパティセットを記述します。これは、スポット溶接をモデル化するためのビームのようなスプリング要素です。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/PROP/TYPE36/*prop_ID*/*unit_ID*または/PROP/PREDIT/*prop_ID*/*unit_ID*									
prop_title									
Iu_{typ}									

Iu_{typ} = 1であれば、

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Skew_ID	$prop\_ID_1$	$prop\_ID_2$							
X_k									

Iu_{typ} = 2であれば、

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
mat_ID									
Area		$I_{XX}XX$		$I_{YY}YY$		$I_{ZZ}ZZ$		*Ray*	

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
prop_ID	プロパティの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
prop_title	プロパティのタイトル （文字、最大100文字）	
Iu_{typ}	プロパティタイプフラグ	

フィールド	内容		**SI** 単位の例
	= 1	PREDITタイプ1	
	= 2	PREDITタイプ2	
	（整数）		
Skew_ID	スキューの識別子 （整数）		
prop_ID$_1$	1つ目のプロパティ識別子 （整数）		
prop_ID$_2$	2つ目のプロパティ識別子 （整数）		
X_k	インターフェースの剛性 （実数）		$\left[\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}\right]$
mat_ID	材料識別子 （整数）		
Area	Area （実数）		$[\mathrm{m}^2]$
$I_{XX}XX$	ねじり部分の慣性$I_{XX}XX$ （実数）		$[\mathrm{m}^4]$
$I_{YY}YY$	曲げ部分の慣性$I_{YY}YY$ （実数）		$[\mathrm{m}^4]$
$I_{ZZ}ZZ$	曲げ部分の慣性$I_{ZZ}ZZ$ （実数）		$[\mathrm{m}^4]$
Ray	半径		$[\mathrm{m}]$
	= 0	ユーザーが次の値を定義：面積、$I_{XX}XX$、$I_{YY}YY$および$I_{ZZ}ZZ$	
	≠ 0	面積と慣性は計算されます。	
	（実数）		

例

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  1. LOCAL_UNIT_SYSTEM:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/2
unit for prop
#              MUNIT               LUNIT               TUNIT
                 kg                   m                   s
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PROP/SPR_PRE/11/2
PRETENSIONNER
#                  M                                sensor_ID     Ilock
                .05                                         1         0
#              Stif0                  F1                  D1                  E1                Stif1
             100000                   0                 .25                   0                   0
#funct_ID1 funct_ID2
         1         0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/SENSOR/TIME/1
pretentionner
#         Tdelay
                0.1
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/1
Loading force function vs displacement after sensor activation
#                  X                   Y
                  -1                   0
                -.1                  95
                   0                 100
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
```

コメント

1. PREDITタイプ2はPredit材料（/MAT/LAW54 (PREDIT)）とのみ使用します。
2. PREDITタイプ2は必ずPREDITタイプ1から参照されます。1つのスプリングをPREDITタイプ1のみと関連付けることはできません。
3. PREDITプロパティタイプ1は2つのPREDITプロパティタイプ2を参照できます。

See Also

材料の適合性

スキューとフレーム（/SKEW & /FRAME）

/PROP/TYPE44 (SPR_CRUS)

ブロックフォーマットのキーワード
これはクラッシャブルフレームの圧縮、引張り、ねじり、曲げの単純なマクロモデルを表現するスプリング要素です。

元は、この要素は PSA PEUGEOT CITROËNとの協力で開発されました。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/PROP/TYPE44/*prop_ID*/*unit_ID*または/PROP/SPR_CRUS/*prop_ID*/*unit_ID*									
prop_title									
Mass/ L		*Inertia / L*		K_{inter}		*Skew_ID*	$I_{coupling}$	I_{filtr}FILTR	
K_{11}L		K_{44}L		K_{55}L		K_{66}L		I_{damp}	
K_{5b}L		K_{6c}L							
fct_X_{+i}	fct_X_{-i}	fct_X_{-r}		$Fscale\_X_Y$					
fct_XX_{+i}	fct_XX_{--i}	fct_XX_{+r}	fct_XX_{--r}	$Fscale\_XX_Y$					
fct_YY1_{+i}	fct_YY1_{-i}	fct_YY1_{+r}	fct_YY1_{-r}	$Fscale\_YY1_Y$					
fct_ZZ1_{+i}	fct_ZZ1_{-i}	fct_ZZ1_{+r}	fct_ZZ1_{-r}	$Fscale\_ZZ1_Y$					
fct_YY2_{+i}	fct_YY2_{-i}	fct_YY2_{+r}	fct_YY2_{-r}	$Fscale\_YY2_Y$					
fct_ZZ2_{+i}	fct_ZZ2_{-i}	fct_ZZ2_{+r}	fct_ZZ2_{-r}	$Fscale\_ZZ2_Y$					
X_lim_g		*X_lim*		*XX_lim*					
YY1_lim		*ZZ1_lim*		*YY2_lim*		*ZZ2_lim*			

I_{damp} = 1の場合、

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
fct_D_x	*Dscale_x*		*F_x*						
fct_D_y	*Dscale_y*		*F_y*						
fct_D_z	*Dscale_z*		*F_z*						
fct_D_xx	*Dscale_xx*		*F_xx*						

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
fct_D_yy	*Dscale_yy*		*F_yy*						
fct_D_zz	*Dscale_zz*		*F_zz*						

定義

フィールド	内容	SI単位の例
prop_ID	プロパティの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
prop_title	プロパティのタイトル （文字、最大100文字）	
Mass/ L	単位長さあたりのフレーム質量 （実数）	$[\mathrm{kgm}]$
Inertia / L	単位長さあたりのフレーム慣性 （実数）	$[\mathrm{kgm}]$
K_{inter}	接触インターフェース剛性$K_{inter} = \frac{AE}{L}$ 2 *A* フレーム面積 *E* ヤング率 *L* フレーム長さ （実数）	$\left[\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}\right]$
Skew_ID	スキュー座標系識別子。 （整数）	
$I_{coupling}$	カップリングフラグ 3 *= 0* それぞれの要素は個別に計算されます	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 1 どの方向の力とモーメントも連成します （整数）	
$K_{11}L$	Lが掛けられる、引張 / 圧縮剛性 （実数）	$\left[\frac{N}{m}\right]$
$K_{44}L$	Lが掛けられる、X軸周りのねじり剛性 （実数）	$[Nm^2]$
$K_{55}L$	Lが掛けられる、Y軸周りの曲げ剛性 （実数）	$[Nm^2]$
$K_{66}L$	Lが掛けられる、Z軸周りの曲げ剛性 （実数）	$[Nm^2]$
$K_{5b}L$	Lが掛けられる、XY剛性軸のせん断曲げ （実数）	$[Nm^2]$
$K_{6c}L$	Lが掛けられる、XZ剛性軸のせん断曲げ （実数）	$[Nm^2]$
fct_X_{+i}	X方向のひずみに対する引張力の関数 （整数）	
fct_X_{-i}	X方向のひずみに対する初期圧縮力の関数要素の初期状態に用いられます。4 （整数）	
fct_X_{-r}	X方向のひずみに対する残留圧縮力の関数要素の残留状態に用いられます。4 （整数）	
$Fscale\_X_Y$	引張り関数の縦軸のスケールファクタ デフォルト = 1（実数）	
fct_XX_{+i}	正方向のねじれ角に対する初期ねじりモーメントの関数要素の初期状態に用いられます。 （整数）	$[N]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
fct_XX$_{-i}$	負方向のねじれ角に対する初期ねじりモーメントの関数要素の初期状態に用いられます。 （整数）	
fct_XX$_{+r}$	正方向のねじれ角に対する残留ねじりモーメントの関数要素の残留状態に用いられます。 （整数）	
fct_XX$_{-r}$	負方向のねじれ角に対する残留ねじりモーメントの関数要素の残留状態に用いられます。 （整数）	
Fscale_XX$_Y$	モーメント関数の縦軸のスケールファクタ デフォルト = 1（実数）	$[\mathrm{Nm}^2]$
fct_YY1$_{+i}$	節点1の正の方向の曲げ角度に対する初期Yモーメントの関数要素の初期状態に用いられます。 （整数）	
fct_YY1$_{-i}$	節点1の負の方向の曲げ角度に対する初期 Yモーメントの関数要素の初期状態に用いられます。 （整数）	
fct_YY1$_{+r}$	節点1の正の方向の曲げ角度に対する残留Yモーメントの関数要素の残留状態に用いられます。 （整数）	
fct_YY1$_{-r}$	節点1の負の方向の曲げ角度に対する残留Yモーメントの関数要素の残留状態に用いられます。 （整数）	
Fscale_YY1$_Y$	節点1の曲げYモーメント関数の縦軸のスケールファクター デフォルト = 1（実数）	$[\mathrm{Nm}]$
fct_ZZ1$_{+i}$	節点1の正の方向の曲げ角度に対する初期Zモーメントの関数要素の初期状態に用いられます。 （整数）	
fct_ZZ1$_{-i}$	節点1の負の方向の曲げ角度に対する初期Zモーメントの関数要素の初期状態に用いられます。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	
fct_ZZ1$_{+r}$	節点1の正の方向の曲げ角度に対する残留Zモーメントの関数要素の残留状態に用いられます。 （整数）	
fct_ZZ1$_{-r}$	節点1の負の方向の曲げ角度に対する残留Zモーメントの関数要素の残留状態に用いられます。 （整数）	
Fscale_ZZ1$_Y$	節点1の曲げZモーメント関数の縦軸のスケールファクター デフォルト = 1（実数）	[Nm]
fct_YY2$_{+i}$	節点2の正の方向の曲げ角度に対する初期Yモーメントの関数要素の初期状態に用いられます。 （整数）	
fct_YY2$_{-i}$	節点2の負の方向の曲げ角度に対する初期 Yモーメントの関数要素の初期状態に用いられます。 （整数）	
fct_YY2$_{+r}$	節点2の正の方向の曲げ角度に対する残留Yモーメントの関数要素の残留状態に用いられます。 （整数）	
fct_YY2$_{-r}$	節点2の負の方向の曲げ角度に対する残留Yモーメントの関数要素の残留状態に用いられます。 （整数）	
Fscale_YY2$_Y$	節点2の曲げYモーメント関数の縦軸のスケールファクター デフォルト = 1（実数）	[Nm]
fct_ZZ2$_{+i}$	節点2の正の方向の曲げ角度に対する初期Zモーメントの関数要素の初期状態に用いられます。 （整数）	
fct_ZZ2$_{-i}$	節点2の負の方向の曲げ角度に対する初期Zモーメントの関数要素の初期状態に用いられます。 （整数）	
fct_ZZ2$_{+r}$	節点2の正の方向の曲げ角度に対する残留Zモーメントの関数要素の残留状態に用いられます。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	
fct_ZZ2$_{-r}$	節点2の負の方向の曲げ角度に対する残留Zモーメントの関数要素の残留状態に用いられます。 （整数）	
Fscale_ZZ2$_Y$	節点2の曲げZモーメント関数の縦軸のスケールファクター デフォルト = 1（実数）	[Nm]
X_lim_g	X方向のその要素と隣接フレーム要素が初期状態から残留状態へ移行する全体ひずみこれはフレーム要素が完全に崩壊したことを示します。 （実数）	
X_lim	前と同じですが、X方向のひずみが限界を超えた時に移行します。 （実数）	
XX_lim	前と同じですが、XX方向（ねじり）のせん断ひずみが限界を超えた時に移行します。 （実数）	[rad]
YY1_lim	前と同じですが、節点1のYY方向のせん断ひずみが限界を超えた時に移行します。節点1を共有する要素で、その節点の全ての自由度が残留状態に移行します。 （実数）	[rad]
ZZ1_lim	前と同じですが、節点1のZZ方向のせん断ひずみが限界を超えた時に移行します。節点1を共有する要素で、その節点の全ての自由度が残留状態に移行します。 （実数）	[rad]
YY2_lim	前と同じですが、節点2のYY方向のせん断ひずみが限界を超えた時に移行します。節点2を共有する要素で、その節点の全ての自由度が残留状態に移行します。 （実数）	[rad]
ZZ2_lim	前と同じですが、節点2のZZ方向のせん断ひずみが限界を超えた時に移行します。節点2を共有する要素で、その節点の全ての自由度が残留状態に移行します。 （実数）	[rad]
I_{filtr}*FILTR*	ひずみ速度フィルタリングフラグ。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 0 ひずみ速度フィルタリングなし *= 1* ひずみ速度フィルタリングあり （整数）	
I_{damp}	減衰フラグ *= 0* 減衰なし *= 1* 減衰あり （整数）	
fct_D_x	X - DOFの減衰力-伸び速度曲線	
fct_D_y	Y - DOFの減衰力-伸び速度曲線	
fct_D_z	Z - DOFの減衰力-伸び速度曲線	
fct_D_xx	XX - DOFの減衰力-伸び速度曲線	
fct_D_yy	YY - DOFの減衰力-伸び速度曲線	
fct_D_zz	ZZ - DOFの減衰力-伸び速度曲線	
Dscale_x	X – DOFの線形減衰または関数減衰スケールファクター デフォルト = 1（コメント10をご参照ください） （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{s}}\right]$ または $[\mathrm{N}]$
Dscale_y	Y – DOFの線形減衰または関数減衰スケールファクター デフォルト = 1（コメント10をご参照ください） （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{s}}\right]$ または $[\mathrm{N}]$
Dscale_z	Z – DOFの線形減衰または関数減衰スケールファクター デフォルト = 1（コメント10をご参照ください） （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{s}}\right]$ または $[\mathrm{N}]$
Dscale_xx	XX – DOFの線形減衰または関数減衰スケールファクター デフォルト = 1（コメント10をご参照ください） （実数）	$\left[\frac{kg\cdot \mathrm{m}}{s}\right]$ または $[\mathrm{Nm}]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
Dscale_yy	YY – DOFの線形減衰または関数減衰スケールファクター デフォルト = 1(コメント10をご参照ください) (実数)	$\left[\frac{kg\cdot \mathrm{m}}{s}\right]$ または $[\mathrm{Nm}]$
Dscale_zz	ZZ – DOFの線形減衰または関数減衰スケールファクター デフォルト = 1(コメント10をご参照ください) (実数)	$\left[\frac{kg\cdot \mathrm{m}}{s}\right]$ または $[\mathrm{Nm}]$
F_x	X - DOFの力-伸び速度曲線の横軸のスケールファクター デフォルト = 1(コメント10をご参照ください) (実数)	$\left[\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\right]$
F_y	Y - DOFの力-伸び速度曲線の横軸のスケールファクター デフォルト = 1(コメント10をご参照ください) (実数)	$\left[\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\right]$
F_z	Z - DOFの力-伸び速度曲線の横軸のスケールファクター デフォルト = 1(コメント10をご参照ください) (実数)	$\left[\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\right]$
F_xx	XX - DOFの力-伸び速度曲線の横軸のスケールファクター デフォルト = 1(コメント10をご参照ください) (実数)	$\left[\frac{1}{\mathrm{s}}\right]$
F_yy	YY - DOFの力-伸び速度曲線の横軸のスケールファクター デフォルト = 1(コメント10をご参照ください) (実数)	$\left[\frac{1}{\mathrm{s}}\right]$
F_zz	ZZ - DOFの力-伸び速度曲線の横軸のスケールファクター デフォルト = 1(コメント10をご参照ください) (実数)	$\left[\frac{1}{\mathrm{s}}\right]$

例

この例では、剛性のほかに、引張、圧縮、ねじり、Y方向の曲げ、およびZ方向の曲げの荷重ケースを記述する関数も取り上げます。

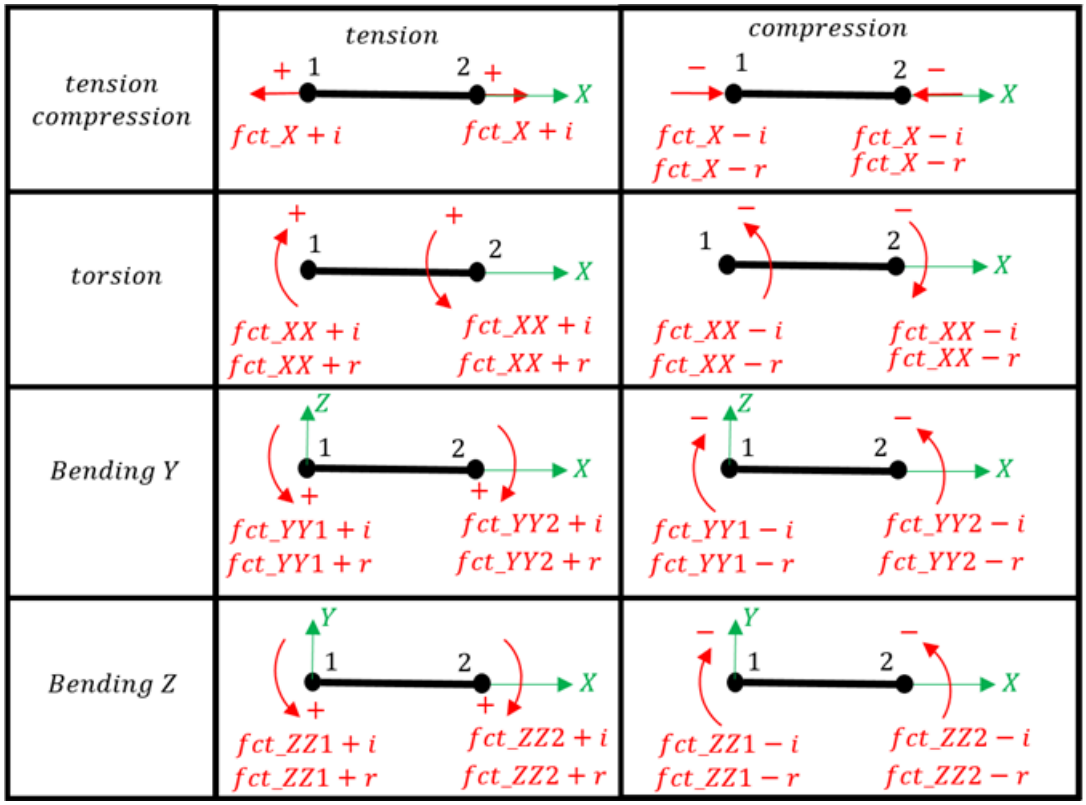


図 *244:*

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  1. LOCAL_UNIT_SYSTEM:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/2
unit for prop
#              MUNIT                LUNIT                TUNIT
                   g                   mm                   ms
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. GEOMETRICAL SETS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PROP/TYPE44/2/2
prop44 example
#             MASS/L           INERTIA/L              Kinter   Skew_Id Icoupling   Ifilter
              .01267                 52                   0         0         0         0
#                K11                K44                 K55                K66     Idamp
           341270000          645300000         17692570000         27269000000         0
#                K5b                K6c
           200000000          300000000
#FUNCT_X+I FUNCT_X-I FUNCT_X-R                        FSCALE_XY
      1000       1001       1002                             0
#FUNCTXX+I FUNCTXX-I FUNCTXX+R FUNCTXX-R          FSCALE_XXY
      1010       1011       1012       1013                  0
#FUNCYY1+I FUNCYY1-I FUNCYY1+R FUNCYY1-R          FSCALEYY1Y
      1020       1021       1022       1023                  0
#FUNCZZ1+I FUNCZZ1-I FUNCZZ1+R FUNCZZ1-R          FSCALEZZ1Y
      1030       1031       1032       1033                  0
#FUNCYY2+I FUNCYY2-I FUNCYY2+R FUNCYY2-R          FSCALEYY2Y
      1020       1021       1022       1023                  0
#FUNCZZ2+I FUNCZZ2-I FUNCZZ2+R FUNCZZ2-R          FSCALEZZ2Y
      1030       1031       1032       1033                  0
#            X_lim_g              X_lim               XX_lim
                -.709            -.0455                  .34
#            YY1_lim             ZZ1_lim             YY2_lim             ZZ2_lim
                .137               .1396                .138               .1393
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  3. FUNCTIONS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/1000
fct_X+i (tension, initial state)
#                  X                   Y
                  -1               10000
                   0               10000
```

```
               .0012               44500
                  1                44500
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/1001
fct_X-i (compression, initial state)
#                  X                   Y
                -.9               -71200
              -.865               -45100
              -.777               -27500
              -.708               -14300
             -.0488               -14200
             -.0454               -14700
             -.0299               -21300
             -.0238               -39700
              -.02                -44500
                 0                -38100
                 1                -38100
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/1002
fct_X-r (compression, collapsed state)
#                  X                   Y
                -.9               -71300
              -.865               -45200
              -.777               -27600
              -.708               -14000
                 1                -14000
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/1010
fct_XX+i (initial state)
#                  X                   Y
                -1                464000
                 0                464000
               .12                486000
               .16                479000
               .19                453000
               .34                193000
                .8                 70000
               1.6                181000
               3.3                 84000
                 5                 84000
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/1011
fct_XX-i (initial state)
#                  X                   Y
                -5                -84000
              -3.3                -84000
              -1.6               -181000
               -.8                -70000
              -.34               -193000
              -.19               -453000
              -.16               -479000
              -.12               -486000
                 0               -464000
                 1               -464000
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/1012
fct_XX+r (collapsed state)
#                  X                   Y
                -1                193000
               .34                193000
                .8                 70000
               1.6                181000
               3.3                 84000
                 5                 84000
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/1013
fct_XX-r (collapsed state)
#                  X                   Y
                -5                -84000
              -3.3                -84000
              -1.6               -181000
               -.8                -70000
              -.34               -193000
                 1               -193000
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/1020
fct_YY1+i, fct_YY2+i (initial state)
#                  X                   Y
                -1                800000
                 0                800000
              .051                895000
              .082                799000
              .135                534000
               .24                370000
               .32                315000
```

```
                    1               315000
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/1021
fct_YY1-i, fct_YY2-i (initial state)
#                   X                   Y
                   -1             -315000
                 -.32             -315000
                 -.24             -370000
                -.135             -534000
                -.082             -799000
                -.051             -895000
                    0             -800000
                    1             -800000
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/1022
fct_YY1+r, fct_YY2+r (collapsed state)
#                   X                   Y
                   -1              150000
                 -.9               150000
                 -.6               178000
                -.45               250000
                 -.3               462000
                 -.2               663000
                -.15               717000
                 -.1               674000
                .135               534000
                 .24               370000
                 .32               315000
                   1               315000
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/1023
fct_YY1-r, fct_YY2-r (collapsed state)
#                   X                   Y
                  -1             -315000
                -.32             -315000
                -.24             -370000
               -.135             -534000
                  .1             -674000
                .15              -717000
                  .2             -663000
                  .3             -462000
                .45              -250000
                  .6             -178000
                  .9             -150000
                   1             -150000
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/1030
fct_ZZ1+i, fct_ZZ2+i (initial state)
#                   X                   Y
                  -1              500000
                   0              500000
               .0255              700000
                .051              700000
               .1395              380000
               .3375              250000
                   1              250000
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/1031
fct_ZZ1-i, fct_ZZ2-i (initial state)
#                   X                   Y
                  -1             -250000
              -.3375             -250000
              -.1395             -380000
               -.051             -700000
              -.0255             -700000
                   0             -500000
                   1             -500000
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/1032
fct_ZZ1+r, fct_ZZ2+r (collapsed state)
#                   X                   Y
                  -1              110000
                -.45              110000
                -.15              442000
                 -.1              491000
                -.05              478000
               .1395              380000
               .3375              250000
                   1              250000
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/1033
fct_ZZ1-r, fct_ZZ2-r (collapsed state)
#                   X                   Y
                  -1             -250000
              -.3375             -250000
```

```
              -.1395             -380000
                 .05             -478000
                  .1             -491000
                 .15             -442000
                 .45             -110000
                    1            -110000
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#enddata
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. このプロパティは2節点スプリング要素とリンクします。
2. *Kinter*は、フレーム要素が接触で参照される時、インターフェース剛性の計算に用いられます。
3. $I_{coupling}$ =1の場合、力によって生成されるモーメントはそれぞれのフレーム要素の全体モーメントの釣り合いで計算されます(スプリング/PROP/TYPE8 (SPR_GENE)のI_{equil}*EQUIL* =1フラグと同様です)。
4. クラッシャブルフレームの鎖の座屈挙動を再現するため、それぞれの要素は初期状態または残留状態(崩壊)のどちらかが仮定されます。初期では全てのクラッシャブルフレーム要素は初期状態で対応する"初期"の力ひずみ曲線が用いられます。ひずみが特定の要素で*X_lim_g*よりも大きくなった時、その要素は残留状態に移行します。その後、この要素には"残留"力ひずみ曲線が全ての自由度で用いられます。同時に、情報は接続しているフレーム要素(左と右、TYPE44で定義されたもののみ)に送られ、これらの要素の両方の節点が残留状態に移行します。
5. 値*X_lim*かつ / または*XX_lim*に達した時、両方の要素の節点の全ての自由度が残留状態に移行します。隣接する要素も残留状態に移行します。
6. 値*YYi_lim*かつ / または*ZZi_lim*に達した時、その節点につながる要素*i*の全ての自由度が残留状態に移行します。節点を共有する隣接要素も残留状態に移行します。
7. 関数*fct_X*$_{+i}$または*fct_XX*$_{+i}$はフレーム要素の両方の節点にリンクします。
8. スキューがプロパティに定義されている場合、Z方向は次のようになります:

$$\mathbf{Z} = \mathbf{X} \Lambda \mathbf{Y}_{skew} \tag{1040}$$

9. プロパティセットでスキューフレームが割り当てられていない場合、Z方向は次のようになります:

$$\mathbf{Z} = \mathbf{X} \Lambda \mathbf{Y}_{global} \tag{1041}$$

10. 減衰関数が定義されている場合、減衰関数の式が線形減衰に代わって使用されます。

力の線形減衰:

$F_{damp} = D_{scale_i} \cdot \dot{\delta}_i$ で、($i = x, y, z, xx, yy, zz$- DOF)

力の関数減衰:

$F_{damp} = H_{scale_i} \cdot \mathrm{h}\left(\frac{\dot{\delta}_i}{F_i}\right)$ で、($i = x, y, z, xx, yy, zz$- DOF)

ここで:

$H_{scale_i} = D_{scale_i}$

$\dot{\delta}_i$

伸び速度。

$\mathrm{h}\left(\frac{\dot{\delta}_i}{F_i}\right)$

各DOFの減衰力-伸び速度曲線

F_i
各DOFの力-伸び速度曲線の横軸のスケールファクター。

See Also
材料の適合性
/SPRING (Starter)
/TH/SPRING (Starter)
Finite Elements, Springs (User Guide)
スキューとフレーム（/SKEW & /FRAME）

/PROP/TYPE45 (KJOINT2)

ブロックフォーマットのキーワード

`KJOINT2`は、剛体または弾性体間のジョイント結合を実現するためのペナルティ結合に使用されます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
`/PROP/TYPE45`/*prop_ID*/*unit_ID*または`/PROP/KJOINT2`/*prop_ID*/*unit_ID*									
prop_title									
Type	K_n		*ScF*		*Cr*		*sens_ID*	$Skew\_ID_1$	$Skew\_ID_2$

固定されていないそれぞれの併進自由度に対して定義されます（ジョイントのタイプに依存）

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
K_{ti}		fct_K_{ti}	SD_{i-}		SD_{i+}		$Icomb\_t_i$		
C_t		fct_C_{ti}							
K_{fxi}		FF_i		fct_FF_i					

固定されていないそれぞれの回転自由度に対して定義されます（ジョイントのタイプに依存）

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
K_{ri}		fct_K_{ri}	SA_{i-}		SA_{i+}		$Icomb\_r_i$		
C_{ri}		fct_C_{ri}							
K_{fri}		FM_i		fct_FM_i					

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
prop_ID	プロパティの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	（オプション）単位識別子 （整数、最大10桁）	
prop_title	プロパティのタイトル	

フィールド	内容	SI単位の例
	（文字、最大100文字）	
Type	ジョイントタイプ（ジョイントタイプリスト） **= 1** 球ジョイント **= 2** 回転ジョイント **= 3** 円筒ジョイント **= 4** 平面ジョイント **= 5** ユニバーサルジョイント **= 6** 並進ジョイント **= 7** オールダムジョイント（回転自由度のない平面） **= 8** 固定（剛性）ジョイント **= 9** フリージョイント （整数）	
K_n	固定自由度の剛性 4 **= 0** 剛性は自動的に計算されます。 **> 0** 入力された値が剛性です。 デフォルト = 0.0（実数）	$\left[\frac{N}{m}\right]$
ScF	K_nのスケールファクター。4 *Kn*= 0の場合、並進剛性と回転剛性の両方に作用するスケールファクター。 デフォルト = 1.0（実数） *K n* > 0の場合、回転剛性のみに作用するスケールファクター。 デフォルト = 10.0（実数）	
Cr	臨界減衰係数 4 デフォルト = 0.05（実数）	
sens_ID	センサーの識別子 3 （整数）	
$Skew\_ID_1$	1つ目のスキューシステムの識別子 4 （整数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
$Skew\_ID_2$	2つ目のスキューシステムの識別子 4 （整数）	
K_{ti}	固定されていない自由度の並進剛性 4 *fct_Kti*= 0の場合、固定並進剛性値 *fct_K ti* > 0の場合、並進剛性スケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	$\left[\frac{N}{m}\right]$ または $[N]$
fct_K_{ti}	並進力 vs 固定されていない自由度の変位の関数の識別子 （整数）	
$SDi\text{-}, SD_{i+}$	負と正の停止変位 8 デフォルト = 0.0（実数）	$[m]$
C_{ti}	固定されていない自由度の並進粘性係数 4 fct_C_{ti} = 0の場合、並進粘性 fct_C_{ti} > 0の場合、並進粘性スケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	$\left[\frac{Ns}{m}\right]$ または $[N]$
fct_C_{ti}	並進粘性力 vs 変位速度の関数の識別子 （整数）	
K_{fti}	摩擦の弾性剛性と停止変位 5 デフォルト = 0.0（実数）	$\left[\frac{N}{m}\right]$
FF_i	摩擦力の値 5 デフォルト = 0.0（実数）	$[N]$
fct_FF_i	摩擦力 vs 変位の関数の識別子 （整数）	
$Icomb\_t_i$	停止変位の結合のフラグ 10 **= 0**（デフォルト）　変位を独立して停止 **=1**　変位の停止が結合される （整数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
K_{ri}	固定されていない自由度の回転剛性係数 4 *fct_*K_{ri} = 0の場合、固定回転剛性値 *fct_Kri* > 0の場合、回転剛性スケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	$\left[\frac{\mathrm{Nm}}{\mathrm{rad}}\right]$ または $[\mathrm{Nm}]$
*fct_*K_{ri}	回転のモーメント vs 回転角度の関数の識別子 （整数）	
SA_{i-}, SA_{i+}	負と正のラジアン単位での停止角度 8 デフォルト = 0.0（実数）	$[\mathrm{rad}]$
C_{ri}	固定されていない自由度の回転粘性係数 *fct_*C_{ri} = 0の場合、固定回転粘性値 *fct_Cri* > 0の場合、回転粘性スケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	$\left[\frac{\mathrm{Nms}}{\mathrm{rad}}\right]$ または $[\mathrm{Nm}]$
*fct_*C_{ri}	回転粘性のモーメント vs 回転角度速度の関数の識別子 （整数）	
K_{fri}	摩擦のラジアン当たりの弾性剛性と停止角度 5 デフォルト = 0.0（実数）	$\left[\frac{\mathrm{Nm}}{\mathrm{rad}}\right]$
FM_i	固定されていない自由度の摩擦モーメント値 5 *fct_*FM_i = 0の場合、固定摩擦モーメント値 *fct_FMi* > 0の場合、摩擦モーメントスケールファクター デフォルト = 0.0（実数）	$[\mathrm{Nm}]$
*fct_*FM_i	摩擦のモーメント vs 回転角度の関数の識別子 （整数）	
*Icomb_*r_i	停止角度の結合 10 *= 0*（デフォルト） 停止角度は独立 *=1* 停止停止が結合される （整数）	

ジョイントタイプリスト

Type番号	ジョイントタイプ	dx	dy	dz	θ_X	θ_Y	θ_Z
1	球	x	x	x	0	0	0
2	回転	x	x	x	0	x	x
3	円筒	0	x	x	0	x	x
4	平面	x	0	0	0	x	x
5	ユニバーサル	x	x	x	x	0	0
6	並進	0	x	x	x	x	x
7	オールダム	x	0	0	x	x	x
8	剛性	x	x	x	x	x	x
9	フリー	0	0	0	0	0	0

ここで:

x	固定自由度
0	フリー(ユーザー定義)自由度

例(回転)

```
#RADIOSS STARTER
/UNIT/2
unit for prop
                  kg                  mm                  ms
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PROP/TYPE45/2/2
Revolute
### - Define angle limit < 0.52rad
### - And define friction moment 100GPa to block angle (if it reached the limit)
#     Type                  KN                 SCF                  CR  SENSORID
         2                   0                   0                   0         0
#                KR1Func_ID_Kr                SA1-                SA1+  Icomb_r1
                   0         0                   0                 .52         0
#                CR1Func_ID_Cr
                   0         0
#               KFR1                  FM1    FCT_FM1
                   0                  100         0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
```

例(並進)

```
#RADIOSS STARTER
/UNIT/2
unit for prop
                  kg                  mm                  ms
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PROP/TYPE45/12/2
Translational
### - define displacement limit: -100mm ~ 100 mm
```

```
#      Type                    KN                  SCF                   CR  SENSORID
         6                     0                    0                   .2         0
#                  KX1Func_ID_Kx                 SD1-                 SD1+  Icomb_t1
                     0         0                 -100                  100         0
#                  CX1Func_ID_Cx
                     0         0
#                 KFX1                   FF1    FCT_FF1
                  1000                    0          0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
```

コメント

1. KJOINT2スプリングは通常、剛体を接続するために使用されますが、変形可能な要素の節点を接続するためにも使用できます。変形可能な要素の節点を接続する際、要素の節点に回転自由度(DOF)がない場合は、モーメントは伝達されません。これには以下のケースが含まれます:ソリッド要素とトラス要素の節点に対するすべての回転自由度、シェルプロパティI_{dril}*DRIL*=2(デフォルト)を持つシェル要素のドリリング自由度、およびビーム要素とスプリング要素の節点に対する何らかの自由度。
2. スプリング要素:
   - その識別子は、それぞれの要素ファミリー内で一意である必要がありますが、グローバルモデルにおいて、各要素タイプが固有の要素識別子を持つことが推奨されます。
   - パートの定義には複数のスプリングブロックを使用できます。
3. スプリングの自由度:
   - ジョイントプロパティはジョイント要素の局所座標系で定義されます。
   - 局所座標系のフレームで計算されるジョイントの自由度数は6です:

     $\delta_{X'}, \delta_{Y'}, \delta_{Z'}, \theta_{X'}, \theta_{Y'}, \theta_{Z'}$
   - 固定自由度とフリー自由度はそれぞれのジョイントタイプで区別されます。
   - 固定自由度には剛性が一定しているという特徴があります。デフォルトでは、剛性値が入力されていない場合、剛性の値が時間ステップを保つように自動計算されます。
   - 並進および回転自由度は次のように定義されます:

     $$\delta = dx_2 - dx_1 \qquad (1042)$$

     ここで、dx_1とdx_2は局所座標系における2つのジョイント節点の全変位です。

     $$\theta = \theta_2 - \theta_1 \qquad (1043)$$

     ここで、θ_1とθ_2は、ジョイントの局所座標系を基準とした、2つの結合された物体軸の全相対回転です。
   - *sens_ID*が定義された場合、ジョイントはセンサーがアクティブになった時(全ての自由度が)完全に固定されます。
4. 力とモーメントの計算:
   - 方向の力**δ**は次のように計算されます:

     線形スプリング:

     $$\mathbf{F} = \mathbf{K}_{ti}\boldsymbol{\delta} + \mathbf{C}_{ti}\dot{\boldsymbol{\delta}} \qquad (1044)$$

     $\mathbf{K}_{ti}$: 並進剛性 $\left(K_{tx}, K_{ty}, K_{tz}\right)$

     $\mathbf{C}_{ti}$: 並進粘性 $\left(C_{tx}, C_{ty}, C_{tz}\right)$

     非線形スプリング:

$$\mathbf{F} = \mathbf{K}_{ti}\mathrm{f}(\boldsymbol{\delta}) + \mathbf{C}_{ti}\mathrm{g}(\dot{\boldsymbol{\delta}}) \quad (1045)$$

- **θ**方向のモーメントは次のように計算されます:

  線形スプリング:

  $$\mathbf{M} = \mathbf{K}_{ri}\boldsymbol{\theta} + \mathbf{C}_{ri}\dot{\boldsymbol{\theta}} \quad (1046)$$

  $\mathbf{K}_{ri}$: 回転剛性$((K_{rx}, K_{ry}, K_{rz}))$

  $\mathbf{C}_{ri}$: 回転粘性$((C_{rx}, C_{ry}, C_{rz}))$

  非線形スプリング:

  $$\mathbf{M} = \mathbf{K}_{ri}\mathrm{f}(\boldsymbol{\theta}) + \mathbf{C}_{ri}\mathrm{g}(\dot{\boldsymbol{\theta}}) \quad (1047)$$

- ジョイントの長さは0にすることもできますが、常に0に等しくなければならないということはありません。球面ジョイントやユニバーサルジョイントの定義には長さ0のスプリングを用いることを推奨します。
- 一般的なケースでモーメントの全体的なバランスを保つため、回転自由度の補正項は次のように計算されます:

  $$\mathbf{M}_{\theta x} = \mathbf{M}_{\theta x} + \mathbf{L}_y \times \mathbf{F}_z - \mathbf{L}_z \times \mathbf{F}_y \quad (1048)$$

  $$\mathbf{M}_{\theta y} = \mathbf{M}_{\theta y} + \mathbf{L}_z \times \mathbf{F}_x - \mathbf{L}_x \times \mathbf{F}_z \quad (1049)$$

  $$\mathbf{M}_{\theta z} = \mathbf{M}_{\theta z} + \mathbf{L}_x \times \mathbf{F}_y - \mathbf{L}_y \times \mathbf{F}_x \quad (1050)$$

  ジョイントはユーザー定義の質量や慣性をもつことができません、このため節点時間ステップが常に用いられます。節点の時間ステップは、ジョイントが接続するエンティティに基づいています。剛体のメイン節点に取り付けられている場合、剛体の時間ステップが使用されます。変形可能要素の節点に取り付けられている場合、節点時間は変形可能な要素に基づいて計算されます。

5. スプリングの剛性

- ユーザー定義の関数がない場合、係数$\mathbf{K}_{ti}$と$\mathbf{K}_{ri}$は一定の剛性として用いられます。関数が定義されている場合、対応する剛性係数は関数のスケールファクターになります。
- K_n = 0の場合、固定剛性は時間ステップを保つように併進と回転自由度に対して計算開始時に自動的に計算されます。これらの値はモデルの物理現象に応じて選択することもできますが、その剛性は隣接要素よりも高い必要があります。
- K_n = 0の場合、*Scf*は並進と回転固定剛性の両方に作用するスケールファクターです。K_n > 0の場合、*Scf*は固定回転剛性にのみ作用します。このパラメータは固定回転剛性をマニュアルで調整するために用いられます。

6. スプリングの粘性

- ユーザー定義の関数がない場合、係数$\mathbf{C}_{ti}$と$\mathbf{C}_{ri}$は線形粘性係数として用いられます。関数が定義されている場合、対応する係数は関数のスケールファクターになります。
- 粘性減衰を組み込む方法は以下の2つです:
  - 臨界減衰の定義(固定自由度の場合のみ):

    臨界減衰係数の項で粘性減衰を定義します。臨界減衰係数は、要素の固定剛性値と換算質量(接続された節点の質量の調和平均の半分)を使用して計算されます。すべての固定自由度には同じ臨界減衰が適用されます。
  - ユーザー定義の一定減衰または非線形減衰:

フリー自由度毎に独立した減衰パラメータを定義できます。

剛性および減衰の詳細については、ユーザーズガイドのスプリングジョイントTYPE45（/PROP/KJOINT2）をご参照ください。

7. 摩擦

- K_{fti}またはK_{fri}が定義されていない場合、摩擦はアクティブになりません。
- *FFi*と*FMi*はユーザー定義の関数がない場合に、一定の摩擦力とモーメントとして用いられます。摩擦関数番号が0でない場合、FM_iとFF_iは関数のスケールファクターとなります（デフォルト値 = 1.0）。

8. スプリングの限界

- SD_{i-}またはSD_{i+}に0以外の値が指定された場合、変位が正の変位のためのSD_{i+}を超えることや、負の変位のためのSD_{i-}を超えることがないよう、さらにペナルティ力がかけられます。このペナルティカはK_{fti}を用いて計算されます。
- SA_{i-}またはSA_{i+}に0以外の値が指定された場合、回転が正の回転のためのSA_{i+}を超えることや、負の回転のためのSA_{i-}を超えることがないよう、さらにペナルティモーメントがかけられます。このペナルティカは*K*を用いて計算されます$_{fri}$

9. スプリングのスキュー

- $Skew_ID_1$が定義されている場合、初期局所座標系は$Skew_ID_1$によって定義されます。$Skew\_ID_1$ = 0である場合、局所座標系はスプリングの追加節点に従って計算されます。詳細については、/SPRINGをご参照ください。
- $Skew_ID_2$が0ではない場合、ジョイントの回転角は、$Skew_ID_1$と$Skew_ID_2$の間の回転に従って初期化されます。初期角度の値は、Starter出力ファイルで確認できます。回転ジョイント（TYPE2）、円筒ジョイント（TYPE3）、および平面ジョイント（TYPE4）ではθ_X のみを初期化できます。$Skew_ID_1$と$Skew_ID_2$の最初の軸は平行であることが必要です。

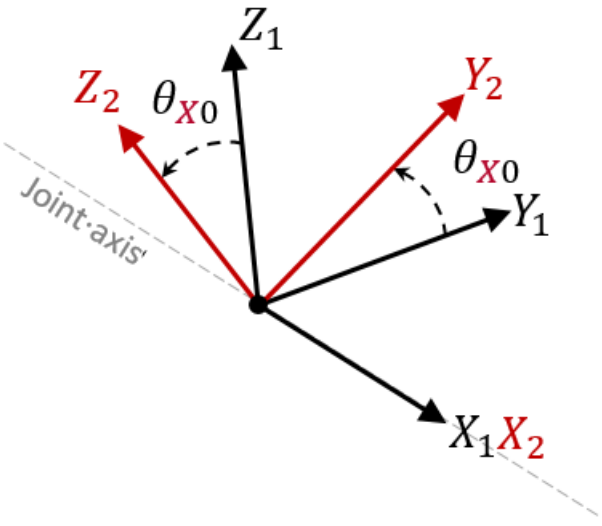
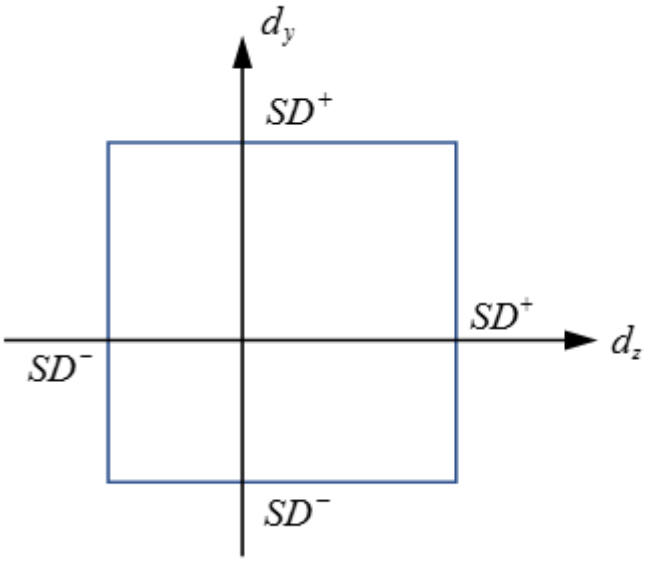


図 *245:* 回転ジョイント（タイプ2）の初期回転角の計算

- $Skew_ID_2$が0ではなく、$Skew\_ID_1$ =0である場合、$Skew_ID_1$は全体座標系です。
- 局所座標系の向きは、$node\_ID_1$（/SPRING）の回転に伴って更新されます。

10. 停止変位 / 角度の結合のフラグ：

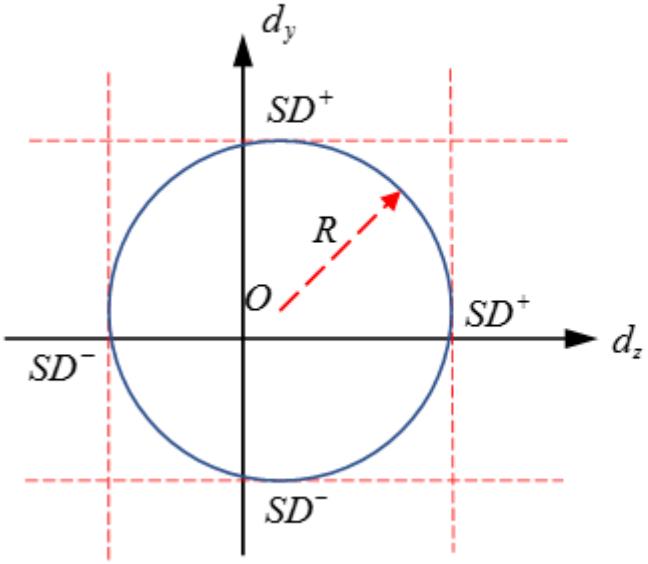
- *Icomb_t$_i$* = 0:の場合: 停止変位は独立(デフォルト)です(図 246に示すとおり)。停止変位は、各方向で別々にチェックされます。
- *Icomb_t$_i$* = 1の場合: すべての自由な並進自由度の停止変位が結合されます。停止基準は変位に適用されなくなりますが、結合される変位のノルムについては、図 247をご参照ください。
- 2つまたは3つの停止変位が結合されます。
- 停止変位が結合されると、同じ*SDi-*と*SDi+*の値が各自由度に使用される必要があります。
- 上記の停止変位の記述は、*Icomb_r$_i$*を用いて定義された停止角度にも適用されます。



$$SD^- < d_y < SD^+$$

$$SD^- < d_z < SD^+$$

図 *246:* 独立停止変位を伴う平面ジョイント、*Icomb_t$_i$=0*



$$\sqrt{(d_y - Y_o)^2 + (d_z - Z_o)^2} < R$$

$$R = \frac{SD^+ - SD^-}{2}$$

$$Z_o = Y_o = \frac{SD^+ + SD^-}{2}$$

図 *247: 2*つの結合された停止変位を伴う平面ジョイント、*Icomb_t$_i$=1*

See Also

材料の適合性
/SPRING (Starter)
/TH/SPRING (Starter)
運動学的ジョイント TYPE33(/PROP/KJOINT)
Finite Elements, Springs (User Guide)

/PROP/TYPE46 (SPR_MUSCLE)

ブロックフォーマットのキーワード
このプロパティは、ユーザー定義の関数を使用してユーザー定義の粘弾塑性材料を記述し、引張に対する時間依存の能動的および受動的な挙動（力と変形、または力とひずみ時間、粘塑性、弾性）を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/PROP/TYPE46/*prop_ID*/*unit_ID*または/PROP/SPR_MUSCLE//*prop_ID*/*unit_ID*									
prop_title									
Mass		*Stiffness*		*Vel_max*		*Force*		X_k	
fct_ID_1	fct_ID_2	fct_ID_3	fct_ID_4		*Idens*				
Damp		*EPSI*							
Scale_t		*Scale_x*		*Scale_v*		*Scale_F*			

定義

フィールド	内容	SI単位の例
prop_ID	プロパティの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
prop_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
Mass	要素質量、または*Idens*フラグに応じた要素密度 （実数）	$\left[\frac{kg}{m}\right]$ または $[kg]$
Stiffness	初期の要素剛性（初期時間ステップ計算用） （実数）	$\left[\frac{N}{m}\right]$
Vel_max	最大速度またはひずみ速度 （実数）	$\left[\frac{m}{s}\right]$ または $\left[\frac{1}{s}\right]$
Force	初期の力	$[N]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（実数）	
X_k	接触剛性 デフォルト = 初期の要素剛性（実数）	$\left[\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}\right]$
fct_ID_1	時間依存スケール関数識別子（時間に対する係数） （整数）	
fct_ID_2	スケール関数識別子（*EPSI*に依存：（デフォルト = 0）ひずみに対する係数または伸びに対する係数） （整数）	
fct_ID_3	スケール関数識別子（*EPSI*に依存：（デフォルト = 0）ひずみ速度に対する係数または速度に対する係数） （整数）	
fct_ID_4	関数識別子（*EPSI*に依存：（デフォルト = 0）ひずみに対する力、または変位に対する力） （整数）	
Idens	質量入力変数フラグ **= 0** 質量は単位長さあたりの値（密度と等価） **= 1** 質量。 （整数）	
Damp	減衰係数。 （実数）	
EPSI	変形計算フラグ **= 0**（デフォルト） ひずみ **= 1** 伸び （整数）	
Scale_t	fct_ID_1の横軸（時間）に対するスケールファクター （実数）	$[\mathrm{s}]$
Scale_x	*EPSI* = 1の場合、fct_ID_2の横軸（伸び）に対するスケールファクター （実数）	$[\mathrm{m}]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
Scale_v	*fct_ID*$_3$の横軸のスケールファクター *EPSI* = 1の場合：速度 *EPSI* = 0の場合：ひずみ速度 （実数）	$\left[\frac{m}{s}\right]$ または $\left[\frac{1}{s}\right]$
Scale_F	*fct_ID*$_4$の縦軸（力）のスケールファクター （実数）	$[N]$

例（筋肉）

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/2
unit for prop
                 g                    mm                   ms
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PROP/SPR_MUSCLE/2/2
MUSCLE
#               Mass              Inertia             Vel_max               Force                  XK
                .001                  .02               0.005                0.25                  .1
# fct_ID1    fct_ID2   fct_ID3   fct_ID4                Idens
        1          2         3         4                    1
#            Damping                 EPSI
                0.00                    1
#             scalet              scale_X             scale_V             scale_F
                    1                    1                   1                 1.0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MOVE_FUNCT/1
scaling function 5
                  1.0                  0.1                 0.0                 0.0
/FUNCT/1
Force_vs_Time (active)
#               time          scaling factor
               0.0000          0.00000000
               0.9000          0.00000000
               1.0000          1.00000000
               2.0000          5.00000000
               3.0000          5.00000000
               4.0000          2.00000000
               5.0000          2.00000000
               6.0000          2.00000000
               7.0000          2.00000000
               8.0000          2.00000000
               9.0000         10.00000000
              10.0000         10.00000000
              11.0000          2.00000000
              12.0000          2.00000000
              13.0000         12.00000000
              14.0000         12.00000000
              15.0000         12.00000000
              20.0000          2.00000000
              29.0000          0.00000000
              30.0000          0.00000000
/FUNCT/2
Force_vs_Elongation (active)
                -1.0          1.00000000
                 0.0          0.00000000
                 1.0          1.00000000
#   0.100000000E+10          1.00000000
/FUNCT/3
Force_vs_Velocity (active)
     -0.100000000E+1          2.00000000
                0.00          0.00000000
              10.000          2.00000000
              20.000          1.00000000
              30.000          1.00000000
/FUNCT/4
Force_vs_Elongation (passive)
```

```
                -1.0          -3.00000000
                 0.0           0.00000000
                 1.0           3.00000000
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. 力の合計は:

$$F = Force \cdot f_1\left(\frac{t}{Scale\_t}\right) \cdot f_2\left(\frac{x}{Scale\_x}\right) \cdot f_3\left(\frac{\dot{x}}{Scale\_v}\right) + Scale\_F.f_4\left(\frac{x}{Scale\_x}\right) + D \qquad (1051)$$

ここで、$D = \begin{cases} Damp \cdot \min(\dot{x}, Vel_{max}) & if \quad \dot{x} > 0 \\ -Damp \cdot \min(\dot{x}, Vel_{max}) & if \quad \dot{x} < 0 \end{cases}$

f_1, f_2, f_3, f_4 は、*fct_ID*$_1$、*fct_ID*$_2$、*fct_ID*$_3$、および*fct_ID*$_4$の関数。

See Also

材料の適合性

シェルプロパティ

ブロックフォーマットのキーワード

/PROP/PCOMPP

ブロックフォーマットのキーワード
このプロパティを使用して積層ベースの入力を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/PROP/PCOMPP/*prop_ID*/*unit_ID*									
prop_title									

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
prop_ID	プロパティの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子. （整数、最大10桁）	
prop_title	プロパティのタイトル （文字、最大100文字）	

コメント

1. PCOMPPプロパティによる要素の積層順序は、/STACKおよび/PLYオプションを使用して定義します。

   PCOMPP *prop_ID*タイプのすべての要素は、スタック(/STACK)内部の積層(/PLY)に属している必要があります。/STACK内の例(/DRAPEを使用するサブスタック)をご参照ください。

See Also
材料の適合性
/PLY (Starter)
/STACK (Starter)

/PROP/TYPE1（SHELL）

ブロックフォーマットのキーワード
3節点または4節点のシェル要素で使用されるシェルプロパティセットを記述します。Belytschko、QBAT、またはQEPHのシェル定式化が利用可能です。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/PROP/TYPE1/*prop_ID*/*unit_ID*または/PROP/SHELL/*prop_ID*/*unit_ID*									
prop_title									
I_{shell}*SHELL*	I_{smstr}*SMSTI*	I_{sh3n}*SH3N*	I_{dril}*DRIL*	I_{pinch}		*P_thick*$_{fail}$			
h_m*HM*		h_f*HF*		h_r*HR*		d_m*m*		d_n	
N		*Thick*		A_{shear}*shear*			I_{thick}*THICK*	I_{plas}*PLAS*	

定義

フィールド	内容	SI単位の例
prop_ID	プロパティの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
prop_title	プロパティのタイトル （文字、最大100文字）	
I_{shell}*SHELL*	4節点シェル要素定式化フラグ *= 0* /DEF_SHELLの値を使用 *= 1*　*/DEF_SHELL*が定義されていない場合のデフォルト Q4、変形モードと剛体モードに直交する粘弾性アワグラスモード（Belytschko） *= 2* Q4、直交性を伴わない粘弾性アワグラス（Hallquist） *= 3* Q4、直交性を伴う弾塑性アワグラス *= 4* タイプ1の定式化を改良したQ4（ねじれた要素の直交化）。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 12 QBATシェル定式化 *= 24* QEPHシェル定式化。 （整数）	
I_{smstr}*SMSTR*	シェル微小ひずみ定式化フラグ。4 *= -1* 要素タイプと材料則を応じて最適な値を自動的に設定 *= 0* /DEF_SHELLの値を使用 *= 1* 時刻0からの微小ひずみ（他のすべての定式化フラグと適合性のある定式化） *= 2* */DEF_SHELL*が定義されていない場合のデフォルト Radioss Engine（オプション/DT/SHELL/CST）での微小ひずみ定式化がアクティブとなる可能性がある完全幾何非線形性 *= 3* 古い微小ひずみ定式化（I_{shell}*SHELL* = 2とのみ互換） *= 4* 完全幾何非線形性（Radioss Engineでオプション/DT/SHELL/CSTによる影響はありません） *= 10* 超弾性材料則の場合のLagrange型全ひずみ （整数）	
I_{sh3n}*SH3N*	3節点シェル要素定式化フラグ *= 0* /DEF_SHELLの値を使用 *= 1* 標準的な三角形（C0）。 *= 2* */DEF_SHELL*が定義されていない場合のデフォルト 大きな回転に対する修正を伴う標準的な三角形（C0）。 *= 30* DKT18。 *= 31* DKT_S3、BATOZのDTK12に基づく（理論マニュアルのElement Libraryをご参照ください）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	
I_{dril}*DRIL*	面内回転自由度剛性のフラグ。3 *= 0* /DEF_SHELLの値を使用 *= 1* はい。 *= 2* */DEF_SHELL*が定義されていない場合のデフォルト オフ。 （整数）	
I_{pinch}	挟み込み自由度フラグ。12 *= 0* 無効 *= 1* 有効 （整数）	
P_thick$_{fail}$	要素が削除される前に破断すべき厚み全体での積分点の比率 11 $0.0 \le P\_thick_{fail} \le 1.0$ （実数）	
h_m*HM*	シェル膜アワグラス係数 5 I_{shell}*SHELL*=1、2、3、4の場合のみ使用されます。 I_{shell}*SHELL*=1、2、4の場合のデフォルト = 0.01 I_{shell}*SHELL*=3の場合のデフォルト = 0.1 （実数）	
h_f*HF*	シェル面外アワグラス 5 I_{shell}*SHELL*=1、2、3、4の場合のみ使用されます。 デフォルト = 0.01（実数）	
h_r*HR*	シェル回転アワグラス係数 5 I_{shell}*SHELL*=1、2、3、4の場合のみ使用されます。 I_{shell}*SHELL*=1、2、4の場合のデフォルト = 0.01 I_{shell}*SHELL*=3の場合のデフォルト = 0.1	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（実数）	
d_m*m*	Shell Membrane Damping デフォルト値については、コメント7の表を参照してください。 （実数）	
d_n	シェル数値減衰 6 I_{shell}*SHELL* =12、24およびI_{sh3n}*SH3N* = 30の場合のみ使用 デフォルト =0.015（I_{shell}*SHELL* =24（QEPH）の場合） デフォルト =0.001（I_{shell}*SHELL* =12（QBAT）の場合） デフォルト =0.0001（I_{sh3n}*SH3N* =30（DKT18）の場合） （実数）	
N	板厚を通る積分点の数で、0 < *N* < 10 10 = *0*（デフォルト） 材料LAW1ではグローバル積分モデルを意味し、他の材料則では自動的に*N*=3に設定されます。 = *1* 膜挙動。 （整数）	
Thick	シェル厚。 （実数）	[m]
A_{shear}*shear*	せん断係数 デフォルトはReissner値：5/6（実数）	
I_{thick}*THICK*	シェル合応力計算フラグ。8 = *-1* 要素タイプと材料則を応じて最適な値を自動的に設定 = *0* /DEF_SHELLの値を使用 = *1* 厚みの変化が考慮されます = *2* /DEF_SHELLが定義されていない場合のデフォルト 厚みは一定です （整数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
I_{plas}*PLAS*	シェル平面応力塑性フラグ 9 材料則2、22、27、および36に対してのみ有効。 *= -1* 要素タイプと材料則を応じて最適な値を自動的に設定 *= 0* /DEF_SHELLの値を使用 *= 1 LAW36*およびグローバル積分でのデフォルト。 3ニュートン反復計算を伴う反復投影 *= 2 /DEF_SHELL*が定義されていない場合、もしくは*LAW2*およびグローバル積分でのデフォルト。 ラジアルリターン。 （整数）	

コメント

1. I_{shell}*SHELL* - シェル微小ひずみの定式化フラグ
   - I_{shell}*SHELL*=1、2、3、4（Q4）：アワグラス摂動安定化を伴うオリジナルの4節点Radiossシェル。
   - I_{shell}*SHELL*=24（QEPH）：汎用の物理的なアワグラス安定化を伴う定式化。
   - I_{shell}*SHELL*=12（QBAT）：修正済みBATOZ Q4γ24シェル（4つのGauss積分点を伴う）および面内せん断用の低減積分。このシェルに対して、アワグラス制御は必要ありません。
   - I_{shell}*SHELL*=2は、シェル要素の1つの積分点と適合性がありません。
2. I_{sh3n}*SH3N* - 3節点シェル要素定式化フラグ
   - I_{sh3n}*SH3N*=30 (DKT18)：3つのHammer積分点を伴うBATOZ DKT18薄肉シェル。
3. I_{dril}*DRIL* - 回転自由度剛性フラグ
   - 回転自由度剛性は、特にRiks法および曲げ主体の問題の陰的解法に推奨されます。
   - I_{dril}*DRIL*は、QEPH, QBAT（I_{shell}*SHELL* = 12、24）と標準の三角形（C0）シェル要素（I_{sh3n}*SH3N* = 1、2）で使用可能です。
4. I_{smstr}*SMSTR* - 微小ひずみ定式化
   - I_{smstr}*SMSTR* = 1または3の場合、微小ひずみ定式化は時間t = 0からアクティブになります。これは高速予備解析で使用できますが、結果の精度は保証されません。
   - $\Delta t < \Delta t_{min}$であるシェルは、Radioss Engineオプション/DT/SHELL/CSTによって微小ひずみ定式化に切り替えることができます。ただし、I_{smstr}*SMSTR* = 4の場合を除きます。
   - 微小ひずみオプションを1または3に設定した場合、材料則で指定されるひずみと応力は、工学ひずみと工学応力になります。それ以外を設定した場合は、真ひずみと真応力になります。
   - I_{smstr}*SMSTR* = 10は、全ひずみ定式化を使用する材料則42、62、69および82とのみ適合性があります。一般的に、左のCauchy-Greenひずみが使用されます。ユーザー則については、変形勾配テンソルと右ストレッチテンソルが使用できます。

5. h_m*HM*、h_f*HF*およびh_r*HR* - アワグラス係数
   - Q4シェル(I_{shell}*SHELL*=1、2、3、4)に対してのみ使用されます。これらは0～0.05の値でなければなりません。
   - I_{shell}*SHELL*=3では、h_m*HM*とh_r*HR*のデフォルト値は0.1になり、さらに大きい値が可能です。
6. *dn* - シェル数値減衰係数
   - *dn*は、I_{shell}*SHELL* =12、24およびI_{sh3n}*SH3N* = 30の場合のみ使用されます
     - I_{shell}*SHELL* =24(QEPH)d_nは、アワグラス応力計算で使用されます
     - I_{shell}*SHELL* =12(QBAT)d_nは横せん断を除くすべての応力項で使用されます
     - I_{sh3n}*SH3N* =30(DKT18)d_nは膜に対してのみ使用されます
7. 数値減衰係数d_mの場合のデフォルト値。

	dm
I_{shell}*SHELL*= 1、2、3、4 (Q4)	LAW27の場合、0.05 LAW32、36の場合、0.0
I_{shell}*SHELL*=12(QBAT)	LAW2、27、32、36の場合、0.0
I_{shell}*SHELL*=24 (QEPH)	その他すべての材料について0.015
I_{sh3n}*SH3N*= 1、2、31	0.0
I_{sh3n}*SH3N*=30 (DKT18)	0.0
I_{shell}*SHELL*、I_{sh3n}*SH3N*のいずれか	LAW65の場合、0.05

8. I_{thick}*THICK* - シェル合応力計算フラグ
   - 材料則LAW32では、I_{thick}*THICK*は自動的に1に設定されます。
   - I_{thick}*THICK* =1の場合、該当する要素タイプの微小ひずみオプションは自動的に非アクティブ化されます。
9. I_{plas}*PLAS* - シェル平面応力塑性フラグ
   - I_{thick}*THICK* =1の場合、I_{plas}*PLAS* =1の使用が推奨されます。
   - I_{plas}*PLAS* =1の場合、該当する要素タイプの微小ひずみオプションは自動的に非アクティブ化されます。
10. グローバル積分、*N*=0
    - グローバル積分は、材料LAW1とのみ、適合性があります。
    - 破壊モデルはシェルのグローバル積分では使用できません。
    - 状態ファイル(`/INISHE`と`/INISH3N`を生成する`/STATE/DT`)はグローバル積分と適合性がありません。
    - 他の材料則では自動的に*N*=3に設定されます。
11. `/FAIL`モデルと使用される要素削除のルール
    - 低減積分要素(Belytschko、QEPH、DKT18):

- 独自のP_thick_{fail}（/FAIL/BIQUAD、/FAIL/TAB1）を持つ1つの/FAILモデルのみがシェル材料に適用され、/FAILカード上のP_thick_{fail}が> 0に設定されている場合、/PROP/SHELLカードに設定されているP_thick_{fail}に関係なく、P_thick_{fail}の値が使用されます。/FAILカード上のP_thick_{fail}の値が0に設定されている場合、プロパティカードのP_thick_{fail}が使用されます（デフォルト値がないため、単一の積分点破壊後の破断を回避するために、それが望ましくない場合、> 0に設定する必要があります）。
- 独自のP_thick_{fail}（/FAIL/JOHNSON）を持たない1つの/FAILモデルのみがシェル材料に適用され、/PROP/SHELLプロパティのP_thick_{fail}値が> 0に設定されている場合、プロパティP_thick_{fail}がデフォルトで取得され、破壊モデルのI_{fail_sh}設定を上書きします。プロパティ上のP_thick_{fail}が= 0（または空白）に設定されている場合、破壊モデルのI_{fail_sh}が使用されます（レガシーとの互換性のため）。
- 複数の/FAIL破壊モデルがシェル材料に適用される場合、P_thick_{fail}の値は、各破壊モデルのP_thick_{fail}設定またはI_{fail_sh}設定から個別に計算され、プロパティカード上のP_thick_{fail}は無視されます。

  例えば、破壊モデルごとに次のようになります：

  - I_{fail_sh} =1の場合、（要素を削除するに十分な1積分点破壊）=P_thick_{fail} = 1.0 e-6
  - I_{fail_sh} =2の場合、（要素を削除するに必要なすべての積分点破壊）=P_thick_{fail} = 1.0
  - P_thick_{fail}（/FAIL）= 0の場合、= P_thick_{fail} = 0.0

    この場合、P_thick_{fail}を持つ/FAILカードでは、この/FAILが原因で、単一の積分点が破断すると破壊が発生します（これが望ましくない場合は> 0に設定します）。

- 完全積分シェル（Batoz、DKT_S3）

  低減積分シェル用に記述されるルールは、各Gauss点に別々に適用されます。P_thick_{fail} 率は、面内Gauss点の板厚内の全積分点についてチェックされます。全Gauss点がP_thick_{fail}率基準に達すると、要素は削除されます。

12. I_{pinch}は、設定された挟み込みの自由度を有効または無効にするために使用されます。現在、QBATシェル（I_{shell}*SHELL*=12）でのみサポートされています。

See Also

材料の適合性
アワグラス定式化
Shell Elements (Theory Manual)
RD-E:0100 ねじれた梁
RD-E: 0200 Snap-thru Roof
RD-E:0300 S字型ビームの圧壊
RD-E:1100 引張試験
RD-E:1700 ボックスビーム
RD-E:1800 正方形板
RD-E: 2500 スプリングバック
RD-E:2600 破断される板

/PROP/TYPE9 (SH_ORTH)

ブロックフォーマットのキーワード
このプロパティは、直交異方性シェルロパティの定義に使用されます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/PROP/TYPE9/*prop_ID*/*unit_ID*または/PROP/SH_ORTH/*prop_ID*/*unit_ID*									
prop_title									
I_{shell}SHELL	I_{smstr}SMSTI	I_{sh3n}SH3N	I_{dril}DRIL			P_thick_{fail}			
h_mHM		h_fHF		h_rHR		d_mm		d_n	
N		*Thick*		A_{shear}shear		skew_ID	I_{thick}THICK	I_{plas}PLAS	
V_XX		V_YY		V_ZZ		ϕ			I_PP

定義

フィールド	内容	SI単位の例
prop_ID	プロパティの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
prop_title	プロパティのタイトル （文字、最大100文字）	
I_{shell}SHELL	シェル要素の定式化フラグ 1 *= 0* /DEF_SHELLの値を使用 *= 1* */DEF_SHELL*が定義されていない場合のデフォルト Q4、変形モードと剛体モードに直交する粘弾性アワグラスモード（Belytschko） *= 2* Q4、直交性を伴わない粘弾性アワグラス（Hallquist） *= 3* Q4、直交性を伴う弾塑性アワグラス *= 4* タイプ1の定式化を改良したQ4（ねじれた要素の直交化）。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 12 QBATシェル定式化 *= 24* QEPHシェル定式化。 （整数）	
I_{smstr}*SMSTR*	シェル微小ひずみ定式化フラグ。2 *= -1* 要素タイプと材料則を応じて最適な値を自動的に設定 *= 0* /DEF_SHELLの値を使用 *= 1* 時刻0からの微小ひずみ（他のすべての定式化フラグと適合性のある定式化） *= 2* */DEF_SHELL*が定義されていない場合のデフォルト Radioss Engine（オプション/DT/SHELL/CST）での微小ひずみ定式化がアクティブとなる可能性がある完全幾何非線形性 *= 3* 古い微小ひずみ定式化（アワグラスタイプ2とのみ互換） *= 4* 完全幾何非線形性（Radioss Engineでオプション/DT/SHELL/CSTによる影響はありません） *= 11* 時間 = 0以降の合計微小ひずみ （整数）	
I_{sh3n}*SH3N*	3節点シェル要素定式化フラグ *= 0* /DEF_SHELLの値を使用 *= 1* 標準的な三角形（C0）。 *= 2* */DEF_SHELL*が定義されていない場合のデフォルト 大きな回転に対する修正を伴う標準的な三角形（C0）。 *= 30* DKT18。 *= 31* BATOZのDTK12に基づくDKT_S3、（理論マニュアルのElement Libraryをご参照ください）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	
I_{dril}*DRIL*	面内回転自由度剛性のフラグ。7 *= 0* /DEF_SHELLの値を使用 *= 1* はい。 *2* */DEF_SHELL*が定義されていない場合のデフォルト オフ。 （整数）	
P_thick$_{fail}$	要素が削除される前に破断すべき厚み全体での積分点のパーセンテージ 9 10 $0.0 \le P\_thick_{fail} \le 1.0$（実数）	
h_m*HM*	シェル膜アワグラス係数 3 デフォルト = 0.01 デフォルト = 0.1（アワグラスタイプ3（I_{shell}*SHELL* =3）の場合） （実数）	
h_f*HF*	シェル面外アワグラス 3 デフォルト = 0.01 デフォルト = 0.1（アワグラスタイプ3（I_{shell}*SHELL* =3）の場合） （実数）	
h_r*HR*	シェル回転アワグラス係数 3 デフォルト = 0.01 デフォルト = 0.1（アワグラスタイプ3（I_{shell}*SHELL* =3）の場合） （実数）	
d_m*m*	Shell Membrane Damping 材料則19、25、32、および36に対してのみ有効。 デフォルト: コメント4を参照（実数）	
d_n	シェル数値減衰 4 I_{shell}*SHELL* =12、24の場合のみ使用 デフォルト =0.015（I_{shell}*SHELL* =24（QEPH）の場合）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	デフォルト =0.001（I_{shell}*SHELL* =12（QBAT）の場合） デフォルト =0.0001（I_{sh3n}*SH3N* =30（DKT18）の場合） （実数）	
N	板厚を通る積分点の数で、1 < *N* < 10 デフォルト設定は1（整数）	
Thick	シェル厚。 （実数）	[m]
A_{shear}*shear*	せん断係数 デフォルトはReissner値：5/6（実数）	
skew_ID	参照ベクトルのスキュー識別子 8 デフォルト = 0（整数）	
I_{thick}*THICK*	シェル合応力計算フラグ。 *= -1* 要素タイプと材料則を応じて最適な値を自動的に設定 *= 0* /DEF_SHELLの値を使用 *= 1* 厚みの変化が考慮されます *= 2* */DEF_SHELL*が定義されていない場合のデフォルト 厚みは一定です （整数）	
I_{plas}*PLAS*	シェル平面応力塑性フラグ 6 材料則2、22、32、36、および43に対してのみ有効。 *= -1* 要素タイプと材料則を応じて最適な値を自動的に設定 *= 0* /DEF_SHELLの値を使用 *= 1* 3ニュートン反復計算を伴う反復投影 *= 2* */DEF_SHELL*が定義されていない場合のデフォルト ラジアルリターン。 （整数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
$V_X X$	X成分 8 デフォルト = 1.0(実数)	
$V_Y Y$	Y成分 8 デフォルト = 0.0(実数)	
$V_Z Z$	Z成分 8 デフォルト = 0.0(実数)	
ϕ	Angle 8 デフォルト = 0.0(実数)	[deg]
$I_P P$	シェル平面内の参照方向 8 *= 0*(デフォルト) *skew_ID*の方向1、またはベクトル**V**を使用して(*skew_ID*が指定されていない場合)、シェル要素に投影されます。 *= 20* シェル要素の要素接続(N1、N2)から定義されます。 *= 22* シェル要素に投影された*skew_ID*の第1方向と角度phiから定義されます。(ベクトル**V**は無視されます)。 *= 23* シェル要素に投影された参照ベクトル**V**と角度phiから定義されます(*skew_ID*は無視されます)。 (整数)	

例

シェルの板厚方向に3つの積分点があります。材料方向*m*1(繊維方向)がベクトル**V**と角 ϕ により定義されます。

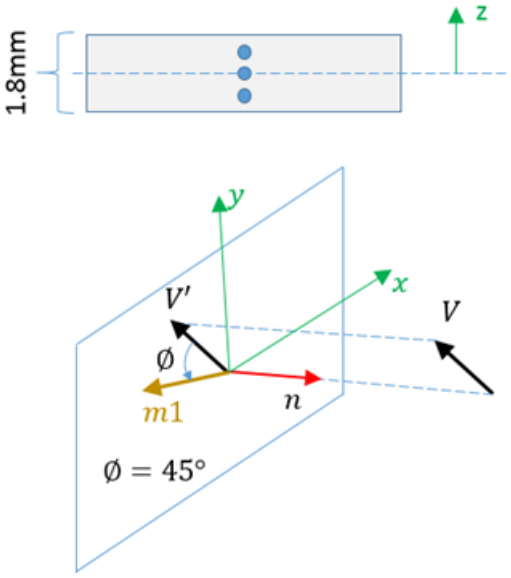


図 *248:*

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  1. LOCAL_UNIT_SYSTEM:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/2
unit for prop
#              MUNIT                LUNIT                TUNIT
                  kg                   mm                   ms
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. GEOMETRICAL SETS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PROP/SH_ORTH/2/2
SH_ORTH example
#    Ishell     Ismstr      Ish3n     Idrill                              Pthick_fail
          12          0          0          1                                        0
#                  hm                   hf                   hr                   dm                   dn
                    0                    0                    0                   .1                   .1
#         N                         Thick               Ashear    skew_ID     Ithick     Iplas
          3                           1.8                    0          0          1          1
#                  Vx                   Vy                   Vz                  Phi                   Ip
                    1                    0                    1                   45                    0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#enddata
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. I_{shell}*SHELL*。I_{sh3n}*SH3N* – 4節点および3節点シェル定式化フラグ
   - I_{shell}*SHELL*=1、2、3、4（Q4）：アワグラス摂動安定化を伴うオリジナルの4節点Radiossシェル。
   - I_{shell}*SHELL*=24（QEPH）：汎用の物理的なアワグラス安定化を伴う定式化。
   - I_{shell}*SHELL*=12（QBAT）：修正済みBATOZ Q4γ24シェル（4つのGauss積分点を伴う）および面内せん断用の低減積分。このシェルに対して、アワグラス制御は必要ありません。
   - I_{sh3n}*SH3N*=30 (DKT18)：3つのHammer積分点を伴うBATOZ DKT18薄肉シェル。
   - フラグI_{shell}*SHELL* =2は、シェル要素の1つの積分点と適合性がありません。
2. I_{sh3n}*SH3N* - 微小ひずみ定式化
   - I_{smstr}*SMSTR* = 1、3または11の場合、微小ひずみ定式化は時間*t*= 0からアクティブになります。これは高速予備解析で使用できますが、結果の精度は保証されません。$\Delta t < \Delta t_{min}$であるシェルは、Radioss

Engineオプション/DT/SHELL/CSTによって微小ひずみ定式化に切り替えることができます。ただし、I_{smstr}*SMSTR* = 4または11の場合を除きます。

- I_{smstr}*SMSTR* = 1、3または11に設定した場合、材料則で指定されるひずみと応力は、工学ひずみと工学応力になります。それ以外を設定した場合は、真ひずみと真応力になります。
- I_{smstr}*SMSTR* = 11は、Airbagモデルのロバスト性の向上のために開発されました。実際には、それは材料則19、およびすべての四角形シェルと標準のC0三角形とのみ適合性があります。参照状態座標を使用するQ4シェルについては、I_{smstr}*SMSTR* =1の場合は、自動的にI_{smstr}*SMSTR* =11に設定されます。

3. h_m*HM*、h_f*HF*およびh_r*HR* - アワグラス係数
   - h_m*HM*、h_f*HF*およびh_r*HR*は、Q4シェル(I_{shell}*SHELL*=1、2、3、4)に対してのみ使用されます。これらは0～0.05の値でなければなりません。
   - I_{shell}*SHELL*=3では、h_m*HM*とh_r*HR*のデフォルト値は0.1になり、さらに大きい値が可能です。
4. d_mおよびd_n - シェル膜減衰と数値減衰係数
   - デフォルトd_m

	LAW19	LAW25	LAW32	LAW36
I_{shell}*SHELL* =1,2,3,4 (Q4)	0.25	0.05	0.0	0.0
I_{shell}*SHELL* = 12	0.25	0.05	0.0	0.0
I_{shell}*SHELL* = 24	0.015	0.015	0.015	0.015

   - *dn*は、I_{shell}*SHELL* =12、24およびI_{sh3n}*SH3N* = 30の場合のみ使用されます:
     - I_{shell}*SHELL* =24の場合、d_nは、アワグラス応力計算で使用されます
     - I_{shell}*SHELL* =12(QBAT)の場合、d_nは横せん断を除くすべての応力項で使用されます
     - I_{sh3n}*SH3N* =30(DKT18)の場合、d_nは膜に対してのみ使用されます。
5. I_{thick}*THICK* - シェル合応力計算フラグ
   - /MAT/LAW32 (HILL)では、フラグI_{thick}*THICK*は自動的に1に設定されます。
   - I_{thick}*THICK* =1の場合、該当する要素タイプの微小ひずみオプションは自動的に非アクティブ化されます。
6. I_{plas}*PLAS* - シェル平面応力塑性フラグ
   - I_{thick}*THICK* =1の場合、I_{plas}*PLAS* =1の使用が推奨されます。
   - I_{plas}*PLAS* =1の場合、該当する要素タイプの微小ひずみオプションは自動的に非アクティブ化されます。
7. I_{dril}*DRIL* - 回転自由度剛性フラグ
   - 回転自由度剛性は、特にRiks法および曲げ主体の問題の陰的解法に推奨されます。
   - I_{dril}*DRIL*は、QEPH, QBAT(I_{shell}*SHELL* = 12、24)と標準の三角形(C0) シェル要素(I_{sh3n}*SH3N* = 1、2)で使用可能です。
8. 異方性方向の定義。

   参照ベクトル$\mathbf{V}$は、フラグI_P*P*に従って次のように定義されます:
   - I_P*P*=0および*skew_ID* = 0の場合、参照ベクトル$\mathbf{V}$はVX、VY、およびVZを使用して定義されます。
   - I_P*P*=0および*skew_ID* ≠ 0の場合、参照ベクトル$\mathbf{V}$は局所座標系*skew_ID*の第1方向(局所X)です。

- *IPP* = 20の場合、参照ベクトル$\mathbf{V}$はシェル要素の節点N1およびN2を使用して定義されます。
- *IPP* = 22の場合、参照ベクトル$\mathbf{V}$は局所座標系*skew_ID*の第1方向（局所X）です。ベクトル成分VX、VY、およびVZは無視されます。
- *IPP* = 23の場合、参照ベクトル$\mathbf{V}$はVX、VY、およびVZを使用して定義されます。局所座標系*skew_ID*は無視されます。

参照ベクトル$\mathbf{V}$はシェル要素平面に投影され、ベクトル$\mathbf{V}'$になります。そこで、各層について、第1材料方向（m1）はベクトル$\mathbf{V}'$をϕ_i度回転（シェルの法線$\mathbf{n}$を中心に正の方向に回転）。

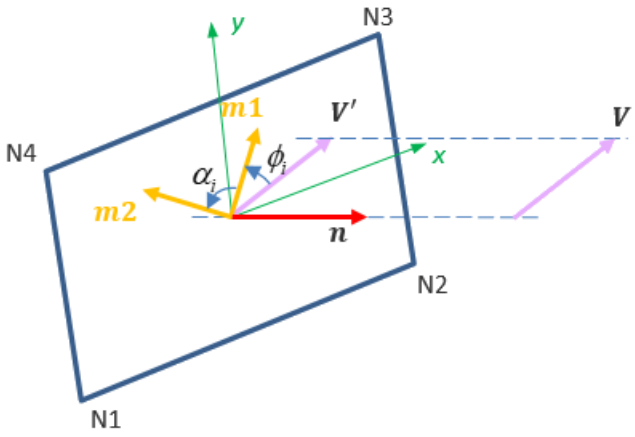


図 *249:*

参照ベクトル$\mathbf{V}$を定義する階層の順序は次のとおりです：

- 初期状態カード（/INISHE/ORTHO）
- シェルプロパティ

参照メトリクスの場合、初期形状ではなく参照形状を使用して異方性方向の方向付けを定義する必要があります。

第2の材料方向m2は、方向m1を90度回転させることで得られます（直交異方性）。

9. パラメータ*P_thick*$_{fail}$は、LAW36の塑性破壊ひずみのような材料則そのもの内で定義された破壊と適合性がありません。
10. /FAILモデルと使用される要素削除のルール
    - 低減積分要素（Belytschko、QEPH、DKT18）
      - 複数の破壊モデルがシェル材料に適用されている場合、もしくは*P_thickfail*=0（空白）である場合、*P_thickfail*の値は各破壊モデルの設定から個々に計算されます。

        例：

        Ifail_sh = 1
        要素を削除するに十分な1積分点破壊、ここで、*P_thick*$_{fail}$ = 1.0 e-6

        Ifail_sh = 2
        要素を削除するに必要な全積分点破壊、ここで、*P_thick*$_{fail}$= 1.0

      - 1つだけの破壊モデルがシェル材料に適用されている場合、プロパティからの*P_thick*$_{fail}$の値がデフォルトで取られ、破壊モデルからの局所*Ifail_sh*設定を上書きします。
    - 完全積分シェル（Batoz、DKT_S3）：

- 低減積分シェル用に記述されるルールは、各Gauss点に別々に適用されます。P_thick_{fail} 率は、面内Gauss点の板厚内の全積分点についてチェックされます。全Gauss点がP_thick_{fail}率基準に達すると、要素は削除されます。

See Also

材料の適合性
Radioss Coordinate System (User Guide)
FVMBAG1エアバッグのモデリングガイドライン

/PROP/TYPE10 (SH_COMP)

ブロックフォーマットのキーワード
このプロパティセットは、複合シェルプロパティセットの定義に使用されます。それぞれが異なる直交異方性方向を持つ複数の層で複合材料を定義できます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/PROP/TYPE10/*prop_ID*/*unit_ID*または/PROP/SH_COMP/*prop_ID*/*unit_ID*									
prop_title									
I_{shell}SHELL	I_{smstr}SMSTI	I_{sh3n}SH3N	I_{dril}DRIL			P_thick_{fail}			
h_mHM		h_fHF		h_rHR		d_mM		d_n	
N		*Thick*		A_{shear}shear			I_{thick}THICK	I_{plas}PLAS	
V_XX		V_YY		V_ZZ		*skew_ID*			I_PP
ϕ_1		ϕ_2		ϕ_3		ϕ_4		ϕ_5	
… ϕ_N									

定義

フィールド	内容	SI単位の例
prop_ID	プロパティの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
prop_title	プロパティのタイトル （文字、最大100文字）	
I_{shell}SHELL	シェル要素の定式化フラグ 1 *= 0* /DEF_SHELLの値を使用 *= 1* */DEF_SHELL*が定義されていない場合のデフォルト Q4、変形モードと剛体モードに直交する粘弾性アワグラスモード（Belytschko） *= 2* Q4、直交性を伴わない粘弾性アワグラス（Hallquist）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 3 Q4、直交性を伴う弾塑性アワグラス *= 4* タイプ1の定式化を改良したQ4（ねじれた要素の直交化）。 *= 12* QBATシェル定式化 *= 24* QEPHシェル定式化。 （整数）	
I_{smstr}*SMSTR*	シェル微小ひずみ定式化フラグ。2 *= -1* 要素タイプと材料則を応じて最適な値を自動的に設定 *= 0* /DEF_SHELLの値を使用 *= 1* 時刻0からの微小ひずみ（他のすべての定式化フラグと適合性のある定式化） *= 2* */DEF_SHELL*が定義されていない場合のデフォルト Radioss Engine（オプション/DT/SHELL/CST）での微小ひずみ定式化がアクティブとなる可能性がある完全幾何非線形性 *= 3* 古い微小ひずみ定式化（アワグラスタイプ2とのみ互換） *= 4* 完全幾何非線形性（Radioss Engineでオプション/DT/SHELL/CSTによる影響はありません） （整数）	
I_{sh3n}*SH3N*	3節点シェル要素定式化フラグ *= 0* /DEF_SHELLの値を使用 *= 1* 標準的な三角形（C0）。 *= 2* */DEF_SHELL*が定義されていない場合のデフォルト 大きな回転に対する修正を伴う標準的な三角形（C0）。 *= 30* DKT18。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 31 BATOZのDTK12に基づくDKT_S3、(理論マニュアルのElement Libraryをご参照ください) (整数)	
I_{dril}*DRIL*	面内回転自由度剛性のフラグ。7 *= 0* /DEF_SHELLの値を使用 *= 1* オン。 *2* */DEF_SHELL*が定義されていない場合のデフォルト オフ。 (整数)	
P_thick$_{fail}$	要素が削除される前に破断すべき層のパーセンテージ 9 10 $0.0 \le P\_thick_{fail} \le 1.0$ (実数)	
h_m*HM*	シェル膜アワグラス係数 デフォルト = 0.01(実数) デフォルト = 0.1 (アワグラスタイプ3 (I_{shell}*SHELL* =3)の場合)	
h_f*HF*	シェル面外アワグラス デフォルト = 0.01(実数)	
h_r*HR*	シェル回転アワグラス係数 デフォルト = 0.01(実数) デフォルト = 0.1 (アワグラスタイプ3 (I_{shell}*SHELL* =3)の場合)	
d_m*m*	Shell Membrane Damping. 材料則25、32、および36に対してのみ有効。 デフォルト =1.5% (I_{shell}*SHELL* =24(QEPH)+LAW25、32、36の場合) デフォルト =5.0% (I_{shell}*SHELL* =1、2、3、4、12+LAW25の場合) デフォルト =0.0% (I_{shell}*SHELL* =1、2、3、4、12+LAW32、36の場合) (実数)	
d_n	シェル数値減衰 4 I_{shell}*SHELL* =12、24の場合のみ使用	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	I_{shell}*SHELL* =24(QEPH)の場合のデフォルト =1.5% I_{shell}*SHELL* =12(QBAT)の場合のデフォルト =0.1% I_{shell}*SHELL* =30(DKT18)の場合デフォルト =0.01% (実数)	
N	層数。 層の厚みはThick/N(ただし、0 ≤ *N* ≤ 100)です。 デフォルト = 1(整数)	
Thick	シェル厚。 (実数)	[m]
A_{shear}*shear*	せん断係数 デフォルトはReissner値:5/6(実数)	
I_{thick}*THICK*	シェル合応力計算フラグ。5 *= -1* 要素タイプと材料則を応じて最適な値を自動的に設定 *= 0* /DEF_SHELLの値を使用 *= 1* 厚みの変化が考慮されます *= 2* */DEF_SHELL*が定義されていない場合のデフォルト 厚みは一定です (整数)	
I_{plas}*PLAS*	シェル平面応力塑性フラグ 6 材料則2、22、32、36、および43に対してのみ有効。 *= -1* 要素タイプと材料則を応じて最適な値を自動的に設定 *= 0* /DEF_SHELLの値を使用 *= 1* 3ニュートン反復計算を伴う反復投影 *= 2* */DEF_SHELL*が定義されていない場合のデフォルト ラジアルリターン。 (整数)	

フィールド	内容	**SI**単位の例
V_X*X*	参照ベクトルのX成分 8 デフォルト = 1.0(実数)	
V_Y*Y*	参照ベクトルのY成分 デフォルト = 0.0(実数)	
V_Z*Z*	参照ベクトルのZ成分 デフォルト = 0.0(実数)	
skew_ID	参照ベクトルのスキュー識別子 8 デフォルト = 0(整数)	
I_P*P*	シェル平面内の参照方向 8 *= 0*(デフォルト) *skew_ID*の方向1、またはベクトル**V**を使用して(*skew_ID*が指定されていない場合)、シェル要素に投影されます。 *= 20* シェル要素の要素接続(N1、N2)から定義されます。 *= 22* シェル要素に投影された*skew_ID*の第1方向と角度phiから定義されます。(ベクトル**V**は無視されます)。 *= 23* シェル要素に投影された参照ベクトル**V**と角度phiから定義されます(*skew_ID*は無視されます)。 (整数)	
ϕ_1	第1層の角度 (実数)	[deg]
ϕ_2	第2層の角度 (実数)	[deg]
ϕ_3	第3層の角度 (実数)	[deg]
ϕ_4	第4層の角度 (実数)	[deg]
ϕ_5	第5層の角度	[deg]

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（実数）	
ϕ_N	層*N*の角度（ただし、0 ≤ *N* ≤ 100（行ごとに5角度）） （実数）	$[\mathrm{deg}]$

例

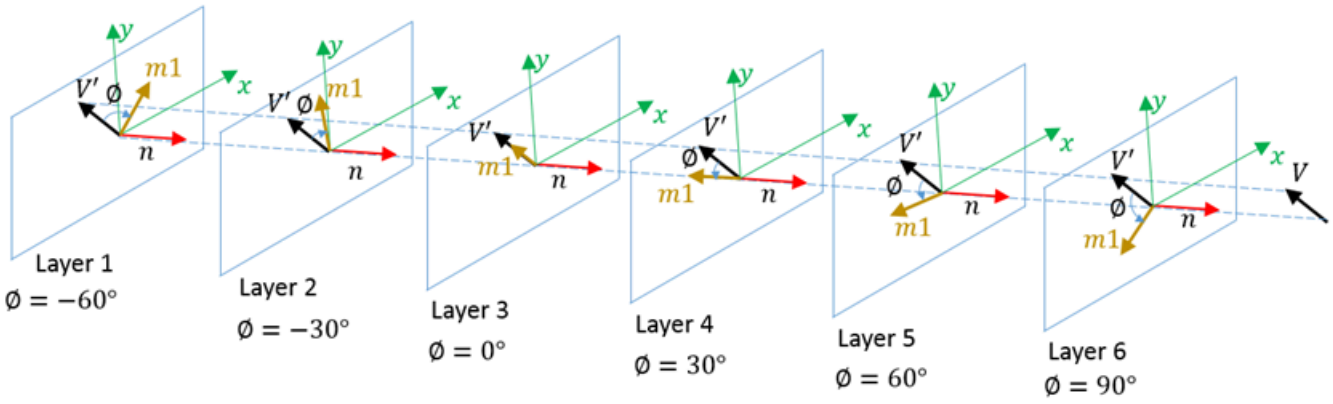


図 *250:* それぞれ異なる材料方向（繊維方向）を持つ6つの層

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  1. LOCAL_UNIT_SYSTEM:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/2
unit for prop
#               MUNIT                LUNIT                TUNIT
                  kg                   mm                   ms
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. GEOMETRICAL SETS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PROP/SH_COMP/2/2
SH_COMP example
#   Ishell    Ismstr     Ish3n    Idrill                                Pthick_fail
        12         0         0         0                                        0
#                 hm                   hf                   hr                   dm                   dn
                   0                    0                    0                   .1                   .1
#        N                         Thick               Ashear               Ithick     Iplas
         6                           1.8                    0                    1         1
#                 Vx                   Vy                   Vz    skew_ID                              Ip
                   1                    0                    1         0                              0
#              Phi_1                Phi_2                Phi_3                Phi_4                Phi_5
                 -60                  -30                    0                   30                   60
                  90
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#enddata
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. I_{shell}*SHELL*、I_{sh3n}*SH3N* – 4節点および3節点シェル定式化フラグ
   - I_{shell}*SHELL*=1、2、3、4（Q4）：アワグラス摂動安定化を伴うオリジナルの4節点Radiossシェル。
   - I_{shell}*SHELL*=24（QEPH）：汎用の物理的なアワグラス安定化を伴う定式化。
   - I_{shell}*SHELL*=12（QBAT）：修正済みBATOZ Q4γ24シェル（4つのGauss積分点を伴う）および面内せん断用の低減積分。このシェルに対して、アワグラス制御は必要ありません。

- I_{sh3n}*SH3N*=30 (DKT18): 3つのHammer積分点を伴うBATOZ DKT18薄肉シェル。
- フラグI_{shell}*SHELL* =2は、シェル要素の1つの積分点と適合性がありません。

2. I_{smstr}*SMSTR* - 微小ひずみ定式化
   - I_{smstr}*SMSTR* = 1または3の場合、微小ひずみ定式化は時間*t*= 0からアクティブになります。これは高速予備解析で使用できますが、結果の精度は保証されません。$\Delta t<\Delta t_{min}$であるシェルは、Radioss Engineオプション/DT/SHELL/CSTによって微小ひずみ定式化に切り替えることができます。ただし、I_{smstr}*SMSTR* = 4の場合を除きます。
   - I_{smstr}*SMSTR* = 1または3に設定した場合、材料則で指定されるひずみと応力は、工学ひずみと工学応力になります。それ以外を設定した場合は、真ひずみと真応力になります。
3. h_m*HM*、h_f*HF*およびh_r*HR* - アワグラス係数
   - 、h_m*HM*、h_f*HF*およびh_r*HR*は、Q4シェル(I_{shell}*SHELL*=1、2、3、4)に対してのみ使用されます。これらは0～0.05の値でなければなりません。
   - I_{shell}*SHELL*=3では、h_m*HM*とh_r*HR*のデフォルト値は0.1になり、さらに大きい値が可能です。
4. *dn* - シェル数値減衰係数
   - *dn*は、I_{shell}*SHELL* =12、24およびI_{sh3n}*SH3N* = 30の場合のみ使用されます:
     - I_{shell}*SHELL* =24(QEPH)の場合、d_nは、アワグラス応力計算で使用されます
     - I_{shell}*SHELL* =12(QBAT)の場合、d_nは横せん断を除くすべての応力項で使用されます
     - I_{sh3n}*SH3N* =30(DKT18)の場合、d_nは膜に対してのみ使用されます
5. I_{thick}*THICK* - シェル合応力計算フラグ
   - /MAT/LAW32 (HILL)では、フラグI_{thick}*THICK*は自動的に1に設定されます。
   - I_{thick}*THICK* =1の場合、該当する要素タイプの微小ひずみオプションは自動的に非アクティブ化されます。
6. I_{plas}*PLAS* - シェル平面応力塑性フラグ
   - I_{thick}*THICK* =1の場合、I_{plas}*PLAS* =1の使用が推奨されます。
   - I_{plas}*PLAS* =1の場合、該当する要素タイプの微小ひずみオプションは自動的に非アクティブ化されます。
7. I_{dril}*DRIL*
   - 回転自由度剛性は、特にRiks法および曲げ主体の問題の陰的解法に推奨されます。
   - I_{dril}*DRIL*は、QEPH, QBAT(I_{shell}*SHELL* = 12、24)と標準の三角形(C0) シェル要素(I_{sh3n}*SH3N* = 1、2)で使用可能です。
8. 異方性方向の定義。

   参照ベクトル$\mathbf{V}$は、フラグI_PPに従って次のように定義されます:
   - I_PP=0および*skew_ID* = 0の場合、参照ベクトル$\mathbf{V}$はVX、VY、およびVZを使用して定義されます。
   - I_PP=0および*skew_ID* ≠ 0の場合、参照ベクトル$\mathbf{V}$は局所座標系*skew_ID*の第1方向(局所X)です。
   - I_PP = 20の場合、参照ベクトル$\mathbf{V}$はシェル要素の節点N1およびN2を使用して定義されます。
   - I_PP = 22の場合、参照ベクトル$\mathbf{V}$は局所座標系*skew_ID*の第1方向(局所X)です。ベクトル成分VX、VY、およびVZは無視されます。
   - I_PP = 23の場合、参照ベクトル$\mathbf{V}$はVX、VY、およびVZを使用して定義されます。局所座標系*skew_ID*は無視されます。

参照ベクトル$\mathbf{V}$はシェル要素平面に投影され、ベクトル$\mathbf{V}'$になります。そこで、各層について、第1材料方向(m1)はベクトル$\mathbf{V}'$をϕ_i度回転(シェルの法線$\mathbf{n}$を中心に正の方向に回転)。

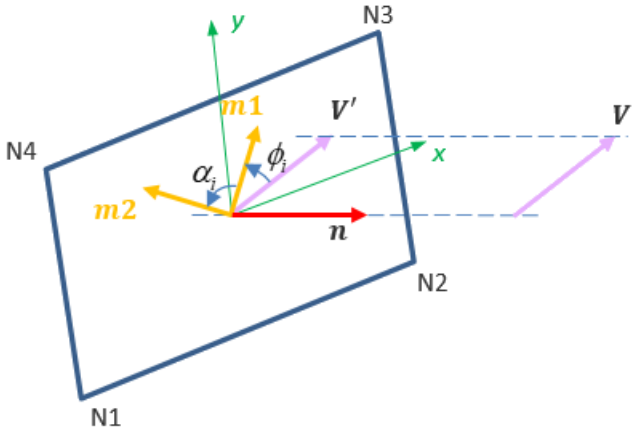


図 *251:*

参照ベクトル$\mathbf{V}$を定義する階層の順序は次のとおりです:

- 初期状態カード(/INISHE/ORTHO)
- シェルプロパティ

参照メトリクスの場合、初期形状ではなく参照形状を使用して異方性方向の方向付けを定義する必要があります。

第2の材料方向m2は、方向m1を90度回転させることで得られます(直交異方性)。

層は一つ一つ下から上へと積み上げられます。

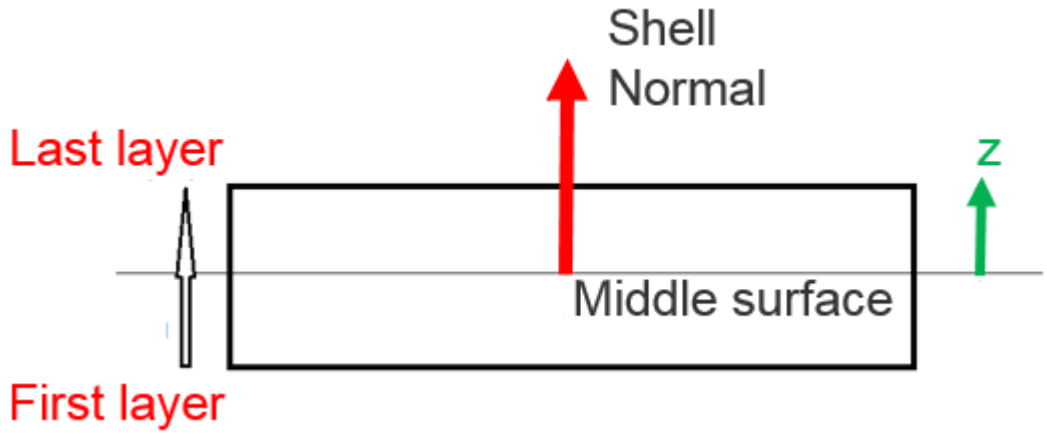


図 *252:*

9. パラメータ*P_thickfail*は、LAW36の塑性破壊ひずみのような材料則そのもの内で定義された破壊と適合性がありません。
10. /FAILモデルと使用される要素削除のルール
    - 低減積分要素(Belytschko、QEPH、DKT18)
        - 複数の破壊モデルがシェル材料に適用されている場合、もしくは*P_thickfail*=0(空白)である場合、*P_thickfail*の値は各破壊モデルの設定から個々に計算されます。

例:

Ifail_sh = 1
要素を削除するに十分な1積分点破壊
#P_thick$_{fail}$ = 1.0 e-6

Ifail_sh = 2
要素を削除するに必要な全積分点破壊
 # P_thick$_{fail}$ = 1.0

- 1つだけの破壊モデルがシェル材料に適用されている場合、プロパティからの*P_thickfail$_{fail_sh}$*の値がデフォルトで取られ、破壊モデルからの局所*I*設定を上書きします。

- 完全積分シェル(Batoz、DKT_S3):
  - 低減積分シェル用に記述されるルールは、各Gauss点に別々に適用されます。*P_thick$_{fail}$* 率は、面内Gauss点の板厚内の全積分点についてチェックされます。全Gauss点が*P_thick$_{fail}$*率基準に達すると、要素は削除されます。

See Also
材料の適合性
Radioss Coordinate System (User Guide)
FVMBAG1エアバッグのモデリングガイドライン
Composite Shell Elements (Theory Manual)

/PROP/TYPE11 (SH_SANDW)

ブロックフォーマットのキーワード
このプロパティセットは、サンドイッチシェルプロパティセットの定義に使用されます。それぞれ個別の材料、板厚、層の位置、および直交異方性方向が指定されたいくつかの層によるサンドイッチ複合材を定義することができます。

このプロパティは/FAIL/JOHNSON、/FAIL/TAB1、および/FAIL/TBUTCHERを用いたXFEM(亀裂伝播)と適合性があります。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/PROP/TYPE11/*prop_ID*/*unit_ID*または/PROP/SH_SANDW/*prop_ID*/*unit_ID*									
prop_title									
I_{shell}SHEL	I_{smstr}SMST	I_{sh3n}SH3N	I_{dril}DRIL			P_thick_{fail}			
h_mHM		h_fHF		h_rHR		d_mm		d_n	
N		*Thick*		A_{shear}shear			I_{thick}THICK	I_{plas}PLAS	
V_XX		V_YY		V_ZZ		*skew_ID*	I_{orth}ORTH	I_{pos}POS	I_PP

各層(積分点)について行ごとに

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
ϕ_i		t_i		Z_i		mat_ID_i			F_weight_i

定義

フィールド	内容	SI単位の例
prop_ID	プロパティの識別子 (整数、最大10桁)	
unit_ID	単位識別子。 (整数、最大10桁)	
prop_title	プロパティのタイトル (文字、最大100文字)	
I_{shell}SHELL	シェル要素の定式化フラグ 1 *= 0* /DEF_SHELLの値を使用	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 1 */DEF_SHELL*が定義されていない場合のデフォルト Q4、変形モードと剛体モードに直交する粘弾性アワグラスモード（Belytschko） *= 2* Q4、直交性を伴わない粘弾性アワグラス（Hallquist） *= 3* Q4、直交性を伴う弾塑性アワグラス *= 4* タイプ1の定式化を改良したQ4（ねじれた要素の直交化）。 *= 12* QBATシェル定式化 *= 24* QEPHシェル定式化。 （整数）	
I_{smstr}*SMSTR*	シェル微小ひずみ定式化フラグ。2 *= -1* 要素タイプと材料則を応じて最適な値を自動的に設定 *= 0* /DEF_SHELLの値を使用 *= 1* 時刻0からの微小ひずみ（他のすべての定式化フラグと適合性のある定式化） *= 2* */DEF_SHELL*が定義されていない場合のデフォルト Radioss Engine（オプション/DT/SHELL/CST）での微小ひずみ定式化がアクティブとなる可能性がある完全幾何非線形性 *= 3* 古い微小ひずみ定式化（アワグラスタイプ2とのみ互換） *= 4* 完全幾何非線形性（Radioss Engineでオプション/DT/SHELL/CSTによる影響はありません） （整数）	
I_{sh3n}*SH3N*	3節点シェル要素定式化フラグ *= 0* /DEF_SHELLの値を使用 *= 1* 標準的な三角形（C0）。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 2 */DEF_SHELL*が定義されていない場合のデフォルト 大きな回転に対する修正を伴う標準的な三角形(C0)。 = 30 DKT18 = 31 BATOZのDTK12に基づくDKT_S3、(理論マニュアルのElement Libraryをご参照ください) (整数)	
I_{dril}*DRIL*	面内回転自由度剛性のフラグ。7 = 0 /DEF_SHELLの値を使用 = 1 はい。 2 */DEF_SHELL*が定義されていない場合のデフォルト オフ。 (整数)	
P_thick_{fail}	要素が削除される前に破断すべき層の厚みのパーセンテージ 11 12 $0.0 \le P\_thick_{fail} \le 1.0$ (実数)	
h_m*HM*	シェル膜アワグラス係数 デフォルト = 0.01 デフォルト = 0.1 (アワグラスタイプ3 (I_{shell}*SHELL* =3)の場合) (実数)	
h_f*HF*	シェル面外アワグラス デフォルト = 0.01(実数)	
h_r*HR*	シェル回転アワグラス係数 デフォルト = 0.01 デフォルト = 0.1 (アワグラスタイプ3 (I_{shell}*SHELL* =3)の場合) (実数)	
d_m*m*	Shell Membrane Damping. デフォルト = 0.0 デフォルト =0.015 (I_{shell}*SHELL* =24(QEPH)+LAW 27の場合)	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	デフォルト =0.05（I_{shell}*SHELL* =1、2、3、4、12+LAW25、27の場合） LAW65のデフォルト = 0.05 （実数）	
d_n	シェル数値減衰 4 I_{shell}*SHELL* =12、24の場合のみ使用 I_{shell}*SHELL* =24（QEPH）の場合、デフォルト =0.015 I_{shell}*SHELL* =12（QBAT）の場合、デフォルト =0.001 デフォルト =0.0001（I_{sh3n}*SH3N* =30（DKT18）の場合） （実数）	
N	層の数。ただし、1 ≤*N* ≤ 100 デフォルト = 1（整数）	
Thick	シェル厚。9 （実数）	[m]
A_{shear}*shear*	せん断係数 デフォルトはReissner値：5/6（実数）	
I_{thick}*THICK*	シェル合応力計算フラグ。 *= -1* 要素タイプと材料則を応じて最適な値を自動的に設定 *= 0* `/DEF_SHELL`の値を使用 *= 1* 厚みの変化が考慮されます *= 2* */DEF_SHELL*が定義されていない場合のデフォルト 厚みは一定です （整数）	
I_{plas}*PLAS*	シェル平面応力塑性フラグ *= -1* 要素タイプと材料則を応じて最適な値を自動的に設定 *= 0* `/DEF_SHELL`の値を使用 *= 1* 3ニュートン反復計算を伴う反復投影	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= *2* */DEF_SHELL*が定義されていない場合のデフォルト ラジアルリターン。 （整数）	
V_X*X*	参照ベクトルのX成分 デフォルト = 1.0（実数）	
V_Y*Y*	参照ベクトルのY成分 デフォルト = 0.0（実数）	
V_Z*Z*	参照ベクトルのZ成分 デフォルト = 0.0（実数）	
skew_ID	参照ベクトルのスキュー識別子 8 デフォルト = 0（整数）	
I_{orth}*ORTH*	参照ベクトル用の直交異方性座標系定式化フラグ = *0*（デフォルト） 直交異方性の第1軸は正規直交共回転要素の座標系のX軸に対して一定の角度に保たれます。 = *1* 直交異方性の第1方向は変形後の要素の非正規直交座標系に対して一定に保たれます。 （整数）	
I_{pos}*POS*	参照ベクトルに対する層のポジショニングフラグ 9 = *0*（デフォルト） 層の位置Z_iは層の厚みに関して自動的に計算されます。 = *1* すべての層の位置Z_iは、ユーザーが定義する必要があります。 （整数）	
I_P*P*	シェル平面内の参照方向 8 = *0*（デフォルト） *skew_ID*の方向1、またはベクトル**V**を使用して（*skew_ID*が指定されていない場合）、シェル要素に投影されます。 = *20* シェル要素の要素接続（N1、N2）から定義されます。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 22 シェル要素に投影された*skew_ID*の第1方向と角度phiから定義されます。(ベクトル$\mathbf{V}$は無視されます)。 *= 23* シェル要素に投影された参照ベクトル$\mathbf{V}$と角度phiから定義されます(*skew_ID*は無視されます)。 (整数)	
ϕ_i	層*i*の角度 8 (実数)	$[\mathrm{deg}]$
t_i	層*i*の厚み 9 (実数)	$[\mathrm{m}]$
Z_i	層*I*のZ位置(Z_iは層の中央の位置を定義します) デフォルト = 0.0(実数)	$[\mathrm{m}]$
mat_ID_i	層*i*の材料識別子。10 (整数)	
F_weight_i	層*i*の相対破壊重量係数 11 12	

例

異なる材料、異なる材料方向(繊維方向)の3つの層(N=3)。参照ベクトルはスキューのx軸から取得されます。

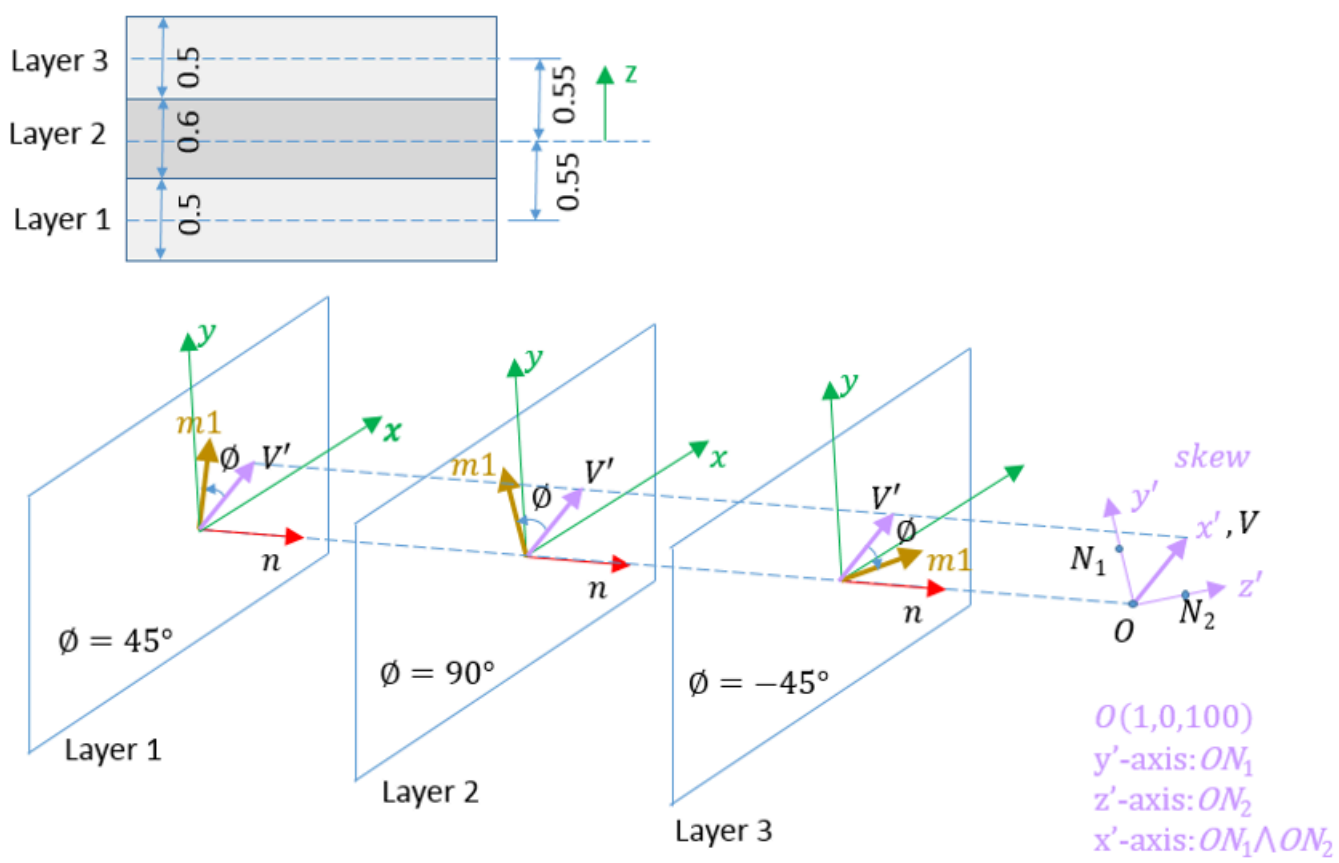


図 *253:*

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  1. LOCAL_UNIT_SYSTEM:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/2
unit for prop
#               MUNIT                LUNIT                TUNIT
                  kg                   mm                   ms
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/SKEW/FIX/1
New SKEW 1
#                  OX                   OY                   OZ
                  1.0                    0                100.0
#                  X1                   Y1                   Z1
                    0                    0                    1
#                  X2                   Y2                   Z2
                    0                   -1                    0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. GEOMETRICAL SETS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PROP/SH_SANDW/2/2
SH_SANDW example
#    Ishell     Ismstr      Ish3n      Idril                                Pthick_fail
         12          0          0          0                                        0
#                  hm                   hf                   hr                   dm                   dn
                    0                    0                    0                   .1                   .1
#         N                         Thick               Ashear               Ithick     Iplas
          3                           1.6                    0                    1         1
#                  Vx                   Vy                   Vz    skew_ID      Iorth      Ipos        Ip
                    0                    0                    0         1          0         0         0
#                 Phi                    t                    Z     mat_ID                        F_weighti
                   45                   .5                    0         1                              0

                   90                   .6                    0         2                              0

                  -45                   .5                    0         1                              0

#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#enddata
```

```
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. *Ishell*SHELL、*Ish3n*SH3N – 4節点および3節点シェル定式化フラグ
   - *Ishell*SHELL=1、2、3、4（Q4）：アワグラス摂動安定化を伴うオリジナルの4節点Radiossシェル。
   - *Ishell*SHELL=24（QEPH）：汎用の物理的なアワグラス安定化を伴う定式化（等方性 + LAW25シェルのみ）。
   - *Ishell*SHELL=12（QBAT）：修正済みBATOZ Q4γ24シェル（4つのGauss積分点を伴う）および面内せん断用の低減積分。このシェルに対して、アワグラス制御は必要ありません。
   - *Ish3n*SH3N=30 (DKT18)：3つのHammer積分点を伴うBATOZ DKT18薄肉シェル。
2. *Ismstr*SMSTR- 微小ひずみ定式化
   - *Ismstr*SMSTR = 1または3の場合、微小ひずみ定式化は時間*t*= 0からアクティブになります。これは高速予備解析で使用できますが、結果の精度は保証されません。シェルは、Radioss Engineオプション/DT/SHELL/CSTによって微小ひずみ定式化に切り替えることができます。ただし、*Ismstr*SMSTR = 4の場合を除きます。
   - *Ismstr*SMSTR = 1または3に設定した場合、材料則で指定されるひずみと応力は、工学ひずみと工学応力になります。それ以外を設定した場合は、真ひずみと真応力になります。
3. *hm*HM、*hf*HFおよび*hr*HR - アワグラス係数
   - *hm*HM、*hf*HFおよび*hr*HRは、Q4シェルに対してのみ使用されます。これらは0～0.05の値でなければなりません。
   - *Ishell*SHELL=3では、*hm*HMと*hr*HRのデフォルト値は0.1になり、さらに大きい値が可能です。
4. *dn* - シェル数値減衰係数
   - *dn*は、*Ishell*SHELL =12および24の場合のみ使用されます。
     - *Ishell*SHELL = 24の場合、*dn*は、アワグラス応力計算で使用されます
     - *Ishell*SHELL = 12（QBAT）の場合、*dn*は横せん断を除くすべての応力項で使用されます
     - *Ish3n*SH3N = 30（DKT18）の場合、*dn*は膜に対してのみ使用されます
5. *Ithick*THICK - シェル合応力計算フラグ
   - *Ithick*THICK =1の場合、該当する要素タイプの微小ひずみオプションは自動的に非アクティブ化されます。
6. *Iplas*PLAS - シェル平面応力塑性フラグ
   - *Ithick*THICK =1の場合、*Iplas*PLAS =1の使用が推奨されます。
   - *Iplas*PLAS = 1は、材料則27で使用できます。
   - *Iplas*PLAS =1の場合、該当する要素タイプの微小ひずみオプションは自動的に非アクティブ化されます。
7. *Idril*DRIL - 回転自由度剛性フラグ
   - 回転自由度剛性は、特にRiks法および曲げ主体の問題の陰的解法に推奨されます。
   - *Idril*DRILは、QEPH, QBAT（*Ishell*SHELL = 12、24）と標準の三角形（C0）シェル要素（*Ish3n*SH3N = 1、2）で使用可能です。
8. 異方性方向の定義。

   参照ベクトル$\mathbf{V}$は、フラグ*IpP*に従って次のように定義されます：

- *I*$_P$*P*=0および*skew_ID* = 0の場合、参照ベクトル$\mathbf{V}$はVX、VY、およびVZを使用して定義されます。
- *I*$_P$*P*=0および*skew_ID* ≠ 0の場合、参照ベクトル$\mathbf{V}$は局所座標系*skew_ID*の第1方向（局所X）です。
- *I*$_P$*P* = 20の場合、参照ベクトル$\mathbf{V}$はシェル要素の節点N1およびN2を使用して定義されます。
- *I*$_P$*P* = 22の場合、参照ベクトル$\mathbf{V}$は局所座標系*skew_ID*の第1方向（局所X）です。ベクトル成分VX、VY、およびVZは無視されます。
- *I*$_P$*P* = 23の場合、参照ベクトル$\mathbf{V}$はVX、VY、およびVZを使用して定義されます。局所座標系*skew_ID*は無視されます。

参照ベクトル$\mathbf{V}$はシェル要素平面に投影され、ベクトル$\mathbf{V}'$になります。そこで、各層について、第1材料方向（m1）はベクトル$\mathbf{V}'$をϕ_i度回転（シェルの法線$\mathbf{n}$を中心に正の方向に回転）。

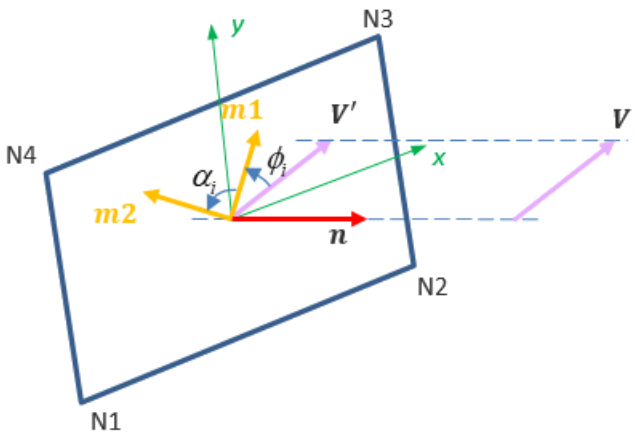


図 *254:*

参照ベクトル$\mathbf{V}$を定義する階層の順序は次のとおりです：

- 初期状態カード（/INISHE/ORTHO）
- シェルプロパティ

参照メトリクスの場合、初期形状ではなく参照形状を使用して異方性方向の方向付けを定義する必要があります。

第2の材料方向m2は、方向m1を90度回転させることで得られます（直交異方性）。

9. *I*$_{pos}$*POS* – 層の位置

- *I*$_{pos}$*POS* = 0：層の位置は"*Thick*"で自動的に計算されます。

  次の場合；$Thick \neq \sum_i^N t_i$

  - 警告のメッセージが表示されます。
  - 個々の層の厚みは、新しい層の厚みt_i^{new}に次のように調整されます：

$$Thick = \sum_i^N t_i^{new} \qquad (1052)$$

  ここで、"*Thick*"は入力で指定されるシェル板厚と層の厚み。

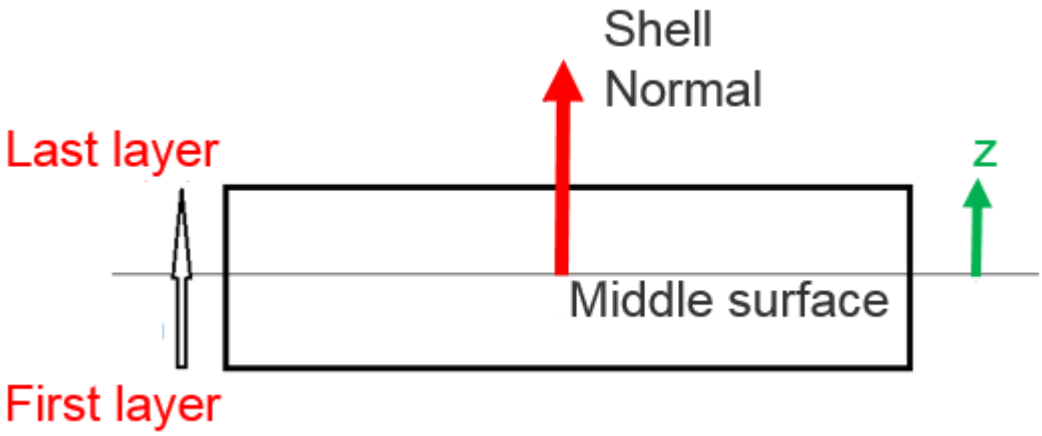


図 *255:*

- *I_{pos}POS* = 1: 要素の板厚内におけるすべての層の位置は、ユーザーが(t_iとZ_i)で定義します。
  - "*Thick*"は層の厚みの合計と等しい必要がないためチェックされません。
  - 複数の層を同じ空間位置に置くことが可能です。

  詳細については、プロパティと要素 FAQの層の"板厚と層の位置の計算"をご参照ください。

10. *Mat_IDi* - 各積層の材料

- 使用する材料則は、各層および対応するパートで同じでなければなりません。しかしながら、使用する材料プロパティ(材料ID)は異なっている必要があります。この条件はRadiossでチェックされ、条件が満たされていなければエラーが出力されます。
- グローバルな材料プロパティ(膜剛性、曲げ剛性、質量、慣性)は、材料プロパティと層(板厚など)に基づいて計算されます。これらは安定性、質量、インターフェース剛性に使用されます。
- 材料はパート定義レベルでも必要ですが、前後にのみ使用され("材料による"可視化)、物理特性は無視されます。
- 入力ファイルのバージョン番号がV13以前の場合は、以前の定式化(パートに関連付けられている材料から剛性と質量が計算されていた)が使用されています。

11. パラメータ*P_thick$_{fail}$*は、LAW36の塑性破壊ひずみのような材料則そのもの内で定義された破壊と適合性がありません。

12. `/FAIL`モデルと使用される要素除去のルール

- 各単一層は、層内の面内Gauss積分点がすべて削除されるとOFFに切り替えられます。
- シェル要素全体は、以下の基準に合致した際に削除されます:

$$\sum_i Thick_i \cdot F\_weight_i \geq P\_thick_{fail} \tag{1053}$$

ここで、

$$i = 1, N_{layers} \tag{1054}$$

ここで、$Thick_i$は破断層iの相対板厚;

- *Ifail_sh*パラメータが各層の材料に関連付けられた破壊モデル内でローカルで定義されている場合、*P_thick$_{fail}$*の値がデフォルトで使用され、ローカルパラメータの設定は無視されます。ローカルの破断モデルの設定は、*P_thick$_{fail}$*が、古いモデルとの後方互換が可能なプロパティ内で定義されていない場合にのみ使用されます。

See Also

材料の適合性
Radioss Coordinate System (User Guide)
スキューとフレーム(/SKEW & /FRAME)
FVMBAG1エアバッグのモデリングガイドライン
Composite Shell Elements (Theory Manual)

/PROP/TYPE16 (SH_FABR)

ブロックフォーマットのキーワード
このプロパティセットは、異方性積層シェルプロパティセットの定義に使用されます。このプロパティは現在、適合性があるのが弾性異方性繊維(/MAT/LAW58 (FABR_A))のみであり、1層のみが許可されています。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/PROP/TYPE16/*prop_ID*/*unit_ID*または/PROP/SH_FABR/*prop_ID*/*unit_ID*									
prop_title									
I_{shell}SHELL	I_{smstr}SMSTI	I_{sh3n}SH3N				P_thick_{fail}			
h_mHM		h_fHF		h_rHR		d_mm			
N		*Thick*		A_{shear}shear		I_{thick}THICK			
V_XX		V_YY		V_ZZ		*skew_ID*	I_{pos}POS		I_PP
ϕ_i		α_1		t_i		Z_i		mat_ID_i	

各層(積分点)について行ごとに:

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
ϕ_i		α_1		t_i		Z_i		mat_ID_i	

定義

フィールド	内容	SI単位の例
prop_ID	プロパティの識別子 (整数、最大10桁)	
unit_ID	単位識別子。 (整数、最大10桁)	
prop_title	プロパティのタイトル (文字、最大100文字)	
I_{shell}SHELL	シェル要素の定式化フラグ *= 0* /DEF_SHELLの値を使用	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 1 */DEF_SHELL*が定義されていない場合のデフォルト Q4、変形モードと剛体モードに直交する粘弾性アワグラスモード（Belytschko） *= 2* Q4、直交性を伴わない粘弾性アワグラス（Hallquist） *= 3* Q4、直交性を伴う弾塑性アワグラス *= 4* タイプ1の定式化を改良したQ4（ねじれた要素の直交化）。 *= 12* QBATシェル定式化 *= 24* QEPHシェル定式化。 （整数）	
I_{smstr}*SMSTR*	シェル微小ひずみ定式化フラグ。 *= -1* 要素タイプと材料則を応じて最適な値を自動的に設定 *= 4*（デフォルト） 完全幾何非線形性（Radioss Engineでオプション`/DT/SHELL/CST`による影響はありません） （整数）	
I_{sh3n}*SH3N*	3節点シェル要素定式化フラグ *= 0* `/DEF_SHELL`の値を使用 *= 1* 標準的な三角形（C0）。 *= 2* */DEF_SHELL*が定義されていない場合のデフォルト 大きな回転に対する修正を伴う標準的な三角形（C0）。 *= 30* DKT18 *= 31* DKT_S3 （整数）	
P_thick$_{fail}$	要素除去基準要素を削除するために必要な全シェル板厚に対する破断された積分点板厚の和の比 7 このオプションは、`/FAIL/FABRIC`に使用されます。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	$0.0 \le P\_thick_{fail} \le 1.0$ （実数）	
h_m*HM*	シェル膜アワグラス係数 I_{shell}*SHELL*=1、2、3、4の場合のみ使用されます。 デフォルト = 0.01 I_{shell}*SHELL*=3の場合のデフォルト = 0.1 （実数）	
h_f*HF*	シェル面外アワグラス I_{shell}*SHELL*=1、2、3、4の場合のみ使用されます。 デフォルト = 0.01（実数）	
h_r*HR*	シェル回転アワグラス係数 I_{shell}*SHELL*=1、2、3、4の場合のみ使用されます。 デフォルト = 0.01 I_{shell}*SHELL*=3の場合のデフォルト = 0.1 （実数）	
d_m*m*	シェル膜減衰 材料則LAW58に対して使用されます。 I_{shell}*SHELL* ≠12の場合のデフォルト = 0.075 I_{shell}*SHELL* =12の場合のデフォルト = 0.2 すべての3節点シェルの場合のデフォルト = 0.0（実数）	
N	層数、ただし$1 \le N \le 100$ 6 デフォルト = 1（整数）	
Thick	シェル厚。 （実数）	[m]
A_{shear}*shear*	せん断係数 デフォルトはReissner値：5/6（実数）	
I_{thick}*THICK*	シェル合応力計算フラグ。 *= -1* 要素タイプと材料則を応じて最適な値を自動的に設定	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 0 /DEF_SHELLの値を使用 *= 1* 厚みの変化が考慮されます *= 2* */DEF_SHELL*が定義されていない場合のデフォルト 厚みは一定です （整数）	
V_X*X*	参照ベクトルのX成分 3 デフォルト = 1.0（実数）	
V_Y*Y*	参照ベクトルのY成分 デフォルト = 0.0（実数）	
V_Z*Z*	参照ベクトルのZ成分 デフォルト = 0.0（実数）	
skew_ID	参照ベクトルのスキュー識別子 3 デフォルト = 0（整数）	
I_{pos}*POS*	参照ベクトルに対する層のポジショニングフラグ 4 *= 0*（デフォルト） 層の位置Z_iは層の厚みに関して自動的に計算されます。 *= 1* すべての層の位置Z_iは、ユーザーが定義する必要があります。 デフォルト = 0（整数）	
I_P*P*	シェル平面内の参照方向 3 *= 0*（デフォルト） *skew_ID*の方向1、またはベクトル$\mathbf{V}$を使用して（*skew_ID*が指定されていない場合）、シェル要素に投影されます。 *= 20* シェル要素の要素接続（N1、N2）から定義されます。 *= 22* シェル要素に投影された*skew_ID*の第1方向と角度phiから定義されます。（ベクトル$\mathbf{V}$は無視されます）。 *= 23* シェル要素に投影された参照ベクトル$\mathbf{V}$と角度phiから定義されます（*skew_ID*は無視されます）。	

フィールド	内容	SI単位の例
	（整数）	
ϕ_i	層*i*の1番目の局所軸の角度ϕ_i 3 （実数）	[deg]
α_i	最初と2番目の軸の間の角度 3 デフォルト = 90.0（実数）	[deg]
t_i	層*i*の厚みt_i （実数）	[m]
Z_i	層iのZ位置（Z_iは層の中央の位置を定義します） デフォルト = 0.0（実数）	[m]
mat_ID$_i$	層*i*の材料識別子。すべての層に同じ材料が使用されていなければなりません。 （整数）	

例

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  1. LOCAL_UNIT_SYSTEM:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/2
unit for PROP
#               MUNIT                LUNIT                TUNIT
                  Mg                   mm                   s
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. GEOMETRICAL SETS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PROP/TYPE16/2/2
prop type 16
#    Ishell     Ismstr      Ish3n                                          Pthick_fail
           0          0          0                                                    0
#                  hm                   hf                   hr                   dm
                    0                    0                    0                    0
#         N                         Thick               Ashear               Ithick
          3                           1.6                    0                    0
#                  Vx                   Vy                   Vz    skew_ID       Ipos                   Ip
                    1                    0                    1          0          0                    0
#                 Phi                Alpha                   Ti                   Zi    mat_IDi
                   45                   90                   .5                                    1
                   90                   90                   .6                                    2
                  -45                   90                   .5                                    1
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#enddata
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. *I*$_{shell}$*SHELL* - 4節点シェル定式化フラグ

   Q4シェル（*I*$_{shell}$*SHELL*=1、2、3、4）の場合、アワグラス定式化は粘弾性です。

2. *h*$_m$*HM*、*h*$_f$*HF*および*h*$_r$*HR* - アワグラス係数

- h_m*HM*、h_f*HF*およびh_r*HR*は、Q4シェルに対してのみ使用されます（I_{shell}*SHELL*=4）。これらは0～0.05の値でなければなりません。
- I_{shell}*SHELL*=3では、h_m*HM*とh_r*HR*のデフォルト値は0.1になり、さらに大きい値が可能です。

3. 異方性方向の定義。

参照ベクトル$\mathbf{V}$は、フラグI_P*P*に従って次のように定義されます：

- I_P*P*=0および*skew_ID* = 0の場合、参照ベクトル$\mathbf{V}$はVX、VY、およびVZを使用して定義されます。
- I_P*P*=0および*skew_ID* ≠ 0の場合、参照ベクトル$\mathbf{V}$は局所座標系*skew_ID*の第1方向（局所X）です。
- I_P*P* = 20の場合、参照ベクトル$\mathbf{V}$はシェル要素の節点N1およびN2を使用して定義されます。
- I_P*P* = 22の場合、参照ベクトル$\mathbf{V}$は局所座標系*skew_ID*の第1方向（局所X）です。ベクトル成分VX、VY、およびVZは無視されます。
- I_P*P* = 23の場合、参照ベクトル$\mathbf{V}$はVX、VY、およびVZを使用して定義されます。局所座標系*skew_ID*は無視されます。

参照ベクトル$\mathbf{V}$はシェル要素平面に投影され、ベクトル$\mathbf{V}'$になります。そこで、各層について、第1材料方向（m1）はベクトル$\mathbf{V}'$をϕ_i度回転（シェルの法線$\mathbf{n}$を中心に正の方向に回転）。

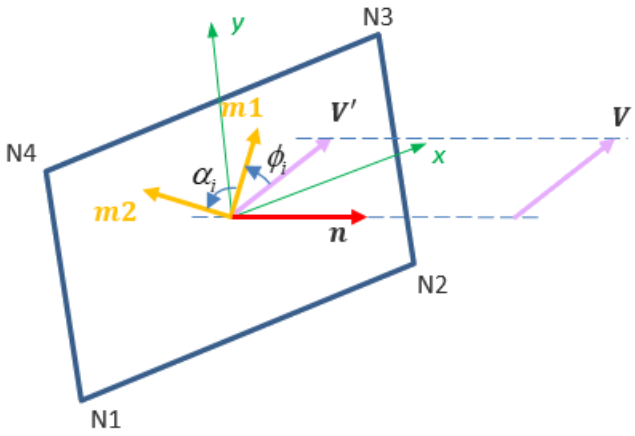


図 *256:*

参照ベクトル$\mathbf{V}$を定義する階層の順序は次のとおりです：

- 初期状態カード（`/INISHE/ORTHO`）
- シェルプロパティ

参照メトリクスの場合、初期形状ではなく参照形状を使用して異方性方向の方向付けを定義する必要があります。

第2の材料方向m2は、方向m1を角度α_iで方向付けすることで得られます。$\alpha_i = 90°$の場合、層は直交します。

4. I_{pos}*POS* – 層の位置

I_{pos}*POS* = 0：層の位置は自動的に計算されます。

次の場合；

$$Thick \neq \sum_{i}^{N} t_i \qquad (1055)$$

- 警告のメッセージが表示されます。

- 個々の層の厚みは、新しい層の厚みt_i^{new}に次のように調整されます：

$$Thick = \sum_{i}^{N} t_i^{new} \quad (1056)$$

ここで、"*Thick*"とt_iは入力で指定されるシェル板厚と層の厚み。

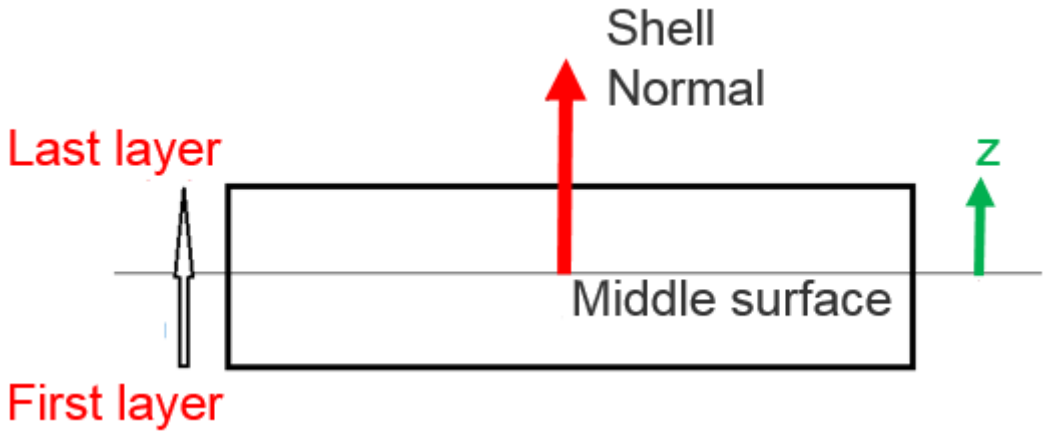


図 *257:*

- I_{pos}*POS* = 1：要素の板厚内におけるすべての層の位置は、ユーザーが(t_iとZ_i)で定義します。
  - "*Thick*"は層の厚みの合計と等しい必要がないためチェックされません。
  - 複数の層を同じ空間位置に置くことが可能です。

詳細については、FAQの層の板厚と位置の計算をご参照ください。

5. `/PART`で与えられる材料則番号は、時間ステップと面剛性の計算に用いられる密度とヤング率の定義に使用されます。
6. 各*i*層の板厚を通して存在する積分点は1つのみです。
7. オプション*P_thick*$_{fail}$は、`/FAIL/FABRIC`基準によって使用されます。これは、`/PROP/TYPE16`および`/MAT/LAW58`と適合性のある唯一の基準です。

See Also

材料の適合性
Radioss Coordinate System (User Guide)
スキューとフレーム(/SKEW & /FRAME)
Monitored Volume (/MONVOL) (User Guide)
FVMBAG1エアバッグのモデリングガイドライン
アワグラス定式化

/PROP/TYPE17 (STACK)

ブロックフォーマットのキーワード
このプロパティセットは、スタックおよびプライアプローチを使用してサンドイッチシェルプロパティセットを定義するために使用されます。各プライについて1つの積分点のみが定義可能です。

内容

次の2つの入力が可能です:

- OptiStructと似た方法で要素のグループをプライに関連付けることで、すべての要素が異なる数のプライを持つ可能性があります。
- レイアウトはサブスタック(“*SUB*”)のシーケンスで記述されます。サブスタックは複数の層で構成されます。サブスタック間の相互作用はキーワード*INT*で定義されます。

入力には“サブスタック”またはプライのどちらかを使用できますが、両方は使用できません。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/PROP/TYPE17/*prop_ID*/*unit_ID*または/PROP/STACK/*prop_ID*/*unit_ID*									
prop_title									
I_{shell}SHELL	I_{smstr}SMSTI	I_{sh3n}SH3N	I_{dril}DRIL	*Plyxfem*		Z_0		*Vinterply*	
h_mHM		h_fHF		h_rHR		d_mm		d_n	
		Thick		A_{shear}shear		I_{thick}THICK		I_{plas}PLAS	
V_XX		V_YY		V_ZZ		*Skew_ID*	I_{orth}ORTH	I_{pos}POS	I_PP

プライによる

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Pply_ID$_i$	ϕ_i		Z_i						
Minterply									

または、サブスタックによる

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Sub	*Nsub*	*Sub-plyn*							
Substack Name									
Pply_ID$_i$	ϕ_i		Z_i						

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Minterply									
Sub	*Nsub*	*Sub-plyn*							
Substack Name									
$Pply\_ID_j$	ϕ_j		Z_j						
Minterply									
INT	$Pply\_ID_t$	$Pply\_ID_b$							

定義

フィールド	内容	SI単位の例
prop_ID	プロパティの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
prop_title	プロパティのタイトル （文字、最大100文字）	
I_{shell}*SHELL*	シェル要素の定式化フラグ 2 *= 0* /DEF_SHELLの値を使用 *= 1* */DEF_SHELL*が定義されていない場合のデフォルト Q4、変形モードと剛体モードに直交する粘弾性アワグラスモード（Belytschko） *= 2* Q4、直交性を伴わない粘弾性アワグラス（Hallquist） *= 3* Q4、直交性を伴う弾塑性アワグラス *= 4* タイプ1の定式化を改良したQ4（ねじれた要素の直交化）。 *= 12* QBATシェル定式化 *= 24* QEPHシェル定式化。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	
I_{smstr}*SMSTR*	シェル微小ひずみ定式化フラグ。3 *= -1* 要素タイプと材料則を応じて最適な値を自動的に設定 *= 0* /DEF_SHELL内の値を使用。 *= 1* 時間 = 0以降の微小ひずみ（他のすべての定式化フラグと互換性のある新しい定式化）。 *= 2* */DEF_SHELL*が定義されていない場合のデフォルト Radioss Engine（オプション/DT/Eltyp/Keyword3/Iflag）での微小ひずみ定式化がアクティブとなる可能性がある完全幾何非線形性 *= 3* 古い微小ひずみ定式化（アワグラスタイプ2とのみ互換） *= 4* 完全幾何非線形性（Radioss Engineでオプション/DT/SHELL/CSTによる影響はありません） （整数）	
I_{sh3n}*SH3N*	3節点シェル要素定式化フラグ *= 0* /DEF_SHELLの値を使用 *= 1* 標準的な三角形（C0）。 *= 2* */DEF_SHELL*が定義されていない場合のデフォルト 大きな回転に対する修正を伴う標準的な三角形（C0）。 *= 30* DKT18 *= 31* DKT_S3、BATOZのDTK12に基づく（理論マニュアルのElement Libraryをご参照ください） （整数）	
I_{dril}*DRIL*	面内回転自由度剛性のフラグ。8 *= 0* /DEF_SHELLの値を使用 *= 1* はい。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	2 */DEF_SHELL*が定義されていない場合のデフォルト オフ。 （整数）	
Plyxfem	Plyxfemの定式化をアクティブ化（ベータ版）。13 *= 0* いいえ *= 2* はい （整数）	
Z_0	シェル要素基準中央面からプライの底面までの距離（実数または空白）。10 I_{pos}*POS* =2の場合に考慮する必要あり デフォルト = 0.0（実数）	
Vinterply	プライ間材料の粘度（0.1未満のままにする必要があります）。 デフォルト = 0.0（実数）	
h_m*HM*	シェル膜アワグラス係数 4 デフォルト = 0.01 デフォルト = 0.01（アワグラスタイプ3（I_{shell}*SHELL* =3）の場合） （実数）	
h_f*HF*	シェル面外アワグラス デフォルト = 0.01（実数）	
h_r*HR*	シェル回転アワグラス係数 デフォルト = 0.01 デフォルト = 0.01（アワグラスタイプ3（I_{shell}*SHELL* =3）の場合） （実数）	
d_m*m*	Shell Membrane Damping デフォルト = 5%（LAW25、LAW27の場合） デフォルト = 1.5%（I_{shell}*SHELL* =24（QEPH）+ LAW36の場合） （実数）	
d_n	シェル数値減衰 5 I_{shell}*SHELL* =12、24の場合のみ使用	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	デフォルト = 1.5%（I_{shell}*SHELL* =24（QEPH）の場合） デフォルト = 0.1%（I_{shell}*SHELL* =12（QBAT）の場合） デフォルト = 0.01%（I_{shell}*SHELL* =3（DKT18）の場合） （実数）	
Thick	シェル厚。10 （実数）	[m]
A_{shear}*shear*	せん断係数 デフォルトはReissner値：5/6（実数）	
I_{thick}*THICK*	シェル合応力計算フラグ。6 *= -1* 要素タイプと材料則を応じて最適な値を自動的に設定 *= 0* /DEF_SHELL内の値を使用。 *= 1* 厚みの変化が考慮されます *= 2* */DEF_SHELL*が定義されていない場合のデフォルト 厚みは一定です （整数）	
I_{plas}*PLAS*	シェル平面応力塑性フラグ 7 *= -1* 要素タイプと材料則を応じて最適な値を自動的に設定 *= 0* /DEF_SHELL内の値を使用。 *= 1* 3ニュートン反復計算を伴う反復投影 *= 2* */DEF_SHELL*が定義されていない場合のデフォルト ラジアルリターン。 （整数）	
V_X*X*	参照ベクトルのX成分 9 デフォルト = 1.0（実数）	
V_Y*Y*	参照ベクトルのY成分	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	デフォルト = 0.0（実数）	
V_Z*Z*	参照ベクトルのZ成分 デフォルト = 0.0（実数）	
Skew_ID	参照ベクトルのスキュー識別子 9 デフォルト = 0（整数）	
I_{orth}*ORTH*	参照ベクトル用の直交異方性座標系定式化フラグ = *0*（デフォルト） 直交異方性の第1軸は正規直交共回転要素の座標系のX軸に対して一定の角度に保たれます。 = *1* 直交異方性の第1方向は変形後の要素の非正規直交座標系に対して一定に保たれます。 （整数）	
I_{pos}*POS*	参照ベクトルに対するプライのポジショニングフラグ 10 = *0*（デフォルト） プライの位置はプライの厚みに関して自動的に計算されます。プライの厚みの合計と全体板厚との一貫性は自動的にチェックされます。 = *1* 要素の板厚内におけるすべてのプライの位置は、ユーザーが定義します。複数のプライを同じ特別な位置に配置することが可能です。この場合、全体板厚は、プライの厚みの合計と等しくなくてもよいためチェックされません。 =*2* シェル要素基準面のシェルの底面からの距離がZ_0。 =*3* シェルの上面が要素基準面と見なされます。 =*4* シェルの底面が要素基準面と見なされます。 （整数）	
I_P*P*	シェル平面内の参照方向 9 = *0*（デフォルト） *Skew_ID*の方向1、またはベクトル$\mathbf{V}$を使用して（*Skew_ID*が指定されていない場合）、シェル要素に投影されます。 = *20* シェル要素の要素接続（*N1*、*N2*）から定義されます。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	=22 シェル要素に投影された*Skew_ID*の第1方向と角度phiから定義されます。(ベクトル**V**は無視されます)。 *= 23* シェル要素に投影された参照ベクトル**V**と角度phiから定義されます。(*Skew_ID*は無視されます)。 (整数)	
Sub	*=SUB*:サブスタック定義の始まりを示します。11 (左詰めにする必要があります) (整数)	
Nsub	サブスタック識別番号。 (整数)	
Sub-plyn	サブスタック内のプライの数 (整数)	
Substack Name	サブスタックの名前 (最大100文字)	
$Pply\_ID_i$ $Pply\_ID_j$	プライi(j)のプライプロパティ識別子/PROP/TYPE19で定義されるプライ (整数) i = 1, 2, 3 … 200 j = 1, 2, 3 … 200	
Minterply	プライ間材料識別子(plyxfemの定式化がアクティブな場合(*Plyxfem*=2)にのみ必要)。13 plyxfemの定式化がアクティブでない場合(*Plyxfem*=0)、この材料は無視されます。 (整数)	
ϕ_i ϕ_j	プライi(j)の角度 9 (実数)	$[\mathrm{deg}]$
Z_i Z_j	プライi(j)のZ位置(Z_iまたはZ_jはプライの中央の位置を定義します) デフォルト = 0.0(実数)	$[\mathrm{m}]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
Int	=INT：2つのサブスタック間の結合を示します（使用する場合は左詰めで記述する必要があります）。 （整数）	
$Pply\_ID_t$	一番下のサブスタックの一番上のプライのプライ識別番号。$Pply_ID_i$または$Pply_ID_j$内の*ply_ID*の1つ （整数）	
$Pply\_ID_b$	一番上のサブスタックの一番下のプライのプライ識別番号$Pply_ID_i$または$Pply_ID_j$内の*ply_ID*の1つ （整数）	

例（**/DRAPE**を使用するプライ）

この例では3つの層を扱います。`/DRAPE`を使用して層の方向を変更し、層ごとに材料の方向（繊維方向）が異なるようにします。また、層ごとに異なる材料も適用します（`/PROP/TYPE19`を使用して層ごとに定義）。

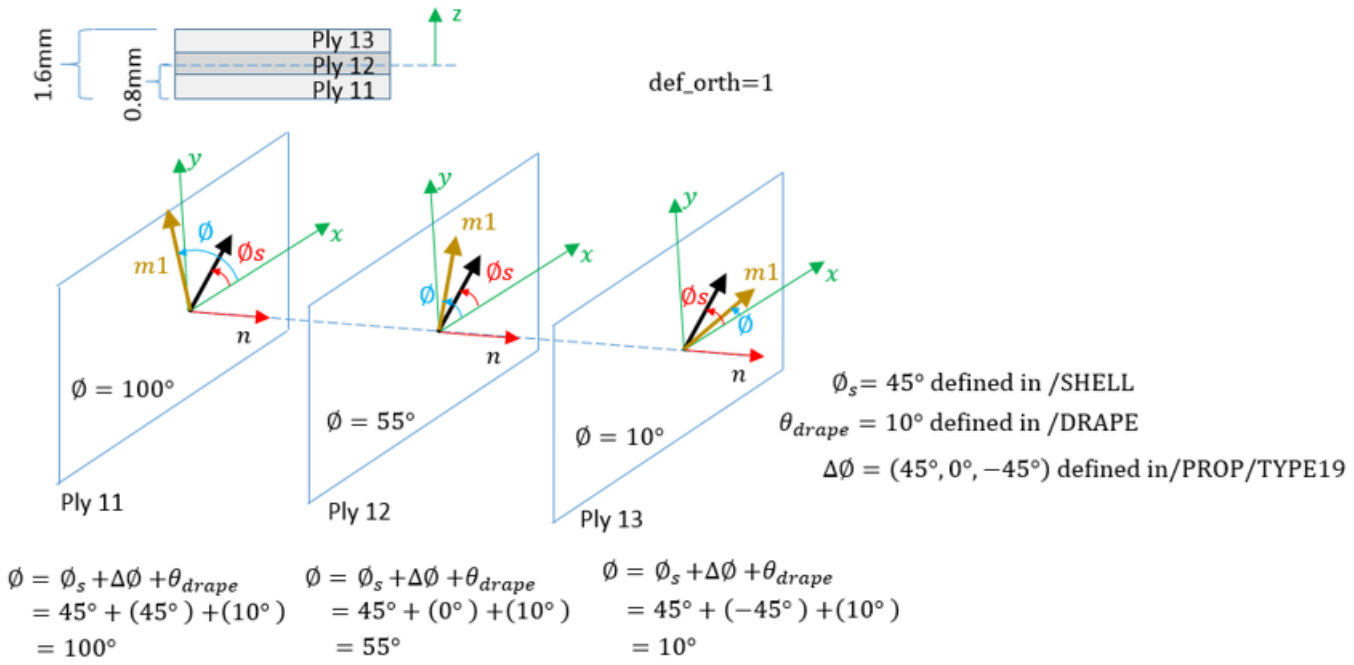


図 *258:*

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/2
unit for prop
#               MUNIT                LUNIT                TUNIT
                  kg                   mm                   ms
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PROP/TYPE17/2/2
composite combine by ply
#   Ishell    Ismstr     Ish3n    Idrill   Plyxfem                              Z0           Vinterply
        12         0         0         1         0                               0                 0.0
```

```
#                 hm                  hf                  hr                  dm                  dn
                   0                   0                   0                  .1                  .1
#                                   Thick              Ashear              Ithick     Iplas
                                       0                   0                   1         1
#                 VX                  VY                  VZ    skew_ID     Iorth      Ipos        Ip
                   1                   0                   1         0         0         0         0
# Pply_IDi                PHIi                  Zi
         11                   0                   0
#Minterply

# Pply_IDi                PHIi                  Zi
         12                  90                   0
#Minterply

# Pply_IDi                PHIi                  Zi
         13                   0                   0
#Minterply

#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PROP/TYPE19/11/2
PROP number 11
# mat_ID_i                  t           delta_phi id_grsh4n id_grsh3n   Npt_ply                 A_i
         1                 .5                  45         0         0         0                   0
# drape_ID  def_orth
         1         1
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PROP/TYPE19/12/2
PROP number 12
# mat_ID_i                  t           delta_phi id_grsh4n id_grsh3n   Npt_ply                 A_i
         2                 .6                   0         0         0         0                   0
# drape_ID  def_orth
         1         1
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PROP/TYPE19/13/2
PROP number 12
# mat_ID_i                  t           delta_phi id_grsh4n id_grsh3n   Npt_ply                 A_i
         1                 .5                 -45         0         0         0                   0
# drape_ID  def_orth
         1         1
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/DRAPE/1
drape in shell element
#    Entity Entity_ID            Thinning         Theta_drape
SHELL               1                                  10.
SHELL               2                                  10.
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/SHELL/2
# shell_ID  node_ID1  node_ID1  node_ID1  node_ID1                         phi_s
         1         1         5         6         2                            45                   0
         2         4         1         2         3                            45                   0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#enddata
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

例（サブスタック）

プライレイアウトのサブスタック定義。

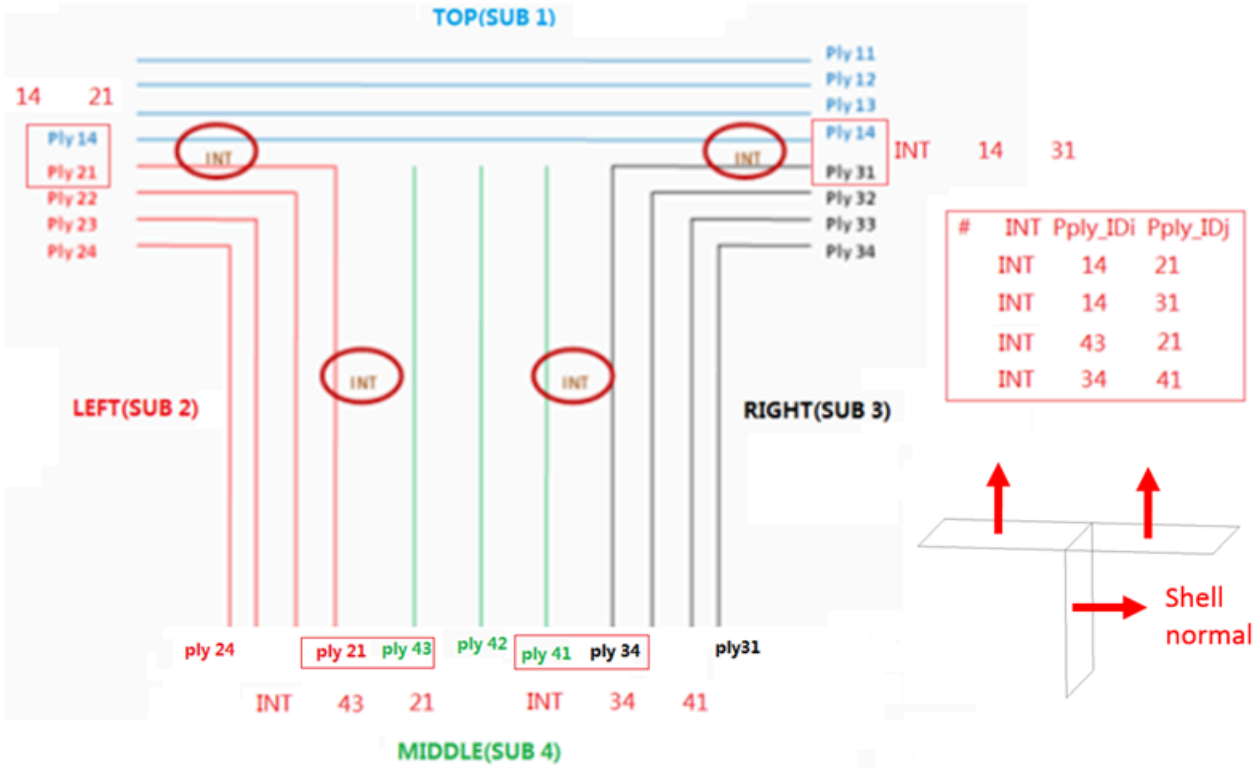


図 *259:*

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  1. LOCAL_UNIT_SYSTEM:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/2
unit for prop
#              MUNIT                LUNIT                TUNIT
                  kg                   mm                   ms
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. GEOMETRICAL SETS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PROP/TYPE17/2/2
composite combine by substack
#    Ishell     Ismstr      Ish3n     Idrill    Plyxfem                              Z0            Vinterply
        12          0          0          1          0                               0                  0.0
#                  hm                    hf                    hr                   dm                   dn
                    0                     0                     0                   .1                   .1
#                                     Thick                Ashear                Ithick     Iplas
                                          0                     0                     1         1
#                  VX                    VY                    VZ    skew_ID      Iorth      Ipos        Ip
                    0                     1                     0          0          0         0         0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#       Sub       Nsub   Sub-plyn
SUB                 1          4
Top substack
# Pply_IDi                 PHIi                  Zi
         11                    0                   0
#Minterply

# Pply_IDi                 PHIi                  Zi

         12                   90                   0
#Minterply

# Pply_IDi                 PHIi                  Zi

         13                    0                   0
#Minterply

# Pply_IDi                 PHIi                  Zi

         14                   90                   0
```

```
#Minterply

#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#      Sub      Nsub  Sub-plyn
SUB                2         4
Left substack
# Pply_IDi                PHIi                  Zi
        21                  90                   0
#Minterply

# Pply_IDi                PHIi                  Zi

        22                   0                   0
#Minterply

# Pply_IDi                PHIi                  Zi

        23                  90                   0
#Minterply

# Pply_IDi                PHIi                  Zi

        24                   0                   0
#Minterply

#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#      Sub      Nsub  Sub-plyn
SUB                3         4
Right substack
# Pply_IDi                PHIi                  Zi
        31                  90                   0
#Minterply

# Pply_IDi                PHIi                  Zi

        32                   0                   0
#Minterply

# Pply_IDi                PHIi                  Zi

        33                  90                   0
#Minterply

# Pply_IDi                PHIi                  Zi

        34                   0                   0
#Minterply

#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#      Sub      Nsub  Sub-plyn
SUB                4         3
Middle substack
# Pply_IDi                PHIi                  Zi
        41                  90                   0
#Minterply

# Pply_IDi                PHIi                  Zi

        42                   0                   0
#Minterply

# Pply_IDi                PHIi                  Zi

        43                  90                   0
#Minterply

#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#      Int  Pply_IDt  Pply_IDb
INT               14        21
INT               14        31
INT               43        21
INT               34        41
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PROP/TYPE19/11/2
PROP number 11
# mat_ID_i                  t           delta_phi id_grsh4n id_grsh3n   Npt_ply                 A_i
        1                 .5                  45        45         0         0                   0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PROP/TYPE19/12/2
PROP number 12
# mat_ID_i                  t           delta_phi id_grsh4n id_grsh3n   Npt_ply                 A_i
        1                 .5                  45        45         0         0                   0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PROP/TYPE19/13/2
PROP number 13
```

```
# mat_ID_i                    t           delta_phi id_grsh4n id_grsh3n   Npt_ply                 A_i
         1                  .5                  45        45         0         0                   0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PROP/TYPE19/14/2
PROP number 14
# mat_ID_i                    t           delta_phi id_grsh4n id_grsh3n   Npt_ply                 A_i
         1                  .5                  45        45         0         0                   0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PROP/TYPE19/21/2
PROP number 21
# mat_ID_i                    t           delta_phi id_grsh4n id_grsh3n   Npt_ply                 A_i
         1                  .5                  45        46         0         0                   0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PROP/TYPE19/22/2
PROP number 22
# mat_ID_i                    t           delta_phi id_grsh4n id_grsh3n   Npt_ply                 A_i
         1                  .5                  45        46         0         0                   0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PROP/TYPE19/23/2
PROP number 23
# mat_ID_i                    t           delta_phi id_grsh4n id_grsh3n   Npt_ply                 A_i
         1                  .5                  45        46         0         0                   0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PROP/TYPE19/24/2
PROP number 24
# mat_ID_i                    t           delta_phi id_grsh4n id_grsh3n   Npt_ply                 A_i
         1                  .5                  45        46         0         0                   0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PROP/TYPE19/31/2
PROP number 31
# mat_ID_i                    t           delta_phi id_grsh4n id_grsh3n   Npt_ply                 A_i
         1                  .5                  45        47         0         0                   0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PROP/TYPE19/32/2
PROP number 32
# mat_ID_i                    t           delta_phi id_grsh4n id_grsh3n   Npt_ply                 A_i
         1                  .5                  45        47         0         0                   0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PROP/TYPE19/33/2
PROP number 33
# mat_ID_i                    t           delta_phi id_grsh4n id_grsh3n   Npt_ply                 A_i
         1                  .5                  45        47         0         0                   0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PROP/TYPE19/34/2
PROP number 34
# mat_ID_i                    t           delta_phi id_grsh4n id_grsh3n   Npt_ply                 A_i
         1                  .5                  45        47         0         0                   0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PROP/TYPE19/41/2
PROP number 41
# mat_ID_i                    t           delta_phi id_grsh4n id_grsh3n   Npt_ply                 A_i
         1                  .5                  45        44         0         0                   0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PROP/TYPE19/42/2
PROP number 42
# mat_ID_i                    t           delta_phi id_grsh4n id_grsh3n   Npt_ply                 A_i
         1                  .5                  45        44         0         0                   0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PROP/TYPE19/43/2
PROP number 43
# mat_ID_i                    t           delta_phi id_grsh4n id_grsh3n   Npt_ply                 A_i
         1                  .5                  45        44         0         0                   0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#enddata
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. スタックプロパティは、プライベースの定義によって複合材プロパティを作成する場合に、/PROP/TYPE19 (PLY)と組み合わせて使用します。
   - このスタックプロパティ内でオプション*Pply_ID*$_i$または*Pply_ID*$_j$で使用される/PROP/TYPE19で定義されるプライ
   - プライごとに1つの積分点のみが定義可能です。すなわち、/PROP/TYPE19 (PLY)で*Npt_ply* =1
2. I_{shell}*SHELL*、I_{sh3n}*SH3N* – 4節点および3節点シェル定式化フラグ
   - I_{shell}*SHELL* = 1、2、3、4 (Q4): アワグラス摂動安定化を伴うオリジナルの4節点Radiossシェル

- I_{shell}*SHELL* = 24（QEPH）：汎用の物理的なアワグラス安定化を伴う定式化。
- I_{shell}*SHELL* = 12（QBAT）：修正済みBATOZ Q4 y24シェル（4つのGauss積分点を伴う）および面内せん断用の低減積分。このシェルに対して、アワグラス制御は必要ありません。
- I_{sh3n}*SH3N* = 30（DKT18）：3つのHammer積分点を伴うBATOZ DKT18薄肉シェル。
- Q4シェルの場合、アワグラス定式化は粘弾性です。

3. I_{smstr}*SMSTR* - 微小ひずみ定式化
   - I_{smstr}*SMSTR* = 1または3の場合、微小ひずみ定式化は時間t = 0からアクティブになります。これは高速予備解析で使用できますが、結果の精度は保証されません。$\Delta t < \Delta t_{\min}$であるシェルは、Radioss Engineオプション/DT/SHELL/CSTによって微小ひずみ定式化に切り替えることができます。ただし、I_{smstr}*SMSTR* = 4の場合を除きます。
   - 微小ひずみオプションを1または3に設定した場合、材料則で指定されるひずみと応力は、工学ひずみと工学応力になります。それ以外を設定した場合は、真ひずみと真応力になります。
4. h_m*HM*、h_f*HF*およびh_r*HR* - アワグラス係数
   - h_m*HM*、h_f*HF*およびh_r*HR*は、Q4シェルに対してのみ使用されます。これらは0～0.05の値でなければなりません。
   - I_{shell}*SHELL*=3では、h_m*HM*とh_r*HR*のデフォルト値は0.1になり、さらに大きい値が可能です。
5. *dn* - シェル数値減衰係数
   - I_{shell}*SHELL* = 12、24：
     - I_{shell}*SHELL* = 24の場合、d_nは、アワグラス応力計算で使用されます
     - I_{shell}*SHELL* = 12（QBAT）の場合、d_nは横せん断を除くすべての応力項で使用されます
     - I_{sh3n}*SH3N* = 30（DKT18）の場合、d_nは膜に対してのみ使用されます
6. I_{thick}*THICK* - シェル合応力計算フラグ
   - I_{thick}*THICK* =1の場合、該当する要素タイプの微小ひずみオプションは自動的に非アクティブ化されます。
7. I_{plas}*PLAS* - シェル平面応力塑性フラグ
   - I_{plas}*PLAS*は、材料則27で使用できます。
   - I_{thick}*THICK* =1の場合、I_{plas}*PLAS* =1の使用が推奨されます。
   - I_{plas}*PLAS* =1の場合、該当する要素タイプの微小ひずみオプションは自動的に非アクティブ化されます。
8. I_{dril}*DRIL* - 回転自由度剛性フラグ
   - 回転自由度剛性は、特にRiks法および曲げ主体の問題の陰的解法に推奨されます。
   - I_{dril}*DRIL*は、QEPH, QBAT（I_{shell}*SHELL* = 12または24）と標準の三角形（C0）シェル要素（I_{sh3n}*SH3N* = 1または2）で使用可能です。
9. 異方性方向の定義。

   参照ベクトル$\mathbf{V}$は、フラグI_P*P*に従って次のように定義されます：
   - I_P*P*=0および*Skew_ID* = 0の場合、参照ベクトル$\mathbf{V}$はVX、VY、およびVZを使用して定義されます。
   - I_P*P*=0および*Skew_ID* ≠ 0の場合、参照ベクトル$\mathbf{V}$は局所座標系*Skew_ID*の第1方向（局所X）です。
   - I_P*P* = 20の場合、参照ベクトル$\mathbf{V}$はシェル要素の節点N1およびN2を使用して定義されます。
   - I_P*P* = 22の場合、参照ベクトル$\mathbf{V}$は局所座標系*Skew_ID*の第1方向（局所X）です。ベクトル成分VX、VY、およびVZは無視されます。

- *I*$_{P}$*P* = 23の場合、参照ベクトル$\mathbf{V}$はVX、VY、およびVZを使用して定義されます。局所座標系*Skew_ID*は無視されます。

参照ベクトル$\mathbf{V}$はシェル要素平面に投影され、ベクトル$\mathbf{V}'$になります。そこで、各層について、第1材料方向(m1)はベクトル$\mathbf{V}'$をϕ_i度回転(シェルの法線$\mathbf{n}$を中心に正の方向に回転)。

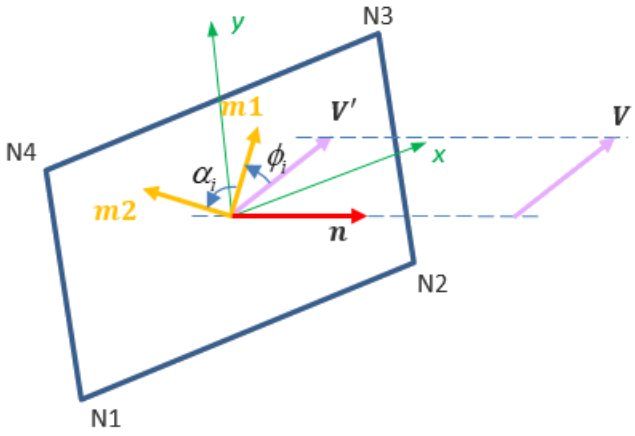


図 *260:*

参照ベクトル$\mathbf{V}$を定義する階層の順序は次のとおりです:

- シェル要素(/SHELLまたは /SH3Nでϕ_s > 0)
- 初期状態カード(/INISHE/ORTHO)
- シェルプロパティ

参照メトリクスの場合、初期形状ではなく参照形状を使用して異方性方向の方向付けを定義する必要があります。第2の材料方向m2は、方向m1を角度α_iで方向付けすることで得られます(/PROP/TYPE19で定義されます)。$\alpha_i = 90°$ の場合、層は直交します。

10. *I*$_{pos}$*POS* - プライ位置

- このプロパティでは、*Z*$_i$とオプション*I*$_{pos}$*POS*で定義されるプライ位置
- *Z*$_i$値は、局所Z軸での実際のプライ位置です(負の値も正の値も指定可能で、*Z*$_i$は各プライの中央の位置を定義します)。
- *Z*$_0$ は*I*$_{pos}$*POS*=2でのみ使用され、シェル要素基準中央面からプライ全体またはスタックの底面までの距離を示します。詳細については、*I*$_{pos}$*POS*=2をご参照ください。
- *I*$_{pos}$*POS*= 0: プライの位置はプライの厚みに関して自動的に計算されます。
  - 真のシェル板厚は常にプライの板厚と*Z*$_i$によって定義されるプライの位置から計算されるため、入力板厚"*Thick*"がゼロに等しくなる場合があります。
  - 入力板厚"*Thick*"が0.0と異なる場合、プライから計算された板厚が入力板厚と異なっているという警告が表示されます。

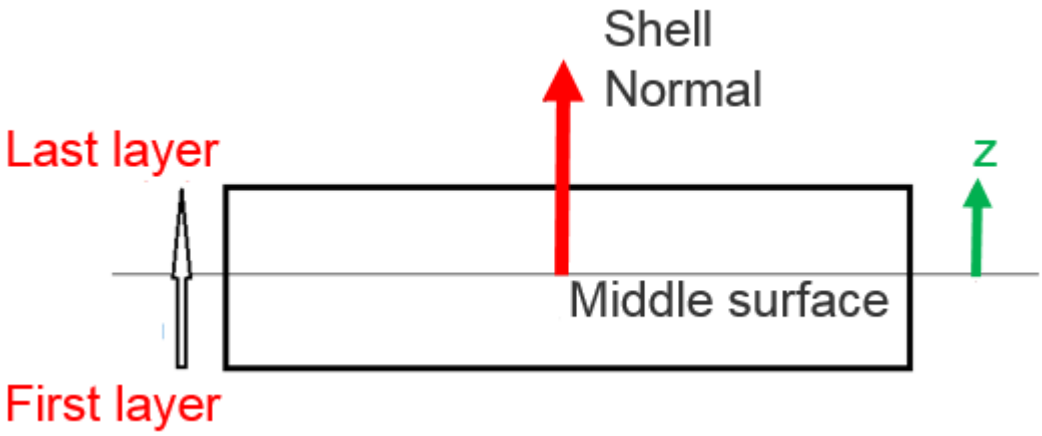


図 *261:*

- I_{pos}*POS*= 1：要素内におけるすべてのプライの位置と板厚は、ユーザー定義（/PROP/PLYおよびZ_iのt_iによる）です。
  - 全体板厚"*Thick*"はプライの厚みの合計と等しい必要がないためチェックされません。
  - 複数のプライを同じ空間位置に置くことが可能です。
  - プライ数がすべての要素に対して一定でない限り、このオプションは推奨されません。
- I_{pos}*POS*=2：シェル要素の中央面は、プライレイアウトの底面からZ_0の位置になります。

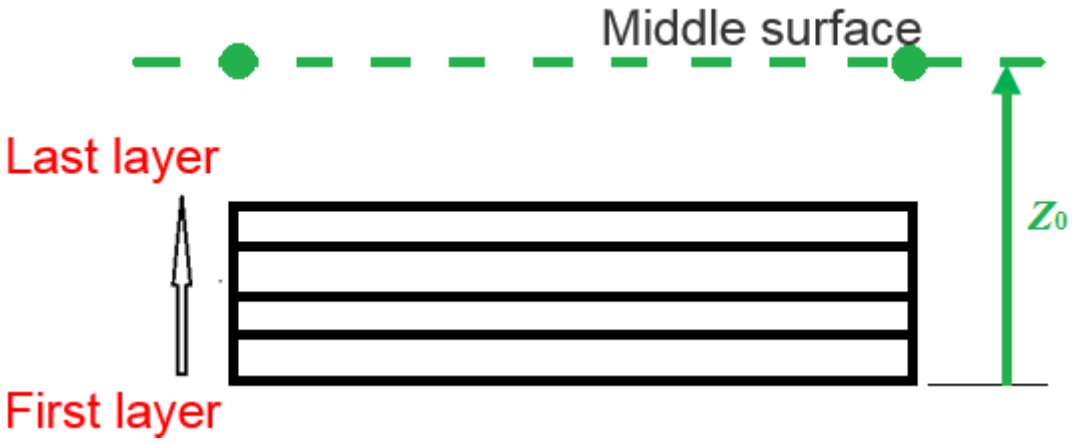


図 *262:*

- I_{pos}*POS*=3：プライレイアウトの最上面は、要素の中央面と一致します。

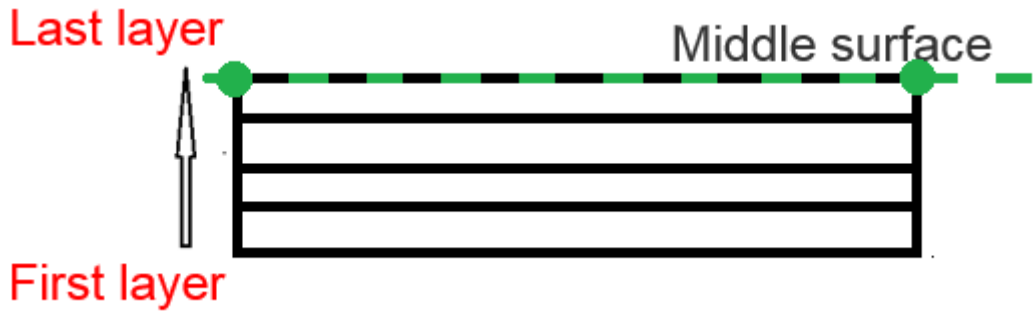


図 *263:*

- I_{pos}*POS*=4: プライレイアウトの底面が、要素の中央面と一致します。

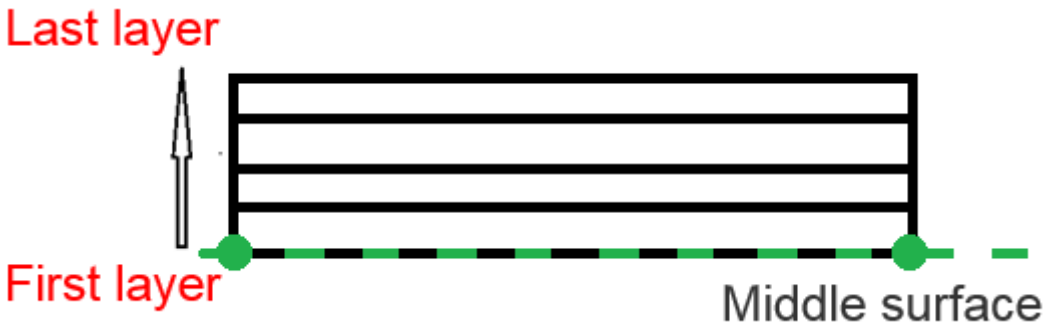


図 *264:*

11. サブスタックにより定義

- サブスタック定義を使用する場合、各サブスタック定義はキーワード"*SUB*"とサブスタック識別番号で始まります。
- 次のキーワード"*SUB*"またはキーワード"*INT*"が出現するまでのすべてのプライは、同じサブスタックに属します。
- *INT*結合を定義する前に、すべてのサブスタックを定義する必要があります。
- 複数のサブスタックに属しているプライが要素に含まれている場合、サブスタック間の結合は"*INT*"結合によって定義されます。つまり、1つ目のサブスタックの積層*Pply_ID*$_t$が2つ目のサブスタックの積層*Pply_ID*$_b$ に結合されます。
- 詳細については、このプロパティについての上記の例をご参照ください。

12. 各プライの材料

- `/PROP/TYPE19`で*mat_ID*により定義される各プライの材料。
- このプロパティ内で*Minterply*により定義される各プライ間の材料。Plyxfem定式化に使用されます。
- このプロパティは、材料則25、27、36、60、72、93、およびユーザー材料則とのみ適合性があります。
- 各プライの材料則タイプはプライ毎に同じである必要があります。
- `/PART`で指定した材料則番号は、複合材の質量や音速の他、面剛性の定義にも使用されます。
- `/PART`に入力する材料則タイプは、`/PROP/TYPE19`の*mat_ID*で使用される材料則タイプと一致する必要があります。

13. Plyxfem定式化

- plyxfem定式化をアクティブにするには*Plyxfem*フラグを使用します。これは、プライ間の剥離を表すために使用されます。
- plyxfemがアクティブ化されている場合（*Plyxfem*=2）、プライ間材料（*Minterply*）は各プライ間で定義されなくてはなりません。
- このプライ間材料は、剥離についてLAW1とLadeveze破壊基準（`/FAIL/LAD_DAMA`）を使用する必要があります。
- このオプションはベータ段階です。

See Also

材料の適合性

Radioss Coordinate System (User Guide)

スキューとフレーム（/SKEW & /FRAME）

/PROP/TYPE19 (PLY)

ブロックフォーマットのキーワード
このプロパティセットは、プライベースの複合材定義に使用されるプライプロパティセットの定義に使用されます。これは、プライベースのサンドイッチ複合材プロパティを作成する場合に、/PROP/STACK(/PROP/TYPE17)または/PROP/TYPE51と組み合わせて使用されます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/PROP/TYPE19/*prop_ID*/*unit_ID*または/PROP/PLY/*prop_ID*/*unit_ID*									
prop_title									
mat_ID	*t*		$\Delta\phi$		*grsh4n_ID*	*grsh3n_ID*	*Npt_ply*	α_1	

オプション:

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
drape_ID	*def_orth*								

定義

フィールド	内容	SI単位の例
prop_ID	プロパティの識別子 (整数、最大10桁)	
unit_ID	単位識別子 (整数、最大10桁)	
prop_title	プロパティのタイトル (文字、最大100文字)	
mat_ID	プライの材料識別子 (整数)	
t	プライの厚み (実数)	[m]
$\Delta\phi$	プライの増分角度 4 (実数)	[deg]

フィールド	内容	**SI**単位の例
grsh4n_ID	プライに結合されたシェル4節点グループ識別子 2 （整数）	
grsh3n_ID	プライに結合されたシェル3節点グループ識別子 （整数）	
Npt_ply	プライ厚を通る積分点の数 *Npt_ply*=1（/PROP/TYPE17（STACK）の場合） 1 ≤*Npt_ply*≤10（/PROP/TYPE51の場合） = 1（デフォルト） （整数）	
α_1	積層*i*の最初と2番目の材料方向の間の角度 デフォルト = 90.0（実数）	$[\deg]$
drape_ID	ドレーピング識別番号。3 （整数）	
def_orth	直交異方性角度 *= 1* = 1：直交異方性角度は、角度ϕ_s（/SHELLと/SH3Nで定義）を使用して計算されます。 *= 2*（デフォルト） 直交異方性角度は、/PROP/STACKオプションで定義されるスキューと回転を使用して計算されます。	

例

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/2
unit for prop
#              MUNIT               LUNIT               TUNIT
                 kg                  mm                  ms
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PROP/TYPE19/11/2
PROP number 11
# mat_ID_i                  t           delta_phi id_grsh4n id_grsh3n   Npt_ply                 A_i
         1                 .5                  45         0         0         0                   0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#enddata
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. このプライプロパティは、プライベースのサンドイッチ複合材プロパティを作成する際に、/PROP/TYPE17 (STACK)または/PROP/TYPE51を組み合わせて使用されます。このオプションの材料則への適合性は、/PROP/TYPE17 (STACK)と/PROP/TYPE51の組み合わせに依存します。
2. *grsh4n_ID* =0かつ*grsh3n_ID* = 0の場合、パートの中でこのプロパティを参照するすべての要素がこの積層に属しています。
3. 積層内の直交異方性角度
   - オプション行で*def_orth*と*drape_ID*なしで定義された直交異方性角度

     積層*i*の角度(/PROP/STACK):

     $$\phi = \phi_i + \Delta\phi \qquad (1057)$$

     ここで、

     ϕ_i /PROP/STACKで定義
   - オプション行で*def_orth*と*drape_ID*ありで定義された直交異方性角度
     - *def_orth* = 2の場合、参照方向と最初の直交異方性方向の間の角度は:

       $$\phi = \phi_i + \Delta\phi + \theta_{drape} \qquad (1058)$$

       ここで、

       θ_{drape} ドレープオプション*drape_ID*(存在する場合)で定義された角度増分

       ϕ_i プライについて/PROP/STACKで定義
     - *def_orth* = 1の場合、シェルスキューと最初の直交異方性方向の間の角度は:

       $\phi = \phi_s + \Delta\phi + \theta_{drape}$

       ここで、

       θ_{drape} ドレープオプション*drape_ID*(存在する場合)で定義された角度増分

       ϕ_i シェル(/SHELLまたは/SH3N)で定義。

       def_orth =1の場合、/PROP/STACKおよび/PROP/TYPE51入力の*Iskew*、V_X、V_Y、V_Zは無視されます。
4. *drape_ID*がオプション行で定義されている場合、ドレープ内で定義された各要素の角度は/DRAPE、θ_{drape}だけ増大し、厚みはプライ薄化係数である/DRAPEのThinningによって変更されます。

See Also

材料の適合性

/PROP/TYPE51

ブロックフォーマットのキーワード
このプロパティセットは、スタックおよびプライアプローチを使用してサンドイッチシェルプロパティセットを定義するために使用されます。各プライについて板厚を通過する複数の積分点が定義可能です。

内容

次の2つの入力が可能です:

- OptiStructと似た方法で要素のグループをプライに関連付けることで、すべての要素が異なる数のプライを持つ可能性があります。
- レイアウトはサブスタック(“SUB”)のシーケンスで記述されます。サブスタックは複数の層で構成されます。サブスタック間のインターフェースはINTオプション行を使用して定義します。

入力には“サブスタック”またはプライのどちらかを使用できますが、両方は使用できません。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/PROP/TYPE51/*prop_ID*/*unit_ID*									
prop_title									
I_{shell}SHELL	I_{smstr}SMSTR	I_{sh3n}SH3N	I_{dril}DRIL	P_thick_{fail}		Z_0			
h_mHM		h_fHF		h_rHR		d_mm		d_n	
		A_{shear}shear			I_{int}INT	I_{thick}THICK		F_{exp}	
V_XX		V_YY		V_ZZ		skew_ID	I_{orth}ORTH	I_{pos}POS	I_PP

プライによる(2行毎に各プライ、例を参照)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$Pply\_ID_i$	ϕ_i		Z_i		P_thick_{fail}		F_weight_i		
空白									

サブスタックによる(4行毎に各サブスタック、例を参照)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Sub	*Nsub*	*Sub-plyn*							
Substack Name									
$Pply\_ID_i$	ϕ_i		Z_i		P_thick_{fail}		F_weight_i		

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
空白									

オプション（行ごとに2つのサブスタック間の各結合）

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
INT	$Pply\_ID_t$	$Pply\_ID_b$							

定義

フィールド	内容	SI単位の例
prop_ID	プロパティの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
prop_title	プロパティのタイトル （文字、最大100文字）	
I_{shell}*SHELL*	シェル要素の定式化フラグ 2 *= 0* /DEF_SHELLの値を使用 *= 1* */DEF_SHELL*が定義されていない場合のデフォルト Q4、変形モードと剛体モードに直交する粘弾性アワグラスモード（Belytschko） *= 2* Q4、直交性を伴わない粘弾性アワグラス（Hallquist） *= 3* Q4、直交性を伴う弾塑性アワグラス *= 4* タイプ1の定式化を改良したQ4（ねじれた要素の直交化）。 *= 12* QBATシェル定式化 *= 24* QEPHシェル定式化。 （整数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
I_{smstr}*SMSTR*	シェル微小ひずみ定式化フラグ。3 *= -1* 要素タイプと材料則を応じて最適な値を自動的に設定 *= 0* /DEF_SHELL内の値を使用。 *= 1* 時間 = 0以降の微小ひずみ(他のすべての定式化フラグと互換性のある新しい定式化)。 *= 2* */DEF_SHELL*が定義されていない場合のデフォルト Radioss Engine(オプション/DT/Eltyp/Keyword3/Iflag)での微小ひずみ定式化がアクティブとなる可能性がある完全幾何非線形性 *= 4* 完全幾何非線形性(Radioss Engineでオプション/DT/SHELL/CSTによる影響はありません) (整数)	
I_{sh3n}*SH3N*	3節点シェル要素定式化フラグ *= 0* /DEF_SHELLの値を使用 *= 1* 標準的な三角形(C0)。 *= 2* */DEF_SHELL*が定義されていない場合のデフォルト 大きな回転に対する修正を伴う標準的な三角形(C0)。 *= 30* DKT18 *= 31* DKT_S3、BATOZのDTK12に基づく(理論マニュアルのElement Libraryをご参照ください) (整数)	
I_{dril}*DRIL*	面内回転自由度剛性のフラグ。7 *= 0* /DEF_SHELLの値を使用 *= 1* はい。 *2* */DEF_SHELL*が定義されていない場合のデフォルト オフ。 (整数)	

フィールド	内容	**SI**単位の例
P_thick_{fail}	要素が削除される前に破断すべき層の厚みのパーセンテージ 12 13 $0.0 \le P\_thick_{fail} \le 1.0$ （実数）	
Z_0	シェル要素基準面からシェルの底面までの距離（実数または空白）。9 $I_{pos}POS$ =2の場合に考慮する必要あり。 デフォルト = 0.0（実数）	
$h_m HM$	シェル膜アワグラス係数 4 デフォルト = 0.01 デフォルト = 0.1（アワグラスタイプ3（$I_{shell}SHELL$ =3）の場合） （実数）	
$h_f HF$	シェル面外アワグラス デフォルト = 0.01（実数）	
$h_r HR$	シェル回転アワグラス係数 デフォルト = 0.01 デフォルト = 0.1（アワグラスタイプ3（$I_{shell}SHELL$ =3）の場合） （実数）	
$d_m m$	Shell Membrane Damping. /MAT/LAW25 (COMPSH)と/MAT/LAW65 (ELASTOMER)の場合、デフォルト = 0.05 $I_{shell}SHELL$ =12（QBAT）の場合、デフォルト =0.05 $I_{shell}SHELL$ =24（QEPH）+LAW36とLAW43の場合、デフォルト =0.015% （実数）	
d_n	シェル数値減衰 5 $I_{shell}SHELL$ =12、24の場合のみ使用 デフォルト =0.015（$I_{shell}SHELL$ =24（QEPH）の場合） デフォルト =0.001（$I_{shell}SHELL$ =12（QBAT）の場合） デフォルト =0.0001（$I_{sh3n}SH3N$ =30（DKT18）の場合） （実数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
A_{shear}*shear*	せん断係数 デフォルトはReissner値：5/6（実数）	
I_{int}*INT*	板厚積分定式化 - 層（プライ）厚を通る 1 *= 0* 1に設定 *= 1*（デフォルト） 均一積分スキーム（プライの板厚を通る積分点の均一な分散） *= 2* Table 3 （整数）	
I_{thick}*THICK*	シェル合応力計算フラグ。 *= -1* 要素タイプと材料則を応じて最適な値を自動的に設定 *= 0* /DEF_SHELLの値を使用 *= 1* 厚みの変化が考慮されます *= 2* */DEF_SHELL*が定義されていない場合のデフォルト 厚みは一定です （整数）	
F_{exp}	要素除去基準を計算するために使用される正規化方程式の指数。13 $F_{exp} \geq 1.0$ デフォルト = 1.0（実数）	
V_X*X*	参照ベクトルのX成分 8 デフォルト = 1.0（実数）	
V_Y*Y*	参照ベクトルのY成分 デフォルト = 0.0（実数）	
V_Z*Z*	参照ベクトルのZ成分 デフォルト = 0.0（実数）	
skew_ID	参照ベクトルのスキュー識別子 8 デフォルト = 0（整数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
I_{orth}*ORTH*	参照ベクトル用の直交異方性座標系定式化フラグ *= 0*（デフォルト） 直交異方性の第1軸は正規直交共回転要素の座標系のX軸に対して一定の角度に保たれます。 *= 1* 直交異方性の第1方向は変形後の要素の非正規直交座標系に対して一定に保たれます。	
I_{pos}*POS*	参照ベクトルに対するプライのポジショニングフラグ 9 *= 0*（デフォルト） プライの位置はプライの厚みに関して自動的に計算されます。プライの厚みの合計と全体板厚との一貫性は自動的にチェックされます。 *= 1* 要素の板厚内におけるすべてのプライの位置は、ユーザーが定義します。複数のプライを同じ特別な位置に配置することが可能です。この場合、全体板厚は、プライの厚みの合計と等しくなくてもよいためチェックされません。 *= 2* シェル要素の中央面は、プライレイアウトの底面からZ_0の位置になります。 *= 3* プライレイアウトの最上面が、要素の中央面と一致します。 *= 4* プライレイアウトの底面が、要素の中央面と一致します。 （整数）	
I_P*P*	シェル平面内の参照方向 8 *= 0*（デフォルト） *skew_ID*の方向1、またはベクトル**V**を使用して（*skew_ID*が指定されていない場合）、シェル要素に投影されます。 *= 20* シェル要素の要素接続（N1、N2）から定義されます。 *= 22* シェル要素に投影された*skew_ID*の第1方向と角度phiから定義されます。（ベクトル**V**は無視されます）。 *= 23* シェル要素に投影された参照ベクトル**V**と角度phiから定義されます（*skew_ID*は無視されます）。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	
Sub	=*Sub*：サブスタック定義の始まりを示します。10 （左詰めにする必要があります） （整数）	
Nsub	サブスタック識別番号。 （整数）	
Sub-plyn	サブスタック内のプライの数 （整数）	
Substack Name	サブスタックの名前 （最大100文字）	
$Pply\_ID_i$	層*i*のプライプロパティ識別子 （整数） i = 1, 2, 3 ...200	
ϕ_i	積層*i*の角度 8 （実数）	$[\mathrm{deg}]$
Z_i	積層*i*のZ位置（Z_iは積層の中央の位置を定義します） デフォルト = 0.0（実数）	$[\mathrm{m}]$
$P\_thick_{fail\_i}$	層の破壊基準： 要素が削除される前に破断すべき層の厚みのパーセンテージ 12 13 $0.0 \le P\_thickl_{fail\_i} \le 1.0$ （実数）	
F_weight_i	層*i*の相対破壊重量係数 12 13 デフォルト = 1.0（実数）	
INT	（オプション）2つのサブスタック間の結合を示します（左詰めで記述する必要があります）。 （整数）	
$Pply\_ID_t$	（オプション）一番下のサブスタックの一番上のプライのプライ識別番号。$Pply_ID_i$または$Pply_ID_j$内のプライの1つ	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	
Pply_ID$_b$	（オプション）一番上のサブスタックの一番下のプライのプライ識別番号。*Pply_ID*$_i$または*Pply_ID*$_j$内のプライの1つ （整数）	

例（プライ）

この例では3つの層を扱います。この例の3つの層は、それぞれ異なる材料方向（繊維方向）を持ち、異なる材料で構成されています（/PROP/TYPE19を使用して層ごとに定義）。3個の積分点は各プライを通して均等に分布されます。

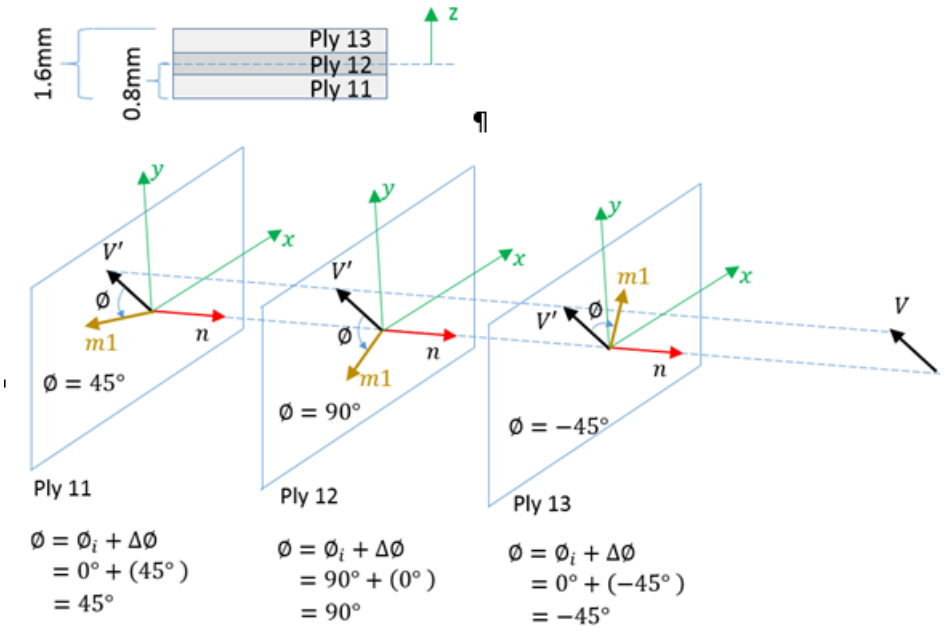


図 *265:*

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/2
unit for prop
#               MUNIT                LUNIT                TUNIT
                  kg                   mm                   ms
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PROP/TYPE51/2/2
composite combine by ply
#    Ishell     Ismstr     Ish3n     Idrill         Pthick_fail                  Z0
         12          0         0          1                   0                   0
#                  hm                   hf                   hr                  dm                  dn
                    0                    0                    0                  .1                  .1
#                                     Ashear                Iint              Ithick                Fexp
                                          0                    0                   1                 1.0
#                  VX                   VY                   VZ    skew_ID      Iorth       Ipos         Ip
                    1                    0                    1         0          0          0          0
# Pply_IDi                  PHIi                   Zi       Pthickl_faili           F_weighti
         11                    0                    0                   0                   0

# Pply_IDi                  PHIi                   Zi       Pthickl_faili           F_weighti
         12                   90                    0                   0                   0

# Pply_IDi                  PHIi                   Zi       Pthickl_faili           F_weighti
         13                    0                    0                   0                   0
```

```
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PROP/TYPE19/11/2
PROP number 11
# mat_ID_i                  t           delta_phi id_grsh4n id_grsh3n   Npt_ply                 A_i
        1                 .5                  45         0         0         3                   0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PROP/TYPE19/12/2
PROP number 12
# mat_ID_i                  t           delta_phi id_grsh4n id_grsh3n   Npt_ply                 A_i
        2                 .6                   0         0         0         3                   0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PROP/TYPE19/13/2
PROP number 12
# mat_ID_i                  t           delta_phi id_grsh4n id_grsh3n   Npt_ply                 A_i
        1                 .5                 -45         0         0         3                   0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#enddata
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

例（サブスタック）

プライレイアウトのサブスタック定義。

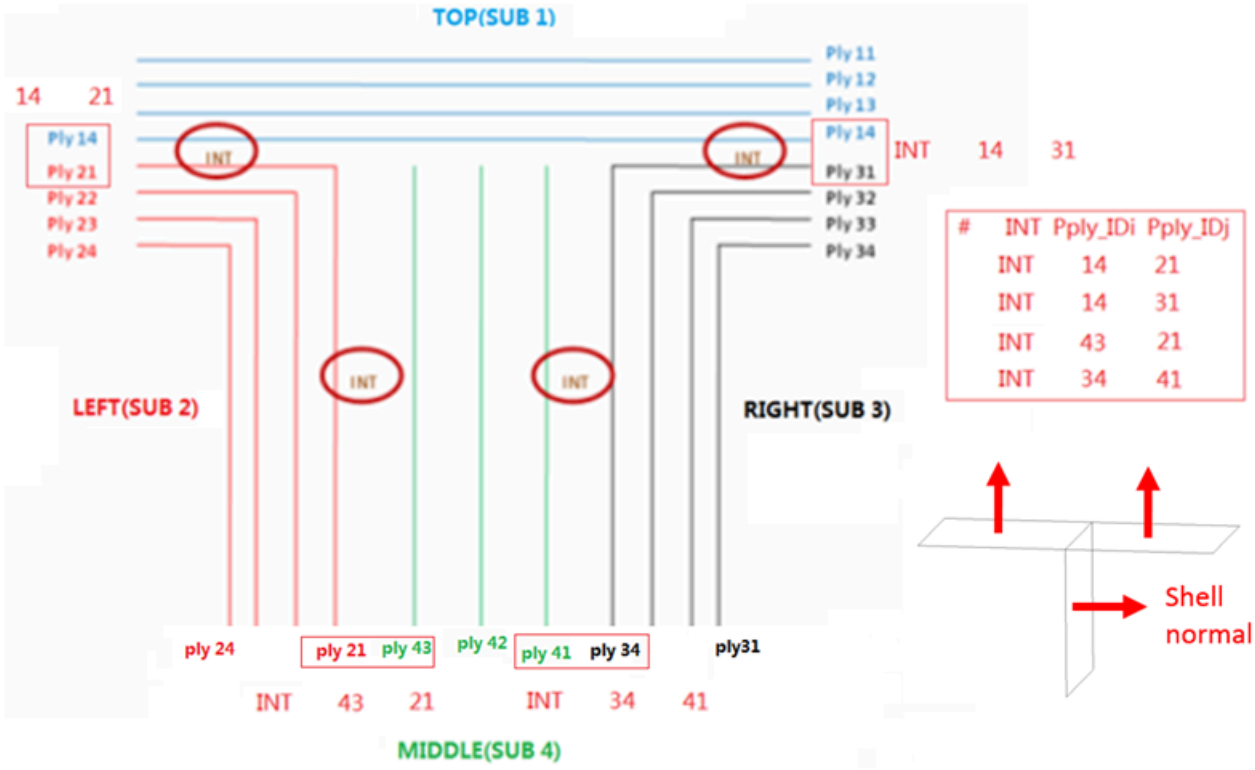


図 *266:*

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  1. LOCAL_UNIT_SYSTEM:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/2
unit for prop
#              MUNIT               LUNIT               TUNIT
                 kg                  mm                  ms
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. GEOMETRICAL SETS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PROP/TYPE51/2/2
composite combine by substack
#    Ishell     Ismstr      Ish3n     Idrill         Pthick_fail                  Z0
         12          0          0          1                   0                   0
#                  hm                  hf                  hr                  dm                  dn
                    0                   0                   0                  .1                  .1
#                                   Ashear               Iint              Ithick               Fexp
```

```
                                      0                   0                   1                 1.0
#                 VX                  VY                  VZ    skew_ID     Iorth      Ipos        Ip
                   0                   1                   0         0         0         0         0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#      Sub      Nsub  Sub-plyn
SUB                1         4
Top substack
# Pply_IDi                PHIi                  Zi       Pthickl_faili           F_weighti
        11                   0                   0                   0                   0

        12                  90                   0                   0                   0

        13                   0                   0                   0                   0

        14                  90                   0                   0                   0

#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#      Sub      Nsub  Sub-plyn
SUB                2         4
Left substack
# Pply_IDi                PHIi                  Zi       Pthickl_faili           F_weighti
        21                  90                   0                   0                   0

        22                   0                   0                   0                   0

        23                  90                   0                   0                   0

        24                   0                   0                   0                   0

#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#      Sub      Nsub  Sub-plyn
SUB                3         4
Right substack
# Pply_IDi                PHIi                  Zi       Pthickl_faili           F_weighti
        31                  90                   0                   0                   0

        32                   0                   0                   0                   0

        33                  90                   0                   0                   0

        34                   0                   0                   0                   0

#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#      Sub      Nsub  Sub-plyn
SUB                4         3
Middle substack
# Pply_IDi                PHIi                  Zi       Pthickl_faili           F_weighti
        41                  90                   0                   0                   0

        42                   0                   0                   0                   0

        43                  90                   0                   0                   0

#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#      Int  Pply_IDt  Pply_IDb
INT               14        21
INT               14        31
INT               43        21
INT               34        41
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PROP/TYPE19/11/2
PROP number 11
# mat_ID_i                  t           delta_phi id_grsh4n id_grsh3n   Npt_ply                 A_i
        1                 .5                  45        45         0         0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PROP/TYPE19/12/2
PROP number 12
# mat_ID_i                  t           delta_phi id_grsh4n id_grsh3n   Npt_ply                 A_i
        1                 .5                  45        45         0         0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PROP/TYPE19/13/2
PROP number 13
# mat_ID_i                  t           delta_phi id_grsh4n id_grsh3n   Npt_ply                 A_i
        1                 .5                  45        45         0         0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PROP/TYPE19/14/2
PROP number 14
# mat_ID_i                  t           delta_phi id_grsh4n id_grsh3n   Npt_ply                 A_i
        1                 .5                  45        45         0         0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PROP/TYPE19/21/2
PROP number 21
# mat_ID_i                  t           delta_phi id_grsh4n id_grsh3n   Npt_ply                 A_i
        1                 .5                  45        46         0         0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

```
/PROP/TYPE19/22/2
PROP number 22
# mat_ID_i                    t           delta_phi id_grsh4n id_grsh3n   Npt_ply                  A_i
         1                  .5                  45        46         0         0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PROP/TYPE19/23/2
PROP number 23
# mat_ID_i                    t           delta_phi id_grsh4n id_grsh3n   Npt_ply                  A_i
         1                  .5                  45        46         0         0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PROP/TYPE19/24/2
PROP number 24
# mat_ID_i                    t           delta_phi id_grsh4n id_grsh3n   Npt_ply                  A_i
         1                  .5                  45        46         0         0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PROP/TYPE19/31/2
PROP number 31
# mat_ID_i                    t           delta_phi id_grsh4n id_grsh3n   Npt_ply                  A_i
         1                  .5                  45        47         0         0                    0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PROP/TYPE19/32/2
PROP number 32
# mat_ID_i                    t           delta_phi id_grsh4n id_grsh3n   Npt_ply                  A_i
         1                  .5                  45        47         0         0                    0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PROP/TYPE19/33/2
PROP number 33
# mat_ID_i                    t           delta_phi id_grsh4n id_grsh3n   Npt_ply                  A_i
         1                  .5                  45        47         0         0                    0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PROP/TYPE19/34/2
PROP number 34
# mat_ID_i                    t           delta_phi id_grsh4n id_grsh3n   Npt_ply                  A_i
         1                  .5                  45        47         0         0                    0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PROP/TYPE19/41/2
PROP number 41
# mat_ID_i                    t           delta_phi id_grsh4n id_grsh3n   Npt_ply                  A_i
         1                  .5                  45        44         0         0                    0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PROP/TYPE19/42/2
PROP number 42
# mat_ID_i                    t           delta_phi id_grsh4n id_grsh3n   Npt_ply                  A_i
         1                  .5                  45        44         0         0                    0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PROP/TYPE19/43/2
PROP number 43
# mat_ID_i                    t           delta_phi id_grsh4n id_grsh3n   Npt_ply                  A_i
         1                  .5                  45        44         0         0                    0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#enddata
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. スタックプロパティ(TYPE51)は、プライベースの定義によって複合材プロパティを作成する場合に、/PROP/TYPE19 (PLY)と組み合わせて使用します。
   - スタック内の各プライは*Pply_ID*$_i$または*Pply_ID*$_j$を用いて定義され、スタック内で一度だけ参照。プライ番号が複数回使用されると、エラーメッセージが出力されます。
   - シェル要素の各プライには、そのプライの板厚を通る異なる数(≥ 1)の積分点を含むことができます。すなわち、右記で*Npt_ply* =3 /PROP/TYPE19 (PLY)
   - このプロパティの内部のオプションI_{int}*INT*で、異なる積分スキーム(均一な分散またはGauss積分スキーム)を定義することが可能です。
2. I_{shell}*SHELL*、I_{sh3n}*SH3N* – 4節点および3節点シェル定式化フラグ
   - I_{shell}*SHELL*=1、2、3、4 (Q4): アワグラス摂動安定化を伴うオリジナルの4節点Radiossシェル。
   - I_{shell}*SHELL*=24 (QEPH): 汎用の物理的なアワグラス安定化を伴う定式化。
   - I_{shell}*SHELL*=12 (QBAT): 修正済みBATOZ Q4γ24シェル(4つのGauss積分点を伴う)および面内せん断用の低減積分。このシェルに対して、アワグラス制御は必要ありません。

- I_{sh3n}*SH3N*=30 (DKT18)：3つのHammer積分点を伴うBATOZ DKT18薄肉シェル。
- Q4シェルの場合、アワグラス定式化は粘弾性です。

3. I_{smstr}*SMSTR* - 微小ひずみ定式化
   - I_{smstr}*SMSTR* = 1の場合、微小ひずみ定式化は時間*t*=0からアクティブになります。これは高速予備解析で使用できますが、結果の精度は保証されません。$\Delta t < \Delta t_{\min}$であるシェルは、Radioss Engineオプション/`DT/SHELL/CST`によって微小ひずみ定式化に切り替えることができます。ただし、I_{smstr}*SMSTR* = 4の場合を除きます。
   - I_{smstr}*SMSTR* = 1に設定した場合、材料則で指定されるひずみと応力は、工学ひずみと工学応力になります。それ以外を設定した場合は、真ひずみと真応力になります。
4. h_m*HM*、h_f*HF*およびh_r*HR* - アワグラス係数
   - h_m*HM*、h_f*HF*およびh_r*HR*は、Q4シェルに対してのみ使用されます。これらは0～0.05の値でなければなりません。
   - I_{shell}*SHELL*=3では、h_m*HM*とh_r*HR*のデフォルト値は0.1になり、さらに大きい値が可能です。
5. *dn* - シェル数値減衰係数

   I_{shell}*SHELL* =12、24の場合のみ使用：
   - I_{shell}*SHELL* =24（QEPH）の場合、d_nは、アワグラス応力計算で使用されます。
   - I_{shell}*SHELL* =12（QBAT）の場合、d_nは横せん断を除くすべての応力項で使用されます。
   - I_{sh3n}*SH3N* =30（DKT18）の場合、d_nは膜に対してのみ使用されます。
6. I_{thick}*THICK* - シェル合応力計算フラグ
   - I_{thick}*THICK* =1の場合、該当する要素タイプの微小ひずみオプションは自動的に非アクティブ化されます。
7. I_{dril}*DRIL* - 回転自由度剛性フラグ
   - 回転自由度剛性は、特にRiks法および曲げ主体の問題の陰的解法に推奨されます。
   - I_{dril}*DRIL*は、QEPH, QBAT（I_{shell}*SHELL* = 12、24）と標準の三角形（C0）シェル要素（I_{sh3n}*SH3N* = 1、2）で使用可能です。
8. 異方性方向の定義。

   参照ベクトル$\mathbf{V}$は、フラグI_P*P*に従って次のように定義されます：
   - I_P*P*=0および*skew_ID* = 0の場合、参照ベクトル$\mathbf{V}$はVX、VY、およびVZを使用して定義されます。
   - I_P*P*=0および*skew_ID* ≠ 0の場合、参照ベクトル$\mathbf{V}$は局所座標系*skew_ID*の第1方向（局所X）です。
   - I_P*P* = 20の場合、参照ベクトル$\mathbf{V}$はシェル要素の節点N1およびN2を使用して定義されます。
   - I_P*P* = 22の場合、参照ベクトル$\mathbf{V}$は局所座標系*skew_ID*の第1方向（局所X）です。ベクトル成分VX、VY、およびVZは無視されます。
   - I_P*P* = 23の場合、参照ベクトル$\mathbf{V}$はVX、VY、およびVZを使用して定義されます。局所座標系*skew_ID*は無視されます。

   参照ベクトル$\mathbf{V}$はシェル要素平面に投影され、ベクトル$\mathbf{V}'$になります。そこで、各層について、第1材料方向（m1）はベクトル$\mathbf{V}'$をϕ_i度回転（シェルの法線$\mathbf{n}$を中心に正の方向に回転）。

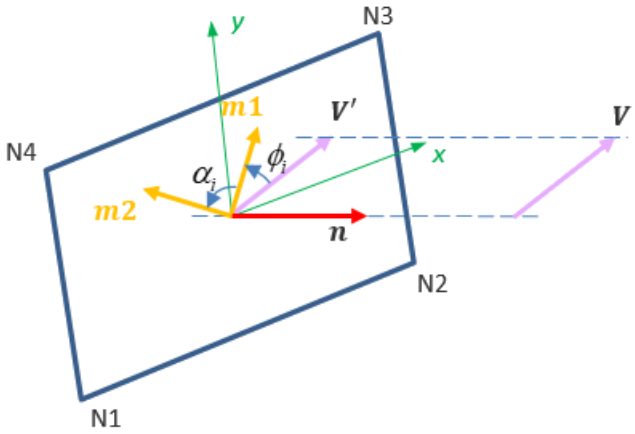


図 *267:*

参照ベクトル**V**を定義する階層の順序は次のとおりです:

- シェル要素(/SHELLまたは /SH3Nで$\phi_s > 0$)
- 初期状態カード(/INISHE/ORTHO)
- シェルプロパティ

参照メトリクスの場合、初期形状ではなく参照形状を使用して異方性方向の方向付けを定義する必要があります。第2の材料方向m2は、方向m1を角度α_iで方向付けすることで得られます(/PROP/TYPE19で定義されます)。$\alpha_i = 90°$ の場合、層は直交します。

9. *I_{pos}POS* - プライ位置

- このプロパティでは、*Z_i*とオプション*I_{pos}POS*で定義されるプライ位置
- *Z_i*値は、局所Z軸での実際のプライ位置です(負の値も正の値も指定可能で、*Z_i*は各プライの中央の位置を定義します)。
- *Z_0* は*I_{pos}POS*=2でのみ使用され、シェル要素基準中央面からプライ全体またはスタックの底面までの距離を示します。詳細については以下の*I_{pos}POS*=2をご参照ください。
- *I_{pos}POS*= 0: プライの位置はプライの厚みに関して自動的に計算されます。
  - 真のシェル板厚は常にプライの板厚と*Z_i*によって定義されるプライの位置から計算されるため、入力板厚"*Thick*"がゼロに等しくなる場合があります。
  - 入力板厚"*Thick*"が0.0と異なる場合、プライから計算された板厚が入力板厚と異なっているという警告が表示されます。

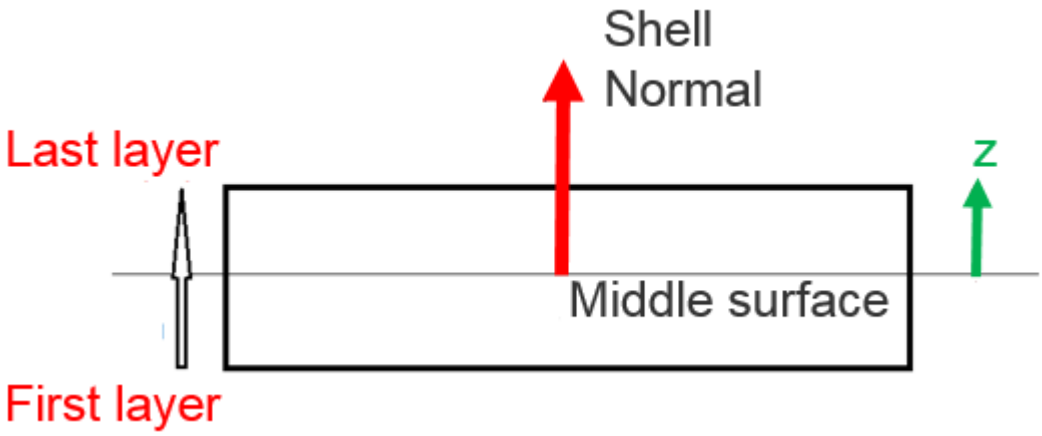


図 *268:*

- I_{pos}*POS* = 1:要素内におけるすべてのプライの位置と板厚は、ユーザー定義(`/PROP/PLY`およびZ_iによる)です。
  - 全体板厚"*Thick*"はプライの厚みの合計と等しい必要がないためチェックされません。
  - 複数のプライを同じ空間位置に置くことが可能です。
  - プライ数がすべての要素に対して一定でない限り、このオプションは推奨されません。
- I_{pos}*POS*=2: シェル要素の中央面は、プライレイアウトの底面からZ_0の位置になります。

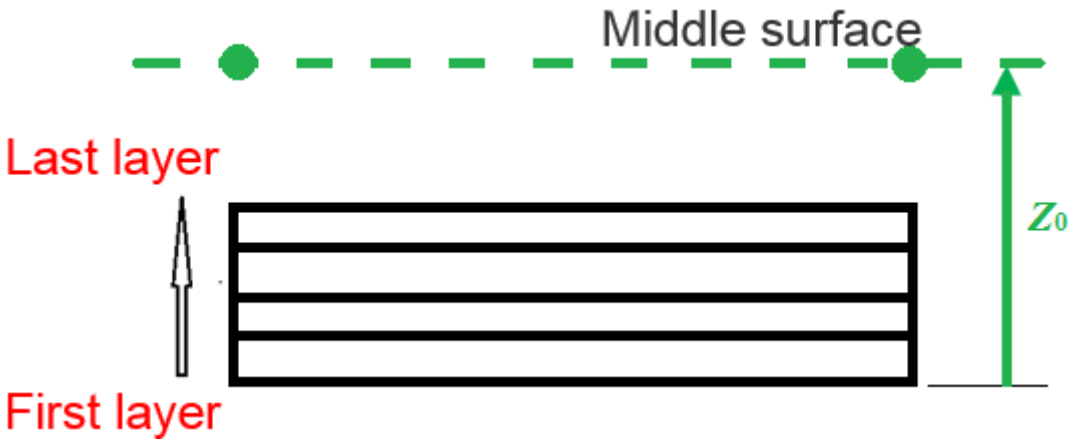


図 *269:*

- I_{pos}*POS*=3: プライレイアウトの最上面は、要素の中央面と一致します。

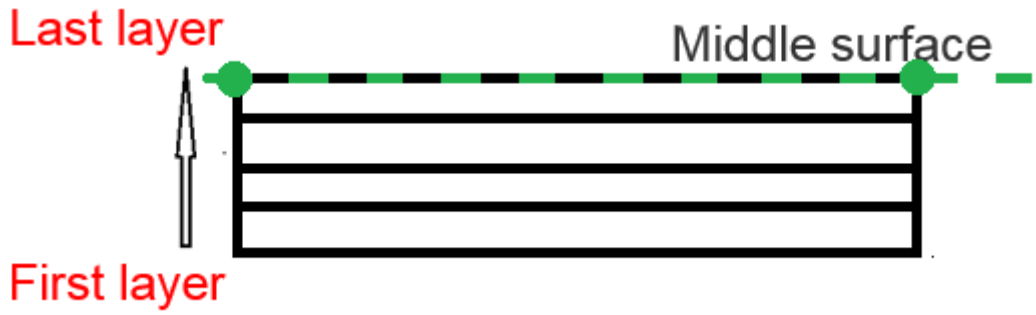


図 *270:*

- I_{pos}*POS*=4: プライレイアウトの底面が、要素の中央面と一致します。

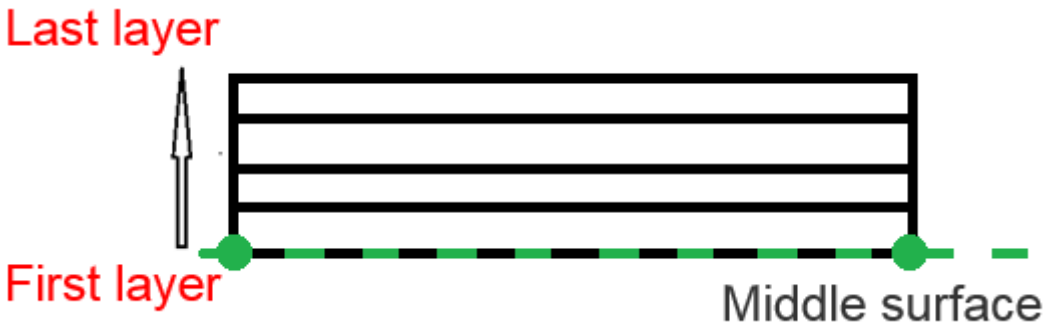


図 *271:*

10. サブスタックにより定義

- サブスタック定義を使用する場合、各サブスタック定義はキーワード"*SUB*"とサブスタック識別番号で始まります。
- 次のキーワード"*SUB*"またはキーワード"*INT*"が出現するまでのすべてのプライは、同じサブスタックに属します。
- "*INT*"結合を定義する前に、すべてのサブスタックを定義する必要があります。
- 複数のサブスタックに属しているプライが要素に含まれている場合、サブスタック間の結合は"*INT*"結合によって定義されます。つまり、1つ目のサブスタックの積層*Pply_ID*$_t$が2つ目のサブスタックの積層*Pply_ID*$_b$に結合されます。
- 詳細については、このプロパティについての上記の例をご参照ください。

11. 各プライの材料

- /PROP/TYPE19 (PLY)で*mat_ID*により定義される各プライの材料。
- 各プライに異なる材料則を定義することが可能。
- /PARTで指定した材料則番号は、複合材の質量や音速の他、面剛性の定義にも使用されます。
- このプロパティは/FAIL/JOHNSON、/FAIL/TBUTCHERを用いたXFEM(亀裂伝播)と適合性があります。

12. *P_thick*$_{fail}$、*P_thickl*$_{fail_i}$および*F_weight*$_i$ パラメータは、LAW36の塑性破壊ひずみのような材料則そのもの内で定義された破壊と適合性がありません。

13. /FAILモデルと使用される要素除去のルール

- 各プライ内の単一のGauss点は、破断された積分点の相対板厚が、このプライの所定の値*P_thickl*$_{fail_i}$より大きい場合に削除されます。

$\sum_i Thickl_i \geq P\_thickl_{fail\_i}$ ここで、$i = 1, N_i$

ここで、

N_i
対応するPLYプロパティで定義されているプライ内の板厚内積分点の数。

$Thickl_i$
プライ板厚に対する積分点の板厚の比。

- 各単一層は、層内の面内Gauss積分点がすべて削除されるとOFFに切り替えられます。
- シェル要素全体は、以下の基準に合致した際に削除されます:

$\left[\sum_i \left(Thick_i \cdot F\_weight_i\right)^{Fexp}\right]^{\frac{1}{Fexp}} \geq P\_thick_{fail}$ ここで、$i = 1, N_i$

ここで、

$Thick_i$
全要素板厚に対する破断された積層*i*の相対板厚

- デフォルトでは、プロパティで定義されている要素破断パラメータが使用され、破壊モデルレベルで定義された局所*Ifail_sh*設定は無視されます。プライ毎の$P_thickl_{fail_i}$パラメータが定義されていない場合、局所破壊モデル内で定義された要素破壊の設定は、対応するプライに適用されます。P_thick_{fail}パラメータはプロパティ内で定義されなくてはなりません。そうでない場合、デフォルトの値が使用されます。

See Also

材料の適合性
Radioss Coordinate System (User Guide)
スキューとフレーム(/SKEW & /FRAME)
複合材特性
Property and Elements (FAQ)

厚肉シェルプロパティ

ブロックフォーマットのキーワード

/PROP/TYPE20 (TSHELL)

ブロックフォーマットのキーワード
このプロパティは、一般的な厚肉シェルプロパティセットの定義に使用されます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/PROP/TYPE20/*prop_ID*/*unit_ID*または/PROP/TSHELL/*prop_ID*/*unit_ID*									
prop_title									
I_{solid}SOLID	I_{smstr}SMSTR			I_{cstr}CSTR	I_{npts}NPTS	I_{int}INT		d_n	
q_a		q_b		h					
$\Delta t_{\min}$									

定義

フィールド	内容	SI単位の例
prop_ID	プロパティの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
prop_title	プロパティのタイトル （文字、最大100文字）	
I_{solid}SOLID	ソリッド要素定式化フラグ。 *= 0* 値/DEF/SOLIDを使用。 *= 14* HA8、8節点厚肉シェル要素、完全積分、さまざまな数のGauss点、共回転系定式化、せん断ロックフリー *= 15* HSEPH/PA6厚肉シェル要素（それぞれ、8節点および6節点）。共回転系定式化、物理的アワグラス安定性を伴う低減積分（平面内に1Gauss点）。板厚方向にさまざまな数の積分点。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 16 2次16節点厚肉シェル、完全積分、すべての方向におけるさまざまな数のGauss点 （整数）	
I_{smstr}*SMSTR*	ひずみ定式化フラグ 4 *= -1* 要素タイプと材料則を基に最適な値を自動的に定義 *= 0* /DEF_SOLID内の値を使用。 *= 1* 時間 = 0以降の微小ひずみ。 *= 2* Radioss Engine（/DT/Eltyp/Keyword3/Iflag）での微小ひずみ定式化が可能である完全幾何非線形性 *= 3* 時間=0以降の簡易微小ひずみ定式化（実現象に即していない定式化）。 *= 4* */DEF_SOLID*が定義されていない場合のデフォルト 完全幾何非線形性（/DT/BRICK/CSTによる影響はありません） （整数）	
I_{cstr}*CSTR*	板厚方向を示す一定応力定式化フラグI_{solid}*SOLID* =14に対してのみ有効 2 *= 001* t方向における低減応力積分 *= 010*（デフォルト） s方向における低減応力積分 *= 100* r方向における低減応力積分 （整数）	
I_{npts}*NPTS*	積分点の数 **= j** 1 < j < 9、I_{solid}*SOLID* =15の場合 **= ijk** 2 < i,j,k < 9（I_{solid}*SOLID* =14の場合） **= ijk** 2 < i,k < 3, 2 < j < 9（I_{solid}*SOLID* = 16の場合）	

フィールド	内容	SI単位の例
	（整数） ここで： **i** r方向の積分点の数 **j** s方向の積分点の数 **k** t方向の積分点の数	
I_{int}*INT*	板厚積分定式化I_{solid}*SOLID* =16に対してのみ有効 = *1*（デフォルト） Gauss積分スキーム = *2* Lobatto積分スキーム （整数）	
d_n	安定化のための数値減衰I_{solid}*SOLID* =15に対してのみ有効 デフォルト = 0.1（実数）	
q_a	2次体積粘性。 デフォルト = 1.10（実数） 右記についてのデフォルト = 0.0 /MAT/LAW70 (FOAM_TAB)	
q_b	線形体積粘性。 デフォルト = 0.05（実数） デフォルト = 0.0（`/MAT/LAW70`の場合）	
h	アワグラス粘性係数。 デフォルト = 0.10（実数）	
$\Delta t_{\min}$	最小時間ステップ デフォルト = 10^6（実数）	[s]

コメント

1. 板厚方向：
   - デフォルトでは、要素は厚肉シェルが要素の"s"方向を向くよう方向付けされていなくてはなりません。
   - ただし、I_{solid}*SOLID*=14（HA8）の使用時は、一定応力フラグI_{cstr}*CSTR*を用いて異なる板厚方向を指定することが可能です。

> **注:** プリプロセッサを用いて要素の局所座標系の向きをチェックします。

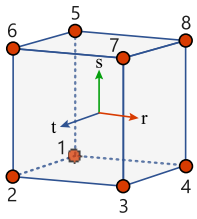


図 *272:*

r、s、t	アイソパラメトリックフレーム
r	(1、2、6、5)の中心から(4、3、7、8)の中心まで
s	(1、2、3、4)の中心から(5、6、7、8)の中心まで
t	(1、4、8、5)の中心から(2、3、7、6)の中心まで

2. *I_{cstr}CSTR* - 非低減応力積分

   I_{solid}SOLID=14(HA8)の場合、低減積分方向、シェルの板厚方向はパラメータ*I_{cstr}CSTR*によって設定できます。このパラメータは、ソリッド要素について標準のr-s-t 要素座標系に対応した"0"と"1"の3桁のシーケンスを表します。

0	対応する方向において低減応力積分は行われない
1	低減積分はこの方向で使用される

   例:

   "010"は、低減積分が使用され、板厚方向は軸"s"に対応することを意味します。

3. 自動設定オプション*I_{smstr}SMSTR* = *I_{cpre}CPRE* = *I_{frame}FRAME*=-1を使用すると、これらのオプションの値は、要素の定式化、要素タイプ、および材料に基づく最適なオプションが使用されます。または、*I_{smstr}SMSTR* = *I_{cpre}CPRE* = *I_{frame}FRAME*=-2を指定すると、このプロパティで定義されたこれらのオプションの値は、要素タイプおよび材料則に基づく最適な値 (`/DEF_SOLID`) で上書きされます。Radiossで指定された値を確認する場合、Starter出力ファイルの"PART ELEMENT/MATERIAL PARAMETER REVIEW" セクションを確認します。

4. *I_{solid}SOLID* - ソリッド要素定式化フラグ

   - *I_{solid}SOLID*=15の場合、パラメータ*I_{cstr}CSTR*による影響はありません。要素方向"s"は低減積分を使用し、板厚方向であることが常に仮定されます。
   - *I_{solid}SOLID* = 15とし、1以外の積分点の数を指定して/MAT/LAW1 (ELAST)に対してプロパティを使用した場合、積分点の数は2に設定されます(曲げを正しく計算するには十分です)。
   - *I_{solid}SOLID*=15で5面体要素を使用する場合、`/PENTA6`要素が推奨されますが、生成された`/BRICK`要素が使用されることも可能です。

5. *I_{smstr}SMSTR* - 微小ひずみ定式化フラグ。

   - 微小ひずみオプションを設定した場合(*I_{smstr}SMSTR* =1、3)、材料則で使用されるひずみと応力が工学ひずみと工学応力になります。それ以外の場合は、真ひずみと真応力になります。

- 微小ひずみオプションは、I_{solid}*SOLID* =14（HA8）およびI_{solid}*SOLID* =15（HSEPH）に対して使用できます。
- Radioss Engineオプション/DT/BRICK/CSTは、I_{smstr}*SMSTR* = 2の3次元ソリッドプロパティセットでのみ有効です。
- バージョン2017より、シミュレーション中に体積が負になるLagrange要素は、シミュレーションを継続できるよう、自動的にひずみ定式化を切り替えます。これが発生すると、WARNINGメッセージがEngine出力ファイルに出力されます。以下のオプションがサポートされています。

要素タイプ	要素定式化	ひずみ定式化	負の体積の処理方法
/BRICK	I_{solid}*SOLID* = 14、15	完全に幾何学的非線形 I_{smstr}*SMSTR* = 2、4	負の体積になる前のサイクルの要素形状を使用した微小ひずみに切り替え

6. 数値減衰d_nは、HSEPH（I_{solid}*SOLID* = 15）のアワグラス応力計算でのみ使用されます。
7. アワグラス粘性係数hは0から0.15の間の値を持つ必要があり、8積分点ソリッドではアクティブではありません。
8. ポスト処理用出力
   - ソリッド要素応力のポスト処理について、アニメーションは/ANIM/BRICK/TENS/STRESSと/H3D/SOLID/TENS/STRESSを、プロットファイルは/TH/BRICKをご参照ください。

See Also

材料の適合性
ソリッド-シェル要素（/PROP/TSHELL）
Solid-Shell Elements (Theory Manual)
RD-E:0901 ビリヤード（プール）
RD-E:3700 解析梁

/PROP/TYPE21 (TSH_ORTH)

ブロックフォーマットのキーワード
このプロパティは、直交異方性厚肉シェルプロパティセットの定義に使用されます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/PROP/TYPE21/*prop_ID*/*unit_ID*または/PROP/TSH_ORTH/*prop_ID*/*unit_ID*									
prop_title									
I_{solid}SOLID	I_{smstr}SMSTI			I_{cstr}CSTR	I_{npts}NPTS			d_n	
q_a		q_b							
V_XX		V_YY		V_ZZ		Skew_ID	I_{orth}ORTH		
ϕ									
$\Delta t_{\min}$									

定義

フィールド	内容	SI単位の例
prop_ID	プロパティの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
prop_title	プロパティのタイトル （文字、最大100文字）	
I_{solid}SOLID	ソリッド要素定式化フラグ。 *= 0* 値/DEF/SOLIDを使用。 *= 14* HA8ロックフリー/8節点厚肉シェル要素、共回転、完全積分、すべての方向におけるさまざまな数のGauss点 *= 15* HSEPH/PA6厚肉シェル（それぞれ8節点と6節点）、共回転、物理的安定性を伴う低減積分（平面内に1つの求積点）、板厚方向におけるさまざまな数の積分点	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	
I_{smstr}*SMSTR*	微小ひずみ定式化フラグ。3 *= -1* 要素タイプと材料則を基に最適な値を自動的に定義 *= 0* /DEF_SOLIDの値を使用 *= 1* 時間 = 0以降の微小ひずみ。 *= 2* Radioss Engine（/DT/Eltyp/Keyword3/Iflag）での微小ひずみ定式化が可能である完全幾何非線形性 *= 3* 時間=0以降の簡易微小ひずみ定式化（実現象に即していない定式化）。 *= 4* */DEF_SOLID*が定義されていない場合のデフォルト 完全幾何非線形性（/DT/BRICK/CSTによる影響はありません） （整数）	
I_{cstr}*CSTR*	一定応力定式化フラグI_{solid}*SOLID* = 14に対してのみ有効（HA8のみ）1 *= 001* t方向における低減応力積分 *= 010*（デフォルト） s方向における低減応力積分 *= 100* r方向における低減応力積分 （整数）	
I_{npts}*NPTS*	積分点の数 **= j** 1 < j < 9、I_{solid}*SOLID* =15の場合 **= ijk** 2 < i,j,k < 9、I_{solid}*SOLID* =14の場合 （整数） ここで、 **i** r方向の積分点の数 **j** s方向の積分点の数 **k** t方向の積分点の数	

フィールド	内容	**SI**単位の例
d_n	安定化のための数値減衰I_{solid}*SOLID* =15に対してのみ有効 デフォルト = 0.1(実数)	
q_a	2次体積粘性。 デフォルト = 1.10(実数) デフォルト = 0.0(`/MAT/LAW70`の場合)	
q_b	線形体積粘性。 デフォルト = 0.05(実数) デフォルト = 0.0(`/MAT/LAW70`の場合)	
$V_X X$	参照ベクトルのX成分 (実数)	
$V_Y Y$	参照ベクトルのY成分 (実数)	
$V_Z Z$	参照ベクトルのZ成分 (実数)	
Skew_ID	スキューの識別子 局所スキューが定義されている場合、そのX軸が参照ベクトルと置き換わります($V_X X$、$V_Y Y$および$V_Z Z$は無視されます)。 (整数)	
I_{orth}*ORTH*	参照ベクトル用の直交異方性座標系定式化フラグ *= 0*(デフォルト) 直交異方性の第1軸は正規直交共回転要素の座標系に対して一定の角度に保たれます。 *= 1* 直交異方性の第1方向は非正規直交アイソパラメトリック座標に対して一定に保たれます。 (整数)	
ϕ	直交異方性の第1方向の角度 (実数)	$[\mathrm{deg}]$
$\Delta t_{\min}$	最小時間ステップ	$[\mathrm{s}]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
	デフォルト = 10^6（実数）	

例

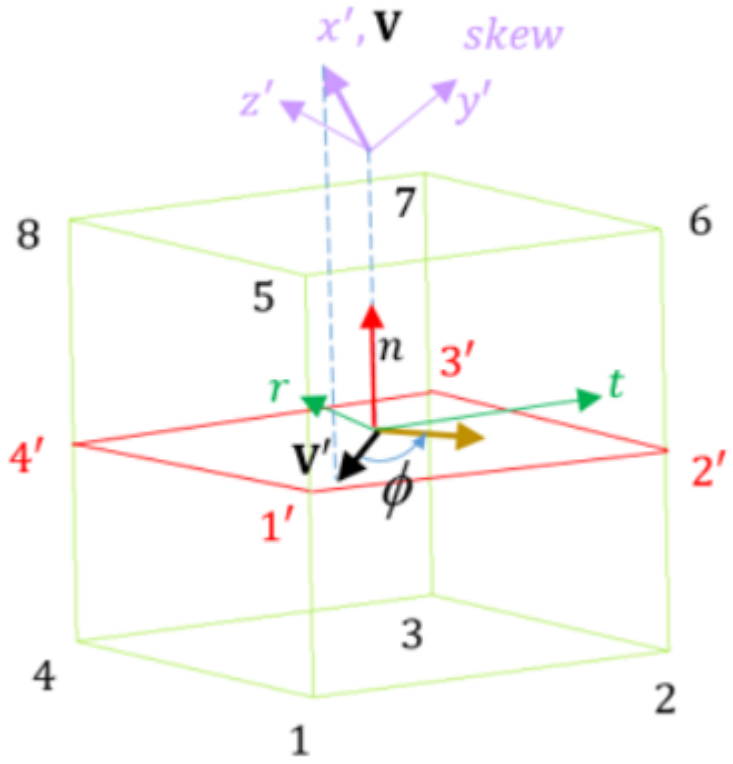


図 *273:* 材料方向（繊維方向）*m1*を定義するスキューおよび角度ϕ

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  1. SKEWS & FRAMES:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/SKEW/FIX/1
New SKEW 1
#                 OX                  OY                  OZ
                   0                 100                   0
#                 X1                  Y1                  Z1
                   1                   1                   0
#                 X2                  Y2                  Z2
   -.408248290463863    .408248290463863    .816496580927726
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. LOCAL_UNIT_SYSTEM:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/2
unit for prop
#              MUNIT               LUNIT               TUNIT
                  kg                  mm                  ms
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  3. GEOMETRICAL SETS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PROP/TYPE21/1/2
TSH_ORTH example
#    Isolid    Ismstr                          Icstr     Inpts                                    dn
        14         0                            010       222                                     0
#                q_a                 q_b
                   0                   0
```

```
#                  Vx                  Vy                  Vz    skew_ID      Iorth
                    0                   0                   0         1          0
#         Ortho_angle
                   90
#              dt_min
                    0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#enddata
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. 板厚方向:
   - デフォルトでは、要素は厚肉シェルが要素の"s"方向を向くよう方向付けされていなくてはなりません。
   - ただし、I_{solid}*SOLID*=14(HA8)の使用時は、一定応力フラグI_{cstr}*CSTR*を用いて異なる板厚方向を指定することが可能です。

     注: プリプロセッサを用いて要素の局所座標系の向きをチェックします。

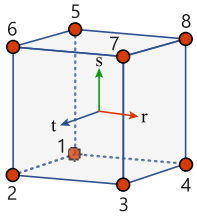


図 *274:*

r、s、t	アイソパラメトリックフレーム
r	(1、2、6、5)の中心から(4、3、7、8)の中心まで
s	(1、2、3、4)の中心から(5、6、7、8)の中心まで
t	(1、4、8、5)の中心から(2、3、7、6)の中心まで

2. I_{cstr}*CSTR* - 非低減応力積分

   I_{solid}*SOLID*=14(HA8)の場合、低減積分方向、シェルの板厚方向はパラメータI_{cstr}*CSTR*によって設定できます。このパラメータは、ソリッド要素について標準のr-s-t 要素座標系に対応した"0"と"1"の3桁のシーケンスを表します。

0	対応する方向において低減応力積分は行われない
1	低減積分はこの方向で使用される

   例:

   "010"は、低減積分が使用され、板厚方向は軸"s"に対応することを意味します。

3. 自動設定オプションI_{smstr}*SMSTR* = I_{cpre}*CPRE* = I_{frame}*FRAME*=-1を使用すると、これらのオプションの値は、要素の定式化、要素タイプ、および材料に基づく最適なオプションが使用されます。または、I_{smstr}*SMSTR* = I_{cpre}*CPRE* = I_{frame}*FRAME*=-2を指定すると、このプロパティで定義されたこれらのオプションの値は、要素タイプおよび材料則に基づく最適な値 (`/DEF_SOLID`) で上書きされます。Radiossで指定された値を確認する場合、Starter出力ファイルの"PART ELEMENT/MATERIAL PARAMETER REVIEW" セクションを確認します。
4. I_{smstr}*SMSTR* - 微小ひずみ定式化フラグ

- 微小ひずみオプションを設定した場合（I_{smstr}*SMSTR* =1、3）、材料則で使用されるひずみと応力が工学ひずみと工学応力になります。それ以外の場合は、真ひずみと真応力になります。
- バージョン2017より、シミュレーション中に体積が負になるLagrange要素は、シミュレーションを継続できるよう、自動的にひずみ定式化を切り替えます。これが発生すると、WARNINGメッセージがEngine出力ファイルに出力されます。以下のオプションがサポートされています。

要素タイプ	要素定式化	ひずみ定式化	負の体積の処理方法
/BRICK	I_{solid}*SOLID* = 14、15	完全に幾何学的非線形 I_{smstr}*SMSTR* = 2、4	負の体積になる前のサイクルの要素形状を使用した微小ひずみに切り替え

5. I_{solid}*SOLID* - ソリッド要素定式化フラグ
   - I_{solid}*SOLID* = 15とし、1以外の積分点の数を指定して/MAT/LAW1 (ELAST)に対してプロパティを使用した場合、積分点の数は2に設定されます（曲げを正しく計算するには十分です）。
   - I_{solid}*SOLID*=15で五面体要素を使用する場合、/PENTA6要素が推奨されますが、生成された/BRICK要素が使用されることも可能です。
6. 局所座標系での直交異方性
   - 厚肉シェルの直交異方性は平面です。直交異方性の第3方向はシェル平面の法線と一致しています。
   - 全体ベクトル$\mathbf{V}$または*skew_ID*は、直交異方性方向の定義に使用されます。
   - ϕ は、直交異方性の第1方向とシェルの平均平面(r, t)上に投影された参照ベクトルの間の角度です。単位は度で与えます。

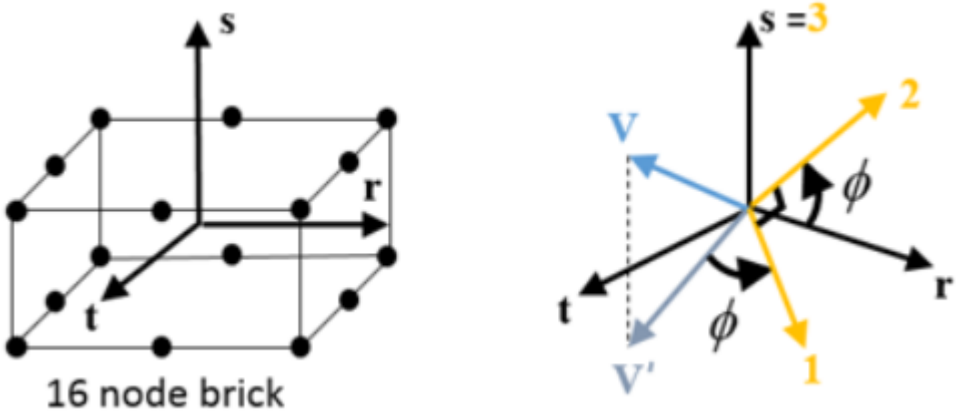


図 *275:*

7. ポスト処理用出力
   - ソリッド要素応力のポスト処理について、アニメーションは/ANIM/BRICK/TENS/STRESSと/H3D/SOLID/TENS/STRESSを、プロットファイルは/TH/BRICKをご参照ください。

See Also

材料の適合性

スキューとフレーム（/SKEW & /FRAME）

Radioss Coordinate System (User Guide)

Solid-Shell Elements (Theory Manual)

/PROP/TYPE22 (TSH_COMP)

ブロックフォーマットのキーワード
このプロパティセットは、複合材厚肉シェルプロパティセットの定義に使用されます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/PROP/TYPE22/*prop_ID*/*unit_ID*または/PROP/TSH_COMP/*prop_ID*/*unit_ID*									
prop_title									
I_{solid}SOLID	I_{smstr}SMSTR			I_{cstr}CSTR	I_{npts}NPTS	I_{int}INT		d_n	
q_a		q_b							
V_XX		V_YY		V_ZZ		*skew_ID*	I_{orth}ORTH	I_{pos}POS	
A_{shear}									

各層（積分点）について行ごとに

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
ϕ_i		t_i/t		Z_i		mat_ID_i			

最後のカード

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$\Delta t_{\min}$									

定義

フィールド	内容	SI単位の例
prop_ID	プロパティの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
prop_title	プロパティのタイトル （文字、最大100文字）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
I_{solid}*SOLID*	ソリッド要素定式化フラグ。 *= 0* 値/DEF/SOLIDを使用。 *= 14* HA8ロックフリー/8節点厚肉シェル要素、共回転、完全積分、すべての方向におけるさまざまな数のGauss点 *= 15* HSEPH/PA6厚肉シェル（それぞれ8節点と6節点）、共回転、物理的安定性を伴う低減積分（平面内に1つの求積点）、板厚方向におけるさまざまな数の積分点 （整数）	
I_{smstr}*SMSTR*	微小ひずみ定式化フラグ。4 *= -1* 要素タイプと材料則を基に最適な値を自動的に定義 *= 0*（デフォルト） /DEF_SOLIDの値を使用。 *= 1* 時間 = 0以降の微小ひずみ。 *= 2* Radioss Engine（/DT/Eltyp/Keyword3/Iflag）での微小ひずみ定式化が可能である完全幾何非線形性 *= 3* 時間=0以降の簡易微小ひずみ定式化（実現象に即していない定式化）。 *= 4* */DEF_SOLID*が定義されていない場合のデフォルト 完全幾何非線形性（/DT/BRICK/CSTによる影響はありません） （整数）	
I_{cstr}*CSTR*	一定応力定式化フラグI_{solid}*SOLID* = 14に対してのみ有効 *= 001* t方向における低減応力積分 *= 010* s方向における低減応力積分 *= 100* r方向における低減応力積分 （整数）	

フィールド	内容	SI単位の例
I_{npts}*NPTS*	積分点の数 2 **= j** 1 ≤ j ≤ 200、I_{solid}*SOLID* =15の場合 **= ijk** 2 ≤ i,j,k ≤ 9、I_{solid}*SOLID* =14の場合 （整数） ここで、 **i** r方向の積分点の数 **j** s方向の積分点の数 **k** t方向の積分点の数	
I_{int}*INT*	層数を、9 < 層数 ≤ 200の範囲で指定I_{solid}*SOLID* = 14に対してのみ有効 4 （整数）	
d_n	安定化のための数値減衰I_{solid}*SOLID* = 15に対してのみ有効 デフォルト = 0.1（実数）	
q_a	2次体積粘性。 デフォルト = 1.10（実数） デフォルト = 0.0（`/MAT/LAW70`の場合）	
q_b	線形体積粘性。 デフォルト = 0.05（実数） デフォルト = 0.0（`/MAT/LAW70`の場合）	
A_{shear}*shear*	せん断係数 デフォルト = 1.0（実数）	
V_X*X*	参照ベクトルのX成分 デフォルト = 1.0（実数）	
V_Y*Y*	参照ベクトルのY成分 デフォルト = 0.0（実数）	
V_Z*Z*	参照ベクトルのZ成分 デフォルト = 0.0（実数）	
skew_ID	スキューの識別子	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	局所スキューが定義されている場合、そのX軸が参照ベクトルと置き換わります（$V_X X$、$V_Y Y$および$V_Z Z$は無視されます）。 （整数）	
I_{orth}*ORTH*	参照ベクトル用の直交異方性座標系定式化フラグ *= 0*（デフォルト） 直交異方性の第1軸は正規直交共回転要素の座標系に対して一定の角度に保たれます。 *= 1* 直交異方性の第1方向は非正規直交アイソパラメトリック座標に対して一定に保たれます。 （整数）	
I_{pos}*POS*	参照ベクトルに対する層のポジショニングフラグ *= 0*（デフォルト） 層の位置は層の厚みの分配に関して自動的に計算されます。層の厚みの合計と全体板厚との一貫性は自動的にチェックされます。 *= 1* 要素の板厚内におけるすべての層の位置は、ユーザーが定義します。複数の層を同じ特別な位置に配置することが可能です。 （整数）	
$\Delta t_{\min}$	最小時間ステップ デフォルト = 10^6（実数）	$[s]$
ϕ_i	層iの角度 （実数）	$[deg]$
t_i/t	層iの相対板厚。 t_i *i_th*層の板厚 t 総板厚 （実数）	
Z_i	層iのZ位置（板厚によって正規化）（$-0.5 \le Z_i \le 0.5$） デフォルト = 0.0（実数）	
mat_ID$_i$	層.の材料識別子	

フィールド	内容	SI単位の例
	（整数）	

例

それぞれベクトル**V**および角度ϕにより異なる材料方向（繊維方向）$m1$を定義する3つの層（I_{npts}*NPTS*=333）。平面（1′、2′、3′、4′）は厚肉シェル要素の中立面（z=0）。

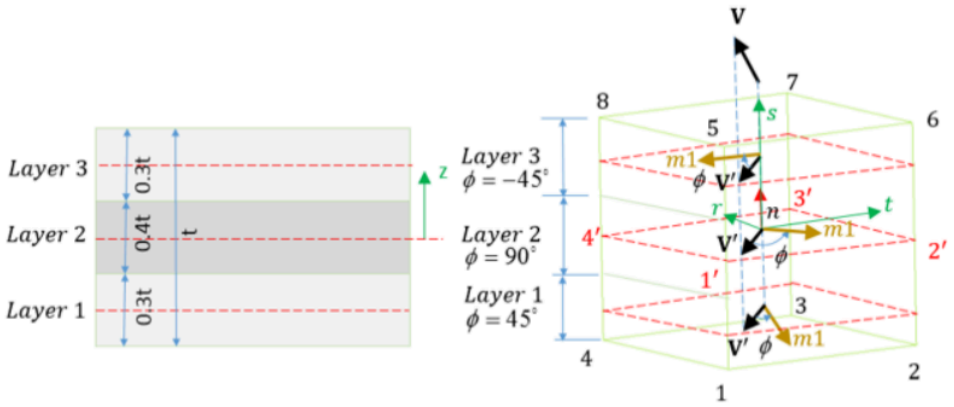


図 *276:*

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  1. LOCAL_UNIT_SYSTEM:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/2
unit for prop
#              MUNIT                LUNIT                TUNIT
                  kg                   mm                   ms
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. GEOMETRICAL SETS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PROP/TYPE22/1/2
TSH_COMP example
#   Isolid    Ismstr                          Icstr     Inpts      Iint                              dn
        14         0                            010       333         0                               0
#                q_a                  q_b
                   0                    0
#                 Vx                   Vy                   Vz   skew_ID     Iorth      Ipos
                   1                   -1                    1         0         0         0
#             Ashear
                   0
#              PHI_I               T_I/T                   ZI     MAT_I
                  45                 0.3                    0         1
                  90                 0.4                    0         2
                 -45                 0.3                    0         1
#             dt_min
                   0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#enddata
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. I_{solid}*SOLID* - ソリッド定式化
   - I_{solid}*SOLID* =14の定式化（H8要素）は一定応力定式化を使用する必要があります（I_{cstr}*CSTR* > 0）。これは局所直交異方性座標系r-s-tを参照します。座標系の定義は/PROP/TYPE6 (SOL_ORTH)のコメントに記述されます。

- I_{solid}*SOLID*=15で5面体要素を使用する場合、/PENTA6要素が推奨されますが、生成された/BRICK要素が使用されることも可能です。

2. 層数。
   - I_{solid}*SOLID* = 14定式化(HA8要素)の場合、次のように層数(< 9)を定義します:
     - I_{cstr}*CSTR* = 001の場合、t方向の層数は、I_{npts}*NPTS*フィールドのk値に等しくなります。
     - I_{cstr}*CSTR* = 010の場合、s方向の層数は、I_{npts}*NPTS*フィールドの*j*値に等しくなります(s方向の層数が8の場合、I_{cstr}*CSTR* = 010、I_{npts}*NPTS* = 282です)。
     - I_{cstr}*CSTR* = 100の場合、r方向の層数は、I_{npts}*NPTS*フィールドの*i*値に等しくなります。
   - I_{solid}*SOLID*定式化(HA8要素)の場合、次のように層数(< 9)を定義します:
     - 層数 > 9の場合、I_{solid}*SOLID*の定式化(HA8要素)にはI_{int}*INT*を使用します。

       この場合は、I_{npts}*NPTS*によって定義される板厚方向の積分点はゼロである必要があります。

       例えば、s方向の100層という数の場合は、I_{cstr}*CSTR* = 010、I_{npts}*NPTS* = 202、I_{int}*INT* = 100です
3. 自動設定オプションI_{smstr}*SMSTR* = I_{cpre}*CPRE* = I_{frame}*FRAME*=-1を使用すると、これらのオプションの値は、要素の定式化、要素タイプ、および材料に基づく最適なオプションが使用されます。または、I_{smstr}*SMSTR* = I_{cpre}*CPRE* = I_{frame}*FRAME*=-2を指定すると、このプロパティで定義されたこれらのオプションの値は、要素タイプおよび材料則に基づく最適な値 (/DEF_SOLID) で上書きされます。Radiossで指定された値を確認する場合、Starter出力ファイルの"PART ELEMENT/MATERIAL PARAMETER REVIEW" セクションを確認します。
4. I_{smstr}*SMSTR* - 微小ひずみ定式化フラグ
   - バージョン2017より、シミュレーション中に体積が負になるLagrange要素は、シミュレーションを継続できるよう、自動的にひずみ定式化を切り替えます。これが発生すると、WARNINGメッセージがEngine出力ファイルに出力されます。以下のオプションがサポートされています。

要素タイプ	要素定式化	ひずみ定式化	負の体積の処理方法
/BRICK	I_{solid}*SOLID* = 14、15	完全に幾何学的非線形 I_{smstr}*SMSTR* = 2、4	負の体積になる前のサイクルの要素形状を使用した微小ひずみに切り替え

5. 局所座標系での直交異方性
   - 厚肉シェルの直交異方性は平面です。直交異方性の第3方向はシェル平面の法線と一致しています。
   - 全体ベクトル$\mathbf{V}$または*skew_ID*は、直交異方性方向の定義に使用されます。全体ベクトル$\mathbf{V}$または指定したスキューの$\mathbf{X}$軸(この場合、全体ベクトルは無視されます)は、ソリッド要素の平均平面に投影されます。
   - I_{solid}*SOLID*=14の場合、要素の平均平面はフラグI_{cstr}*CSTR*に依存します。
     - I_{cstr}*CSTR*=001の場合はr-s
     - I_{cstr}*CSTR*=010の場合はr-t
     - I_{cstr}*CSTR*=001の場合はs-t
   - ϕ は、層iについての、直交異方性の第1方向とシェルの平均平面上に投影された参照ベクトルの間の角度(度単位)です。
6. 層に使用される材料

- *Mat_ID*$_i$に使用される材料則タイプは各層で異なることが可能です。
- I_{solid}*SOLID*= 15の場合、/PARTで定義された材料則番号は、インターフェース剛性およびアワグラス応力の計算に使用されます。

See Also

材料の適合性
/TH/SPRING (Starter)
/SPRING (Starter)
スキューとフレーム(/SKEW & /FRAME)
Radioss Coordinate System (User Guide)
軸対称スプリングTYPE25(/PROP/SPR_AXI)
Debugging Guidelines Model Preparation (User Guide)
Solid-Shell Elements (Theory Manual)

3Dソリッドプロパティ

ブロックフォーマットのキーワード

/PROP/TYPE6 (SOL_ORTH)

ブロックフォーマットのキーワード
直交異方性ソリッドプロパティセットを記述します。このプロパティセットは、/MAT/LAW14(COMPSO)の繊維面、/MAT/LAW24(CONC)のスチール強化方向、または/MAT/LAW28(HONEYCOMB)のセル方向の定義に使用されます。

このプロパティは、8節点線形ソリッド要素(/BRICK)、四面体要素(/TETRA4および/TETRA10)、および2次元ソリッド要素(/QUAD)に対してのみ使用できます。2次ソリッド(/BRIC20および/SHEL16)および五面体要素(/PENTA6)はこのプロパティと適合性がありません。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/PROP/TYPE6/*prop_ID*/*unit_ID*または/PROP/SOL_ORTH/*prop_ID*/*unit_ID*									
prop_title									
I_{solid}SOLID	I_{smstr}SMSTR		I_{cpre}CPRE	$I_{tetra10}$	I_{npts}NPTS	I_{tetra4}	I_{frame}FRAME	d_n	
q_a		q_b		h					
Vx		Vy		Vz		skew_ID	I_p	I_{orth}ORTH	
ϕ		Px		Py		Pz			
Δt_{min}									

Sol2SPHオプションをアクティブにする: 11

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Ndir	*sphpart_ID*								

定義

フィールド	内容	SI単位の例
prop_ID	プロパティの識別子 (整数、最大10桁)	
unit_ID	単位識別子. (整数、最大10桁)	

フィールド	内容	**SI**単位の例
prop_title	プロパティのタイトル （文字、最大100文字）	
I_{solid}*SOLID*	ソリッド要素定式化フラグ。 TETRA4とTETRA10ではI_{solid}*SOLID* =1のみ使用可能です。 *= 0* /DEF_SOLID内の値を使用。 *= 1* */DEF_SOLID*が定義されていない場合のデフォルト 標準的な8節点ソリッド要素、1積分点。直交変形モードと剛体変形モードの補正を伴う粘性アワグラス定式化（Belytschko）。 *= 2* 標準的な8節点ソリッド要素、1積分点。直交性を伴わない粘性アワグラス定式化（Hallquist）。 *= 14* HA8、8節点ソリッド要素、完全積分、さまざまな数のGauss点、共回転系定式化、せん断ロックフリー。 *= 17* H8C 8節点ソリッド要素、完全積分定式化。 *= 18* 8節点ソリッド要素、共回転、完全積分、固定2*2*2 Gauss積分点、せん断ロックフリー、I_{cpre}*CPRE*およびI_{smstr}*SMSTR*のデフォルトは材料に基づきます。 *= 24* HEPH 8節点ソリッド要素。共回転、物理的アワグラス安定性を伴う低減積分（1Gauss点）。 （整数）	
I_{smstr}*SMSTR*	微小ひずみ定式化フラグ。3 *= -1* 要素タイプと材料則を基に最適な値（/DEF_SOLID）を自動的に定義 *= 0* /DEF_SOLIDの値を使用 *= 1* 時間 = 0以降の微小ひずみ *= 2* Radioss Engine（/DT/BRICK/CST）で微小ひずみ定式化が可能である完全幾何非線形	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 3 時間=0以降の簡易微小ひずみ定式化(実現象に即していない定式化)。 *= 4 /DEF_SOLID*が定義されていない場合のデフォルト 完全幾何非線形性(/DT/BRICK/CSTによる影響はありません) *= 10* Lagrange型全ひずみ。 *= 12* Radioss Engine(/DT/BRICK/CST)で全微小ひずみ定式化が可能なLagrangeタイプ全ひずみ。 (整数)	
I_{cpre}*CPRE*	定圧定式化フラグ 4 I_{solid}*SOLID* = 14、17、18または24の場合にのみ有効 *= -1* 要素タイプと材料則を基に最適な値(/DEF_SOLID)を自動的に定義 *= 0* I_{solid}*SOLID*の値に応じて使用される定式化 1 *= 1* I_{solid}*SOLID = 17*の場合のデフォルト。 体積ロックを阻止するための定圧定式化。$\nu \approx 0.5$である非圧縮性材料に使用。 *= 2* 使用される定式化は塑性の関数。これにより、材料が圧縮性である際の弾性領域および材料が非圧縮性になる際の塑性領域の正しいモデリングが可能に。弾塑性材料則に対してのみ使用できます。 *= 3* I_{solid}*SOLID=14*または*24*の場合のデフォルト。 定圧なしの標準の定式化。フォームのような圧縮材料と使用。 (整数)	
$I_{tetra10}$	10節点四面体要素定式化フラグ 12 *= 0* /DEF_SOLIDの値を使用 *= 2* 4つの積分点および、/DT1/BRICKをともなう/TETRA4と同じ時間ステップの2次式による/TETRA10定式化。 *= 3* 4つの積分点および/TETRA4と同じ時間ステップを伴う2次式による/TETRA10定式化(形状の悪い要素に対する安定性が低い)。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 1000 /DEF_SOLIDが定義されていない場合のデフォルト。 4つの積分点を伴う2次式による/TETRA10定式化 （実数）	
I_{npts}*NPTS*	積分点の数（I_{solid}*SOLID* =14に対してのみ） （整数） = ijk（デフォルト=222）: 2 < i,j,k < 9、I_{solid}*SOLID* =14の場合 ここで: **i** r方向の積分点の数 **j** s方向の積分点の数 **k** t方向の積分点の数	
I_{tetra4}	4節点四面体要素定式化フラグ 12 *= 0* /DEF_SOLIDの値を使用 *= 1* 節点ごとの6種類の自由度と4つの積分点を伴う2次式による/TETRA4定式化 *= 3* 節点圧力平均をともなう線形TETRA4。体積ロックを低減。 *= 1000* /DEF_SOLIDが定義されていない場合のデフォルト。 1つの積分点を伴う線形/TETRA4定式化 （実数）	
I_{frame}*FRAME*	要素座標系定式化フラグ（2次元ソリッドと標準と適合8節点3次元ソリッド: I_{solid}*SOLID* = 1、2、または17、I_{solid}*SOLID* = 14 または 24は常に共回転定式化を使用。 *= -1* 要素タイプと材料則を基に最適な値（/DEF_SOLID）を自動的に定義 *= 0* /DEF_SOLIDの値を使用 *= 1* */DEF_SOLID*が定義されていない場合のデフォルト *= 2* 共回転定式化。大きい回転を伴うモデルに推奨されます。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	
d_n	安定化のための数値減衰 I_{solid}*SOLID* = 24に対してのみ有効 デフォルト = 0.1（実数）	
q_a	2次体積粘性。 デフォルト = 1.10（実数） デフォルト = 0.0（/MAT/LAW70の場合）	
q_b	線形体積粘性。 デフォルト = 0.05（実数） デフォルト = 0.0（/MAT/LAW70の場合）	
h	アワグラス粘性係数。 I_{solid}*SOLID* = 1または2に対してのみ有効 デフォルト = 0.10（実数）、0.0 <*h* < 0.15である必要があります。	
Vx	参照ベクトルのX成分 9 （実数）	
Vy	参照ベクトルのY成分 9 （実数）	
Vz	参照ベクトルのZ成分 9 （実数）	
skew_ID	直交異方性方向を定義するスキューフレーム識別子 （整数）	
I_p	基準面 9 = *0*（*3*次元ソリッド要素の場合のデフォルト） *skew_ID*を使用（*skew_ID*の値は0以外でなければなりません） = *1*（*2*次元要素の場合のデフォルト） 面（r,s） + 角度 ϕ = *2* 面（s,t） + 角度 ϕ = *3* 面（t,r） + 角度 ϕ	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 11 面(r,s) + 面(r,s)への参照ベクトル(*Vx*、*Vy*、*Vz*)の直交投影 *= 12* 面(s,t) + 面(s,t)への参照ベクトル(*Vx*、*Vy*、*Vz*)の直交投影 *= 13* 面(t,r) + 面(t,r)への参照ベクトル(*Vx*、*Vy*、*Vz*)の直交投影 *= 20* 要素結合より定義される(N1、N2、N4) *= 21* 基準点 P、要素中心、および要素のローカル方向sにより定義される。 *= 22* 基準ベクトル V、要素のローカル方向s、および角度phiより定義される。 *= 24* 基準ベクトル V(対称軸)、参照点 P、要素中心から定義される。 (整数)	
I_{orth}*ORTH*	直交異方性座標系定式化フラグ。 *= 0*(デフォルト) 直交異方性の第1軸は正規直交共回転要素の座標系に対して一定の角度に保たれます。 *= 1* 直交異方性の第1方向は非正規直交アイソパラメトリック座標に対して一定に保たれます。 (整数)	
ϕ	基準面の第1方向に対する直交異方性の角度 10 I_p > 0でのみ使用。 (実数)	$[\mathrm{deg}]$
Px	基準点 P の X座標(I_p = 21 または 24 のときのみ使用)。	$[\mathrm{m}]$
Py	基準点 P の Y座標(I_p = 21 または 24 のときのみ使用)。	$[\mathrm{m}]$
Pz	基準点 P の Z座標(I_p = 21 または 24 のときのみ使用)。	$[\mathrm{m}]$
$\Delta t_{\min}$	ソリッド要素に対する最小時間ステップ。 `/DT/BRICK/CST`または`/DT/BRICK/DEL`を使用する際にのみ有効 デフォルト = 0.0(実数)	$[\mathrm{s}]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
Ndir	各ソリッド要素の方向ごとの粒子の数（整数） *1* 各方向に1つの粒子 *2* 各方向に2つの粒子で、合計8つの粒子 *3* 各方向に3つの粒子で、合計27の粒子 （整数）	
sphpart_ID	Sol2SPHのSPHプロパティを記述するパート識別子 （整数）	

例 **1**

スキューを使用

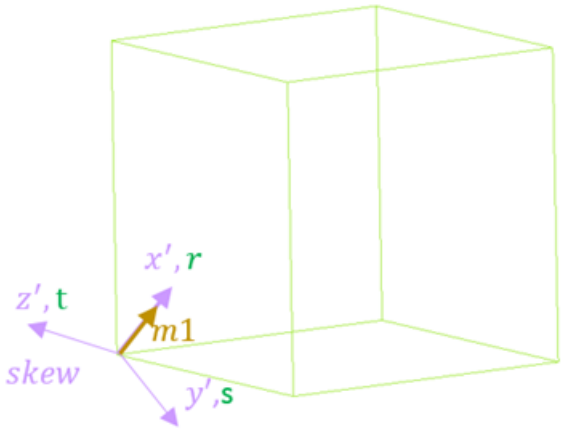


図 *277:*

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  1. LOCAL_UNIT_SYSTEM:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/2
unit for prop
#               MUNIT                 LUNIT                 TUNIT
                  kg                    mm                    ms
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/SKEW/FIX/1
New SKEW 1
#                  OX                    OY                    OZ
                    0                   100                     0
#                  X1                    Y1                    Z1
                    1                     0                    -1
#                  X2                    Y2                    Z2
                    0                     1                     0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

```
#-  2. GEOMETRICAL SETS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PROP/SOL_ORTH/1/2
SOL_ORTH example
#   Isolid    Ismstr               Icpre  Itetra10     Inpts   Itetra4    Iframe                  dn
        14         0                   1         0         0         0         0                   0
#                q_a                 q_b                   h
                   0                   0                   0
#                  Vx                  Vy                  Vz   skew_ID        Ip     Iorth
                   0                   0                   0         1         0         0
#                phi                  Px                  Py                  Pz
                   0                   0                   0                   0
#             dt_min
                   0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#enddata
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

例 2

I_p =1および角度 ϕを使用して、同じ材料方向(繊維方向)*m1*を取得。

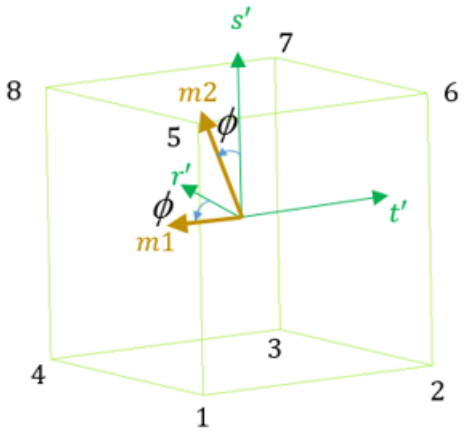


図 *278:*

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  1. LOCAL_UNIT_SYSTEM:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/2
unit for prop
#               MUNIT               LUNIT               TUNIT
                  kg                  mm                  ms
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PROP/SOL_ORTH/1/2
SOL_ORTH example
#   Isolid    Ismstr               Icpre  Itetra10     Inpts   Itetra4    Iframe                  dn
        14         0                   1                   0                   0                   0
#                q_a                 q_b                   h
                   0                   0                   0
#                  Vx                  Vy                  Vz   skew_ID        Ip     Iorth
                   0                   0                   0         0         1         0
#                phi                  Px                  Py                  Pz
                  45                   0                   0                   0
#             dt_min   Istrain     I_HKT
                   0         0         0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#enddata
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. I_{solid}*SOLID* - ソリッド要素の定式化

- *I*$_{solid}$*SOLID* = 17の場合、3次元ソリッドの偏差挙動は8個のGauss点を用いて計算されますが、バルク挙動は*I*$_{cpre}$*CPRE*と共に選択できるため、すべてのソリッドタイプの材料則と適合性があります。
- *I*$_{solid}$*SOLID* = 24（HEPH）ソリッド要素は、*I*$_{shell}$*SHELL* = 24（QEPH）シェル要素によって使用されるアワグラス定式化と類似した物理的アワグラス定式化を使用します。このアワグラス定式化は、*I*$_{solid}$*SOLID* = 1または2で使用される粘性アワグラス定式化よりも良い結果をもたらします。
- *I*$_{solid}$*SOLID* =14（HA8）はロックフリー一般ソリッド定式化。例：*I*$_{npts}$*NPTS* = 222は8Gauss積分点ソリッドです。HA8定式化は、すべての直交異方性および等方性材料則と適合性があります。
- *I*$_{solid}$*SOLID* = 18、*I*$_{cpre}$*CPRE*および*I*$_{smstr}$*SMSTR*のデフォルト値は材料に依存し、推奨される値は次のとおりです：

デフォルト	材料則
I$_{cpre}$*CPRE* = 2	2、21、22、23、24、27、36、52、79、81、84
I$_{cpre}$*CPRE* = 3	12、14、15、25、28、50、53、68および$\nu \leq 0.49$の場合、1、13、16、33、34、35、38、40、41、70、および77
I$_{cpre}$*CPRE* = 1	その他のすべての則および$\nu \geq 0.49$の場合、1、13、16、33、34、35、38、40、41、70、および77
I$_{smstr}$*SMSTR* = 10	38、42、62、69、82、88、92、94、95
I$_{smstr}$*SMSTR* = 11	70
I$_{smstr}$*SMSTR* = 1	28
I$_{smstr}$*SMSTR* = 2	すべてのその他の材料則

2. 自動設定オプション*I*$_{smstr}$*SMSTR* = *I*$_{cpre}$*CPRE* = *I*$_{frame}$*FRAME*=-1を使用すると、これらのオプションの値は、要素の定式化、要素タイプ、および材料に基づく最適なオプションが使用されます。または、*I*$_{smstr}$*SMSTR* = *I*$_{cpre}$*CPRE* = *I*$_{frame}$*FRAME*=-2を指定すると、このプロパティで定義されたこれらのオプションの値は、要素タイプおよび材料則に基づく最適な値（`/DEF_SOLID`）で上書きされます。Radiossで指定された値を確認する場合、Starter出力ファイルの"PART ELEMENT/MATERIAL PARAMETER REVIEW" セクションを確認します。

3. 微小ひずみ：

- 微小ひずみオプションを設定した場合（*I*$_{smstr}$*SMSTR* =1または3）、材料則で使用されるひずみと応力が工学ひずみと工学応力になります。それ以外の場合は、真ひずみと真応力になります。
- Radioss Engineオプション`/DT/BRICK/CST`は、*I*$_{smstr}$*SMSTR* = 2および12の3次元ソリッドプロパティセットでのみ有効です。
- フラグ*I*$_{smstr}$*SMSTR* =10と12は、全ひずみ定式化を使用する材料LAW28とのみ適合性があります。

- I_{smstr}*SMSTR*=12は/DT/BRICK/CSTと適合性があり、全ひずみは微小全ひずみに切り替えられます。ただし、I_{smstr}*SMSTR*=2の場合と異なり、通過中に非連続性を多少生じる場合があります。
- バージョン2017より、シミュレーション中に体積が負になるLagrange要素は、シミュレーションを継続できるよう、自動的にひずみ定式化を切り替えます。これが発生すると、WARNINGメッセージがEngine出力ファイルに出力されます。以下のオプションがサポートされています。

要素タイプおよび定式化	ひずみ定式化	負の体積の処理方法
/BRICK I_{solid}*SOLID*=1、2、14、17、24 /TETRA4 /TETRA10	完全に幾何学的非線形 I_{smstr}*SMSTR* = 2、4	負の体積になる前のサイクルの要素形状を使用した微小ひずみに切り替え
	Lagrange型全ひずみ。 I_{smstr}*SMSTR* = 10、12	time=0.0における要素形状でのLagrange型全ひずみ

4. I_{cpre}*CPRE* - 定圧定式化フラグ
   - I_{cpre}*CPRE*=1は、非圧縮性または疑似非圧縮性材料で体積ロックを阻止するために使用されます。この場合、応力テンソルは球状および偏差部分に分解されます。続いて圧力が一定に留まるよう、低減積分が球状部分に使用されます。
   - I_{cpre}*CPRE*=2 は、弾塑性材料則に対してのみ使用できます。体積ロックを阻止するために、ポアソン係数を伴う追加の項がひずみに加えられます。材料内で尚も弾性で、そのため圧縮性である際は、ポアソン係数は小さく、材料が塑性となりそのため非圧縮性になると、ポアソン係数の項は増大して体積ロックを阻止します。詳細については、*Radioss*理論マニュアルをご参照ください。
5. 共回転定式化:

   I_{solid}*SOLID* =1または2、およびI_{frame}*FRAME* =2の場合、応力テンソルは共回転座標系で計算されます。大きい回転を使用すれば、この定式化の精度は増しますが、計算コストも増加します。重要なせん断変形を伴う弾性問題または粘弾性問題の場合に適用することを推奨します。共回転定式化は、8節点3次元ソリッドと適合性があります。共回転定式化は、2次元解析および軸対称解析(/QUAD要素)とも適合性があります。
6. *dn* - 数値減衰および*h* - アワグラス粘性係数
   - 数値減衰d_nは、I_{solid}*SOLID* = 24(HEPH)ソリッド要素のアワグラス応力計算に使用されます。
   - d_n=*h*であるI_{solid}*SOLID* = 24とI_{solid}*SOLID* = 1または2の間で結果を比較すると、数値減衰はI_{solid}*SOLID* = 24のほうがI_{solid}*SOLID* =1または2の際より$(2/3)\times 10^{-3}$倍小さくなります。
7. ポスト処理用出力
   - ソリッド要素応力のポスト処理について、アニメーションは/ANIM/BRICK/TENSを、プロットファイルは/TH/BRICKをご参照ください。
   - アニメーションファイルでは、要素が共回転定式化を使用している場合、

     I_{solid}*SOLID* =14または24(常に共回転定式化を使用)

     I_{frame}*FRAME* =2でI_{solid}*SOLID* =1、2、17

     ここで、応力出力は、/PROP/SOL_ORTHで定義されている材料直交異方性座標系で表現されます。そうでない(共回転定式化が使用されていない)場合、応力成分(SIGX、SIGY、SIGZ、SIGXY、SIGYZ、およびSIGXZ)は全体座標系で表現されます。

- プロットファイルでは、応力成分SX、SY、SZ、SXY、SYZ、およびSXZは全体フレームで表され、応力テンソル成分LSX、LSY、LSZ、LSXY、LSYZ、およびLSXZは直交異方性フレームで表されます(プロットファイルにおけるソリッド要素の応力のポスト処理については/TH/BRICをご参照ください)。

8. 固有座標系(r-s-t)

8節点3次元ソリッド(I_{solid}*SOLID* =1または2)、4節点四面体、および10節点四面体の場合、直交異方性の座標系は直交化アイソパラメトリックの座標系と同様に回転します。大きなせん断の場合、直交異方性の座標系の方向に注意を払う必要があります。

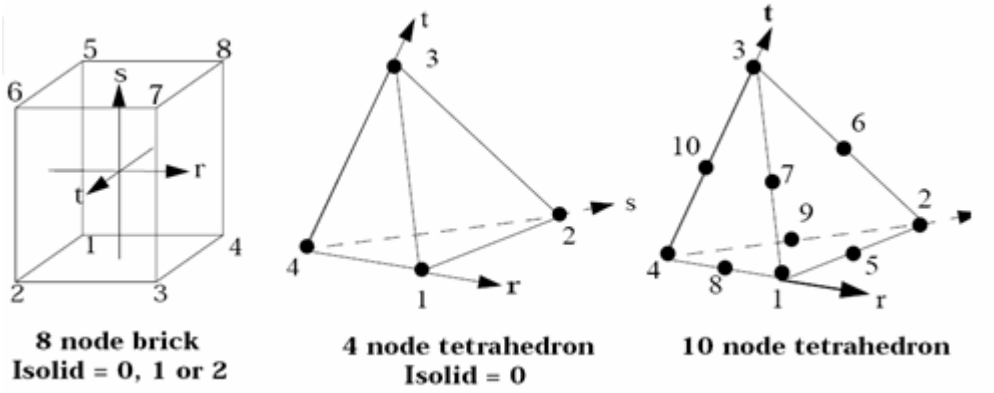


図 *279:*

r、s、t: アイソパラメトリックフレーム

r: (1、2、6、5)の中心から(4、3、7、8)の中心まで

s:(1、2、3、4)の中心から(5、6、7、8)の中心まで

t:(1、4、8、5)の中心から(2、3、7、6)の中心まで

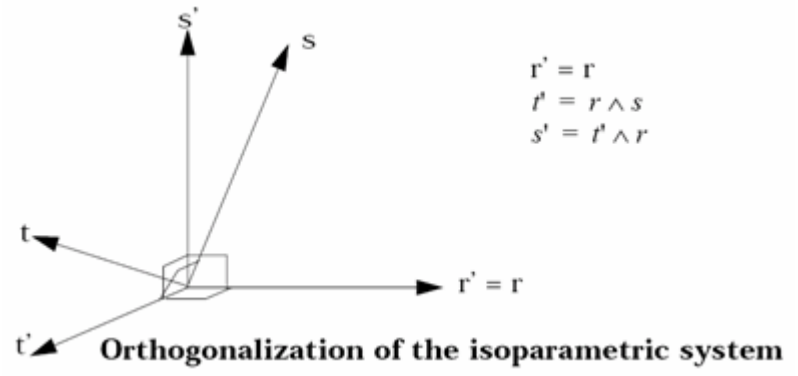


図 *280:*

9. 直交異方性方向

3次元ソリッド要素の場合、異方性方向の定義方法には以下の3つがあります:

- I_p= 0および*skew_ID* ≠ 0の場合、スキューが使用されます。

  基準面は使用されません。つまり、スキューがそのまま直交異方性の座標系とみなされます(この場合、r =x、s =y、および t =z)、x方向は直交異方性方向1、y方向は直交異方性方向2です。
- I_p = 1、2または3の場合、直交化アイソパラメトリックの座標系(r'-s'-t')と直交異方性の角度が使用されます。

初期直交化アイソパラメトリックの座標系(r'-s'-t')に対して、直交異方性の座標系の初期方向(1-2-3)が定義されます。

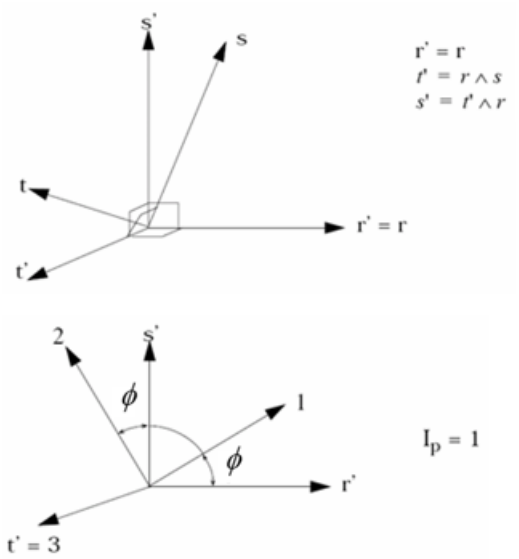


図 *281:*

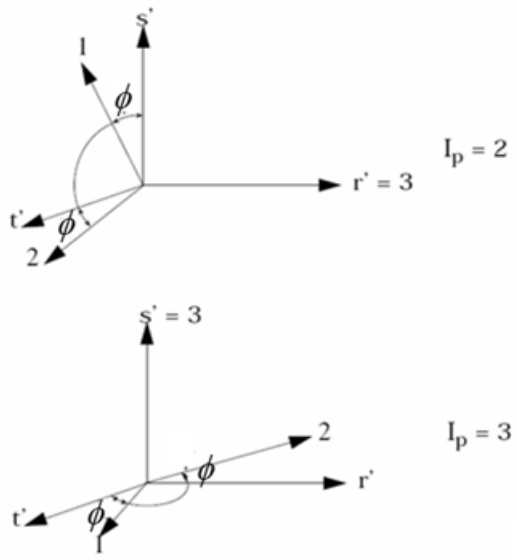


図 *282:*

この場合、I_{solid}*SOLID* = 0、1、または2の場合(直交化アイソパラメトリックの座標系に対して)、3次元ソリッドと同じ方法で直交異方性の座標系の初期方向が定義され、共回転座標系の方向がわかっていなくても、直交異方性の座標系の初期方向を入力できます。

- I_p = 11、12または13の場合、直交化アイソパラメトリックの座標系(r'-s'-t')と基準ベクトル$\mathbf{V}$が使用されます:

  この場合、全体ベクトル$\mathbf{V}$を使用して直交異方性の方向を定義できます。基準ベクトルが平面に対して直角であれば、平面の第1軸が直交異方性の方向とみなされます。

2次元ソリッド要素(/QUAD)の場合、異方性方向の定義方法には以下の2つがあります:

- I_p = 1の場合、アイソパラメトリックの座標系(r-s)と直交異方性の角度ϕが使用されます。10

- I_p = 11の場合、基準ベクトル$\mathbf{V}$ が使用されます：全体ベクトル$\mathbf{V}$ を使用して直交異方性の方向を定義できます。基準ベクトルが平面に対して直角であれば、平面の第1軸（r-s）が直交異方性の方向とみなされます。

10. ϕ - 直交異方性の角度

2Dソリッド要素（/QUAD）の場合：

直交化アイソパラメトリックフレーム（r-s）の第1方向に対する直交異方性の角度ϕが定義されます。

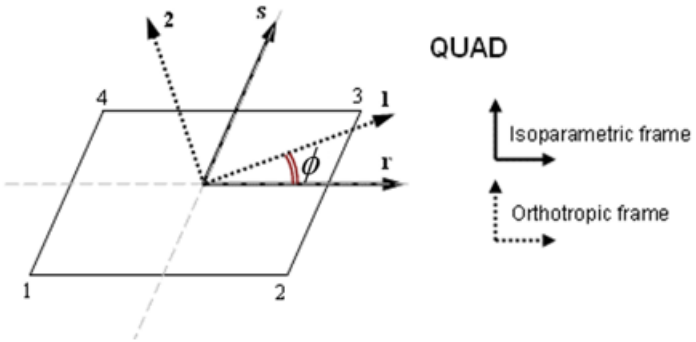


図 *283:*

3次元ソリッド要素の場合：

I_{frame}*FRAME* = 2（共回転定式化）の場合、直交異方性の座標系は共回転座標系と同様に回転します。共回転座標系はアイソパラメトリック座標系(r-s-t)の直交化であり、r、s、tをどのように入れ替えても同じ方向になります。

11. Solid to SPHプロパティ（Sol2SPH）

- Sol2SPHの使用時、1つのソリッドが接触、材料破壊基準または時間ステップ基準のせいで削除されると、ソリッド要素はSPH粒子に変換されます。
- アクティブになるSPH粒子の数は、パラメータ*Ndir*に依存します。粒子のプロパティは*sphpart_ID*パート番号を使用して計算されます。
- SPHプロパティではスキューの定義は必要ありません。これは、スキューの定義と配向が固体から粒子に自動的に伝達されるためです。等方性および直交異方性Sol2SPHパートに同じSPHパートIDを使用することはお勧めできません。

このオプションSol2SPHは、I_{solid}*SOLID* = 1、2または24、I_{frame}*FRAME* = 1または2とのみ互換性があります。

12. I_{solid}*SOLID*フラグは4節点（/TETRA4）または10節点（/TETRA10）四面体とは使用されません。

See Also

材料の適合性

Radioss Coordinate System (User Guide)

スキューとフレーム（/SKEW & /FRAME）

/PROP/TYPE14(SOLID)

ブロックフォーマットのキーワード
このプロパティセットは、一般的なソリッドプロパティセットの定義に使用されます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/PROP/TYPE14/*prop_ID*/*unit_ID*または/PROP/SOLID/*prop_ID*/*unit_ID*									
prop_title									
I_{solid}SOLID	I_{smstr}SMSTI		I_{cpre}CPRE	$I_{tetra10}$	I_{npts}NPTS	I_{tetra4}	I_{frame}FRAMI	d_n	
q_a		q_b		h		λ_v		μ_v	
Δt_{min}									

Sol2SPHオプションをアクティブにするオプション行 11

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Ndir	*sphpart_ID*								

定義

フィールド	内容	SI単位の例
prop_ID	プロパティの識別子 (整数、最大10桁)	
unit_ID	単位識別子。 (整数、最大10桁)	
prop_title	プロパティのタイトル (文字、最大100文字)	
I_{solid}SOLID	ソリッド要素定式化フラグ。1 2 *= 0* /DEF_SOLID内の値を使用。 *= 1* */DEF_SOLID*が定義されていない場合のデフォルト 標準的な8節点ソリッド要素、1積分点。直交変形モードと剛体変形モードの補正を伴う粘性アワグラス定式化(Belytschko)。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 2 標準的な8節点ソリッド要素、1Gauss積分点。直交性を伴わない粘性アワグラス定式化(Hallquist)。 *= 14* HA8ロックフリー8節点ソリッド要素、共回転、完全積分、さまざまな数のGauss点。 *= 16* 2次20節点ソリッド要素、完全積分、さまざまな数のGauss点。 *= 17* 2次8節点ソリッド要素、完全積分、固定2*2*2 Gauss積分点。 *= 18* 8節点ソリッド要素、共回転、完全積分、固定2*2*2 Gauss積分点、せん断ロックフリー、I_{cpre}*CPRE*およびI_{smstr}*SMSTR*のデフォルトは材料に基づきます。 *= 24* HEPH8節点ソリッド要素、1Gauss積分点、共回転系定式化、物理的なアワグラス安定化。 (整数)	
I_{smstr}*SMSTR*	微小ひずみ定式化フラグ。4 *= -1* 要素タイプと材料則を基に最適な値(/DEF_SOLID)を自動的に定義 *= 0* 右記内の値を使用。/DEF_SOLID *= 1* 時間=0以降の微小ひずみ *= 2* Radioss Engine(/DT/BRICK/CST)で微小ひずみ定式化に切り替えが可能である完全幾何非線形 *= 3* 時間=0以降の簡易微小ひずみ定式化(実現象に即していない定式化)。 *= 4* /DEF_SOLIDが定義されていない場合のデフォルト。 完全幾何非線形性(/DT/BRICK/CSTによる影響はありません) *=10* ラグランジュ型全ひずみ。 *= 11* t = 0からの全微小ひずみ定式化	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	=12 Radioss Engine(/DT/BRICK/CST)で全微小ひずみ定式化に切り替えが可能なLagrangeタイプ全ひずみ (整数)	
I_{cpre}*CPRE*	定圧定式化フラグ 5 I_{solid}*SOLID* = 14、17、18または24の場合にのみ有効 *= -1* 要素タイプと材料則を基に最適な値(/DEF_SOLID)を自動的に定義 *= 0* I_{solid}*SOLID*の値に応じて使用される定式化 1 *= 1* I_{solid}*SOLID = 17*の場合のデフォルト。 体積ロックを阻止するための定圧定式化。$\nu = 0.5$である非圧縮性材料に使用。 *= 2* 使用される定式化は塑性の関数。これにより、材料が圧縮性である際の弾性領域および材料が非圧縮性になる際の塑性領域の正しいモデリングが可能に。弾塑性材料則に対してのみ使用できます。 *= 3* I_{solid}*SOLID=14*または*24*の場合のデフォルト。 フォームのような圧縮材料のための低減のない圧力積分 (整数)	
$I_{tetra10}$	10節点四面体要素定式化フラグ 7 *= 0* /DEF_SOLIDの値を使用 *= 2* 4つの積分点および、/DT1/BRICKをともなう/TETRA4と同じ時間ステップの2次式による/TETRA10定式化。 *= 3* 4つの積分点および/TETRA4と同じ時間ステップを伴う2次式による/TETRA10定式化(形状の悪い要素に対する安定性が低い)。 *= 1000* */DEF_SOLID*が定義されていない場合のデフォルト 4つの積分点を伴う2次式による/TETRA10定式化 (整数)	
I_{npts}*NPTS*	積分点の数 6 I_{solid}*SOLID* =14、16に対してのみ有効 (整数)	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= ijk（デフォルト=222）: 2 < i,j,k < 9（I_{solid}*SOLID* =14の場合） 2 < i,k ≤ 3、2 ≤ *j* < 9（I_{solid}*SOLID* = 16の場合） ここで、 ***i*** r方向の積分点の数 ***j*** s方向の積分点の数 ***k*** t方向の積分点の数	
I_{tetra4}	4節点四面体要素定式化フラグ 7 *= 0* /DEF_SOLIDの値を使用 *= 1* 節点ごとの6種類の自由度と4つの積分点を伴う2次式による/TETRA4定式化 *= 3* 平均節点圧力定式化をともなう線形TETRA4。体積ロックを低減。 *= 1000* */DEF_SOLID*が定義されていない場合のデフォルト 1つの積分点を伴う線形/TETRA4定式化 （整数）	
I_{frame}*FRAME*	要素座標系定式化フラグ 8 2次元ソリッド要素、および3次元ソリッド要素（I_{solid}*SOLID* ==1、2または17）。I_{solid}*SOLID*= 14または24は常に共回転定式化を使用。 *= -1* 要素タイプと材料則を基に最適な値（/DEF_SOLID）を自動的に定義 *= 0* /DEF_SOLID内の値を使用。 *= 1* */DEF_SOLID*が定義されていない場合のデフォルト 非共回転定式化。 *= 2* 共回転定式化を使用。大きい回転を伴うモデルに推奨されます。 （整数）	
d_n	安定化のための数値減衰 9 I_{solid}*SOLID* =24に対してのみ有効 デフォルト = 0.1（実数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
q_a	2次体積粘性。 デフォルト = 1.10（実数） デフォルト = 0.0（/MAT/LAW70の場合）	
q_b	線形体積粘性。 デフォルト = 0.05（実数） デフォルト = 0.0（/MAT/LAW70の場合）	
h	アワグラス粘性係数。 I_{solid}*SOLID* =1、2に対してのみ有効 デフォルト = 0.10（実数）、0.0 <*h* < 0.15である必要があります。	
λ_v	数値Navier Stokes粘性 λ_v デフォルト = 0.0（実数）	
μ_v	数値Navier Stokes粘性 μ_v デフォルト = 0.0（実数）	
$\Delta t_{\min}$	ソリッド要素に対する最小時間ステップ。 /DT/BRICK/CSTまたは/DT/BRICK/DELを使用する際にのみ有効 デフォルト = 0.0（実数）	[s]
Ndir	各ソリッド要素の方向ごとの粒子の数（整数）11 *= 1* 各方向に1つの粒子 *= 2* 各方向に2つの粒子で、合計8つの粒子 *= 3* 各方向に3つの粒子で、合計27の粒子 （整数）	
sphpart_ID	Sol2SPHのSPHプロパティを記述するパート識別子 （整数）	

コメント

1. I_{solid}*SOLID* - ソリッド要素の定式化
   - ほとんどの場合、I_{solid}*SOLID* = 24（HEPH）六面体要素が計算コストと品質の間で最良の妥協点です。

- 要素定式化I_{solid}*SOLID* = 1、2および24は1 Gauss積分点を伴う低減積分要素、I_{solid}*SOLID* = 14、17および18は完全積分要素です。
- I_{solid}*SOLID* = 24（HEPH）ソリッド要素は、I_{shell}*SHELL* = 24（QEPH）シェル要素によって使用されるアワグラス定式化と類似した物理的アワグラス定式化を使用します。このアワグラス定式化は、I_{solid}*SOLID* = 1または2で使用される粘性アワグラス定式化よりも良い結果を返します。
- I_{solid}*SOLID* = 18、I_{cpre}*CPRE*およびI_{smstr}*SMSTR*のデフォルト値は材料に依存し、これあの推奨される値を使用：

デフォルト	材料則
I_{cpre}*CPRE* = 2	2、21、22、23、24、27、36、52、79、81、84
I_{cpre}*CPRE* = 3	12、14、15、25、28、50、53、68および $\nu \leq 0.49$の場 合、1、13、16、33、34、35、38、40、41、70、および77 70, 77
I_{cpre}*CPRE* = 1	その他のすべての則および $\nu \geq 0.49$の場 合、1、13、16、33、34、35、38、40、41、70、および77
I_{smstr}*SMSTR* = 10	38、42、62、69、82、88、92、94、95、100および101
I_{smstr}*SMSTR* = 11	70
I_{smstr}*SMSTR* = 1	28
I_{smstr}*SMSTR* = 2	すべてのその他の材料則

2. 2次元ソリッド要素

以下の要素定式化は、/QUAD要素の使用時に2次元解析についてサポートされます。

- I_{solid}*SOLID* = 2、17
- I_{smstr}*SMSTR*= 4
- I_{frame}*FRAME* = 1、2
- I_{cpre}*CPRE* = 1、2

3. 自動設定オプションI_{smstr}*SMSTR* = I_{cpre}*CPRE* = I_{frame}*FRAME*=-1を使用すると、これらのオプションの値は、要素の定式化、要素タイプ、および材料に基づく最適なオプションが使用されます。または、I_{smstr}*SMSTR* = I_{cpre}*CPRE* = I_{frame}*FRAME*=-2を指定すると、このプロパティで定義されたこれらのオプションの値は、要素タイプおよび材料則に基づく最適な値（/DEF_SOLID）で上書きされます。Radiossで指定された値を確認する場合、Starter出力ファイルの"PART ELEMENT/MATERIAL PARAMETER REVIEW" セクションを確認します。

4. I_{smstr}*SMSTR* - 微小ひずみ定式化フラグ

- 微小ひずみ定式化（I_{smstr}*SMSTR* =1、3、11）、または微小ひずみ定式化（I_{smstr}*SMSTR* =2、12）に切り替わる要素については、材料側で計算されるひずみと応力は工学ひずみと工学応力です。それ以外の場合は、真ひずみとCauchy応力になります。
- I_{smstr}*SMSTR* = 10、12は、全ひずみ定式化を使用する材料則1、38、42、62、69、82、88、92、94、100および101とのみ適合性があります。一般的に、左のCauchy-Greenひずみが使用されます。ユーザー則については、変形勾配テンソルと右ストレッチテンソルが使用できます。
- I_{smstr}*SMSTR* = 10と12は、I_{tetra4} = 3を伴う`/TETRA4`と適合性がありません。
- I_{smstr}*SMSTR* = 11は材料則70（フォーム）向けに開発され、全工学ひずみを使用している材料則（材料則1、38や70等）のみに適合しています。一般に、I_{smstr}*SMSTR* =1の場合はより安定した結果を得ることができます。
- I_{smstr}*SMSTR*=12は`/DT/BRICK/CST`と使用することで小さい時間ステップの要素を自動的にLagrange型全ひずみから全微小ひずみ（I_{smstr}*SMSTR* = 11）に切り替えることができます。ただし、これらはひずみ定式化の変更中に応力の非連続性を多少生じる場合があります。
- Radioss Engineオプション`/DT/BRICK/CST`は、I_{smstr}*SMSTR* = 2または12を使用するソリッドプロパティのみと機能します。
- バージョン2017より、シミュレーション中に体積が負になるLagrange要素は、シミュレーションを継続できるよう、自動的にひずみ定式化を切り替えます。これが発生すると、WARNINGメッセージがEngine出力ファイルに出力されます。以下のオプションがサポートされています。

要素タイプおよび定式化	ひずみ定式化	負の体積の処理方法
`/BRICK` I_{solid}*SOLID*=1、2、14、17、18、24 `/TETRA4`、I_{tetra4} = 1000 `/TETRA10`、$I_{tetra10}$ = 1000	完全に幾何学的非線形 I_{smstr}*SMSTR* = 2、4	負の体積になる前のサイクルの要素形状を使用した微小ひずみに切り替え
	Lagrange型全ひずみ。 I_{smstr}*SMSTR* = 10、12	time=0.0における要素形状でのLagrange型全ひずみ

5. I_{cpre}*CPRE* - 定圧定式化フラグ
   - I_{cpre}*CPRE*=1は、非圧縮性または疑似非圧縮性材料で体積ロックを阻止するために使用されます。この場合、応力テンソルは球状および偏差部分に分解されます。続いて圧力が一定に留まるよう、低減積分が球状部分に使用されます。
   - I_{cpre}*CPRE*=2 は、弾塑性材料則に対してのみ使用できます。体積ロックを阻止するために、ポアソン係数を伴う追加の項がひずみに加えられます。材料内で尚も弾性で、そのため圧縮性である際は、ポアソン係数は小さく、材料が塑性となりそのため非圧縮性になると、ポアソン係数の項は増大して体積ロックを阻止します。詳細については、*Radioss*理論マニュアルをご参照ください。
6. I_{npts}*NPTS* - 積分点の数
   - I_{solid}*SOLID* = 14および16について、推奨される値はI_{npts}*NPTS* = 222です。
7. テトラ要素
   - I_{solid}*SOLID*フラグは4節点（`/TETRA4`）または10節点（`/TETRA10`）四面体とは使用されません。
   - ALE定式化による4節点四面体は、I_{tetra4} = 1000またはI_{tetra4} = 3のみと互換性があります。

- $I_{tetra10}$ = 2を用いた2次四面体要素(/TETRA10)は、動的縮退を使用して、同じ元の積分スキームと線形四面体(/DT1/BRICKを使用)の時間ステップを持つ形状関数を使用します。メソッドの実装は独自のものです。
- $I_{tetra10}$=2の非互換性リストは次のとおりです。
  - AMS
  - 陰解法
  - Tetra10の中間節点が、/RBE3、/MPC、または/RLINKの従属節点として定義されている場合。
  - Tetra10の中間節点が、/RBODY、/RBE2のセカンダリ節点として単独で定義されている場合。
  - Tetra10の中間節点が、/BCS、/IMPACC、/IMPVELまたは/IMPDISで単独で定義されている場合。
  - 運動学的タイプの/INTER/TYPE2の場合:コーナー節点の1つがセカンダリ節点として定義されている場合、$Spot_{flag}FLAG$ < 25および=30。

    ($I_{tetra10}$=2とともにインターフェースTYPE2の$Spot_{flag}FLAG$=27または28を使用することをお勧めします。)

8. $I_{frame}FRAME$ - 要素座標系定式化フラグ

- 共回転定式化が使用されている場合($I_{frame}FRAME$ = 2)、応力テンソルは共回転座標系で計算されます。大きい回転が含まれる場合、この定式化はより精確ですが、計算コストは多くかかります。せん断変形が重要である弾性問題または粘弾性問題の場合に適用が推奨されます。

9. *dn* - 数値減衰および*h* - アワグラス粘性係数

- 数値減衰d_nは、$I_{solid}SOLID$ = 24(HEPH)ソリッド要素のアワグラス応力計算に使用されます。数値減衰からのエネルギーは、時刻歴内部エネルギー出力内に含まれます。
- d_n=hである$I_{solid}SOLID$ = 24と$I_{solid}SOLID$ = 1または2の間で結果を比較すると、数値減衰は$I_{solid}SOLID$ = 24のほうが$I_{solid}SOLID$ =1または2の際より$(2/3)\times 10^{-3}$倍小さくなります。
- 数値Navier Stokes 粘性モデルは全ての材料側で利用可能です。粘性応力の出力はユーザー材料則と$I_{solid}SOLID$ =1にのみ有効です(時刻歴出力では粘性応力が応力に加えられます)。

10. ポスト処理用出力

- ソリッド要素応力のポスト処理について、アニメーションは/ANIM/BRICK/TENSを、プロットファイルは/TH/BRICKをご参照ください。
- プロットファイルとアニメーションファイルでは、応力テンソルは共回転フレームに付加されます。

11. Solid to SPHプロパティ(Sol2SPH)

- Sol2SPHの使用時、1つのソリッドが接触、材料破壊基準または時間ステップ基準のせいで削除されると、ソリッド要素はSPH粒子に変換されます。
- アクティブになるSPH粒子の数は、パラメータ*Ndir*に依存します。粒子のプロパティは*sphpart_ID*パート番号を使用して計算されます。
- このオプションSol2SPHは、$I_{solid}SOLID$ = 1、2または24、$I_{frame}FRAME$ = 1または2とのみ互換性があります。
- インターフェース/INTER/TYPE7のオプション、$I_{del}DEL$= -1または-2は、設定する必要があります。
- ソリッドとSPHパートについて両方の材料則を同じ種類にする必要があります。

See Also

材料の適合性
/PROP/TYPE34 (SPH) (Starter)
ソリッド要素(/PROP/SOLID)

Solid to SPHオプション（Sol2SPH）
Solid Hexahedron Elements (Theory Manual)
Property and Elements (FAQ)
RD-E：1500 ギア
RD-E：1600 ダミーポジショニング
RD-E：2000 アイスキューブ
RD-E：2100 カム
RD-E：2300 ブレーキ
RD-E：2400 薄板加工
RD-E：4600 TNT円筒膨張試験
RD-E：4701 Kupfer試験でのコンクリートの検証
RD-E：5000 INIVOLと流体構造連成（コンテナ落下）

/PROP/TYPE43 (CONNECT)

ブロックフォーマットのキーワード
このプロパティは、8節点6面体要素(/BRICK)とのみ適合性があり、/MAT/LAW59 (CONNECT)および /MAT/LAW83材料則とのみ使用されます。このプロパティはスポット溶接、溶接線、または接着タイプの接合向けです。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/PROP/TYPE43/*prop_ID*/*unit_ID*または/PROP/CONNECT/*prop_ID*/*unit_ID*									
prop_title									
I_{smstr}*SMSTI*								*True_thickness*	

定義

フィールド	内容	SI単位の例
prop_ID	プロパティの識別子 (整数、最大10桁)	
unit_ID	単位識別子。 (整数、最大10桁)	
prop_title	プロパティのタイトル (文字、最大100文字)	
I_{smstr}*SMSTR*	ひずみ定式化フラグ *= -1* 要素タイプと材料則を基に最適な値(/DEF_SOLID)を自動的に定義 *= 0* /DEF_SOLID内の値を使用。5 *= 1* */DEF_SOLID*が定義されていない場合のデフォルト 時間 = 0以降の微小ひずみ。要素応力からの節点力が、要素の中立面の初期面積を使用して計算されます。 *= 4* 完全幾何非線形性(/DT/BRICK/CSTによる影響はありません) (整数)	
True_thickness	ソリッド要素の板厚を上書きします。 (実数)	[m]

コメント

1. この要素は、他のシェルまたはソリッド要素と接合するように設計されています。この要素の節点は、剛体(/RBODY)のセカンダリや、運動タイドインターフェース(/INTER/TYPE2)のセカンダリ節点にすることもできます。
2. 要素の向き

   要素の直交方向(t軸)の向きは典型的なソリッド要素とはことなり、シェル要素に類似しています。直交方向は、底面(節点1-2-3-4)から上面(5-6-7-8)へ構築されます。この差異により、プリプロセッサはs軸方向の結合要素の要素法線を示し、これは典型的なソリッド要素に対応します。

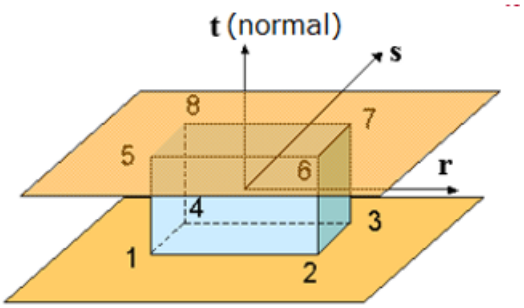


図 *284:*

要素局所座標系は、底(1-2-3-4)面と上(5-6-7-8)面間の中間断面で構成されます。

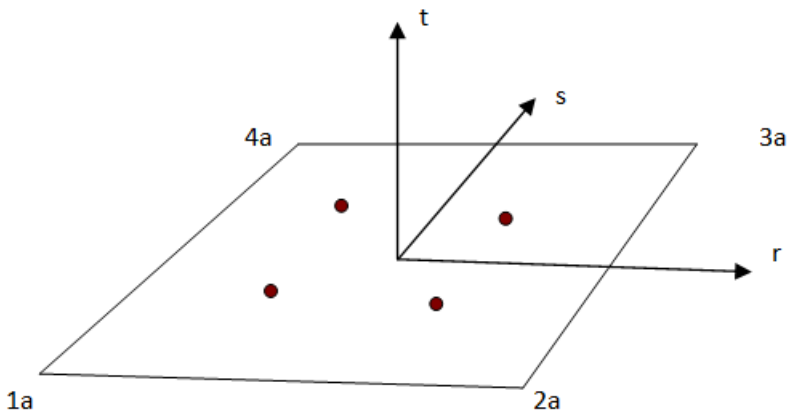


図 *285:*

要素には、点1a、2a、3a、および4aで定義される中間断面に配置された4つのGauss積分点が含まれています。この4つの点(1a、2a、3a、および4a)は底面節点と上面節点の中間に位置し、局所座標軸(r-s-t)の向きはシェル要素の向きと同じです。また、t軸の方向は底面から上面に向かうものとみなされます。

3. 時間ステップ
   - ソリッド要素の高さ(局所t方向の長さ)は0にすることができます。この長さは時間ステップに影響しません。
   - しかしながら、要素の節点のいくつかが独立しているか、または接合されていない場合、特に要素の高さや質量密度が0か小さい値のときには、結果として生成されるタイムステップに注意を払う必要があります。これは、節点のタイムステップが非常に小さい値または0になる可能性があるためです。

   この要素のタイムステップは単独では計算されません。どの場合においても(一般的に基本タイムステップを使用する場合も含む)、節点タイムステップによって安定性が保証されています。
4. 自動設定オプションI_{smstr}*SMSTR* = I_{cpre}*CPRE* = I_{frame}*FRAME*=-1を使用すると、これらのオプションの値は、要素の定式化、要素タイプ、および材料に基づく最適なオプションが使用されます。または、I_{smstr}*SMSTR* =

I$_{cpre}$*CPRE* = *I*$_{frame}$*FRAME*=-2を指定すると、このプロパティで定義されたこれらのオプションの値は、要素タイプおよび材料則に基づく最適な値 (/DEF_SOLID) で上書きされます。Radiossで指定された値を確認する場合、Starter出力ファイルの"PART ELEMENT/MATERIAL PARAMETER REVIEW" セクションを確認します。

5. *I*$_{smstr}$*SMSTR* - 微小ひずみ定式化

   /PROP/TYPE43で*I*$_{smstr}$*SMSTR*=0の場合、*I*$_{smstr}$*SMSTR*の値は、/DEF_SOLIDで定義されている*I*$_{smstr}$*SMSTR*に応じて異なります（以下をご参照ください）。

   I$_{smstr}$*SMSTR*=10は全ひずみであり、/PROP/TYPE43ではサポートされていません。そのため、ここでは*I*$_{smstr}$*SMSTR*=4が使用されます。

/PROP/TYPE43における*I*$_{smstr}$*SMSTR*	**/DEF_SOLIDにおける*I*$_{smstr}$*SMSTR***	**/PROP/TYPE43で使用される*I*$_{smstr}$*SMSTR***
I$_{smstr}$*SMSTR*=0	*I*$_{smstr}$*SMSTR*=0	*I*$_{smstr}$*SMSTR*=1
	I$_{smstr}$*SMSTR*=1	*I*$_{smstr}$*SMSTR*=1
	I$_{smstr}$*SMSTR*=2	*I*$_{smstr}$*SMSTR*=1
	I$_{smstr}$*SMSTR*=3	*I*$_{smstr}$*SMSTR*=1
	I$_{smstr}$*SMSTR*=4	*I*$_{smstr}$*SMSTR*=4
	I$_{smstr}$*SMSTR*=10	*I*$_{smstr}$*SMSTR*=4

6. デフォルトでは、要素の板厚は、t方向のソリッド要素の高さです。ソリッド要素がシェル要素の結合に使用されている場合、そのソリッド要素の高さは、シェル要素板厚が原因で物理的に正しくありません。したがって、低減されたソリッド要素の板厚は、*True_thickness*を用いて定義されます。
7. *True_thickness*がモデル内のソリッド要素の板厚よりも大きい場合、モデルの不安定性が生じる場合があります。

See Also

材料の適合性

Connect Materials (LAW59) (Theory Manual)

RD-E:4802 クラッシュボックス内のソリッドおよびスプリングスポット溶接

SPHプロパティ

ブロックフォーマットのキーワード

/PROP/TYPE34 (SPH)

ブロックフォーマットのキーワード
SPHプロパティセットを記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/PROP/TYPE34/*prop_ID*または/PROP/SPH/*prop_ID*									
prop_title									
m_p		q_a		q_b		α_{cs}		*skew_ID*	*h_ID*
order	*h*		ξ_{stab}						

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
prop_ID	プロパティの識別子 （整数、最大10桁）	
prop_title	プロパティのタイトル （文字、最大100文字）	
m_p	粒子の質量 （実数）	$[\mathrm{kg}]$
q_a	2次体積粘性。 デフォルト = 2.0（実数）	
q_b	線形体積粘性。 デフォルト = 1.0（実数）	
α_{cs}	保存的スムージング係数 （実数）	
skew_ID	*skew_ID* ≠ 0（プロパティが直交異方性）の場合に初期直交異方性方向を定義するためのスキュー識別子	

フィールド	内容	**SI** 単位の例
	(整数)	
h_ID	体積に基づいたスムージング長の変化 6 = *0*(デフォルト) *h*の3D膨張 = *1* *h*の1D膨張 (整数)	
order	SPH補正次数 = *-1* 補正は行われません = *0*(デフォルト) 0次補正が行われます = *1* = 1次まで補正が行われます。SPMD並列バージョンには使用できません。 (整数)	
h	スムージング長 デフォルト: 2を参照(実数)	[m]
ξ_{stab}	引張の不安定性を解決するための係数 デフォルト = 0.0(実数)	

例(バードストライク)

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PROP/TYPE34/3000001
BIRD_sphv1 (unit kg_mm_ms) data from Example 49 - Bird Strike on Windshield
#              mp                qa                qb            alpha_cs    skew_ID      h_ID
         1.725149E-4              2E-30             1E-30                   0         0         0
#    order                  h             xi_stab
         0              6.286                   0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. 推奨されるSPHセルの分布は、Altair Connectで使用可能なTclスクリプトを用いて六方最密充填ネット分布またはHyperMesh SPHパネルで作成される面心立方です。
2. スムージング長のデフォルト値は次の式で設定されます:

$$h = \left(\frac{m_p \sqrt{2}}{\rho} \right)^{\frac{1}{3}} \quad (1059)$$

これは、粒子の分布が六角形のコンパクトである際の粒子間の距離に相当します。

面心立方および六方最密充填ネット分布の場合、推奨されるスムージング長hは、SPH粒子を生成する際に入力されるピッチです。

3. 速度の保存的スムージングによって吸収される運動エネルギーは、`/TH/PART`ファイルにアワグラスエネルギーとして出力されます。
4. ξ_{stab}がゼロでない場合、以下で提案されているとおり、引張の不安定性を解決するために人工的応力が加えられます：

   J.J.Monaghan, *SPH without a Tensile Instability, Journal of Computational Physics*, vol. 159, pp. 290-311, 2000

   $\xi_{stab} =$ 0.3の値が推奨されます。
5. *sphpart_ID*がSol2SPHオプションと共に使用される場合（`/PROP/SOLID`で）、hはユーザーが入力する必要があります。粒子の質量は0.0（Radiossにより自動計算される）にできます。スムージング長さに適した値は：

   $$h = \frac{1.5l}{Ndir} \quad (1060)$$

   ここで、

h	スムージング長
l	ソリッド要素のサイズ
$Ndir$	各ソリッド要素の方向ごとの粒子数
6. 各粒子上のスムージング長は、体積の変化に従って計算中に更新されます。

   h_ID=0の場合、体積の変化は3次元に基づきます。

   $$\frac{dh}{h} = \frac{1}{3}\frac{dVol}{Vol} = \frac{1}{3} div\vec{V}dt \quad (1061)$$

   h_ID=1の場合、体積の変化は1次元に基づきます。

   $$\frac{dh}{h} = \frac{dVol}{Vol} = div\vec{V}dt \quad (1062)$$

See Also

スキューとフレーム（/SKEW & /FRAME）

RD-E：4900 ウィンドシールドへのバードストライク

RD-E：5500 ファンブレードの回転の初期設定と衝突

CFDプロパティ

ブロックフォーマットのキーワード

/PROP/TYPE14(FLUID)

ブロックフォーマットのキーワード
一般流体プロパティセットを記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/PROP/TYPE14/*prop_ID*または/PROP/FLUID/*prop_ID*									
prop_title									
空白のフォーマット									
q_a		q_b		h					

定義

フィールド	内容	SI単位の例
prop_ID	プロパティの識別子 (整数、最大10桁)	
prop_title	プロパティのタイトル (文字、最大100文字)	
q_a	2次体積粘性 デフォルト = 10^{-20}(実数)	
q_b	線形体積粘性 デフォルト = 10^{-20}(実数)	
h	アワグラス粘性係数 デフォルト = 0.10(実数)	

例(流体)

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PROP/FLUID/2
FLUID (unit kg_m_s) data from Example 39 - Biomedical Valve
```

```
# blank card

#                q_a                  q_b                   h
              1E-20                1E-20                  .1
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. CFD以外のバージョンでは、q_aとq_bのデフォルト値はそれぞれ1.10および0.05です。

See Also

RD-E:3900 バイオメディカルバルブ

/PROP/TYPE15 (POROUS)

ブロックフォーマットのキーワード
多孔ソリッド要素のプロパティセット（Darcy則の拡張版）を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/PROP/TYPE15/*prop_ID*または/PROP/POROUS/*prop_ID*									
prop_title									
空白のフォーマット									
q_a		q_b		h					
Por									
$R_1 1$		$R_2 2$		$R_3 3$					
$skew\_ID_r$	*Ihon*								
Itu		α		l_{mix}					
node_ID									

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
prop_ID	プロパティの識別子 （整数、最大10桁）	
prop_title	プロパティのタイトル （文字、最大100文字）	
q_a	2次体積粘性 デフォルト = 10^{-20}（実数）	
q_b	線形体積粘性 デフォルト = 10^{-20}（実数）	
h	アワグラス粘性係数 デフォルト = 0.10（実数）	
Por	気孔率	

フィールド	内容	**SI** 単位の例
	デフォルト = 1.0（実数）	
$R_1 1$	方向1の比抵抗係数 デフォルト = 0.0（実数）	
$R_2 2$	方向2の比抵抗係数 デフォルト = 0.0（実数）	
$R_3 3$	方向3の比抵抗係数 デフォルト = 0.0（実数）	
skew_ID$_r$	抵抗の直交異方性のスキュー識別子 （整数）	
Ihon	ハニカム基板フラグ *=1* 抵抗は*skew_ID*$_r$の方向1にのみ適用され、速度は方向2および3に制限されます。 デフォルト = 0.0（整数）	
Itu	媒体フラグによって設定される乱流 7 *= 0* 乱流は、$k-\varepsilon$モデルに従って設定されます。 *= 1* 乱流は多孔モデルに従って設定されます デフォルト = 0.0（整数）	
α	ハニカム基板の乱流係数 デフォルト = 0.1（実数）	
l_{mix}	乱流混合長 （実数）	[m]
node_ID	剛体基板をモデル化する剛体のメイン節点の識別子 デフォルト = 0（整数）	

例（空気）

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

```
/PROP/POROUS/4
AIR (unit kg_m_s)

#                q_a                 q_b                   h
              1E-20               1E-20                   0
#               Por
                  1
#                R1                  R2                  R3
               400                 400                 400
# skew_IDr      Ihon
         0         0
#      Itu               alpha               I_mix
         0                   0                   0
#rbody_IDs
         0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#enddata
/END
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

例（気体）

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PROP/POROUS/13
GAS (unit kg_m_s)

#                q_a                 q_b                   h
               1.1                 .05                   0
#               Por
                  0
#                R1                  R2                  R3
              3500                   0                   0
# skew_IDr      Ihon
         3         1
#      Itu               alpha               I_mix
         1                 .05                .003
#rbody_IDs
     43218
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#enddata
/END
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. CFD以外のバージョンでは、q_aとq_bのデフォルト値はそれぞれ1.10および0.05です。
2. 空隙率（孔の相対体積）は3次元Euler材料でのみ考慮されます。それ以外の場合、空隙率は1に設定されます。
3. $F_i = -mR_{ij}V_j$ が節点荷重ベクトルに追加されます。ここで、R_{ij}は全体スキューシステムにおける比抵抗係数の張力を表します。
4. すべての抵抗係数を0に設定している場合は、計算は行われませんが、グリッド速度は剛体*node_ID*（行9）に関連付けできます。
5. 直交座標軸上の比抵抗は、行7で*skew_ID*$_r$ に対して定義します（デフォルトでは全体座標系）。
6. 材料が$k-\varepsilon$乱流を伴う材料則6の場合のみ関係します。
7. *Itu* =1の場合、乱流は多孔モデルに従って設定されます。

$$k = (\alpha V)^2 \qquad (1063)$$

および

$$\varepsilon = \frac{k^{1.5}}{l_{mix}} \qquad (1064)$$

8. 流体の反力ベクトルとモーメントは、指定した剛体に伝達されます。このオプションは3次元でのみ使用できます。

9. グリッド速度は*node_ID*の剛体の動きに従って計算されます。このオプションは、多孔質材料以外でもグリッドにこのような動きを設定する際に便利です。

See Also

スキューとフレーム（/SKEW & /FRAME）

その他のプロパティ

/PROP/TYPE0 (VOID)

ブロックフォーマットのキーワード
このプロパティは、ボイドプロパティセットの定義に使用されます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/PROP/TYPE0/*prop_ID*/*unit_ID*または/PROP/VOID/*prop_ID*/*unit_ID*									
prop_title									

オプションの行

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Thick									

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
prop_ID	プロパティの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
prop_title	プロパティのタイトル （文字、最大100文字）	
Thick	板厚 （実数）	[m]

コメント

1. ボイドプロパティは、ボイド材料のみと適合性があります。
2. オプションのフォーマットを使用できます。

3. この追加データを使用すると、ボイド材料とボイドプロパティによってインターフェースを定義できます。これにより、あらゆる種類のインターフェースの入力（I_{gap}*GAP* =1、剛性係数としての*StfacSTFAC*等）を使用できるようになります。
4. 接触剛性は、*Thick*が入力された場合のみ正しく計算されます。板厚が入力されていない場合、このプロパティを有する要素は接触剛性を持たなくなります。

See Also

材料の適合性

/PROP/TYPE29、PROP/TYPE30、または/PROP/TYPE31

ブロックフォーマットのキーワード
ユーザーのプロパティセットを記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/PROP/TYPE29/*prop_ID*、/PROP/TYPE30/*prop_ID*または/PROP/TYPE31/*prop_ID*									
prop_title									

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
prop_ID	プロパティの識別子 （整数、最大10桁）	
prop_title	プロパティのタイトル （文字、最大100文字）	

コメント

1. タイプUSER1（TYPE29）、USER2（TYPE30）、およびUSER3（TYPE31）は、ユーザーが作成できるプロパティです。
2. ユーザーのTypeはソリッドまたはスプリング要素の影響のみを受けます。
3. プログラムユーザープロパティについては、Altairにお問い合わせください。

See Also
材料の適合性
スキューとフレーム（/SKEW & /FRAME）

複合材オプション

ブロックフォーマットのキーワード

/DRAPE

ブロックフォーマットのキーワード
このオプションは、通常は製造プロセスのシミュレーションの結果として発生する、積層の繊維方向変化と薄化を読み取るために使用します。各行で、1要素または1グループの角度変化と薄化を定義します。積層の各要素は、1つのDRAPEオプションに対して一度だけ呼び出すことができます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/DRAPE/*drape_ID*									
drape_title									

行毎に各エンティティについて

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Entity	*Entity_ID*	*Thinning*		θ_{drape}					

定義

フィールド	内容	SI単位の例
drape_ID	ドレープの識別子 （整数、最大10桁）	
drape_title	ドレープのタイトル （文字、最大100文字）	
Entity	左詰めにする必要があります。 シェル　エンティティは4節点シェル要素です。 **SH3N**　エンティティは3節点シェル要素です。3節点シェル要素です。 **GRSHEL**　エンティティは4節点シェル要素のグループです。 **GRSH3N**　エンティティは3節点シェル要素のグループです。 （整数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
Entity_ID	エンティティの識別子 （整数）	
Thinning	積層薄化係数 （実数）	
θ_{drape}	積層方向の変化 （実数）	[deg]

コメント

1. ドレープは、要素の積層方向や板厚において製造プロセスを考慮に入れるため、/PLYおよび/PROP/TYPE19 (PLY)で使用されます。/STACK内の例（/DRAPEを使用するサブスタック）をご参照ください。
2. 各シェル要素で、積層の最初の直交異方性方向は、θ_{drape}の角度と、/PROP/PLYおよび/PLYまたはシェル定義（積層入力の*def_orth*の値によって決まる）で定義された角度を加えた分だけ回転します。

   def_orth = 2の場合、参照方向と最初の直交異方性方向の間の角度は以下のとおりです：

   $$\phi = \phi_i + \Delta\phi + \theta_{drape} \qquad (1065)$$

   ここで、ϕ_iは層*i*に対して/STACKまたは/PROP/TYPE17 (STACK)で定義され、$\Delta\phi$は、/PLYまたは/PROP/PLYオプションで定義された、シェルに対する層の回転角度です。

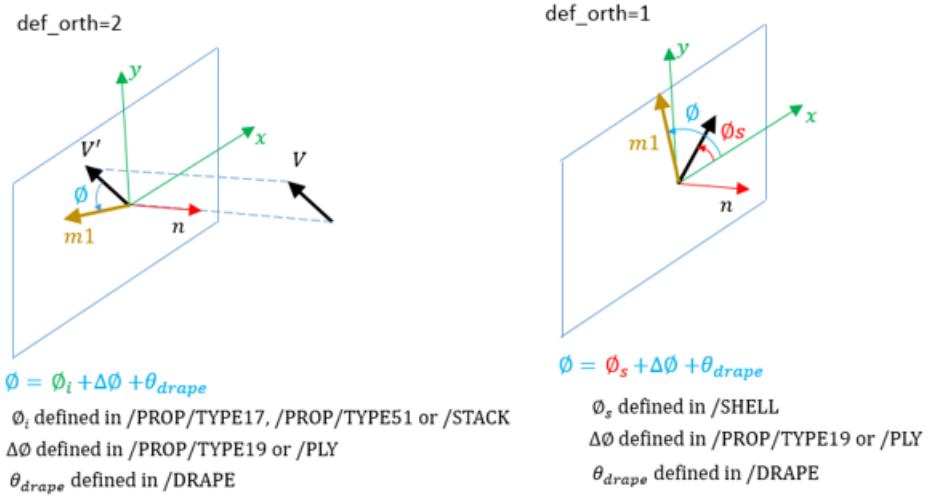


図 *286:*

def_orth = 1の場合、シェルスキュー（シェルの局所x軸をベクトル$\mathbf{V}'$として取る）と最初の直交異方性方向の間の角度は以下のとおりです：

$$\phi = \phi_s + \Delta\phi + \theta_{drape} \qquad (1066)$$

ここで、ϕ_sはシェル（/SHELLまたは/SH3N）内で定義され、$\Delta\phi$は、/PLYまたは/PROP/PLYオプションで定義された、シェルに対する層の回転角度です。/STACK内の例（/DRAPEを使用するサブスタック）をご参照ください。

def_orth =1の場合、/PROP/TYPE17、/PROP/TYPE51、/STACK入力の*skew_ID*、$V_X X$、$V_Y Y$、$V_Z Z$は無視されます。

3. 積層内で定義された、要素の積層厚t_iは、積層薄化係数*Thinning*を使用してスケーリングされます。

See Also

材料の適合性

/PLY

ブロックフォーマットのキーワード
このオプションは、/PROP/PCOMPPによって4節点および3節点シェル要素から成る積層を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/PLY/*ply_ID*/*unit_ID*									
ply_title									
mat_ID	*t*		$\Delta\phi$		*grsh4n_ID*	*grsh3n_ID*	*Npt_ply*	α_i	

オプションの行

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
drape_ID	*def_orth*								

定義

フィールド	内容	SI単位の例
ply_ID	積層の識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
ply_title	積層のタイトル （文字、最大100文字）	
mat_ID	積層の材料識別子 （整数）	
t	積層の厚み （実数）	[m]
$\Delta\phi$	積層の増分角度 （実数）	[deg]
grsh4n_ID	積層に結合されたシェル4節点グループ識別子	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数、最大10桁）	
grsh3n_ID	積層に結合されたシェル3節点グループ識別子 （整数、最大10桁）	
Npt_ply	積層厚を通る積分点の数で、1 ≤ *Npt_ply* ≤ 10 **= 1**（デフォルト） （整数）	
α_i	積層*i*の最初と2番目の材料方向の間の角度 デフォルト = 90.0（実数）	$[\mathrm{deg}]$
drape_ID	オプション：ドレープの識別子 6 （整数）	
def_orth	オプション：直交異方性の角度 5 **= 1** 直交異方性角度は、/SHELLと/SH3Nで定義される角度ϕ_sを使用して計算されます。 **= 2**（デフォルト） 直交異方性角度は、/STACKオプションで定義されるスキューと回転を使用して計算されます。 （整数）	

コメント

1. この積層オプションは、積層ベースのサンドイッチ複合材プロパティを作成する場合に、/STACKおよび/PROP/PCOMPPと組み合わせて使用します。/STACK内の例（/DRAPEを使用するサブスタック）をご参照ください。
2. 積層内で定義するすべての要素は、/PROP/PCOMPPプロパティを使用する必要があります。このオプションの材料側への適合性は、/STACKに類似しています。
3. 積層はシェル要素のグループ（3節点と4節点シェルのいずれか、または両方）に結合できます。
4. *grsh4n_ID*と*grsh3n_ID*の両方が0の場合、積層はボイド（要素なし）になります。
5. 直交異方性角度
   - オプション行で*def_orth*と*drape_ID*なしで定義された直交異方性角度

     積層*i*の角度（/STACK）

     $$\phi = \phi_i + \Delta\phi \qquad (1067)$$

     ここで、ϕ_iは/STACKで定義されます。
   - オプション行で*def_orth*と*drape_ID*ありで定義された直交異方性角度
     - *def_orth* = 2の場合、参照方向と最初の直交異方性方向の間の角度は：

$$\phi = \phi_i + \Delta\phi + \theta_{drape} \quad (1068)$$

ここで、θ_{drape}は、ドレープオプション*drape_ID*（存在する場合）で定義された角度増分で、ϕ_iは積層に対する/STACKで定義されます。

- *def_orth* = 1の場合、シェルスキューと最初の直交異方性方向の間の角度は：

$$\phi = \phi_s + \Delta\phi + \theta_{drape} \quad (1069)$$

ここで、θ_{drape}は、ドレープオプション*drape_ID*（存在する場合）で定義された角度増分で、ϕ_sはシェル(/SHELLまたは/SH3N)内で定義されます。

def_orth = 1の場合、/STACK入力からの*skew_ID*と$V_X X$、$V_Y Y$、$V_Z Z$は無視されます。

6. *drape_ID*が定義された場合、ドレープ内で定義された各要素の角度はこの要素に対して定義された値（θ_{drape}）だけ増大し、厚みはこの要素の薄化（/DRAPE）に従って変更されます。

See Also

材料の適合性

/STACK

ブロックフォーマットのキーワード
複合シェルのプライ順序(/PROP/PCOMPP)を定義する場合に、/STACKオプションと組み合わせて使用します。

内容

次の2つの入力が可能です:

- OptiStructと似た方法で要素のグループをプライに関連付けることで、すべての要素が異なる数のプライを持つ可能性があります。
- レイアウトはサブスタック(*"SUB"*)のシーケンスで記述されます。サブスタックは複数の層で構成されます。サブスタック間のインターフェースは*INT*オプション行を使用して定義します。

入力には"サブスタック"またはプライのどちらかを使用できますが、両方は使用できません。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/STACK/*stack_ID*/*unit_ID*									
stack_title									
I_{shell}SHELL	I_{smstr}SMSTI	I_{sh3n}SH3N	I_{dril}DRIL			Z_0			
h_mHM		h_fHF		h_rHR		d_mm		d_n	
		A_{shear}			I_{int}INT	I_{thick}THICK			
V_XX		V_YY		V_ZZ		skew_ID	I_{orth}ORTH	I_{pos}POS	I_PP

プライによる(2行毎に各プライ、例(/DRAPEを使用するサブスタック)を参照)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Pply_ID$_i$	ϕ_i		Z_i						
空白									

サブスタックによる(4行毎に各サブスタック、例(/DRAPEを使用するサブスタック)を参照)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Sub	*Nsub*	*Sub-plyn*							
サブスタック名									
Pply_ID$_i$	ϕ_i		Z_i						

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
空白									
Sub	*Nsub*	*Sub-plyn*							
サブスタック名									
Pply_ID$_j$	ϕ_j		Z_j						
空白									

オプション（行ごとに2つのサブスタック間の各結合）

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
INT	*Pply_ID*$_t$	*Pply_ID*$_b$							

定義

フィールド	内容	SI単位の例
stack_ID	スタックの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
stack_title	スタックのタイトル （文字、最大100文字）	
I_{shell}*SHELL*	シェル要素の定式化フラグ 2 *= 0* /DEF_SHELLの値を使用 *= 1* */DEF_SHELL*が定義されていない場合のデフォルト Q4、変形モードと剛体モードに直交する粘弾性アワグラスモード（Belytschko） *=2* Q4、直交性を伴わない粘弾性アワグラス（Hallquist） *= 3* Q4、直交性を伴う弾塑性アワグラス *= 4* タイプ1の定式化を改良したQ4（ねじれた要素の直交化）。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 12 QBATシェル定式化 *= 24* QEPHシェル定式化 （整数）	
I_{smstr}*SMSTR*	シェル微小ひずみ定式化フラグ。3 *= -1* 要素タイプと材料則を応じて最適な値を自動的に設定 *= 0* /DEF_SHELLの値を使用 *= 1* 時刻0からの微小ひずみ（他のすべての定式化フラグと適合性のある新しい定式化） *= 2* */DEF_SHELL*が定義されていない場合のデフォルト Radioss Engine（/DT/SHELL/CST）での微小ひずみ定式化がアクティブとなる可能性がある完全幾何非線形性 *= 4* 完全幾何非線形性（Radioss Engineでオプション/DT/SHELL/CSTによる影響はありません） （整数）	
I_{sh3n}*SH3N*	3節点シェル要素定式化フラグ *= 0* /DEF_SHELLの値を使用 *= 1* 標準的な三角形（C0） *= 2* */DEF_SHELL*が定義されていない場合のデフォルト 大きな回転に対する修正を伴う標準的な三角形（C0）。 *= 30* DKT18 *= 31* DKT_S3、BATOZのDTK12に基づく（理論マニュアルをご参照ください） （整数）	
I_{dril}*DRIL*	面内回転自由度剛性のフラグ。7 **= 0** なし	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 1 あり （整数）	
Z_0	シェル要素基準面からシェルの底面までの距離（実数または空白）。 I_{pos}*POS* =2の場合に考慮する必要あり デフォルト = 0.0（実数）	
h_r*HR*	シェル膜アワグラス係数 4 デフォルト = 0.01（実数）	
h_f*HF*	シェル面外アワグラス デフォルト = 0.01（実数）	
h_r*HR*	シェル回転アワグラス係数 デフォルト = 0.01（実数）	
d_m*m*	シェル膜減衰 追加の情報については、理論マニュアルのHourglass Resistanceをご参照ください。 LAW25の場合、デフォルト = 5.0% I_{shell}*SHELL* =12（QBAT）の場合、デフォルト = 5% I_{shell}*SHELL* =24（QEPH）+LAW36とLAW43の場合、デフォルト = 1.5% （実数）	
d_n	シェル数値減衰 5 I_{shell}*SHELL* =12、24の場合のみ使用 I_{shell}*SHELL* =24（QEPH）の場合のデフォルト =1.5% I_{shell}*SHELL* =12（QBAT）の場合のデフォルト =0.1% I_{sh3n}*SH3N* =30（DKT18）の場合デフォルト =0.01% （実数）	
A_{shear}*shear*	せん断係数 デフォルトはReissner値：5/6（実数）	
I_{int}*INT*	板厚積分定式化 - プライ厚を通る 1 = *1*（デフォルト） 均一積分スキーム（プライの板厚を通る積分点の均一な分散）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 2 Gauss積分スキーム （整数）	
I_{thick}*THICK*	シェル合応力計算フラグ。 *= -1* 要素タイプと材料則を応じて最適な値を自動的に設定 *= 0*（デフォルト） `/DEF_SHELL`の値を使用 *= 1* 厚みの変化が考慮されます *= 2* */DEF_SHELL*が定義されていない場合のデフォルト 厚みは一定です （整数）	
V_X*X*	参照ベクトルのX成分 8 デフォルト = 1.0（実数）	
V_Y*Y*	参照ベクトルのY成分 デフォルト = 0.0（実数）	
V_Z*Z*	参照ベクトルのZ成分 デフォルト = 0.0（実数）	
skew_ID	参照ベクトルのスキュー識別子 8 デフォルト = 0（整数）	
I_{orth}*ORTH*	参照ベクトル用の直交異方性座標系定式化フラグ *= 0*（デフォルト） 直交異方性の第1軸は正規直交共回転要素の座標系のX軸に対して一定の角度に保たれます。 *= 1* 直交異方性の第1方向は変形後の要素の非正規直交座標系に対して一定に保たれます。 （整数）	
I_{pos}*POS*	参照ベクトルに対するプライのポジショニングフラグ 9	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 0（デフォルト） プライの位置はプライの厚みに関して自動的に計算されます。プライの厚みの合計と全体板厚との一貫性は自動的にチェックされます。 *= 1* 要素の板厚内におけるすべてのプライの位置は、ユーザーが定義します。複数のプライを同じ特別な位置に配置することが可能です。この場合、全体板厚は、プライの厚みの合計と等しくなくてもよいためチェックされません。 *= 2* シェル要素基準面のシェルの底面からの距離がZ_0。 *= 3* シェルの上面が要素基準面と見なされます。 *= 4* シェルの底面が要素基準面と見なされます。 （整数）	
I_PP	シェル平面内の参照方向 8 *= 0*（デフォルト） *skew_ID*の方向1、またはベクトル$\mathbf{V}$を使用して（*skew_ID*が指定されていない場合）、シェル要素に投影されます。 *= 20* シェル要素の要素接続（N1、N2）から定義されます。 *= 22* シェル要素に投影された*skew_ID*の第1方向と角度phiから定義されます。（ベクトル$\mathbf{V}$は無視されます）。 *= 23* シェル要素に投影された参照ベクトル$\mathbf{V}$と角度phiから定義されます（*skew_ID*は無視されます）。 （整数）	
$Pply\_ID_i$	積層*i*の積層識別子 （整数） *i* =1, 2, 3 ...*N*	
ϕ_i	積層*i*の角度 8 （実数）	$[\mathrm{deg}]$
Z_i、	積層*i*のZ位置（Z_iは積層の中央の位置を定義します） デフォルト = 0.0（実数）	$[\mathrm{m}]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
Sub	=SUB：サブスタック定義の始まりを示します（左詰めで記述する必要があります）。10 （整数）	
Nsub	サブスタック識別番号。 （整数）	
Sub-plyn	サブスタック内のプライの数 （整数）	
Substack Name	サブスタックの名前 （最大100文字）	
INT	2つのサブスタック間の結合を示します（左詰めで記述する必要があります）。 （整数）	
$Pply\_ID_t$	一番下のサブスタックの一番上のプライのプライ識別番号。$Pply_ID_i$または*Pply_IDj*のプライIDの1つ。 （整数）	
$Pply\_ID_b$	一番上のサブスタックの一番下のプライのプライ識別番号$Pply_ID_i$または$Pply_ID_j$のプライIDの1つ。 （整数）	

例（**/DRAPE**を使用するサブスタック）

/DRAPEを使用するプライレイアウトのサブスタック定義。

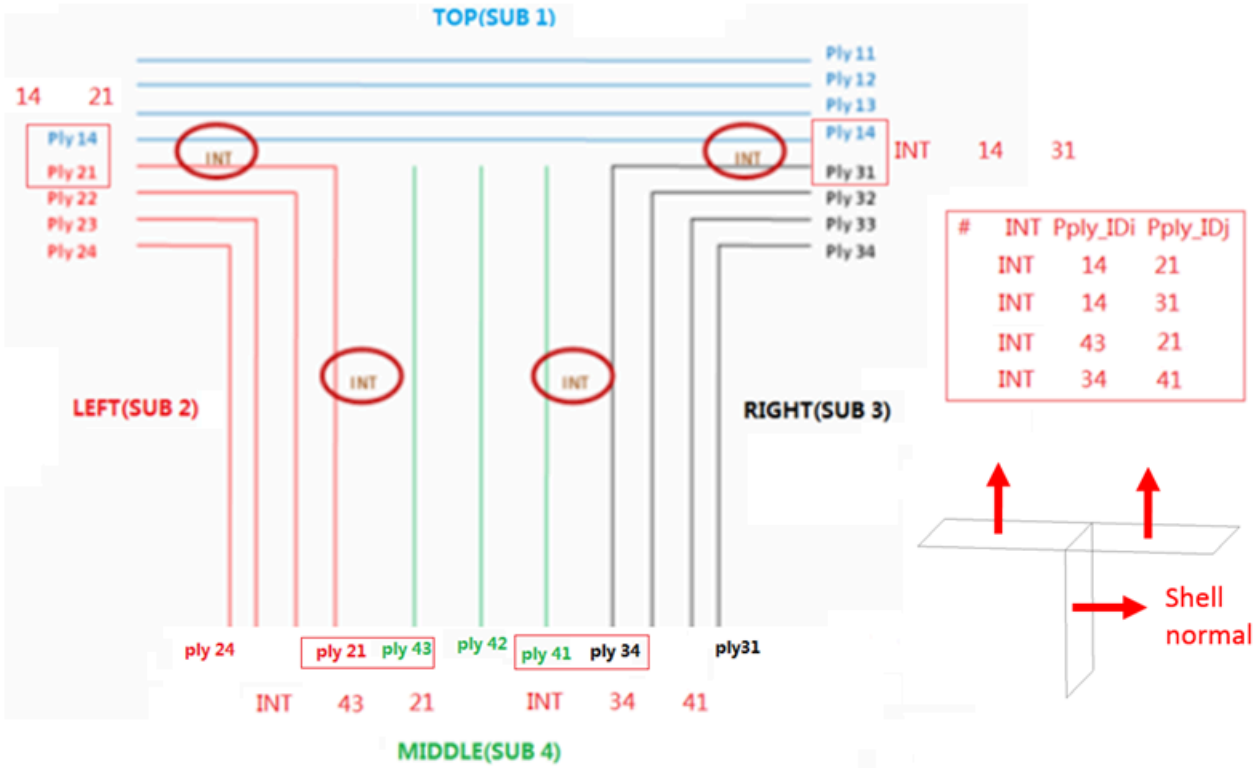


図 *287:*

```
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
                  Mg                  mm                   s
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PROP/PCOMPP/1/1
PCOMPP example
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/STACK/1/1
NEW_PROP_1
#   Ishell    Ismstr     Ish3n     Idril                                      Z0
         12         0         0         0                                       0
#                 hm                  hf                  hr                  dm                  dn
                   0                   0                   0                   0                   0
#            Istrain              Ashear              Iint              Ithick
                   0                   0                   1                   0
#                 VX                  VY                  VZ    skew_ID      Iorth       Ipos         Ip
                   0                   1                   0         0          0          0          0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#      Sub      Nsub  Sub-plyn
SUB                1         4
# Substack Name
TOP
# Pply_IDi                PHIi                  Zi
         11                  45                   0

# Pply_IDi                PHIi                  Zi
         12                 -45                   0

# Pply_IDi                PHIi                  Zi
         13                  90                   0

# Pply_IDi                PHIi                  Zi
         14                  90                   0

#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#      Sub      Nsub  Sub-plyn
SUB                2         4
# Substack Name
LEFT
# Pply_IDi                PHIi                  Zi
         21                  45                   0
```

```
# Pply_IDi                PHIi                  Zi
        22                 -45                   0

# Pply_IDi                PHIi                  Zi
        23                  90                   0

# Pply_IDi                PHIi                  Zi
        24                  90                   0

#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#      Sub      Nsub  Sub-plyn
SUB                3         4
# Substack Name
RIGHT
# Pply_IDi                PHIi                  Zi
        31                  45                   0

# Pply_IDi                PHIi                  Zi
        32                 -45                   0

# Pply_IDi                PHIi                  Zi
        33                  90                   0

# Pply_IDi                PHIi                  Zi
        34                  90                   0

#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#      Sub      Nsub  Sub-plyn
SUB                4         3
# Substack Name
MIDDLE
# Pply_IDi                PHIi                  Zi
        41                  45                   0

# Pply_IDi                PHIi                  Zi
        42                 -45                   0

# Pply_IDi                PHIi                  Zi
        43                  90                   0

#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#      Int  Pply_IDt  Pply_IDb
INT               14        21
INT               14        31
INT               43        21
INT               34        41
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PLY/11/1
Part number 11
# mat_ID_i                  t           delta_phi  grsh4n_I  grsh3n_I   Npt_ply                A_i
        4                 .5                  45        45         0         0                  0
# drape_ID  def_orth
        1          2
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PLY/12/1
Part number 12
# mat_ID_i                  t           delta_phi  grsh4n_I  grsh3n_I   Npt_ply                A_i
        4                 .5                  45        45         0         0                  0
# drape_ID  def_orth
        1          2
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PLY/13/1
Part number 13
# mat_ID_i                  t           delta_phi  grsh4n_I  grsh3n_I   Npt_ply                A_i

        4                 .5                  45        45         0         0                  0
# drape_ID  def_orth
        1          2
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PLY/14/1
Part number 14
# mat_ID_i                  t           delta_phi  grsh4n_I  grsh3n_I   Npt_ply                A_i

        4                 .5                  45        45         0         0                  0
# drape_ID  def_orth
        1          2
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PLY/21/1
Part number 21
# mat_ID_i                  t           delta_phi  grsh4n_I  grsh3n_I   Npt_ply                A_i

        4                 .5                  45        46         0         0                  0
# drape_ID  def_orth
        0          0
```

```
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PLY/22/1
Part number 22
# mat_ID_i                  t           delta_phi  grsh4n_I  grsh3n_I   Npt_ply                A_i

         4                 .5                  45        46         0         0                  0
# drape_ID  def_orth
         1         2
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PLY/23/1
Part number 23
# mat_ID_i                  t           delta_phi  grsh4n_I  grsh3n_I   Npt_ply                A_i
         4                 .5                  45        46         0         0                  0
# drape_ID  def_orth
         1         2
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PLY/24/1
Part number 24
# mat_ID_i                  t           delta_phi  grsh4n_I  grsh3n_I   Npt_ply                A_i

         4                 .5                  45        46         0         0                  0
# drape_ID  def_orth
         1         2
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PLY/31/1
Part number 31
# mat_ID_i                  t           delta_phi  grsh4n_I  grsh3n_I   Npt_ply                A_i
         4                 .5                  45        47         0         0                  0
# drape_ID  def_orth
         1         2
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PLY/32/1
Part number 32
# mat_ID_i                  t           delta_phi  grsh4n_I  grsh3n_I   Npt_ply                A_i
         4                 .5                  45        47         0         0                  0
# drape_ID  def_orth
         1         2
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PLY/33/1
Part number 33
# mat_ID_i                  t           delta_phi  grsh4n_I  grsh3n_I   Npt_ply                A_i

         4                 .5                  45        47         0         0                  0
# drape_ID  def_orth
         1         2
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PLY/34/1
Part number 34
# mat_ID_i                  t           delta_phi  grsh4n_I  grsh3n_I   Npt_ply                A_i
         4                 .5                  45        47         0         0                  0
# drape_ID  def_orth
         1         2
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PLY/41/1
Part number 41
# mat_ID_i                  t           delta_phi  grsh4n_I  grsh3n_I   Npt_ply                A_i
         4                 .5                  45        44         0         0                  0
# drape_ID  def_orth
         2         2
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PLY/42/1
Part number 42
# mat_ID_i                  t           delta_phi  grsh4n_I  grsh3n_I   Npt_ply                A_i
         4                 .5                  45        44         0         0                  0
# drape_ID  def_orth
         2         2
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PLY/43/1
Part number 43
# mat_ID_i                  t           delta_phi  grsh4n_I  grsh3n_I   Npt_ply                A_i
         4                 .5                  45        44         0         0                  0
# drape_ID  def_orth
         2         2
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/DRAPE/1
drape in shell group 1
#   Entity Entity_ID            Thinning         Theta_drape
SHELL              2                                  45.
SHELL              3                                  45.
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/DRAPE/2
drape in shell group 2
#   Entity Entity_ID            Thinning         Theta_drape
SHELL              1                                 -45.
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

```
/SHELL/3
         1     43131     43138     43137     43132                                                  0
         2     43132     43133     43136     43137                                                  0
         3     43134     43132     43137     43135                                                  0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
```

def_orth =2を使用して、各プライの材料方向を定義します。

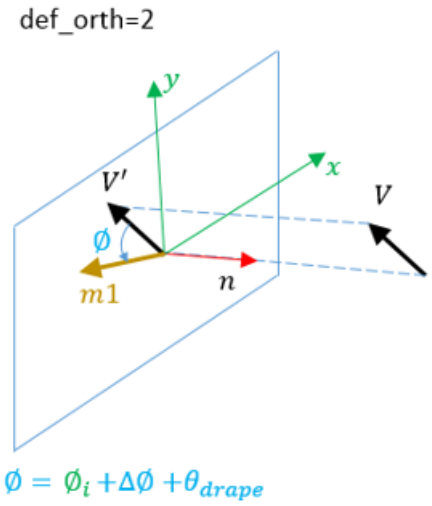


図 *288:*

コメント

1. スタックは、プライベースの定義によって複合材プロパティを作成する場合に、/PLYと組み合わせて使用します。/PROP/TYPE19 (PLY)オプションとの適合性はありません。
   - スタック内の各プライは*Pply_ID*$_i$または*Pply_ID*$_j$を用いて定義され、スタック内で一度だけ参照。プライ番号が複数回使用されると、エラーメッセージが出力されます。
   - シェル要素の各プライには、そのプライの板厚を通る異なる数(≥ 1)の積分点を含むことができます。/PLYでの*Npt_ply* =3です。
   - このプロパティの内部のオプションI_{int}*INT*で、異なる積分スキーム(均一な分散またはGauss積分スキーム)を定義することが可能です。
2. I_{shell}*SHELL*、I_{sh3n}*SH3N* – 4節点および3節点シェル定式化フラグ
   - I_{shell}*SHELL*=1、2、3、4 (Q4): アワグラス摂動安定化を伴うオリジナルの4節点Radiossシェル。
   - I_{shell}*SHELL*=24 (QEPH): 汎用の物理的なアワグラス安定化を伴う定式化。
   - I_{shell}*SHELL*=12 (QBAT): 修正済みBATOZ Q4γ24シェル(4つのGauss積分点を伴う)および面内せん断用の低減積分。このシェルに対して、アワグラス制御は必要ありません。
   - I_{sh3n}*SH3N*=30 (DKT18):3つのHammer積分点を伴うBATOZ DKT18薄肉シェル。
   - Q4シェルの場合、アワグラス定式化は粘弾性です。
3. I_{smstr}*SMSTR* - 微小ひずみ定式化
   - I_{smstr}*SMSTR* = 1の場合、微小ひずみ定式化は時間t = 0からアクティブになります。これは高速予備解析で使用できますが、結果の精度は保証されません。$\Delta t < \Delta t_{\min}$であるシェルは、Radioss Engineオプション/DT/SHELL/CSTによって微小ひずみ定式化に切り替えることができます。
   - I_{smstr}*SMSTR* = 1に設定した場合、材料則で指定されるひずみと応力は、工学ひずみと工学応力になります。それ以外を設定した場合は、真ひずみと真応力になります。

4. h_m*HM*、h_f*HF*およびh_r*HR* - アワグラス係数
   - h_m*HM*、h_f*HF*およびh_r*HR*は、Q4シェルに対してのみ使用されます。これらは0～0.05の値でなければなりません。
   - I_{shell}*SHELL* = 3では、h_m*HM*とh_r*HR*のデフォルト値は0.1になります。
5. *dn* - シェル数値減衰

   I_{shell}*SHELL* =12、24の場合のみ使用：
   - I_{shell}*SHELL* =24の場合、d_nは、アワグラス応力計算で使用されます
   - QBATの場合、d_nは横せん断を除くすべての応力項で使用されます。
   - DKT18の場合、d_nは膜に対してのみ使用されます。
6. I_{thick}*THICK* - シェル合応力計算フラグ
   - I_{thick}*THICK* =1の場合、該当する要素タイプの微小ひずみオプションは自動的に非アクティブ化されます。
7. I_{dril}*DRIL* - 回転自由度剛性
   - 回転自由度剛性は、特にRiks法および曲げ主体の問題の陰的解法に推奨されます。
   - I_{dril}*DRIL*は、QEPH, QBAT（I_{shell}*SHELL* = 12、24）と標準の三角形（C0）シェル要素（I_{sh3n}*SH3N* = 1、2）で使用可能です。
8. 異方性方向の定義。

   参照ベクトル$\mathbf{V}$は、フラグI_P*P*に従って次のように定義されます：
   - I_P*P*=0および*skew_ID* = 0の場合、参照ベクトル$\mathbf{V}$はVX、VY、およびVZを使用して定義されます。
   - I_P*P*=0および*skew_ID* ≠ 0の場合、参照ベクトル$\mathbf{V}$は局所座標系*skew_ID*の第1方向（局所X）です。
   - I_P*P* = 20の場合、参照ベクトル$\mathbf{V}$はシェル要素の節点N1およびN2を使用して定義されます。
   - I_P*P* = 22の場合、参照ベクトル$\mathbf{V}$は局所座標系*skew_ID*の第1方向（局所X）です。ベクトル成分VX、VY、およびVZは無視されます。
   - I_P*P* = 23の場合、参照ベクトル$\mathbf{V}$はVX、VY、およびVZを使用して定義されます。局所座標系*skew_ID*は無視されます。

   参照ベクトル$\mathbf{V}$はシェル要素平面に投影され、ベクトル$\mathbf{V}'$になります。そこで、各層について、第1材料方向（m1）はベクトル$\mathbf{V}'$をϕ_i度回転（シェルの法線$\mathbf{n}$を中心に正の方向に回転）。

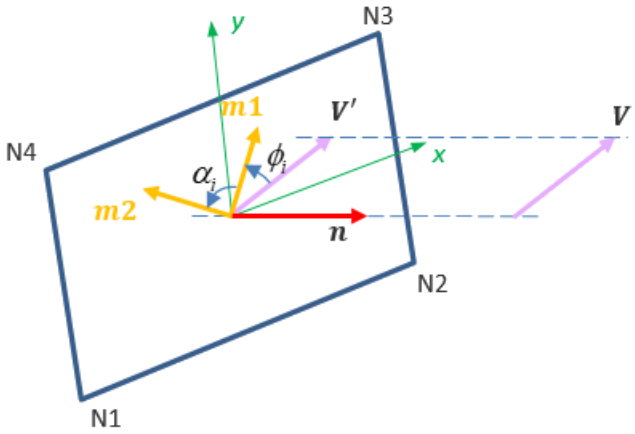


図 *289:*

参照ベクトル$\mathbf{V}$を定義する階層の順序は次のとおりです:

- シェル要素(/SHELLまたは /SH3Nで$\phi_s > 0$)
- 初期状態カード(/INISHE/ORTHO)
- シェルプロパティ

参照メトリクスの場合、初期形状ではなく参照形状を使用して異方性方向の方向付けを定義する必要があります。第2の材料方向m2は、方向m1を角度α_iで方向付けすることで得られます(/PLYで定義されます)。$\alpha_i = 90°$ の場合、層は直交します。

9. *I_{pos}POS* - プライ位置

- このプロパティでは、Z_iとオプション*I_{pos}POS*で定義されるプライ位置
- Z_i 値は、局所Z軸での実際のプライ位置です(負の値も正の値も指定可能で、Z_iは各プライの中央の位置を定義します)。
- Z_0は*I_{pos}POS*=2でのみ使用され、シェル要素基準中央面からプライ全体またはスタックの底面までの距離を示します。詳細については、*I_{pos}POS*=2をご参照ください。
- *I_{pos}POS*= 0: プライの位置はプライの厚みに関して自動的に計算されます。
  - 真のシェル板厚は常にプライの板厚とZ_iによって定義されるプライの位置から計算されるため、入力板厚"*Thick*"がゼロに等しくなる場合があります。
  - 入力板厚"*Thick*"が0.0と異なる場合、プライから計算された板厚が入力板厚と異なっているという警告が表示されます。

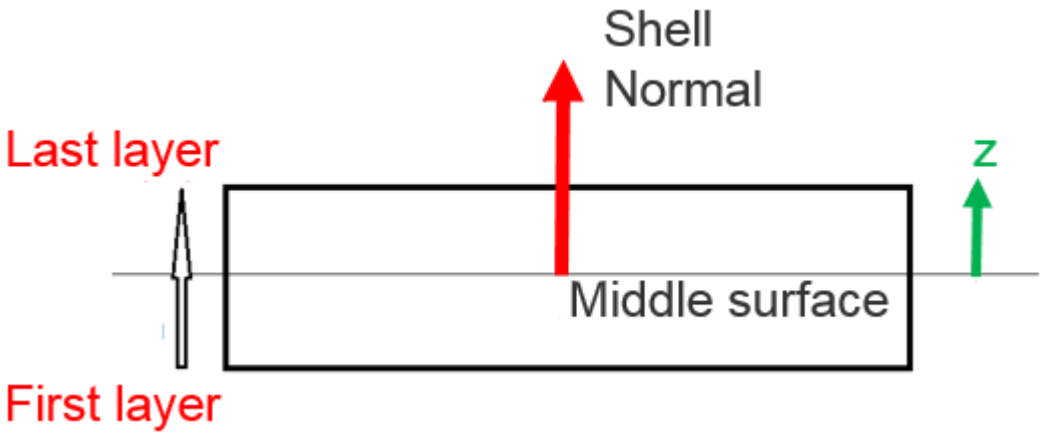


図 *290:*

- I_{pos}*POS* = 1：要素内におけるすべてのプライの位置と板厚は、ユーザー定義（`/PLY`およびZ_iによる）です。
  - 全体板厚"*Thick*"はプライの厚みの合計と等しい必要がないためチェックされません。
  - 複数のプライを同じ空間位置に置くことが可能です。
  - プライ数がすべての要素に対して一定でない限り、このオプションは推奨されません。
- I_{pos}*POS*=2：シェル要素の中央面は、プライレイアウトの底面からZ_0の位置になります。

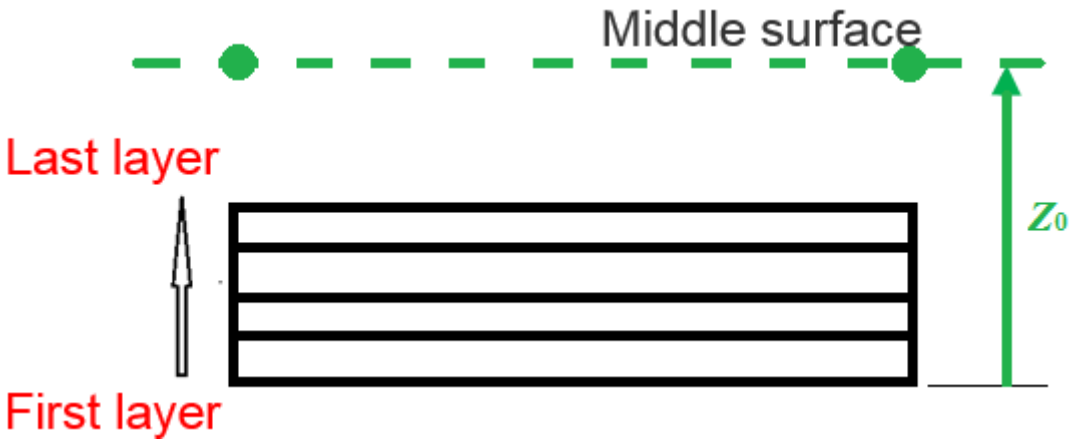


図 *291:*

- I_{pos}*POS*=3：プライレイアウトの最上面は、要素の中央面と一致します。

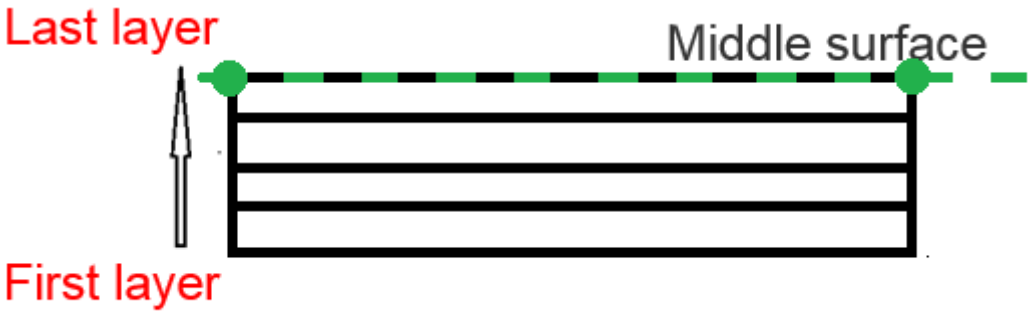


図 *292:*

- I_{pos}*POS*=4: プライレイアウトの底面が、要素の中央面と一致します。



図 *293:*

10. サブスタックにより定義。

- サブスタック定義を使用する場合、各サブスタック定義はキーワード"*SUB*"とサブスタック識別番号で始まります。
- 次のキーワード"*SUB*"またはキーワード"*INT*"が出現するまでのすべてのプライは、同じサブスタックに属します。
- "*INT*"結合を定義する前に、すべてのサブスタックを定義する必要があります。
- 複数のサブスタックに属しているプライが要素に含まれている場合、サブスタック間の結合は"*INT*"結合によって定義されます。つまり、1つ目のサブスタックの積層*Pply_ID*$_t$が2つ目のサブスタックの積層*Pply_ID*$_b$に結合されます。
- 追加の情報については、このプロパティについての上記の例をご参照ください。

11. 各プライの材料。

- `/PLY`で*mat_ID*により定義される各プライの材料。
- 各プライに異なる材料則を定義することが可能。
- `/PART`で指定した材料則番号は、複合材の質量や音速の他、面剛性の定義にも使用されます。

See Also

材料の適合性
/PLY (Starter)
/PROP/PCOMPP (Starter)

モニター体積(エアバッグ)

ブロックフォーマットのキーワード
モニター体積を使用して、エアバッグ、タイヤ、タンク、または任意の閉じた体積をモデル化することができます。

モニター体積を定義するサーフェスは、外側に向いている必要があります。向きが正しくない場合、Radioss Starterによって自動修正が実行されます。ただし、`/MONVOL/FVMBAG1`*kmesh* = 0を使用している場合を除きます。

モニター体積は、閉じたサーフェスの内部である必要があります。体積サーフェスに穴が開いている場合は、平らなサーフェスを使用して自動的に穴が閉じられます。

エアバッグのモデル化に使用されるモニター体積には3つのタイプがあります。

- 一定圧力のエアバッグ(`/MONVOL/AIRBAG1`)
- 連結された一定圧力の多室型エアバッグ(`/MONVOL/COMMU1`)
- 有限体積法による非一定圧力のエアバッグ(`/MONVOL/FVMBAG1`および`/MONVOL/FVMBAG2`)

サポートされるキーワード

/MONVOL/AIRBAG1

ブロックフォーマットのキーワード
注入気体の混合入力を使用した単室型エアバッグを記述します。このキーワードは、/MONVOL/AIRBAG(廃止)に似ていますが、より柔軟な入力が可能です。

- 個別の/MAT/GASカードで指定される気体材料
- 個別の/PROP/INJECT1または/PROP/INJECT2カードで指定される注入気体混合物とインジェクタープロパティ

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MONVOL/AIRBAG1/*monvol_ID*/*unit_ID*									
monvol_title									
$surf\_ID_{ex}$		H_{conv}							
$Ascale_t$		$Ascale_P$		$Ascale_S$		$Ascale_A$		$Ascale_D$	
mat_ID		μ		P_{ext}EXT		T_0		I_{equil}EQUIL	I_{ttf}

インジェクタの数

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
N_{jet}									

各インジェクタについて定義

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
inject_ID	*sens_ID*	I_{jet}	$node_ID_1$1	$node_ID_2$2	$node_ID_3$3				

ジェット関数のデータ(I_{jet} = 1の場合にのみ読み出す)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
fct_ID_{Pt}	$fct\_ID_{P\theta}$	$fct\_ID_{P\delta}$		$Fscale_{Pt}$		$Fscale_{P\theta}$		$Fscale_{P\delta}$	

N_{vent}ベントホールと$N_{porsurf}$多孔繊維サーフェスを定義

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
N_{vent}	$N_{porsurf}$								

各ベントホールについて定義

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$surf\_ID_v$	$I_{form}FORM$	A_{vent}		B_{vent}				$vent\_title$	
$T_{start}START$		$T_{stop}STOP$		ΔP_{def}		ΔtP_{def}			I_{dtPdef}
fct_ID_t	fct_ID_P	fct_ID_A		$Fscale_t$		$Fscale_P$		$Fscale_A$	
$fct\_ID_{t'}$	$fct\_ID_{P'}$	$fct\_ID_{A'}$		$Fscale_{t'}$		$Fscale_{P'}$		$Fscale_{A'}$	

Chemkinモデルのデータ（$I_{form}FORM$ = 2の場合は読み取りのみ）

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
fct_ID_v		$Fscale_v$							

各多孔サーフェスに対して挿入

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$surf\_ID_{ps}$	$Iform_{ps}$	$Iblockage$						$surface\_title$	
$T_{start}START$		$T_{stop}STOP$		ΔP_{def}		ΔtP_{def}			I_{dtPdef}

$Iform_{ps}$ =0の場合にのみ挿入

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
C_{ps}		$Area_{ps}$		fct_ID_{cps}	fct_ID_{aps}	$Fscale_{cps}$		$Fscale_{aps}$	

Chemkinモデルのデータ（$Iformps$ = 2の場合のみ挿入）

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$fct\_ID\_ps_v$		$Fscale\_ps_v$							

定義

フィールド	内容	SI単位の例
monvol_ID	モニター体積識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
monvol_title	モニター体積のタイトル （文字、最大100文字）	
$surf\_ID_{ex}$	外部サーフェス識別子 （整数）	
H_{conv}	熱伝達係数 17 （実数）	$\left[\frac{W}{m^2K}\right]$
$Ascale_t$	時間ベースの関数に対する横軸のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	$[s]$
$Ascale_P$	圧力ベースの関数に対する横軸のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	$[Pa]$
$Ascale_S$	面積ベースの関数に対する横軸のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	$[m^2]$
$Ascale_A$	角度ベースの関数に対する横軸のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	$[rad]$
$Ascale_D$	距離ベースの関数に対する横軸のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	$[m]$
mat_ID	初期気体の材料識別子（/MAT/GAS） （実数）	
μ	体積粘性 デフォルト = 0.01（実数）	
$P_{ext}EXT$	外部圧力 （実数）	$[Pa]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
T_0	初期温度 デフォルト = 295K（実数）	[K]
I_{equil}*EQUIL*	初期熱力学的つり合いフラグ *= 0* エアバッグに初期充填されている気体の質量は、時間ゼロにおける体積に対して決定されます。 *= 1* エアバッグに初期充填されている気体の質量は、注入開始時における体積に対して決定されます。6 （整数）	
I_{ttf}	時間シフトフラグ 少なくとも1つの注入センサーが指定されている場合のみアクティブ。センサーで指定されているTTFの時間に注入が開始されたときの排気オプションと空隙オプションの時間シフトを決定します。 *= 0*（デフォルト） *=1*および*2* 廃止 *=3* すべてのオプションをシフト 15 （整数）	
N_{jet}	インジェクタの数 （整数）	
inject_ID	インジェクタプロパティ識別子 （整数）	
sens_ID	センサーの識別子 （整数）	
I_{jet}	ジェットフラグ *= 0* ジェット効果なし *= 1* ジェット効果あり （整数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
node_ID$_1$*1*、*node_ID*	ジェット形状を定義するための節点識別子$N_1 1$、$N_2 2$および$N_3 3$ （整数）	
fct_ID$_{Pt}$	I_{jet} = 1の場合：$\Delta P(t)$を定義する関数の識別子番号 （整数）	
$fct\_ID_{P\theta}$	I_{jet} = 1の場合：$\Delta P(\theta)$を定義する関数の識別子番号 （整数）	
$fct\_ID_{P\delta}$	I_{jet} = 1の場合：$\Delta P(\delta)$を定義する関数の識別子番号 （整数）	
Fscale$_{Pt}$	I_{jet} = 1の場合：*fct_IDPt*のスケールファクター。 デフォルト = 1.0（実数）	[Pa]
$Fscale_{P\theta}$	I_{jet} = 1の場合：$fct_ID_{P\theta}$のスケールファクター。 デフォルト = 1.0（実数）	[Pa]
$Fscale_{P\delta}$	I_{jet} = 1の場合：$fct_ID_{P\delta}$のスケールファクター。 デフォルト = 1.0（実数）	[Pa]
N_{vent}	ベントホールの数 （整数）	
$N_{porsurf}$	多孔サーフェスの数 （整数）	
surf_ID$_v$	ベントホール領域サーフェス識別子 （整数）	
I_{form}*FORM*	定式化フラグ = *0*（デフォルト） 1に設定 = *1*（デフォルト） 等エンタルピー = *2* Chemkin = *4* 等エンタルピーで気体（*mat_ID*）流入の可能性あり	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	
A_{vent}	$surf_ID_v \neq 0$の場合：ベントホール面積に対するスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	
	$surf_ID_v \neq 0$の場合：ベントホール面積 デフォルト = 0.0（実数）	$[m^2]$
B_{vent}	$surf_ID_v \neq 0$の場合：衝撃を受けるベントホール面積に対するスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	
	$surf_ID_v = 0$の場合：B_{vent} ベントホール面積に対し0にリセットされます。 デフォルト = 0.0（実数）	$[m^2]$
vent_title	ベントホールのタイトル （文字、最大20文字）	
T_{stop}*STOP*	排気の停止時間 デフォルト = 10^{30}（実数）	$[s]$
T_{start}*START*	排気の開始時間 デフォルト = 0（実数）	$[s]$
ΔP_{def}	ベントホール膜を開口する圧力差 $\Delta P_{def} = P_{def} - P_{ext}$ デフォルト = 0（実数）	$[Pa]$
ΔtP_{def}	圧力がP_{def}を超えてベントホール膜が開口するまでの最短時間 デフォルト = 0（実数）	$[s]$
I_{dtPdef}	ΔP_{def}に到達した場合の時間遅延フラグ： *= 0* 排気をアクティブにするには、ΔtP_{def}の累積時間の間、圧力がΔP_{def}を超える必要があります。 *= 1* 排気は、ΔP_{def}に到達した後、ΔtP_{def}が経過すると、アクティブになります。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	
fct_ID_t	空隙率対時間関数識別子 （整数）	
fct_ID_p	空隙率対圧力関数識別子 （整数）	
fct_ID_A	空隙率対面積関数識別子 （整数）	
$Fscale_t$	fct_ID_tのスケールファクター。 デフォルト = 1.0（実数）	
$Fscale_P$	fct_ID_pのスケールファクター。 デフォルト = 1.0（実数）	
$Fscale_A$	fct_ID_Aのスケールファクター。 デフォルト = 1.0（実数）	
$fct\_ID_{P\delta}$	I_{jet} = 1の場合：$\Delta P(\delta)$を定義する関数の識別子番号 （整数）	
$Fscale_{Pt}$	I_{jet} = 1の場合：*fct_IDPt*のスケールファクター。 デフォルト = 1.0（実数）	[Pa]
$Fscale_{P\theta}$	I_{jet} = 1の場合：$fct_ID_{P\theta}$のスケールファクター。 デフォルト = 1.0（実数）	[Pa]
$Fscale_{P\delta}$	I_{jet} = 1の場合：$fct_ID_{P\delta}$のスケールファクター。 デフォルト = 1.0（実数）	[Pa]
N_{vent}	ベントホールの数 （整数）	
$fct\_ID_{t'}$	接触時の空隙率対時間関数識別子 （整数）	
$fct\_ID_{P'}$	接触時の空隙率対圧力関数識別子	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	
$fct\_ID_{A'}$	接触時の空隙率対被衝撃サーフェス関数識別子 （整数）	
$Fscale_{t'}$	$fct_ID_{t'}$のスケールファクター。 デフォルト = 1.0（実数）	
$Fscale_{P'}$	$fct_ID_{P'}$のスケールファクター。 デフォルト = 1.0（実数）	
$Fscale_{A'}$	$fct_ID_{A'}$のスケールファクター。 デフォルト = 1.0（実数）	
fct_ID_v	流出速度関数識別子（Chemkin モデル、$I_{form}FORM$ = 2の場合のみ） （整数）	
$Fscale_v$	fct_ID_vに対するスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	$[\frac{m}{s}]$
$surf\_ID_{ps}$	多孔サーフェス識別子（$Iform_{ps}$ =0の場合は無視） （整数）	
$Iform_{ps}$	空隙率定式化 *= 0* Bernouilli（Wang & Nefske）（繊維材料への依存なし） *= 1* Bernouilli（Wang & Nefske） *= 2* Chemkin *= 3* Graefe （整数）	
Iblockage	接触時の漏れをブロックするフラグ（$Iform_{ps}$ > 0） *= 0* オフ。 *= 1* はい。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	
surface_title	多孔サーフェスのタイトル （文字、最大20文字）	
C_{ps}	漏れ面積に対するスケールファクター（$Iform_{ps}$ =0） （実数）	
$Area_{ps}$	漏れ面積（$Iform_{ps}$ =0） （実数）	$[m^2]$
fct_ID_{cps}	$C_{ps}(t)$を定義する関数識別子で、C_{ps}がゼロでない場合は無視 （整数）	
fct_ID_{aps}	$Area_{ps}(P\text{-}P_{ext})$を定義する関数識別子で、$Area_{ps}$がゼロでない場合は無視 （整数）	
$Fscale_{cps}$	fct_ID_{cps}のスケールファクター。 デフォルト = 1.0（実数）	
$Fscale_{aps}$	fct_ID_{aps}のスケールファクター。 デフォルト = 1.0（実数）	$[m^2]$
$fct\_ID\_ps_v$	流出速度関数識別子（Chemkin モデル、*Iformps* = 2の場合のみ） （整数）	
$Fscale\_ps_v$	$fct_ID_ps_v$に対するスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	$\left[\frac{m}{s}\right]$

コメント

1. エアバッグの外部サーフェスは、4節点シェル要素と3節点シェル要素のみで構築されている必要があります。/SURF/SEGでエアバッグの外部サーフェスを定義することはできません（/SURF/SEGでサブサーフェスを定義した場合は、/SURF/SURFで定義することもできません）。
2. この体積は、閉じていて法線が外向きである必要があります。
3. 横軸のスケールファクターは、エアバッグ関数の横軸の単位を変換するために使用されます。たとえば：

$$F(t') = f_t\left(\frac{t}{Ascale_t}\right) \qquad (1070)$$

ここで、

t 時間

f_t *fct_ID*の関数$_t$

$$\mathrm{F}(P') = \mathrm{f}_P\left(\frac{P}{Ascale_P}\right) \quad (1071)$$

ここで、

P 圧力

f_P *fct_ID*の関数$_P$

これらのオプションは廃止されています。通常は、代わりに曲線のスケーリングパラメータを使用します。

4. エアバッグ外側の空気の圧力と温度と、エアバッグ内部の空気の初期圧力と温度は、P_{ext}*EXT*およびT_0に設定されます。
5. 時間ゼロ（I_{equil}*EQUIL* =0）または噴射開始時（I_{equil}*EQUIL* =1）の初期熱力学的つり合いを記述します。初期熱力学的つり合いは、時間ゼロの体積または噴射開始時の体積に対して、次の式に基づいて求めます：

$$P_{ext}V = R\frac{M_0}{M_i}T_0 \quad (1072)$$

ここで、

M_0 エアバッグに初期充填されている気体の質量

M_i エアバッグに初期充填されている気体のモル質量

R BEGINカードで与えられる単位系に依存する気体定数例えば、SI単位系では次のようになります：

$$R = 8.314\frac{J}{mole \cdot K} \quad (1073)$$

6. ジェットを使用した場合、エアバッグの各要素に追加のΔP_{jet} 圧力がかかります：

$$\Delta P_{jet} = \Delta \mathrm{P}(t) \cdot \Delta \mathrm{P}(\theta) \cdot \Delta \mathrm{P}(\delta) \cdot \max(\mathbf{n} \cdot \mathbf{m}, 0) \quad (1074)$$

ここで、*m*は要素の中心をセグメント（N_1*1*とN_3*3*）上に投影したポイントから要素の中心までの正規化ベクトル、θはベクトルMN_2と*m*の間の角度（単位は度）、δは要素の中心から、要素の中心をセグメント（N_1*1*とN_3*3*）上に投影したポイントまでの距離です。

ポイントのセグメント（N_1*1*とN_3*3*）上への投影は、ポイントをMN_2の方向に向けてライン（N_1*1*とN_3*3*）上へ投影したものとして定義されます。この場合、投影先がセグメント（N_1*1*とN_3*3*）に含まれる必要があります。投影先がセグメントに含まれない場合、ポイントのセグメント（N_1*1*とN_3*3*）上への投影は、N_1*1*またはN_3のうち、近い方の節点として定義されます。

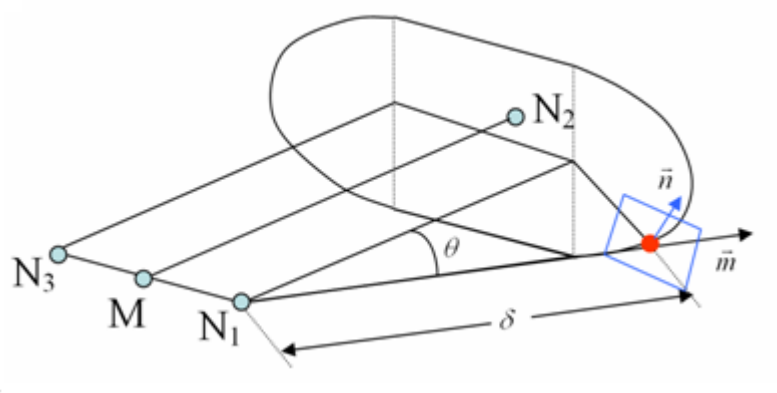


図 *294:* ジェット機の上反角

ここで、*M* は$N_1 1$と$N_3 3$の間

7. *node_ID*$_3 3$ = 0の場合、*node_ID*は*node_ID*$_1 1$に設定され、二面体は円錐形に減少します。
8. *fct_ID*$_V$ = 0の場合は、等エンタルピー流出が想定されます。0でない場合はChemkinモデルが使用され、流出速度は次の式で求められます:

$$v = Fscale_V \cdot \mathrm{f}_v\left(P - P_{ext}\right) \tag{1075}$$

ここで、$\mathbf{f}_v$は*fct_ID*$_V$の関数です。

- 等エンタルピーモデル

  放出、すなわちモニター体積からの気体の排出は等エンタルピーであると想定されます。

  また、流動は衝撃がなく、大容量の容器から流出し、有効表面積*A*の狭い開口部を通ると想定されます。

  エンタルピー保存則から、ベントホールにおける速度*u*が導出されます。したがって、Bernouilli式は次のように記述されます。

  （モニター体積）$\frac{\gamma}{\gamma-1}\frac{P}{\rho} = \frac{\gamma}{\gamma-1}\frac{P_{ext}}{\rho_{vent}} + \frac{u^2}{2}$（ベントホール）

  断熱条件を適用すると、次の式になります。

  （モニター体積）$\frac{P}{\rho^{\gamma}} = \frac{P_{ext}}{\rho_{vent}^{\gamma}}$（ベントホール）

  ここで、*P*はエアバッグに流入する気体の圧力、ρはエアバッグに流入する気体の密度です。

  したがって、流出速度は次の式によって定義されます:

$$u^2 = \frac{2\gamma}{\gamma-1}\frac{P}{\rho}\left(1 - \left(\frac{P_{ext}}{P}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}\right) \tag{1076}$$

  超音速流れでは、流出速度はSupersonic Outlet Flow理論マニュアルの記述で決められます。

  質量の流出速度は次の式によって定義されます。

$$\dot{m}_{out} = \rho_{vent} \cdot vent\_holes\_surface \cdot u = \rho\left(\frac{P_{ext}}{P}\right)^{\frac{1}{\gamma}} \cdot vent\_holes\_surface \cdot u \tag{1077}$$

  エネルギーの流出速度は次の式によって定義されます:

$$\dot{E}_{out} = \dot{m}_{out}\frac{E}{\rho V} = \left(\frac{P_{ext}}{P}\right)^{\frac{1}{\gamma}} * vent\_holes\_surface * u\frac{E}{V} \quad (1078)$$

ここで、Vはエアバッグの体積、Eはエアバッグに流入する気体の内部エネルギーです。

- Chemkinモデル

$$\dot{m}_{out} = \rho \cdot vent\_holes\_surface \cdot \mathrm{f}_v(P - P_{ext}) \cdot Fscale_v \quad (1079)$$

ここで、ρはエアバッグ内部の気体の密度、$\mathbf{f}_v$は*fct_ID*$_v$の関数です。

9. ベントホールの面積は、次のように計算されます:

$$vent\_holes\_area = A_{vent} \cdot A_{non\_impacted} \cdot \mathrm{f}_t(t) \cdot \mathrm{f}_P(P - P_{ext}) \cdot \mathrm{f}_A\left(\frac{A_{non\_impacted}}{A_0}\right) + B_{vent} \cdot A_{impacted} \cdot \mathrm{f}_t(t) \cdot \mathrm{f}_P(P - P_{ext}) \cdot \mathrm{f}_A\left(\frac{A_{impacted}}{A_0}\right) \quad (1080)$$

ここで、衝撃を受けるサーフェスは:

$$A_{impacted} = \sum_{e \in S_{vent}} \frac{n_c(e)}{n(e)} A_e \quad (1081)$$

衝撃を受けないサーフェスは:

$$A_{non\_impacted} = \sum_{e \in S_{vent}} \left(1 - \frac{n_c(e)}{n(e)}\right) A_e \quad (1082)$$

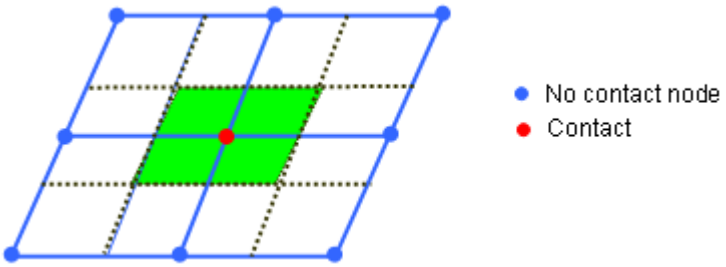


図 *295:*

ここで、エアバッグ材料の各要素*e*に対して、$n_c(e)$は、要素を定義している$n(e)$節点のうち衝撃を受ける節点の数、A_eは要素*e*の面積

また、

A_0はサーフェス*surf_ID*の初期面積$_v$

f_t、f_Pおよびf_Aは*fct_ID*$_t$、*fct_ID*$_P$および*fct_ID*の関数$_A$

$\mathrm{f}_{t'}$、$\mathrm{f}_{P'}$および$\mathrm{f}_{A'}$は*fct_ID*$_{t'}$、*fct_ID*$_{P'}$および*fct_ID*の関数$_{A'}$

10. 関数*fct_ID*$_{t''}$と*fct_ID*$_{P''}$を指定しなかった場合(識別子が0)、これらは1に等しいとみなされます。

11. 関数*fct_ID*$_{A'}$が指定されていない場合、以下のように仮定されます:

$$\mathrm{f}_A(A) = A \quad (1083)$$

12. ベントホールと多孔サーフェス領域の接触ブロックについては、対応するインターフェース（インターフェースTYPE7またはTYPE23の3行目）でフラグI_{BAG}を1に設定する必要があります。そうしなかった場合は、衝撃でインターフェースに押し込まれる節点は、$A_{impacted}$と$A_{non_impacted}$に関する前の式の被衝撃節点と見なされません。
13. 気体注入をアクティブ化するセンサーが存在しない場合、時間TがT_{start}*START*より大きくなるか、ΔtP_{def}で指定された時間よりも長い時間、圧力PがP_{def}値を超えると、ベントホール膜は収縮します。
14. 少なくとも1つのインジェクターがセンサーでアクティブになっている場合、排気オプションと空隙オプションのアクティブ化はIで制御されます。*ttf*

    *Tinj*は、センサーによって最初のインジェクターがアクティブになる時間です。

    I_{ttf} = 0:

	排気、空隙
アクティブ化	$P > \Delta P_{def}$の場合にΔtP_{def}よりも長い時間、または $T > T_{start}$
非アクティブ化	T_{stop}*STOP*
時間依存関数	シフトなし

    I_{ttf} = 3:

	排気、空隙
アクティブ化	$T > T_{inj}$および$P > \Delta P_{def}$の場合、ΔtP_{def}よりも長い時間、または $T > T_{inj} + T_{start}$
非アクティブ化	$T_{inj} + T_{stop}$
時間依存関数	右記によってシフト; $T_{inj} + T_{start}$

    関連する他のすべての曲線は、対応する排気、空隙、または連結のオプションがアクティブな場合にアクティブになります。

    I_{ttf}の値の多様性は、これまでの経緯に起因しています。I_{ttf} =1および 2の値は廃止されているので、使用しないでください。通常使用する値は、I_{ttf}=0（シフトなし）またはI_{ttf}=3（関連するすべてのオプションがT_{inj}だけシフト）です。
15. 空隙率定式化による漏れについて、質量の流出速度は次のように計算されます:
    - *Iformps* = 0 $\dot{m}_{out} = A_{eff}\sqrt{2P\rho}\,Q^{\frac{1}{\gamma}}\sqrt{\frac{\gamma}{\gamma-1}\left[1-Q^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}\right]}$ (Isentropic - Wang Nefske)

      ここで、$Q = \frac{P_{ext}}{P}$

      また、$A_{eff} = C_{ps} \cdot Area_{ps}$または $A_{eff} = \mathrm{C}_{ps}(t) \cdot \mathrm{Area}_{ps}(P - P_{ext})$

      $\mathrm{C}_{ps}(t)$ は*fct_ID*$_{cps}$の関数、$\mathrm{Area}_{ps}(P - P_{ext})$は*fct_ID*の関数$_{aps}$

      有効な排気面積A_{eff}がエアバッグの繊維材料によって変化することはありません。

- *Iform*$_{ps}$ > 0の場合、有効な排気面積A_{eff}は、TYPE19またはTYPE58の繊維材料に関する/LEAK/MATの入力に従って計算されます。

  Iformps = 1 $\dot{m}_{out} = A_{eff}\sqrt{2P\rho}\,Q^{\frac{1}{\gamma}}\sqrt{\frac{\gamma}{\gamma-1}\left[1-Q^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}\right]}$ (*Isentropic* - Wang Nefske)

  Iform$_{ps}$ = 2 $\dot{m}_{out} = A_{eff}\rho v(P-P_{ext})$

  ここで、vは気体の流出速度（Chemkin）

  Iformps= 3 $\dot{m}_{out} = A_{eff}\sqrt{2\rho(P-P_{ext})}$ (Graefe)

16. 漏れのブロックをアクティブにすると（*Iblockage*=1）、有効な排気面積は次のように変更されます：

$$A_{eff} = A_{non\_impacted} \tag{1084}$$

$A_{non\_impacted}$ は衝撃を受けないサーフェスです11。

ブロックは、関係する接触インターフェース（インターフェースTYPE7およびTYPE23の行3）において、フラグI_{BAG}が1に設定された場合にのみアクティブになります。

17. 失われた熱流量は次の式によって定義されます：

$$\dot{Q}(x,t) = H_{conv}\cdot \mathrm{Area}(x,t)\cdot\left(T(x,t)-T_0\right) \tag{1085}$$

See Also

エアバッグのモデル化

FVMBAG1エアバッグのモデリングガイドライン

Monitored Volume AIRBAG Type (Theory Manual)

RD-E:2700 サッカーのシュート

/MONVOL/AREA

ブロックフォーマットのキーワード
モニター体積タイプAREAを記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MONVOL/AREA/*monvol_ID*/*unit_ID*									
monvol_title									
$surf\_ID_{ex}$									
空白のフォーマット									

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
monvol_ID	モニター体積識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位の識別子（オプション） （整数、最大10桁）	
monvol_title	モニター体積のタイトル （文字、最大100文字）	
$surf\_ID_{ex}$	外部サーフェス識別子 （整数）	

コメント

1. *surf_IDex*は、/SURF/SEGではなく、3節点または4節点シェル要素（ボイド要素の場合もあります）に関連付けられたセグメントを使用して定義する必要があります。
2. 体積は、閉じていて法線が外向きである必要があります。

See Also
Monitored Volume AREA Type (Theory Manual)

/MONVOL/COMMU1

ブロックフォーマットのキーワード
注入気体の混合入力を使用する多室型エアバッグを記述します。このキーワードは、/MONVOL/COMMU（廃止）に似ていますが、より柔軟な入力が可能です。

- 個別の/MAT/GASカードで指定されることが可能な気体材料
- インジェクターは、インジェクター用の別個の/PROP/INJECT1で指定できます。
- 時間または相対圧力に応じて、エアバッグ室間の連結領域をスケーリングできます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MONVOL/COMMU1/*monvol_ID*/*unit_ID*									
monvol_title									
surf_ID$_{ex}$		H_{conv}							
A_{scale_t}		A_{scale_P}		A_{scale_S}		A_{scale_A}		A_{scale_D}	
mat_ID		μ		P_{ext}*EXT*		T_0		I_{equil}*EQUIL*	I_{ttf}

インジェクタの数

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
N_{jet}									

各インジェクタについて定義

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
inject_ID	*sens_ID*	I_{jet}	*node_ID*$_1$1	*node_ID*$_2$	*node_ID*$_3$3				

ジェット関数のデータ（I_{jet} = 1の場合にのみ読み出す）

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
fct_ID$_{Pt}$	$fct\_ID_{P\theta}$	$fct\_ID_{P\delta}$		*Fscale*$_{Pt}$		$Fscale_{P\theta}$		$Fscale_{P\delta}$	

N_{vent}ベントホールと$N_{porsurf}$多孔繊維サーフェスを定義

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
N_{vent}	$N_{porsurf}$								

各ベントホールについて定義

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$surf\_ID_v$	I_{form}FORM	A_{vent}		B_{vent}				vent_title	
T_{start}START		T_{stop}STOP		ΔP_{def}		ΔtP_{def}			I_{dtPdef}
fct_ID_t	fct_ID_P	fct_ID_A		$Fscale_t$		$Fscale_P$		$Fscale_A$	
$fct\_ID_{t'}$	$fct\_ID_{P'}$	$fct\_ID_{A'}$		$Fscale_{t'}$		$Fscale_{P'}$		$Fscale_{A'}$	

各多孔サーフェスに対して挿入

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$surf\_ID_{ps}$	$Iform_{ps}$	Iblockage						surface_title	
T_{start}START		T_{stop}STOP		ΔP_{def}		ΔtP_{def}			I_{dtPdef}

$Iform_{ps}$ =0の場合にのみ挿入

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
C_{ps}		$Area_{ps}$		fct_ID_{cps}	fct_ID_{aps}	$Fscale_{cps}$		$Fscale_{aps}$	

Chemkinモデルのデータ（*Iform* = 2または$Iform_{ps}$ =2の場合のみ挿入）

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
fct_ID_v		$Fscale_v$							

連結エアバッグの数

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
N_{bag}									

N_{bag}個の連結エアバッグを定義（連結エアバッグあたり2行）

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
bag_ID	*surf_ID*$_c$	ΔP_{Cdef}		A_{com}		T_{com}		ΔtP_{Cdef}	
fct_ID$_{Ct}$	*fct_ID*$_{CP}$	*Fscale*$_{Ct}$		*Fscale*$_{CP}$					

定義

フィールド	内容	SI単位の例
monvol_ID	モニター体積識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
monvol_title	モニター体積のタイトル （文字、最大100文字）	
surf_ID$_{ex}$	外部サーフェス識別子 （整数）	
H_{conv}	熱伝達係数 23 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{W}}{\mathrm{m^2K}}\right]$
Ascale$_t$	時間ベースの関数に対する横軸のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	[s]
Ascale$_P$	圧力ベースの関数に対する横軸のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	[Pa]
Ascale$_S$	面積ベースの関数に対する横軸のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	[m^2]
Ascale$_A$	角度ベースの関数に対する横軸のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	[rad]
Ascale$_D$	距離ベースの関数に対する横軸のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	[m]
mat_ID	初期気体の材料識別子（/MAT/GAS	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	
μ	体積粘性 デフォルト = 0.01（実数）	
P_{ext}*EXT*	外圧 （実数）	[Pa]
T_0	初期温度 デフォルト = 295K（実数）	[K]
I_{equil}*EQUIL*	初期熱力学的つり合いフラグ *= 0* エアバッグに初期充填されている気体の質量は、時間ゼロにおける体積に対して決定されます。 *= 1* エアバッグに初期充填されている気体の質量は、注入開始時における体積に対して決定されます。 （整数）	
I_{ttf}	時間シフトフラグ 少なくとも1つの注入センサーが指定されている場合のみアクティブ。センサーで指定されているTTFの時間に注入が開始されたときの排気、空隙、および連結オプションの時間シフトを指定します。 *= 0*（デフォルト） *=1*および*2* 廃止 *=3* （すべてのオプションをシフト）. 17 （整数）	
N_{jet}	インジェクタの数 （整数）	
inject_ID	インジェクタプロパティ識別子 （整数）	
sens_ID	センサーの識別子 （整数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
I_{jet}	ジェットフラグ *= 0* ジェット効果なし *= 1* ジェット効果あり （整数）	
node_ID$_1$*1*、*node_ID*	ジェット形状を定義するための節点識別子$N_1 1$、$N_2 2$および$N_3 3$ （整数）	
fct_ID_{Pt}	$\Delta P(t)$を定義する関数の識別子番号 （整数）	
$fct\_ID_{P\theta}$	$\Delta P(\theta)$を定義する関数の識別子番号 （整数）	
$fct\_ID_{P\delta}$	$\Delta P(\delta)$を定義する関数の識別子番号 （整数）	
$Fscale_{Pt}$	fct_ID_{Pt}のスケールファクター。 デフォルト = 1.0（実数）	[Pa]
$Fscale_{P\theta}$	$fct_ID_{P\theta}$のスケールファクター。 デフォルト = 1.0（実数）	[Pa]
$Fscale_{P\delta}$	$fct_ID_{P\delta}$のスケールファクター。 デフォルト = 1.0（実数）	[Pa]
N_{vent}	ベントホールの数 （整数）	
$N_{porsurf}$	多孔サーフェスの数 （整数）	
$surf\_ID_v$	ベントホール領域サーフェス識別子 （整数）	
I_{form}*FORM*	定式化フラグ	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 0（デフォルト） 1に設定されます。 *= 1* 等エンタルピー（デフォルト） *= 2* Chemkin *= 3* 等エンタルピーで気体（*mat_ID*）流入の可能性あり （整数）	
A_{vent}	$surf_ID_v \neq 0$の場合：ベントホール面積に対するスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	
	$surf_ID_v = 0$の場合：ベントホール面積 デフォルト = 0.0（実数）	$[m^2]$
B_{vent}	$surf_ID_v \neq 0$の場合：衝撃を受けるベントホール面積に対するスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	
	$surf_ID_v = 0$の場合：B_{vent} ベントホール面積に対し0にリセットされます。 デフォルト = 0.0（実数）	$[m^2]$
vent_title	ベントホールのタイトル （文字、最大20文字）	
T_{start}*START*	排気の開始時間 デフォルト = 0（実数）	$[s]$
T_{stop}*STOP*	排気の停止時間 デフォルト = 10^{30}（実数）	$[s]$
ΔP_{def}	ベントホール膜を開口する圧力差 $\Delta P_{def} = P_{def} - P_{ext}$ デフォルト = 0（実数）	$[Pa]$
ΔtP_{def}	圧力がP_{def}を超えてベントホールが開口するまでの最短時間 デフォルト = 0（実数）	$[s]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
I_{dtPdef}	ΔP_{def}に到達した場合の時間遅延フラグ： *= 0* 排気をアクティブにするには、ΔtP_{def}の累積時間の間、圧力がΔP_{def}を超える必要があります。 *= 1* 排気は、ΔP_{def}に到達した後、ΔtP_{def}が経過すると、アクティブになります。 （整数）	
fct_ID_t	空隙率対時間関数識別子 （整数）	
fct_ID_P	空隙率対圧力関数識別子 （整数）	
fct_ID_A	空隙率対面積関数識別子 （整数）	
$Fscale_t$	fct_ID_tのスケールファクター。 デフォルト = 1.0（実数）	
$Fscale_P$	fct_ID_Pのスケールファクター。 デフォルト = 1.0（実数）	
$Fscale_A$	fct_ID_Aのスケールファクター。 デフォルト = 1.0（実数）	
$fct\_ID_{t'}$	接触時の空隙率対時間関数識別子 （整数）	
$fct\_ID_{P'}$	接触時の空隙率対圧力関数識別子 （整数）	
$fct\_ID_{A'}$	接触時の空隙率対被衝撃サーフェス関数識別子 （整数）	
$Fscale_{t'}$	fct_IDのスケールファクター$_{t'}$ デフォルト = 1.0（実数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
$Fscale_{P'}$	*fct_ID*のスケールファクター$_{P'}$ デフォルト = 1.0（実数）	
$Fscale_{A'}$	*fct_ID*のスケールファクター$_{A'}$ デフォルト = 1.0（実数）	
$surf\_ID_{ps}$	多孔サーフェス識別子（$Iform_{ps}$ =0の場合は無視） （整数）	
$Iform_{ps}$	空隙率定式化 *= 0* Bernouilli（Wang & Nefske）（繊維材料への依存なし） *= 1* Bernouilli（Wang & Nefske） *= 2* Chemkin *= 3* Graefe （整数）	
Iblockage	接触時の漏れをブロックするフラグ（$Iform_{ps}$ > 0） *= 0* なし *= 1* あり （整数）	
surface_title	多孔サーフェスのタイトル （文字、最大20文字）	
C_{ps}	漏れ面積に対するスケールファクター（$Iform_{ps}$ =0） （実数）	
$Area_{ps}$	漏れ面積（$Iform_{ps}$ =0） （実数）	$[m^2]$
fct_ID_{cps}	$C_{ps}(t)$を定義する関数識別子で、C_{ps}がゼロでない場合は無視 （整数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
fct_ID_{aps}	$Area_{ps}(P\text{-}P_{ext}EXT)$を定義する関数識別子で、$Area_{ps}$がゼロでない場合は無視 （整数）	
$Fscale_{cps}$	fct_IDのスケールファクター$_{cps}$ デフォルト = 1（実数）	
$Fscale_{aps}$	fct_IDのスケールファクター$_{aps}$ デフォルト = 1（実数）	$[m^2]$
fct_ID_v	流出速度関数識別子、Chemkinモデル （整数）	
$Fscale_v$	fct_IDのスケールファクター$_v$ デフォルト = 1.0（実数）	$[\frac{m}{s}]$
N_{bag}	連結エアバッグの数 （整数）	
bag_ID	エアバッグ識別子 20 （整数）	
$surf\_ID_C$	連結サーフェス識別子 （整数）	
ΔP_{Cdef}	連結サーフェス膜を開口する圧力差 （実数）	$[Pa]$
A_{com}	$surf\_ID_C$ = 0の場合、連結サーフェス	$[m^2]$
	$surf_ID_C \neq 0$の場合、サーフェスに対するスケールファクター デフォルト = 1.0（実数） 23	
T_{com}	連結の開始時間 （実数）	$[s]$
ΔtP_{Cdef}	圧力差がΔP_{Cdef}を超えて連結サーフェス膜を開口するまでの最短時間 （実数）	$[s]$
fct_ID_{Ct}	連結サーフェス対時間関数識別子	

フィールド	内容	SI単位の例
	（整数）	
fct_ID$_{CP}$	連結サーフェス対相対圧力関数識別子 （整数）	
Fscale$_{Ct}$	*fct_ID*$_{Ct}$のスケールファクター。 デフォルト = 1.0（実数）	
Fscale$_{CP}$	*fct_ID*$_{CP}$のスケールファクター。 デフォルト = 1.0（実数）	

コメント

1. エアバッグの外部サーフェスは、4節点シェル要素と3節点シェル要素のみで構築されている必要があります。/SURF/SEGでエアバッグの外部サーフェスを定義することはできません（/SURF/SEGでサブサーフェスを定義した場合は、/SURF/SURFで定義することもできません）。
2. 体積は、閉じていて法線が外向きである必要があります。
3. 横軸のスケールファクターは、エアバッグ関数の横軸の単位を変換するために使用されます。たとえば：

$$F(t') = f_t\left(\frac{t}{Ascale_t}\right) \quad (1086)$$

ここで、

t 時間

f_t *fct_ID*の関数$_t$

$$F(P') = f_P\left(\frac{P}{Ascale_P}\right) \quad (1087)$$

ここで、

P 圧力

f_P *fct_ID*の関数$_P$

これらのオプションは廃止されています。通常は、代わりに曲線のスケーリングパラメータを使用します。

4. エアバッグ外側の空気の圧力と温度と、エアバッグ内部の空気の初期圧力と温度は、P_{ext}*EXT*およびT_0に設定されます。
5. エアバッグに初期充填されている気体の特性（温度と圧力）にはデフォルト値がないため、定義する必要があります。また、その特性は各伝達エアバッグで同じでなければなりません。
6. 時間ゼロ（I_{equil}*EQUIL* =0）または噴射開始時（I_{equil}*EQUIL* =1）の初期熱力学的つり合いを記述します。初期熱力学的つり合いは、時間ゼロの体積または噴射開始時の体積に対して、次の式に基づいて求めます：

$$P_{ext}V = R\frac{M_0}{M_i}T_0 \quad (1088)$$

ここで、M_i0はエアバッグに初期充填されている気体の質量、M_0はエアバッグに初期充填されている気体のモル質量、Rは/BEGINカードで指定される単位系に依存する気体定数です。例えば、SI単位系では次のようになります：

$$R = 8.314 \frac{J}{mole \cdot K} \quad (1089)$$

7. ジェットを使用した場合、エアバッグの各要素に追加のΔP_{jet} 圧力がかかります：

$$\Delta P_{jet} = \Delta P(t) \cdot \Delta P(\theta) \cdot \Delta P(\delta) \cdot \max(\mathbf{n} \cdot \mathbf{m}, 0) \quad (1090)$$

関数$\Delta P(t)$はセンサーで指定される時間で自動的にシフトし、注入をアクティブ化します。

8. ここで、mは要素の中心をセグメント($N_1 1$と$N_3 3$)上に投影したポイントから要素の中心までの正規化ベクトル、θはベクトルMN_2とmの間の角度(単位は度)、δは要素の中心から、要素の中心をセグメント($N_1 1$と$N_3 3$)上に投影したポイントまでの距離です。

ポイントのセグメント($N_1 1$と$N_3 3$)上への投影は、ポイントをMN_2の方向に向けてライン($N_1 1$と$N_3 3$)上へ投影したものとして定義されます。この場合、投影先がセグメント($N_1 1$と$N_3 3$)に含まれる必要があります。投影先がセグメントに含まれない場合、ポイントのセグメント($N_1 1$とN_3)上への投影は、$N_1 1$または$N_3 3$のうち、近い方の節点として定義されます。

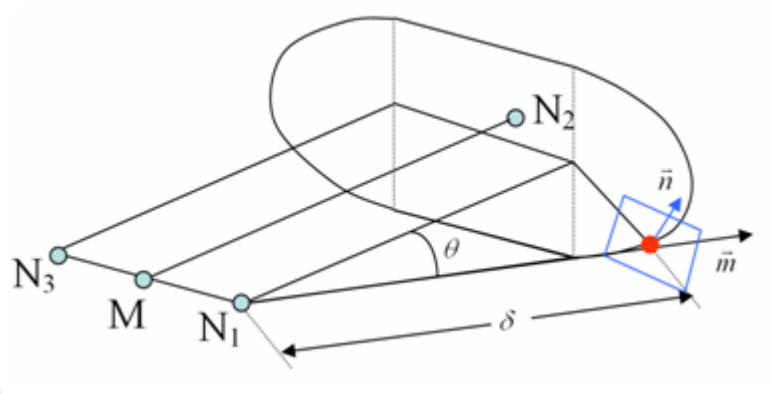


図 *296:* ジェット機の上反角

ここで、Mは$N_1 1$と$N_3 3$の間

9. *node_ID*$_3 3$ = 0の場合、*node_ID*$_3 3$は*node_ID*$_1 1$に設定され、二面体は円錐形に減少します。

10. *fct_ID*$_v$ = 0の場合：等エンタルピー流出が想定されます。0でない場合はChemkinモデルが使用され、流出速度は次の式で求められます：

$$v = Fscale_v \cdot f_v(P - P_{ext}) \quad (1091)$$

ここで、$\mathbf{f}_v$は*fct_ID*$_v$の関数です。

- 等エンタルピーモデル

  放出、すなわちモニター体積からの気体の排出は等エンタルピーであると想定されます。

  また、流動は衝撃がなく、大容量の容器から流出し、有効表面積Aの狭い開口部を通ると想定されます。

  エンタルピー保存則から、ベントホールにおける速度uが導出されます。したがって、Bernouilli式は次のように記述されます。

  (モニター体積) $\frac{\gamma}{\gamma - 1}\frac{P}{\rho} = \frac{\gamma}{\gamma - 1}\frac{P_{ext}}{\rho_{vent}} + \frac{u^2}{2}$ (ベントホール)

断熱条件を適用すると、次の式になります。

（モニター体積）$\frac{P}{\rho^{\gamma}} = \frac{P_{ext}}{\rho_{vent}{}^{\gamma}}$（ベントホール）

ここで、Pはエアバッグに流入する気体の圧力、ρはエアバッグに流入する気体の密度です。

したがって、流出速度は次の式によって定義されます：

$$u^2 = \frac{2\gamma}{\gamma - 1}\frac{P}{\rho}\left(1 - \left(\frac{P_{ext}}{P}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}\right) \quad (1092)$$

超音速流れでは、流出速度はSupersonic Outlet Flow理論マニュアルの記述で決められます。

質量の流出速度は次の式によって定義されます。

$$\dot{m}_{out} = \rho_{vent} * vent\_holes\_surface * u = \rho\left(\frac{P_{ext}}{P}\right)^{\frac{1}{\gamma}} * vent\_holes\_surface * u \quad (1093)$$

エネルギーの流出速度は次の式によって定義されます：

$$\dot{E}_{out} = \dot{m}_{out}\frac{E}{\rho V} = \left(\frac{P_{ext}}{P}\right)^{\frac{1}{\gamma}} * vent\_holes\_surface * u\frac{E}{V} \quad (1094)$$

ここで、Vはエアバッグの体積、Eはエアバッグに流入する気体の内部エネルギーです。

- Chemkinモデル

$$\dot{m}_{out} = \rho \cdot vent\_holes\_surface \cdot \mathrm{f}_v(P - P_{ext}) \cdot Fscale_v \quad (1095)$$

ここで、ρはエアバッグ内部の気体の密度、$\mathbf{f}_v$は*fct_ID*の関数$_v$

11. ベントホールの面積は、次のように計算されます：

$$vent\_holes\_area = A_{vent} \cdot A_{non\_impacted} \cdot \mathrm{f}_t(t) \cdot \mathrm{f}_P(P - P_{ext}) \cdot \mathrm{f}_A\left(\frac{A_{non\_impacted}}{A_0}\right) + B_{vent} \cdot A_{impacted} \cdot \mathrm{f}_t(t) \cdot \mathrm{f}_P(P - P_{ext}) \cdot \mathrm{f}_A\left(\frac{A_{impacted}}{A_0}\right) \quad (1096)$$

ここで、衝撃を受けるサーフェスは：

$$A_{impacted} = \sum_{e \in S_{vent}} \frac{n_c(e)}{n(e)} A_e \quad (1097)$$

衝撃を受けないサーフェスは：

$$A_{non\_impacted} = \sum_{e \in S_{vent}} \left(1 - \frac{n_c(e)}{n(e)}\right) A_e \quad (1098)$$

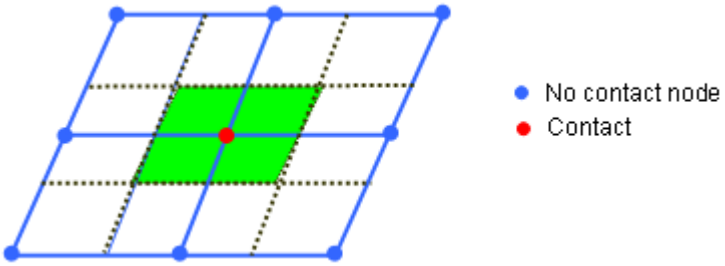


図 *297:*

ここで、エアバッグ材料の各要素eに対して、$n_c(e)$は、要素を定義している$n(e)$節点のうち衝撃を受ける節点の数、A_eは要素eの面積

また、

A_0はサーフェス*surf_ID*の初期面積$_V$

f_t、f_Pおよびf_Aは*fct_ID*$_t$、*fct_ID*$_P$および*fct_ID*の関数$_A$

f$_{t'}$、*f*$_{P'}$、および*f*$_{A'}$は、*fct_ID*$_t$、*fct_ID*$_P$、および*fct_ID*$_A$の関数。

12. 関数*fct_ID*$_{t''}$と*fct_ID*$_{P''}$を指定しなかった場合（識別子が0）、これらは1に等しいとみなされます。

13. 関数*fct_ID*$_{A'}$は次のようにみなされます：

$f_A(A) = A$ これが指定されなかった場合

14. ベントホールと多孔サーフェス領域の接触ブロックについては、対応するインターフェース（インターフェースTYPE7またはTYPE23の3行目）でフラグ*I*$_{BAG}$を1に設定する必要があります。そうしなかった場合は、衝撃でインターフェースに押し込まれる節点は、*A*$_{impacted}$と*A*$_{non_impacted}$に関する前の式の被衝撃節点と見なされません。

15. ベントホールとチャンバー間コンポーネントは、エアバッグ（チャンバー）の外部サーフェスに含まれている必要があります。

16. 気体注入をアクティブ化するセンサーが存在しない場合、時間*T*が*T*$_{start}$*START*より大きくなるか、ΔtP_{def}で指定された時間よりも長い時間、圧力*P*が*P*$_{def}$値を超えると、ベントホールと空隙がアクティブになります。

17. 少なくとも1つのインジェクターがセンサーでアクティブになっている場合、排気、空隙、および連結オプションのアクティブ化は*I*$_{ttf}$で制御されます。

*Tinj*は、センサーによって最初のインジェクターがアクティブになる時間です。

I$_{inj}$ = 0：

	排気、空隙	連結
アクティブ化	$P > \Delta P_{def}$の場合にΔtP_{def}よりも長い時間、または $T > T_{start}$	$P > \Delta P_{Cdef}$の場合にΔtP_{Cdef}よりも長い時間、または $T > T_{com}$
非アクティブ化	*T*$_{stop}$*STOP*	なし
時間依存関数	シフトなし	シフトなし

I$_{ttf}$ = 3：

	排気、空隙	連結
アクティブ化	$T > T_{inj}$および$P > \Delta P_{def}$の場合、$\Delta t P_{def}$よりも長い時間、または $T > T_{inj} + T_{start}$	$T > T_{inj}$および$P > \Delta P_{Cdef}$の場合、$\Delta t P_{Cdef}$よりも長い時間、または $T > T_{inj} + T_{com}$
非アクティブ化	$T_{inj} + T_{stop}$	なし
時間依存関数	右記によってシフト; $T_{inj} + T_{start}$	右記によってシフト; $T_{inj} + T_{com}$

関連する他のすべての曲線は、対応する排気、空隙、または連結のオプションがアクティブな場合にアクティブになります。

I_{ttf}の値の多様性は、これまでの経緯に起因しています。I_{ttf} =1および 2の値は廃止されているので、使用しないでください。通常使用する値は、I_{ttf}=0(シフトなし)またはI_{ttf}=3(関連するすべてのオプションがT_{inj}だけシフト)です。

18. 空隙率定式化による漏れについて、質量の流出速度は次のように計算されます:

- *Iformps* = 0 $\dot{m}_{out} = A_{eff}\sqrt{2P\rho}\,Q^{\frac{1}{\gamma}}\sqrt{\frac{\gamma}{\gamma-1}\left[1-Q^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}\right]}$ (Isentropic - Wang Nefske)

  ここで、

  $$Q = \frac{P_{ext}}{P} \qquad (1099)$$

  また、$A_{eff} = C_{ps} \cdot Area_{ps}$または $A_{eff} = C_{ps}(t) \cdot \text{Area}_{ps}(P - P_{ext})$

  有効な排気面積A_{eff}がエアバッグの繊維材料によって変化することはありません。
- *Iform*$_{ps}$ > 0の場合、有効な排気面積A_{eff}は、TYPE19またはTYPE58の繊維材料に関する/LEAK/MATの入力に従って計算されます。
- *Iformps* = 1 $\dot{m}_{out} = A_{eff}\sqrt{2P\rho}\,Q^{\frac{1}{\gamma}}\sqrt{\frac{\gamma}{\gamma-1}\left[1-Q^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}\right]}$ (Isentropic - Wang Nefske)
- *Iform*$_{ps}$ = 2 $\dot{m}_{out} = A_{eff}\rho v(P - P_{ext})$

  ここで、*v*は気体の流出速度(Chemkin)
- *Iformps*= 3 $\dot{m}_{out} = A_{eff}\sqrt{2\rho(P - P_{ext})}$ (Graefe)

19. 漏れのブロックをアクティブにすると(*Iblockage*=1)、有効な排気面積は次のように変更されます:

$$A_{eff} = A_{non\_impacted} \qquad (1100)$$

*Anon_impacted*は衝撃を受けないサーフェスです。11

ブロックは、関係する接触インターフェース(インターフェースTYPE7およびTYPE23の行3)において、フラグI_{BAG}が1に設定された場合にのみアクティブになります。

20. 1つの多室型エアバッグにおいて、/MONVOL/COMMUカードと/MONVOL/COMMU1カードを組み合わせることはできません。ただし、同じモデル内で、エアバッグごとに異なる多室型エアバッグを使用することはできます(/MONVOL/COMMUまたは/MONVOL/COMMU1に基づく)。

21. 気体の注入をアクティブ化するセンサーが存在しない場合、$T > T_{com}$となるか、$\Delta t P_{Cdef}$よりも長い時間、圧力がΔP_{Cdef}を超えると、連結サーフェスが開きます。17

22. 連結サーフェスS_{com}は、次のように計算されます:

- *surf_ID*=0の場合、

$$S_{com} = A_{com} \cdot \mathrm{f}_{Ct}(t) \cdot \mathrm{f}_{CP}(\Delta P) \tag{1101}$$

- *surf_ID* > 0で*Area*が*surf_ID*のサーフェスの場合、

$$S_{com} = A_{com} \cdot Area \cdot \mathrm{f}_{Ct}(t) \cdot \mathrm{f}_{CP}(\Delta P) \tag{1102}$$

ここで、ΔPはチャンバーと$\mathbf{f}_{Ct}$の圧力差、$\mathbf{f}_{CP}$は*fct_ID*$_{Ct}$および*fct_ID*の関数$_{CP}$

23. 失われた熱流量は次の式によって定義されます:

$$\dot{\mathrm{Q}}(x, t) = H_{conv} \cdot \mathrm{Area}(x, t) \cdot (\mathrm{T}(x, t) - T_0) \tag{1103}$$

See Also

/MONVOL/COMMU1 (Starter)

エアバッグのモデル化

RD-E:0401 運転席側エアバッグ

/MONVOL/FVMBAG1

ブロックフォーマットのキーワード
有限体積法エアバッグを記述します。ここでは、使用されなくなった類似キーワード/MONVOL/FVMBAG（廃止）より柔軟な入力が可能です。

- 個別の/MAT/GASカードで指定される気体材料
- 個別の/PROP/INJECT1または/PROP/INJECT2カードで指定される注入気体混合物とインジェクタープロパティ
- 指定された座標系における自動有限体積メッシング（フレームで指定）。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MONVOL/FVMBAG1/*monvol_ID*/*unit_ID*									
monvol_title									
$surf\_ID_{ex}$		H_{conv}							
$Ascale_t$		$Ascale_P$		$Ascale_S$		$Ascale_A$		$Ascale_D$	
mat_ID				P_{ext}EXT		T_0		I_{equil}EQUIL	I_{ttf}

インジェクタの数

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
N_{jet}									

各インジェクタについて定義

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
inject_ID	*sens_ID*	$surf\_ID_{inj}$							
fct_ID_{vel}		$Fscale_{vel}$							

ベントホールと多孔繊維サーフェスの数

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
N_{vent}	$N_{porsurf}$								

N_{vent}個のベントホールを定義（ベントホールあたり4行）

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$surf\_ID_v$	$I_{form}FORM$	A_{vent}		B_{vent}				$vent\_title$	
$T_{start}START$		$T_{stop}STOP$		ΔP_{def}		ΔtP_{def}			I_{dtPdef}
fct_ID_t	fct_ID_P	fct_ID_A		$Fscale_t$		$Fscale_P$		$Fscale_A$	
$fct\_ID_{t'}$	$fct\_ID_{P'}$	$fct\_ID_{A'}$		$Fscale_{t'}$		$Fscale_{P'}$		$Fscale_{A'}$	

各多孔サーフェスに対して挿入

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$surf\_ID_{ps}$	$Iform_{ps}$	$Iblockage$						$surface\_title$	
$T_{start}START$		$T_{stop}STOP$		ΔP_{def}		ΔtP_{def}			

Chemkinモデルのデータ（$I_{form}FORM$ = 2または$Iform_{ps}$ =2の場合のみ読み出し）

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
fct_ID_V		$Fscale_V$							

有限体積メッシングパラメータ

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$frame\_ID$	$kmesh$	T_{switch}			I_{switch}	P_{switch}			
L_1		L_2		L_3					
Nb_1	Nb_2	Nb_3	$grbric\_ID$	$surf\_ID_{in}$	I_{ref}				
I_{gmerg}		$Cgmerg$		C_{nmerg}		P_{tole}			
q_a		q_b		H_{min}		ΔT_{sca}		$\Delta T_{\min}$	
I_{lvout}	N_{layer}	N_{facmax}	N_{ppmax}	I_{fvani}					

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
$monvol\_ID$	モニター体積識別子	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
monvol_title	モニター体積のタイトル （文字、最大100文字）	
$surf\_ID_{ex}$	外部サーフェス識別子 12 （整数）	
H_{conv}	熱伝達係数 24 （実数）	$\left[\frac{W}{m^2K}\right]$
$Ascale_t$	時間ベースの関数に対する横軸のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	[s]
$Ascale_P$	圧力ベースの関数に対する横軸のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	[Pa]
$Ascale_S$	面積ベースの関数に対する横軸のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	$[m^2]$
$Ascale_A$	角度ベースの関数に対する横軸のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	[rad]
$Ascale_D$	距離ベースの関数に対する横軸のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	[m]
mat_ID	初期気体材料識別子 （整数）	
$P_{ext}EXT$	外部圧力 （実数）	[Pa]
T_0	初期温度 デフォルト = 295K（実数）	[K]
$I_{equil}EQUIL$	初期熱力学的つり合いフラグ	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 0 エアバッグに初期充填されている気体の質量は、時間ゼロにおける体積に対して決定されます。 *= 1* FVMシミュレーションの開始が、インジェクタのセンサーで指定されているTTF(Tiime to Fire)にシフトされます。 (整数)	
I_{ttf}	時間シフトフラグ 少なくとも1つの注入センサーが指定されている場合のみアクティブ。センサーで指定されているTTFの時間に注入が開始されたときの排気オプションと空隙オプションの時間シフトを決定します。 *= 0*(デフォルト) *=1*および*2* 廃止 *=3* すべてのオプションをシフト 8 (整数)	
N_{jet}	インジェクタの数 (整数)	
inject_ID	インジェクタプロパティ識別子 (整数)	
sens_ID	センサーの識別子 (整数)	
$surf\_ID_{inj}$	インジェクタサーフェス識別子(インジェクタごとに異なる必要がある) (整数)	
fct_ID_{vel}	注入気体速度識別子 (整数)	
$Fscale_{vel}$	注入気体速度スケールファクター デフォルト = 1.0(実数)	$[\frac{m}{s}]$
N_{vent}	ベントホールの数 (整数)	

フィールド	内容	**SI**単位の例
$N_{porsurf}$	多孔サーフェスの数 15 （整数）	
$surf\_ID_v$	ベントホール領域サーフェス識別子 （整数）	
$I_{form}FORM$	排気の定式化 6 *= 0* 1に設定 *= 1*（デフォルト） 等エンタルピー *= 2* Chemkin *= 3* 局所 *= 4* 等エンタルピーで気体（*mat_ID*）流入の可能性あり （整数）	
A_{vent}	ベントホール面積に対するスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	
B_{vent}	衝撃を受けるベントホール面積に対するスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	
vent_title	ベントホールのタイトル （文字、最大20文字）	
$T_{start}START$	排気の開始時間 デフォルト = 0（実数）	[s]
$T_{stop}STOP$	排気の停止時間 デフォルト = 10^{30}（実数）	[s]
ΔP_{def}	ベントホール膜を開口する圧力差 $\Delta P_{def} = P_{def} - P_{ext}$ デフォルト = 0（実数）	[Pa]
ΔtP_{def}	圧力がP_{def}を超えてベントホール膜が開口するまでの最短時間	[s]

フィールド	内容	**SI**単位の例
	デフォルト = 0（実数）	
I_{dtPdef}	ΔP_{def}に到達した場合の時間遅延フラグ： *= 0* 排気をアクティブにするには、ΔtP_{def}の累積時間の間、圧力がΔP_{def}を超える必要があります。 *= 1* 排気は、ΔP_{def}に到達した後、ΔtP_{def}が経過すると、アクティブになります。 （整数）	
fct_ID$_t$	空隙率対時間関数識別子 （整数）	
fct_ID$_P$	空隙率対圧力関数識別子 （整数）	
fct_ID$_A$	空隙率対面積関数識別子 （整数）	
Fscale$_t$	*fct_ID*$_t$のスケールファクター。 デフォルト = 1.0（実数）	
Fscale$_P$	*fct_ID*$_P$のスケールファクター。 デフォルト = 1.0（実数）	
Fscale$_A$	*fct_ID*$_A$のスケールファクター。 デフォルト = 1.0（実数）	
fct_ID$_{t'}$	接触時の空隙率対時間関数識別子 （整数）	
fct_ID$_{P'}$	接触時の空隙率対圧力関数識別子 （整数）	
fct_ID$_{A'}$	接触時の空隙率対被衝撃サーフェス関数識別子 （整数）	
Fscale$_{t'}$	*fct_ID*$_{t'}$のスケールファクター。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	デフォルト = 1.0（実数）	
$Fscale_{P'}$	$fct_ID_{P'}$のスケールファクター。 デフォルト = 1.0（実数）	
$Fscale_{A'}$	$fct_ID_{A'}$のスケールファクター。 デフォルト = 1.0（実数）	
$surf\_ID_{ps}$	多孔サーフェス識別子 （整数）	
$Iform_{ps}$	空隙率定式化 *= 1*（デフォルト） Bernouilli（Wang & Nefske） *= 2* Chemkin *= 3* Graefe （整数）	
Iblockage	接触時の漏れをブロックするフラグ（$Iform_{ps} > 0$） *= 0* なし *= 1* あり （整数）	
surface_title	多孔サーフェスのタイトル （文字、最大20文字）	
fct_ID_V	流出速度対相対圧力関数識別子 （整数）	
$Fscale_V$	fct_ID_Vに対するスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	$\left[\frac{m}{s}\right]$
frame_ID	ベクトル$\mathbf{V}_1$、$\mathbf{V}_2$、$\mathbf{V}_3$および原点$\mathbf{O}$の定義で使用するフレーム識別子 デフォルト = 全体フレームが使用される（整数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
kmesh	FVMBAG自動メッシングオプション 26 *grbric_ID*=0の場合のみ使用: *= 1* 形状の平面カットに基づく多面体エアバッグ体積メッシング *= 2* 内部および外部エアバッグサーフェスを使った四面体エアバッグ体積メッシング *= 4* 内部および外部エアバッグサーフェスを使った四面体エアバッグ体積メッシングとRadiossフォーマットの生成されたテトラメッシュの出力 *= 12* 内部および外部エアバッグサーフェスを使った四面体エアバッグ体積メッシング(HyperMeshテトラメッシャー) *= 14* 内部および外部エアバッグサーフェスを使った四面体エアバッグ体積メッシング(HyperMeshテトラメッシャー)テトラメッシュは、ファイルにRadiossフォーマットで出力されます。 (整数)	
T_{switch}	FVMからUP(均等圧力)定式化に切り替わるためのエアバッグの始動時間後の時間量。31 デフォルト = 1e30 (実数)	[s]
I_{switch}	FVMからUPに切り替わるためのフラグ *= 0*(デフォルト) 均等圧力に切り替わりません有限体積法が使用されます。 *= 1* P_{switch}またはT_{switch}基準に達した際に、均一の圧力に切り替わります。 *= 2* P_{switch}またはT_{switch}基準に達した際に、単一有限体積に切り替わります。 (整数)	
P_{switch}	FVMからUPへの切り替えをもたらすFV標準偏差圧力の平均圧力に対する割合。33 デフォルト = 0.0(実数)	
L_1	長さL_1	[m]

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（実数）	
L_2	長さL_2 （実数）	[m]
L_3	長さL_3 （実数）	[m]
Nb_1	方向1における有限体積の数 デフォルト = 1（整数）	
Nb_2	方向2における有限体積の数 デフォルト = 1（整数）	
Nb_3	方向3における有限体積の数 デフォルト = 1（整数）	
grbric_ID	ユーザー定義のソリッドグループの識別子 （整数）	
$surf\_ID_{in}$	内部サーフェス識別子 27 （整数）	
I_{ref}	参照ジオメトリ上に自動FVMメッシュを適用するためのフラグ。*kmesh*=1の場合のみ使用 25 = *0*（デフォルト） 折りたたまれたエアバッグをメッシングに使用 = *1* 参照エアバッグをメッシングに使用 （整数）	
I_{gmerg}	全体結合定式化のフラグ 20 = *1*（デフォルト） 結合に現在の平均体積を使用 = *2* 結合に初期平均体積を使用 （整数）	
C_{gmerg}	全体結合の係数 20	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（実数）	
C_{nmerg}	近傍結合の係数 20 （実数）	
P_{tole}	有限体積識別用の許容値 デフォルト = 10^{-5}（実数）	
q_a	2次体積粘性。 デフォルト = 0.0（実数）	
q_b	線形体積粘性。 デフォルト = 0.0（実数）	
H_{min}	浸透性を有する三角形の最小の高さ 22 （実数）	[m]
ΔT_{sca}	エアバグタイムステップのスケールファクター Engineで/DT/FVMBAGを使用すると、この値を無効にします。 デフォルト = 0.9	
$\Delta T_{\min}$	エアバグに対する最小時間ステップ。 Engineで/DT/FVMBAGを使用すると、この値を無効にします。	
I_{lvout}	出力レベル = *0*（デフォルト） FVMエアバッグについての限られた情報が出力されます。 = *1* FVMについて可能な情報すべてが出力されます。 （整数）	
N_{layer}	$\mathbf{V}_3$方向に折りたたまれているエアバッグの層数の推定値 23 デフォルト = 10（整数）	
N_{facmax}	最初の自動メッシングステップにおける有限体積の影響を受けるエアバッグセグメントの推定最大数 デフォルト = 20（整数）	
N_{ppmax}	多角形の頂点の推定最大数	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	デフォルト = 20（整数）	
I_{fvani}	有限体積のRadioss StarterアニメーションA000ファイルへの書き込みフラグ *= 0* なし *= 1* あり （実数）	

コメント

1. エアバッグの外部サーフェスは、4節点シェル要素と3節点シェル要素のみで構築されている必要があります。/SURF/SEGオプションでエアバッグの外部サーフェスを定義することはできません（/SURF/SEGでサブサーフェスを定義した場合は、/SURF/SURFで定義することもできません）。
2. 外部サーフェスは、法線が外向きの閉じたボリュームで構成される必要があります。
3. 横軸のスケールファクターは、エアバッグ関数の横軸の単位を変換するために使用されます。たとえば：

$$\mathrm{F}(t') = \mathrm{f}_t\left(\frac{t}{Ascale_t}\right) \tag{1104}$$

ここで、

t	時間
f_t	*fct_ID*の関数$_t$

$$\mathrm{F}(P') = \mathrm{f}_P\left(\frac{P}{Ascale_P}\right) \tag{1105}$$

ここで、

P	圧力
f_P	*fct_ID*の関数$_P$ これらのオプションは廃止されています。通常は、代わりに曲線のスケーリングパラメータを使用します。

4. エアバッグ外側の空気の圧力と温度と、エアバッグ内部の空気の初期圧力と温度は、P_{ext}*EXT*およびT_0に設定されます。
5. *FVMBAG1*内の気体流は有限体積を使用して求められます。

   これらの有限体積の一部は、エアバッグ内部に配置され、特定のパートまたは内部体積全体を満たしているソリッドのグループを通してユーザーが入力できます。ユーザー定義ソリッドによって離散化されていない内部体積部分がまだ存在する場合、残りの体積は自動メッシュ生成プロシージャによって生成されます。この機能を使用して、例えばキャニスターをモデル化できます。

有限体積は、三角端面のセット内に存在します。これらの頂点は、必ずしもエアバッグの節点と一致する必要はありません。エアバッグの外皮をモデル化する場合、4節点膜または3節点膜を使用できますが、3節点膜の使用を推奨します。

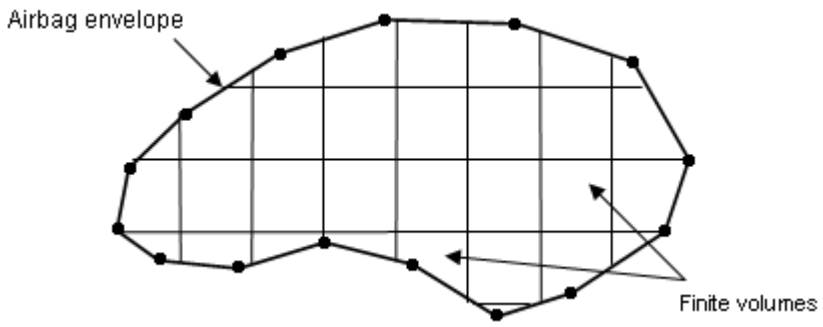


図 *298:*

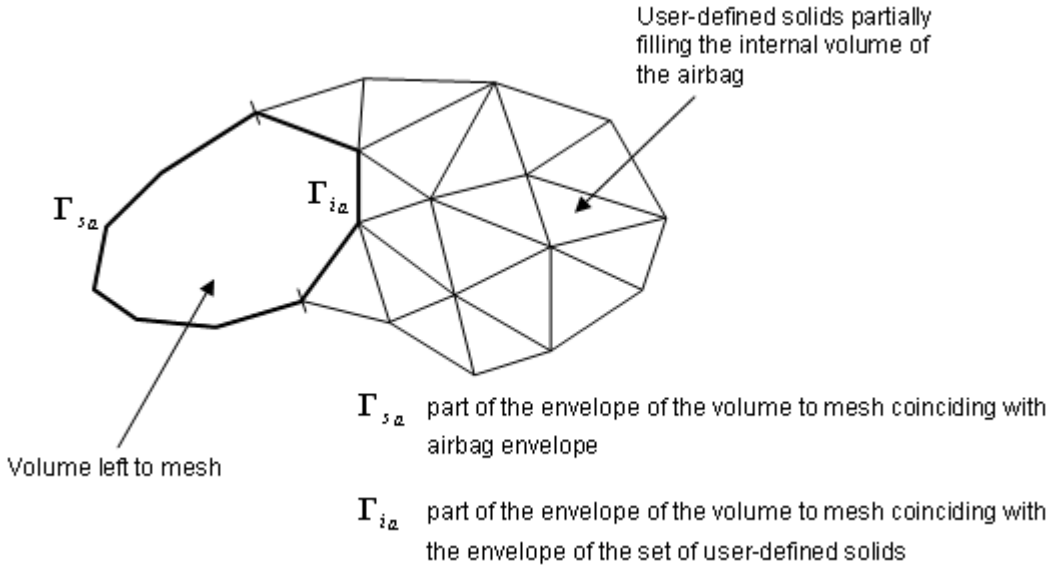


図 *299:*

6. ベントホールを通じた排気:

I_{form}FORM = 1の場合、通気速度は、エアバッグ内の局所圧力を使用してBernoulli式によって計算されます。

流出速度は次の式で与えられます。

$$u^2 = \frac{2\gamma}{\gamma - 1}\frac{P}{\rho}\left(1 - \left(\frac{P_{ext}}{P}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}\right) \qquad (1106)$$

質量の流出速度は次の式によって定義されます。

I_{form}FORM = 2の場合、通気速度はChemkin式によって計算されます。

$$v = Fscale_v \cdot f_v(P - P_{ext}) \qquad (1107)$$

ここで、f_vは*fct_ID*$_v$によって定義されます。

I_{form}*FORM* = 3の場合、通気速度は、ベントホールサーフェスに垂直な局所流体速度の成分に等しくなります。局所密度と局所エネルギーが、穴を通過する流出質量と流出エネルギーの計算に使用されます。

7. 気体注入をアクティブ化するセンサーが存在しない場合、時間*T*がT_{start}*START*より大きくなるか、ΔtP_{def}で指定された時間よりも長い時間、圧力*P*がP_{def}値を超えると、ベントホールと空隙がアクティブになります。
8. 少なくとも1つのインジェクターがセンサーでアクティブになっている場合、排気オプションと空隙オプションのアクティブ化はI_{ttf}で制御されます。

   *Tinj*は、センサーによって最初のインジェクターがアクティブになる時間です。

   I_{ttf} = 0

	排気、空隙
アクティブ化	$P > \Delta P_{def}$の場合にΔtP_{def}よりも長い時間、または $T > T_{start}$
非アクティブ化	T_{stop}*STOP*
時間依存関数	シフトなし

   I_{ttf} = 3

	排気、空隙
アクティブ化	$T > T_{inj}$および$P > \Delta P_{def}$の場合、ΔtP_{def}よりも長い時間、または $T > T_{inj} + T_{start}$
非アクティブ化	$T_{inj} + T_{stop}$
時間依存関数	右記によってシフト; $T_{inj} + T_{start}$

   関連する他のすべての曲線は、対応する排気、空隙、または連結のオプションがアクティブな場合にアクティブになります。

   I_{ttf}の値の多様性は、これまでの経緯に起因しています。I_{ttf} =1および 2の値は廃止されているので、使用しないでください。通常使用する値は、I_{ttf}=0（シフトなし）またはI_{ttf}=3（関連するすべてのオプションがT_{inj}だけシフト）です。
9. *surf_ID*$_v$ ≠ 0（*surf_ID*$_v$が定義されている）の場合、ベントホール面積は次のように計算されます：

$$vent\_holes\_area = A_{vent} \cdot \mathrm{f}_A\left(\frac{A}{A_0}\right) \cdot \mathrm{f}_t(t) \cdot \mathrm{f}_P(P - P_{ext}) \quad (1108)$$

   ここで、

   A

   サーフェス*surf_ID*の面積$_v$

   A_0

   サーフェス*surf_ID*の初期面積$_v$

f_t、f_P、f_A
fct_ID$_t$、*fct_ID*$_P$および*fct_ID*の関数$_A$

10. ベント閉鎖がアクティブになった場合、ベントホールのサーフェスは次のように計算されます：

$$vent\_holes\_area = A_{vent} \cdot A_{non\_impacted} \cdot f_t(t) \cdot f_P(P - P_{ext}) \cdot f_A\left(\frac{A_{non\_impacted}}{A_0}\right) \quad (1109)$$

$$+ B_{vent} \cdot A_{impacted} \cdot f_t(t) \cdot f_P(P - P_{ext}) \cdot f_A\left(\frac{A_{impacted}}{A_0}\right) \quad (1110)$$

ここで、衝撃を受けるサーフェスは：

$$A_{impacted} = \sum_{e \in S_{vent}} \frac{n_c(e)}{n(e)} A_e \quad (1111)$$

衝撃を受けないサーフェスは：

$$A_{non\_impacted} = \sum_{e \in S_{vent}} \left(1 - \frac{n_c(e)}{n(e)}\right) A_e \quad (1112)$$

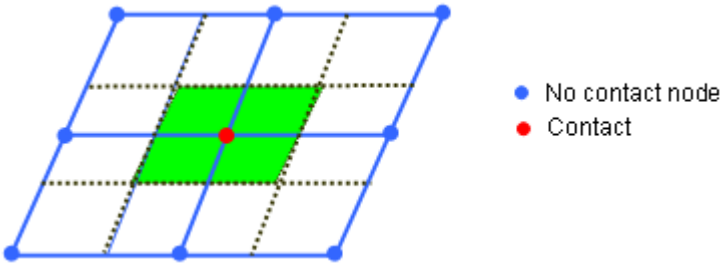


図 *300:*

ここで、ベントホール*surf_ID*$_v$の各要素*e*に対して、$n_c(e)$は、要素を定義している節点$n(e)$のうち衝撃を受ける節点の数を表しています。

A_0はサーフェス*surf_ID*の初期面積$_v$

f_t、f_P、およびf_Aは、*fct_ID*$_t$、*fct_ID*$_P$、および*fct_ID*の関数。$_A$

$f_{t'}$、$f_{P'}$、および$f_{A'}$は、*fct_ID*$_{t'}$、*fct_ID*$_{P'}$、および*fct_ID*の関数。$_{A'}$

11. *surf_ID*$_v$ = 0（*surf_ID*$_v$が定義されていない）（I_{form}*FORM*=1または2）の場合、Starterエラーが出力されてRadiossが終了します。

12. 関数*fct_ID*$_t$と*fct_ID*$_P$を指定しなかった場合（識別子が0）、これらは1に等しいとみなされます。

13. 関数*fct_ID*$_A$は、指定されなかった場合、1であるとみなされます。

14. ベントホールと多孔サーフェス領域の接触ブロックについては、対応するインターフェース（インターフェース/INTER/TYPE7または/INTER/TYPE23の3行目）でフラグI_{BAG}を1に設定する必要があります。そうしなかった場合は、衝撃でインターフェースに押し込まれる節点は、$A_{impacted}$と$A_{non_impacted}$に関する前の式の被衝撃節点と見なされません。

15. 空隙率定式化による漏れについて、質量の流出速度は次のように計算されます：

- $Iform_{ps}$ = 1 $\dot{m}_{out} = A_{eff}\sqrt{2P\rho}\,Q^{\frac{1}{\gamma}}\sqrt{\frac{\gamma}{\gamma-1}\left[1-Q^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}\right]}$ (Isentropic - Wang Nefske)
- $Iform_{ps}$ = 2 $\dot{m}_{out} = A_{eff}\rho v(P-P_{ext})$

  ここで、vは気体の流出速度(Chemkin)
- $Iformps$= 3 $\dot{m}_{out} = A_{eff}\sqrt{2\rho(P-P_{ext})}$ (Graefe)

有効な排気面積A_{eff}は、TYPE19またはTYPE58の繊維材料に関する/LEAK/MATの入力に従って計算されます。

16. 漏れのブロックをアクティブにすると($Iblockage$=1)、有効な排気面積は次のように変更されます:

$$A_{eff} = A_{non\_impacted} \tag{1113}$$

$A_{non\_impacted}$ は衝撃を受けないサーフェスです。10

ブロックは、関係する接触インターフェース(インターフェースTYPE7およびTYPE23の行3)において、フラグI_{BAG}が1に設定された場合にのみアクティブになります。

17. 自動有限体積メッシングパラメータ

18. 有限体積は2つのステップで生成されます。

- 第1ステップでは、エアバッグの外皮上に排他的に配置された頂点が生成されます。外皮の変形に合わせて有限体積を更新したり、以下の手順に対応したりできます(分かりやすくするために2次元で表示):

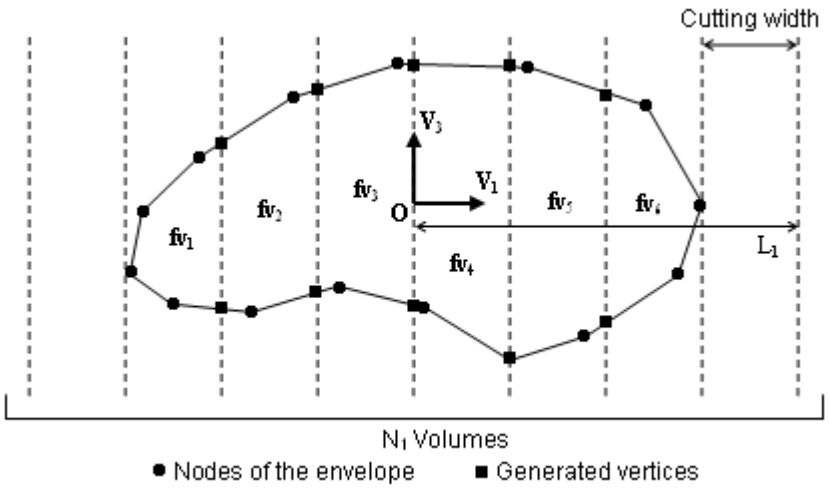


図 *301:*

この手順では、方向$\mathbf{V}_3$(指定された切断方向)と方向$\mathbf{V}_1$の入力が必要です。切断方向に垂直な平面内の2つ目の方向$\mathbf{V}_2$が計算されます。$\mathbf{V}_1$と$\mathbf{V}_2$の両方向で有限体積を配置して、切断幅を決定するためには、原点Oだけでなく、原点から正と負の両方向でカウントされた長さL_iとステップ数N_iも指定する必要があります。カッティング幅は次のように与えられます:

$$W_i = \frac{2L_i}{N_i} \tag{1114}$$

原点Oおよび長さL_i(Oからの正方向と負方向の両方を含む)によって水平面($\mathbf{V}_3$に対して垂直)内に描かれるボックスには、水平面に投影されたメッシュにその体積の外皮の境界ボックスが含まれている必要があります。これは、この体積全体が有限体積に分割されることを保証するために必要です。

- 第2ステップでは、有限体積の水平切断が実行されますが、堅く折りたたまれたエアバッグの場合はほとんど役に立たない可能性があります。この作業は、特に、エアバッグを広げる前に注入気体によって満たされたキャニスター内で注入を行う場合に必要です。

この第2ステップでは、エアバッグ内部に配置された頂点が生成される場合があります。エアバッグの膨張に合わせて頂点を移動するために、エアバッグの外皮上に配置された2つの頂点間の垂直セグメント(方向$\mathbf{V}_3$と並行)にそれぞれの頂点が取り付けられます(図 301)。その参照セグメント内部の頂点の局所座標は、膨張プロセスを通して一定に保たれます。

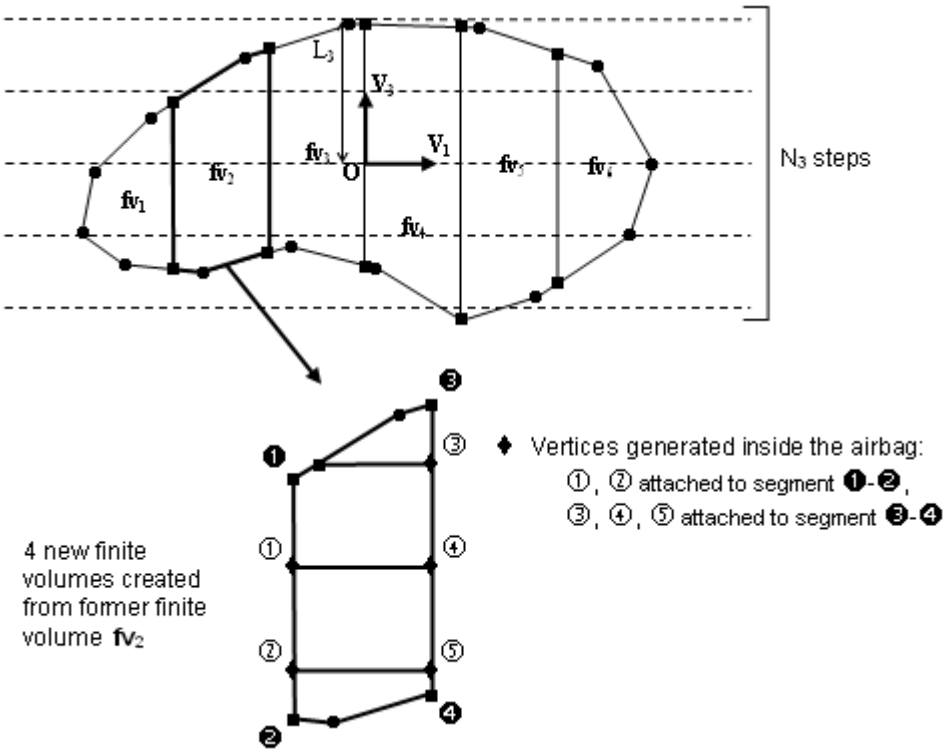


図 *302:*

水平切断幅は次の式で与えられます:

$$W_3 = \frac{2L_3}{N_3} \qquad (1115)$$

原点Oおよび長さL_3(正方向と負方向の両方を含む)によって$\mathbf{V}_3$方向に与えられるセグメントには、$\mathbf{V}_3$方向のメッシュ投影に体積の外皮の境界ボックスが含まれる必要はありません。これは、2番目のステップでは既存の有限体積のみがカットされるためです。

19. 自動メッシングに実際に使用されるベクトル$\mathbf{V}_1$は、ベクトル$\mathbf{V}_3$に対して入力ベクトルが直交化されたあとで取得されます。

20. エアバッグの膨張プロセス中に有限体積がエラーになる(体積が負の内部質量になるか、エネルギーが負になる)場合は、計算を継続するために、その近傍のいずれかと結合されます。次の2つの結合アプローチが使用されます。

- 全体結合: 有限体積は、その体積がすべての有限体積の平均体積に特定の係数をかけた値より小さくなった場合に結合されます。フラグI_{gmerg}は、平均体積として現在の平均体積を使用するか(I_{gmerg} =1)、初期平均体積を使用するか(I_{gmerg} =2)を指定します。平均体積から最小体積を求めるための係数は、C_{gmerg}です。
- 近傍結合: 有限体積は、その体積が近傍の平均体積に特定の係数をかけた値より小さくなった場合に結合されます。平均体積から最小体積を求めるための係数は、C_{nmerg}です。

21. C_{gmerg}とC_{nmerg}の両方が0でない場合は、両方の結合アプローチが同時に使用されることを意味します。強い衝撃を与える場合は、q_a = 1.1およびq_b = 0.05を設定することを推奨します。

22. 2層の布が物理的に接触している場合は、有限体積間に流れが発生しないはずです。インターフェースギャップが原因で数値的にはこのようになりません。H_{min} は、浸透性を有する三角面の最小の高さを表しています。この値よりも小さい三角面は、不浸透性を有します。その値は、エアバッグのセルフ接触インターフェースのギャップに近づける必要があります。

23. N_{layer}、N_{facmax}、N_{ppmax}は、有限体積作成プロセスを支援するメモリパラメータです。これらの値を変更しても、計算が停止することはありません。値を増やすと、自動メッシングのためのメモリ量が増え、計算時間が短縮されます。

24. 有限体積作成プロセスでは、最初に、平面多角形が作成され、その後で、閉じた多面体に組み立てられ、三角端面に分解されます。N_{ppmax} は、これらの多角形に含まれる頂点の最大数です。

25. 参照形状に基づく自動有限体積メッシングは、フラグI_{ref}=1でアクティブにできます。これは//REFSTAと/XREFに基づいた参照形状にのみ働きます。結合解除された参照形状/EREFが使用された場合、このフラグはサポートされません。I_{ref}=1の場合、自動メッシングのフレーム定義では、折りたたまれていない参照形状を参照する必要があります。

26. オプション*kmesh*は、内部エアバッグ体積のFVMメッシングのタイプをコントロールします。2017.2以前は、多面体メッシング法*kmesh* =1がデフォルトの手法でした。*grbric_ID* ≠ 0の場合、*kmesh*は無視され、テトラFVMメッシュがユーザーにより指定されます。

27. 内部サーフェスまたはバッフルをモニター体積内の気体流れの障害物として考慮に用いるには、サーフェス*surf_ID*$_{in}$を使用します。内部サーフェスは、モニター体積が不規則多面体で自動的にメッシュ化されている場合、またはモニター体積の外部および内部サーフェス節点と一致する節点があるTETRA4（HEXAおよびPENTAの場合もあります）のように、モニター体積がソリッド要素で満たされている場合のみ、FVMで考慮されます（これらのソリッドは*grbrick_ID*で定義する必要があります）。材料モデルがLAW19またはLAW58の内部サーフェス繊維にのみ、空隙率を、0（空隙率なし）から1（空隙率完全）（ベント）の範囲で適用できます。気体流の方向が内部サーフェスの法線方向と反対の場合は、内部サーフェス上でインジェクターサーフェスも定義できます。

28. 失われた熱流量は次の式によって定義されます：

$$\dot{Q}(x,t) = H_{conv} \cdot \mathrm{Area}(x,t) \cdot \left(T(x,t) - T_0\right) \qquad (1116)$$

29. ベントホールのサーフェスの要素（*surf_ID*$_v$）がインジェクター（*surf_ID*$_{inj}$）に属している場合、この要素はベントホールから無視されます。t = 0の時点で計算される定数の補正係数*f*がベントホールのサーフェス全体に適用されます：

$$f = \frac{S_{vent}}{S_{vent} - S_{injector}} \qquad (1117)$$

30. 多孔サーフェスの要素もインジェクタ（*surf_ID*$_{inj}$）に属している場合、この要素は多孔サーフェスから無視されます。

31. T_{switch}を均等圧力に切り替える時間は、始動時間に比例します。

32. オプションI_{switch}=2を使用すると、有限体積が1つしか残っていない場合でも、エアバッグは常に有限体積法で計算されます。気体パラメータは、単一の有限体積に切り替える前と後で同じです。一定圧力法（I_{switch}=1）に切り替えた場合、圧力または気体に多少の変動が見られる場合があります。

33. *Pswitch*は、エアバッグの平均圧力に対する有限体積圧力の平均偏差の比率です。

$$P_{switch} = \frac{\mathrm{SD(FV\ pressure)}}{\mathrm{Average\ pressure}} \qquad (1118)$$

この比率は、/TH/MONVOL変数*UPCRIT*を用いて出力することができます。P_{switch} は各有限体積内の圧力がエアバッグ内の平均圧力に近づくにつれてゼロに近づきます。

See Also
FVMBAG1エアバッグのモデリングガイドライン

/MONVOL/FVMBAG2

ブロックフォーマットのキーワード
入力を/MONVOL/FVMBAG1のように簡素化した有限体積法エアバッグについて説明します。

- 個別の/MAT/GASカードで指定される気体材料
- 個別の/PROP/INJECT1または/PROP/INJECT2カードで指定される注入気体混合物とインジェクタープロパティ

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MONVOL/FVMBAG2/*monvol_ID*/*unit_ID*									
monvol_title									
$surf\_ID_{ex}$	$surf\_ID_{in}$	H_{conv}							
mat_ID				$P_{ext}EXT$		T_0			I_{ttf}

インジェクタの数

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
N_{jet}									

続く行を*Njet*回繰り返して記述し、各インジェクターを定義

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
inject_ID	*sens_ID*	$surf\_ID_{inj}$							

ベントホールと多孔繊維サーフェスの数

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
N_{vent}	$N_{porsurf}$								

*Nvent*個のベントホールを定義（ベントホールごとに4行、必要に応じてChemkinベントの行）

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$surf\_ID_v$	$I_{form}FORM$	A_{vent}		B_{vent}				*vent_title*	
$T_{start}START$		$T_{stop}STOP$		ΔP_{def}		ΔtP_{def}			I_{dtPdef}
fct_ID_t	fct_ID_P	fct_ID_A		$Fscale_t$		$Fscale_P$		$Fscale_A$	

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$fct\_ID_{t'}$	$fct\_ID_{P'}$	$fct\_ID_{A'}$		$Fscale_{t'}$		$Fscale_{P'}$		$Fscale_{A'}$	

Chemkinモデルのデータ（$I_{form}FORM$ = 2の場合読み取り専用）

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
fct_ID_V		$Fscale_V$							

*Nporsurf*個の多孔サーフェスを定義（多孔サーフェスごとに2行、必要に応じてChemkin空隙率の行）

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$surf\_ID_{ps}$	$Iform_{ps}$	*Iblockage*						*surface_title*	
$T_{start}START$		$T_{stop}STOP$		ΔP_{def}		ΔtP_{def}			

Chemkinモデルのデータ（$Iform_{ps}$ = 2の場合は読み取りのみ）

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$fct\_ID\_ps_V$		$Fscale\_ps_V$							

数値パラメータとメッシングパラメータ

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
C_{gmerg}		T_{switch}			I_{switch}	P_{switch}			
ΔT_{sca}		$\Delta T_{\min}$							

定義

フィールド	内容	SI単位の例
monvol_ID	モニター体積識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
monvol_title	モニター体積のタイトル	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（文字、最大100文字）	
surf_ID$_{ex}$	外部サーフェス識別子 1 2 （整数）	
surf_ID$_{in}$	内部サーフェス識別子 （整数）	
H_{conv}	熱伝達係数 17 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{W}}{\mathrm{m^2K}}\right]$
mat_ID	初期気体材料識別子 （整数）	
P_{ext}*EXT*	外部圧力 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
T_0	初期温度 デフォルト = 295K（実数）	$[\mathrm{K}]$
I_{ttf}	時間シフトフラグ 少なくとも1つの注入センサーが指定されている場合のみアクティブ。センサーで指定されているTTFの時間に注入が開始されたときの排気オプションと空隙オプションの時間シフトを決定します。 = *0*（デフォルト） =*1*および*2* 廃止 =*3* すべてのオプションをシフト 7 （整数）	
N_{jet}	インジェクタの数 （整数）	
inject_ID	インジェクタプロパティ識別子 （整数）	
sens_ID	センサーの識別子 （整数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
$surf\_ID_{inj}$	インジェクタサーフェス識別子（インジェクタごとに異なる必要がある） （整数）	
N_{vent}	ベントホールの数 （整数）	
$N_{porsurf}$	多孔サーフェスの数 （整数）	
$surf\_ID_{v}$	ベントホール領域サーフェス識別子 （整数）	
I_{form}*FORM*	排気の定式化 5 *= 0* 1に設定 *= 1*（デフォルト） 等エンタルピー *= 2* Chemkin *= 3* 局所 *= 4* 等エンタルピーで気体（*mat_ID*）流入の可能性あり （整数）	
A_{vent}	$surf_ID_{v} \neq 0$の場合：ベントホール面積に対するスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	
	$surf_ID_{v} \neq 0$の場合：ベントホール面積 デフォルト = 0.0（実数）	$[m^2]$
B_{vent}	$surf_ID_{v} \neq 0$の場合：衝撃を受けるベントホール面積に対するスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	
	$surf_ID_{v} = 0$の場合：B_{vent} ベントホール面積に対し0にリセットされます。 デフォルト = 0.0（実数）	$[m^2]$
vent_title	ベントホールのタイトル	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（文字、最大20文字）	
T_{start}*START*	排気の開始時間 デフォルト = 0（実数）	[s]
T_{stop}*STOP*	排気の停止時間 デフォルト = 10^{30}（実数）	[s]
ΔP_{def}	ベントホール膜を開口する圧力差 $\Delta P_{def} = P_{def} - P_{ext}$ デフォルト = 0（実数）	[Pa]
ΔtP_{def}	圧力がP_{def}を超えてベントホール膜が開口するまでの最短時間 デフォルト = 0（実数）	[s]
I_{dtPdef}	ΔP_{def}に到達した場合の時間遅延フラグ： *= 0* 排気をアクティブにするには、ΔtP_{def}の累積時間の間、圧力がΔP_{def}を超える必要があります。 *= 1* 排気は、ΔP_{def}に到達した後、ΔtP_{def}が経過すると、アクティブになります。 （整数）	
fct_ID$_t$	ベント面積スケールファクター対時間の関数の識別子。 （整数）	
fct_ID$_P$	ベント面積スケールファクター対圧力の関数の識別子。 （整数）	
fct_ID$_A$	ベント面積スケールファクター対面積の関数の識別子。 （整数）	
Fscale$_t$	*fct_ID*$_t$のスケールファクター。 デフォルト = 1.0（実数）	
Fscale$_P$	*fct_ID*$_P$のスケールファクター。 デフォルト = 1.0（実数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
$Fscale_A$	fct_ID_Aのスケールファクター。 デフォルト = 1.0（実数）	
$fct\_ID_{t'}$	接触時のベント面積スケールファクター対時間の関数の識別子。 （整数）	
$fct\_ID_{P'}$	接触時のベント面積スケールファクター対圧力の関数の識別子。 （整数）	
$fct\_ID_{A'}$	接触時のベント面積スケールファクター対被衝撃サーフェス面積の関数の識別子。 （整数）	
$Fscale_{t'}$	$fct_ID_{t'}$のスケールファクター。 デフォルト = 1.0（実数）	
$Fscale_{P'}$	$fct_ID_{P'}$のスケールファクター。 デフォルト = 1.0（実数）	
$Fscale_{A'}$	$fct_ID_{A'}$のスケールファクター。 デフォルト = 1.0（実数）	
fct_ID_v	流出速度関数識別子（Chemkin モデル、$I_{form}FORM$ = 2の場合のみ） （整数）	
$Fscale_v$	fct_ID_vに対するスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	$[\frac{m}{s}]$
$surf\_ID_{ps}$	多孔サーフェス識別子 （整数）	
$Iform_{ps}$	空隙率定式化 *= 1*（デフォルト） Bernouilli（Wang & Nefske） *= 2* Chemkin *= 3* Graefe	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	
Iblockage	接触時の多孔からの漏れに対するブロックを指定するフラグ（$Iform_{ps} > 0$） *= 0* なし *= 1* あり （整数）	
surface_title	多孔サーフェスのタイトル （文字、最大20文字）	
$fct\_ID\_ps_V$	流出速度対相対圧力関数識別子 （整数）	
$Fscale\_ps_V$	$fct_ID_ps_V$に対するスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	$\left[\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\right]$
C_{gmerg}	全体結合の係数 16 デフォルト = 0.02（実数）	
T_{switch}	FVMからUP（均等圧力）定式化に切り替わるためのエアバッグの始動時間後の時間量。20 デフォルト = 1e30（実数）	$[\mathrm{s}]$
I_{switch}	FVMからUPに切り替わるためのフラグ *= 0*（デフォルト） 均等圧力に切り替わりません有限体積法が使用されます。 *= 1* P_{switch}またはT_{switch}基準に達した際に、均一の圧力に切り替わります。 *= 2* P_{switch}またはT_{switch}基準に達した際に、単一有限体積に切り替わります。 （整数）	
P_{switch}	FVMからUPへの切り替えをもたらすFV標準偏差圧力の平均圧力に対する割合。22 デフォルト = 0.0（実数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
ΔT_{sca}	エアバッグタイムステップのスケールファクター Engineで/DT/FVMBAGを使用すると、この値を無効にします。 デフォルト = 0.9	
$\Delta T_{\min}$	エアバッグに対する最小時間ステップ。 Engineで/DT/FVMBAGを使用すると、この値を無効にします。	

コメント

1. エアバッグの外部サーフェスは、4節点シェル要素と3節点シェル要素のみで構築されている必要があります。/SURF/SEGオプションでエアバッグの外部サーフェスを定義することはできません(/SURF/SEGでサブサーフェスを定義した場合は、/SURF/SURFで定義することもできません)。
2. 外部サーフェスは、法線が外向きの閉じたボリュームで構成される必要があります。
3. モデルの正しい単位を、/BEGINで定義するか、*unit_ID*で参照しているローカルの/UNITで定義する必要があります。気体定数、注入速度、事前定義の気体材料は、モデルで定義している単位に基づいて設定されます。
4. エアバッグ外側の空気の圧力と温度と、エアバッグ内部の空気の初期圧力と温度は、P_{ext}*EXT*およびT_0に設定されます。
5. ベントホールを通じた排気:

   I_{form}*FORM* = 1の場合、通気速度は、エアバッグ内の局所圧力を使用してBernoulli式によって計算されます。

   流出速度は次の式で与えられます。

   $$u^2 = \frac{2\gamma}{\gamma - 1}\frac{P}{\rho}\left(1 - \left(\frac{P_{ext}}{P}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}\right) \qquad (1119)$$

   質量の流出速度は次の式によって定義されます。

   I_{form}*FORM* = 2の場合、通気速度はChemkin式によって計算されます。

   $$v = Fscale_v \cdot f_v(P - P_{ext}) \qquad (1120)$$

   ここで、f_vはfct_ID_vによって定義されます。

   I_{form}*FORM* = 3の場合、通気速度は、ベントホールサーフェスに垂直な局所流体速度の成分に等しくなります。局所密度と局所エネルギーが、穴を通過する流出質量と流出エネルギーの計算に使用されます。
6. 気体注入をアクティブ化するセンサーが存在しない場合、時間TがT_{start}*START*より大きくなるか、ΔtP_{def}で指定された時間よりも長い時間、圧力PがP_{def}値を超えると、ベントホールと空隙がアクティブになります。
7. 少なくとも1つのインジェクターがセンサーでアクティブになっている場合、排気オプションと空隙オプションのアクティブ化はI_{ttf}で制御されます。

   *Tinj*は、センサーによって最初のインジェクターがアクティブになる時間です。

   I_{ttf} = 0

	排気、空隙
アクティブ化	$P > \Delta P_{def}$の場合に$\Delta t P_{def}$よりも長い時間、または $T > T_{start}$
非アクティブ化	T_{stop}STOP
時間依存関数	シフトなし

I_{ttf} = 3

	排気、空隙
アクティブ化	$T > T_{inj}$および$P > \Delta P_{def}$の場合、$\Delta t P_{def}$よりも長い時間、または $T > T_{inj} + T_{start}$
非アクティブ化	$T_{inj} + T_{stop}$
時間依存関数	右記によってシフト; $T_{inj} + T_{start}$

関連する他のすべての曲線は、対応する排気、空隙、または連結のオプションがアクティブな場合にアクティブになります。

I_{ttf}の値の多様性は、これまでの経緯に起因しています。I_{ttf} =1および 2の値は廃止されているので、使用しないでください。通常使用する値は、I_{ttf}=0(シフトなし)またはI_{ttf}=3(関連するすべてのオプションがT_{inj}だけシフト)です。

8. *surf_ID*$_v$ ≠ 0(*surf_ID*$_v$が定義されている)の場合、ベントホール面積は次のように計算されます:

$$vent\_holes\_area = A_{vent} \cdot \mathrm{f}_A\left(\frac{A}{A_0}\right) \cdot \mathrm{f}_t(t) \cdot \mathrm{f}_P(P - P_{ext}) \quad (1121)$$

ここで、

A
: サーフェス*surf_ID*の面積$_v$

A_0
: サーフェス*surf_ID*の初期面積$_v$

f_t、f_P、f_A
: *fct_ID*$_t$、*fct_ID*$_P$および*fct_ID*の関数$_A$

9. ベント閉鎖がアクティブになった場合、ベントホールのサーフェスは次のように計算されます:

$$vent\_holes\_area = A_{vent} \cdot A_{non\_impacted} \cdot \mathrm{f}_t(t) \cdot \mathrm{f}_P(P - P_{ext}) \cdot \mathrm{f}_A\left(\frac{A_{non\_impacted}}{A_0}\right) \quad (1122)$$

$$+ B_{vent} \cdot A_{impacted} \cdot \mathrm{f}_t(t) \cdot \mathrm{f}_P(P - P_{ext}) \cdot \mathrm{f}_A\left(\frac{A_{impacted}}{A_0}\right) \quad (1123)$$

ここで、衝撃を受けるサーフェスは:

$$A_{impacted} = \sum_{e \in S_{vent}} \frac{n_c(e)}{n(e)} A_e \quad (1124)$$

衝撃を受けないサーフェスは:

$$A_{non\_impacted} = \sum_{e \in S_{vent}} \left(1 - \frac{n_c(e)}{n(e)}\right) A_e \quad (1125)$$

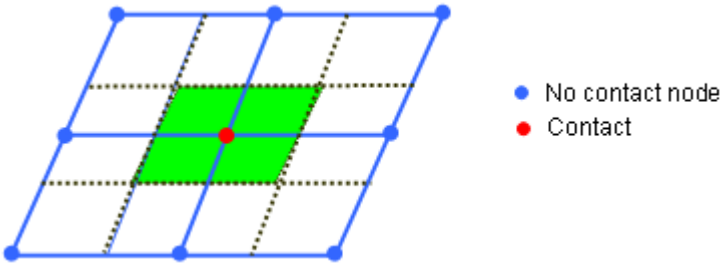


図 *303:*

ここで、ベントホール*surf_ID*$_v$の各要素*e*に対して、$n_c(e)$は、要素を定義している節点$n(e)$のうち衝撃を受ける節点の数を表しています。

A_0はサーフェス*surf_ID*の初期面積$_v$

f_t、f_P、およびf_Aは、*fct_ID*$_t$、*fct_ID*$_P$、および*fct_ID*の関数。$_A$

$f_{t'}$、$f_{P'}$、および$f_{A'}$は、*fct_ID*$_{t'}$、*fct_ID*$_{P'}$、および*fct_ID*の関数。$_{A'}$

10. Chemkin排気の定式化(*I*$_{form}$*FORM*=2)で*surf_ID*$_v$ = 0(*surf_ID*$_v$が定義されていない)の場合、Starterエラーが出力されてRadiossが終了します。

11. 関数*fct_ID*$_t$と*fct_ID*$_P$を指定しなかった場合(識別子が0)、これらは1に等しいとみなされます。

12. 関数*fct_ID*$_A$は、指定されなかった場合、1であるとみなされます。

13. ベントホールと多孔サーフェス領域の接触ブロックについては、対応するインターフェース(インターフェース/INTER/TYPE7または/INTER/TYPE23の3行目)でフラグI_{BAG}を1に設定する必要があります。そうしなかった場合は、衝撃でインターフェースに押し込まれる節点は、$A_{impacted}$と$A_{non_impacted}$に関する前の式の被衝撃節点と見なされません。

14. 空隙率定式化による漏れについて、質量の流出速度は次のように計算されます:

- *Iform*$_{ps}$ = 1 $\dot{m}_{out} = A_{eff}\sqrt{2P\rho}\,Q^{\frac{1}{\gamma}}\sqrt{\frac{\gamma}{\gamma-1}\left[1-Q^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}\right]}$ (Isentropic - Wang Nefske)
- *Iform*$_{ps}$ = 2 $\dot{m}_{out} = A_{eff}\rho v(P - P_{ext})$

  ここで、*v*は気体の流出速度(Chemkin)
- *Iformps*= 3 $\dot{m}_{out} = A_{eff}\sqrt{2\rho(P - P_{ext})}$ (Graefe)

有効な排気面積A_{eff}は、TYPE19またはTYPE58の繊維材料に関する/LEAK/MATの入力に従って計算されます。

15. 漏れのブロックをアクティブにすると(*Iblockage*=1)、有効な排気面積は次のように変更されます:

$$A_{eff} = A_{non\_impacted} \quad (1126)$$

$A_{non\_impacted}$ は衝撃を受けないサーフェスです。

ブロックがアクティブになるのは、関係する接触インターフェース（インターフェースTYPE7、TYPE19、およびTYPE23の行3）でフラグ*IBAG*を1に設定している場合のみです。

16. エアバッグの膨張プロセス中に有限体積がエラーになる（体積が負の内部質量になるか、エネルギーが負になる）場合は、計算を継続するために、その近傍のいずれかと結合されます。次の2つの結合アプローチが使用されます。
    - 全体結合：有限体積は、その体積がすべての有限体積の平均体積に特定の係数をかけた値より小さくなった場合に結合されます。フラグI_{gmerg}は、平均体積として現在の平均体積を使用するか（I_{gmerg} =1）、初期平均体積を使用するか（I_{gmerg} =2）を指定します。平均体積から最小体積を求めるための係数は、C_{gmerg}です。
    - 時間ステップで決まる結合：有限体積に対する時間ステップが、/DT/FVMBAGに定義した値未満の場合、その有限体積は隣接する有限体積と結合されます。
17. 失われた熱流量は次の式によって定義されます：

$$\dot{Q}(x,t) = H_{conv} \cdot \text{Area}(x,t) \cdot (T(x,t) - T_0) \qquad (1127)$$

18. ベントホールのサーフェスの要素（$surf\_ID_v$）がインジェクター（$surf\_ID_{inj}$）に属している場合、この要素はベントホールから無視されます。t = 0の時点で計算される定数の補正係数*f*がベントホールのサーフェス全体に適用されます：

$$f = \frac{S_{vent}}{S_{vent} - S_{injector}} \qquad (1128)$$

19. 多孔サーフェスの要素もインジェクタ（$surf\_ID_{inj}$）に属している場合、この要素は多孔サーフェスから無視されます。
20. T_{switch}を均等圧力に切り替える時間は、始動時間に比例します。
21. オプションI_{switch}=2を使用すると、有限体積が1つしか残っていない場合でも、エアバッグは常に有限体積法で計算されます。気体パラメータは、単一の有限体積に切り替える前と後で同じです。一定圧力法（I_{switch}=1）に切り替えた場合、圧力または気体に多少の変動が見られる場合があります。
22. *Pswitch*は、エアバッグの平均圧力に対する有限体積圧力の平均偏差の比率です。

$$P_{switch} = \frac{\text{SD(FV pressure)}}{\text{Average pressure}} \qquad (1129)$$

この比率は、/TH/MONVOL変数*UPCRIT*を用いて出力することができます。P_{switch} は各有限体積内の圧力がエアバッグ内の平均圧力に近づくにつれてゼロに近づきます。

/MONVOL/GAS

ブロックフォーマットのキーワード
理想気体のモニター体積タイプを記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MONVOL/GAS/*monvol_ID*/*unit_ID*									
monvol_title									
$surf\_ID_{ex}$	*I_equi*								
$Ascale_t$		$Ascale_P$		$Ascale_S$		$Ascale_A$		$Ascale_D$	
γ		μ		T_{relax}		$T_{ini}INI$		ρ_i	
$P_{ext}EXT$		P_{ini}		$P_{max}MAX$		V_{inc}		M_{ini}	
N_{vent}									

N_{vent}個のベントホール膜を定義（ベントホール膜あたり3行）

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$surf\_ID_v$	A_{vent}				$I_{deleted}$				
T_{vent}		ΔP_{def}		$\Delta t P_{def}$					
fct_ID_t	fct_ID_P	fct_ID_A		$Fscale_t$		$Fscale_P$		$Fscale_A$	

定義

フィールド	内容	SI単位の例
monvol_ID	モニター体積識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
monvol_title	モニター体積のタイトル （文字、最大100文字）	
$surf\_ID_{ex}$	外部サーフェス識別子 1	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	
I_equi	熱力学的つり合いフラグ 3 *= 0*（デフォルト） 一定の体積を使用して、目的の体積を満たすうえで必要な質量を計算します。 *=1* 目的の体積を満たすうえで必要な質量を計算する際に、体積の増加によって一定の温度が得られると見なします。 *=2* 目的の体積を満たすうえで必要な質量を計算する際に、増加する体積を断熱プロセスで使用します（温度は高くなることがあります）。 （整数）	
$Ascale_t$	時間ベースの関数に対する横軸のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	[s]
$Ascale_P$	圧力ベースの関数に対する横軸のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	[Pa]
$Ascale_S$	面積ベースの関数に対する横軸のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	[m²]
$Ascale_A$	角度ベースの関数に対する横軸のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	[rad]
$Ascale_D$	距離ベースの関数に対する横軸のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	[m]
γ	比熱の比 （実数） $\gamma = \frac{C_p}{C_v}$	
μ	体積粘性 デフォルト = 0.01（実数）	
T_{relax}	緩和時間 10 （実数）	[s]

フィールド	内容	**SI**単位の例
T_{ini}*INI*	初期温度 デフォルト = 295K（実数）	$[\mathrm{K}]$
ρ_i	モニター体積内部の初期質量密度。 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
P_{ext}*EXT*	外部圧力 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
P_{ini}	初期圧力 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
P_{max}*MAX*	最大圧力 5 デフォルト = 10^{30}（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
V_{inc}	非圧縮性体積 （実数）	$[\mathrm{m}^3]$
M_{ini}	初期（気体）質量 （実数）	$[\mathrm{kg}]$
N_{vent}	ベントホールの数 （整数）	
$surf\_ID_v$	ベントホール領域サーフェス識別子 8 （整数）	
A_{vent}	$surf_ID_v \neq 0$の場合：ベントホール面積に対するスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	
	$surf_ID_v \neq 0$の場合：ベントホール面積 デフォルト = 0.0（実数）	$[\mathrm{m}^2]$
$I_{deleted}$	$surf_ID_v \neq 0$の場合 $I_{deleted}$ = 0の場合：排気についてサーフェス$surf_ID_v$の面積が考慮されます。	
	$I_{deleted}$ = 1の場合：排気についてサーフェス$surf_ID_v$内部にある削除要素の面積が考慮されます。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	
T_{vent}	排気の開始時間 デフォルト = 0.0（実数）	[s]
ΔP_{def}	ベントホール膜を開口する圧力差$\Delta P_{def} = P_{def} - P_{ext}$ （実数）	[Pa]
ΔtP_{def}	圧力がP_{def}を超えてベントホール膜が開口するまでの最短時間 （実数）	[s]
fct_ID$_t$	空隙率対時間関数識別子 （整数）	
fct_ID$_P$	空隙率対圧力関数識別子 （整数）	
fct_ID$_A$	空隙率対面積関数識別子 （整数）	
Fscale$_t$	*fct_ID*$_t$のスケールファクター。 デフォルト = 1.0（実数）	
Fscale$_P$	*fct_ID*$_P$のスケールファクター。 デフォルト = 1.0（実数）	
Fscale$_A$	*fct_ID*$_A$のスケールファクター。 デフォルト = 1.0（実数）	

コメント

1. *surf_IDex*は、/SURF/SEGではなく、3節点または4節点シェル要素（ボイド要素の場合もあります）に関連付けられたセグメントを使用して定義する必要があります。
2. 体積は、閉じていて法線が外向きである必要があります。
3. デフォルトでは、*I_equi* =0とすることで、気体で満たす体積が増加しないと見なします。体積が増加する場合は、圧力がP_{ext}*EXT*に達しません。膨らむときに体積が増加する場合は、*I_equi* =1または2を使用し、初期温度と初期気体密度を定義します。
4. 横軸のスケールファクターは、エアバッグ関数の横軸の単位を変換するために使用されます。たとえば：

$$F(t') = f_t\left(\frac{t}{Ascale_t}\right) \quad (1130)$$

ここでtは時間、f_tは*fct_ID*$_t$の関数です。

$$F(P') = f_P\left(\frac{P}{Ascale_P}\right) \quad (1131)$$

ここでPは圧力、f_Pは*fct_ID*$_P$の関数です。

5. P_{max}*MAX*に達すると、外部圧力にリセットされ、排気の効果はなくなります。
6. $T > T_{vent}$の場合、または$\Delta t P_{def}$よりも長い時間、圧力が*Pdef*を超えた場合は、ベントホール膜は収縮します。
7. vent_holes_surface = $A_{vent} \cdot A \cdot f_A\left(\frac{A}{A_0}\right) \cdot f_P(P - P_{ext})$

   ここで、

A	サーフェス*surf_ID*$_v$の面積
***A*$_0$**	サーフェス*surf_ID*の初期面積$_v$
f_A	*fct_ID*の関数$_A$
f_P	*fct_ID*の関数$_P$

   関数f_P = *fct_ID*$_P$を指定しなかった場合（識別子が0）、これらは1に等しいとみなされます。

   関数f_A*fct_ID*$_A$を指定しなかった場合、$f_A\left(\frac{A}{A_0}\right) = 1$であるとみなされます。
8. *surf_ID*$_v$ ≠ 0（*surf_ID*$_v$が定義されている）の場合、ベントホール面積は次のように計算されます：

   vent_holes_area = $A_{vent} \cdot A \cdot f_A\left(\frac{A}{A_0}\right) \cdot f_t(t) \cdot f_P(P - P_{ext})$

   surf_IDv = 0（*surf_IDv*が定義されていない）場合。

   vent_holes_area = $A_{vent} \cdot f_t(t) \cdot f_P(P - P_{ext})$

   ここで、

A	サーフェス*surf_ID*の面積$_v$
f_A	*fct_ID*の関数$_A$
f_t	*fct_ID*の関数$_t$
f_P	*fct_ID*の関数$_P$

   関数f_t =*fct_ID*$_t$およびf_P =*fct_ID*$_P$を指定しなかった場合（識別子が0）、これらは1に等しいとみなされます。

   関数f_A =*fct_ID*$_A$は次のようにみなされます：

   $f_A(A) = A$ これが指定されなかった場合
9. タイヤのモデル化では、タイヤ内部の圧力を次のように計算します：

   $$P_{tire} = P_{ini} - P_{ext} \quad (1132)$$

したがって、$P_{ext}EXT$とP_{ini}を定義する必要があります。

10. 圧力は、$P_{ext}EXT$（時間$t=0$）からP_{ini}（時間$t=T_{relax}$）まで線形に適用されます。

See Also

エアバッグのモデル化

Monitored Volume PRES Type (Theory Manual)

RD-E:1200 ジャンプする自転車

/MONVOL/LFLUID

ブロックフォーマットのキーワード
モニター体積を使用して、線形流体の圧力を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MONVOL/LFLUID/*monvol_ID*/*unit_ID*									
monvol_title									
$surf\_ID_{ex}$									
$Ascale_t$		$Ascale_P$							
ρ									
fct_K	fct_Mt_{in}	*Fscale_K*		$Fscale\_Mt_{in}$					
fct_Mt_{out}	fct_Mp_{out}	$Fscale\_Mt_{out}$		$Fscale\_Mp_{out}$					
fct_P_{add}	fct_P_{max}	$Fscale\_P_{add}$		$Fscale\_P_{max}$					

定義

フィールド	内容	SI単位の例
monvol_ID	モニター体積識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
monvol_title	モニター体積のタイトル （文字、最大100文字）	
$surf\_ID_{ex}$	外部サーフェス識別子 （整数）	
$Ascale_t$	時間ベースの関数に対する横軸のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	[s]
$Ascale_P$	圧力ベースの関数に対する横軸のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	[Pa]

フィールド	内容	**SI**単位の例
ρ	流体密度。 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
fct_K	体積弾性率$K(t)$に対する荷重曲線識別子。 （整数）	
Fscale_K	体積弾性率または一定体積弾性率に対する荷重曲線スケールファクター。7	$[\mathrm{Pa}]$
fct_Mt$_{in}$	入力質量流速$\dot{m}_{in}(t)$に対する荷重曲線識別子。 （整数）	
Fscale_Mt$_{in}$	入力質量流速または一定入力質量流速に対する荷重曲線識別子。7	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{s}}\right]$
fct_Mt$_{out}$	質量流速$\dot{m}_{out}(t)$に対する荷重曲線識別子。 （整数）	
Fscale_Mt$_{out}$	出力質量流速または一定出力質量流速に対する荷重曲線識別子。7	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{s}}\right]$
fct_Mp$_{out}$	圧力の関数としての出力質量流速$\dot{m}_{out}(p)$に対する荷重曲線識別子。 （整数）	
Fscale_Mp$_{out}$	出力質量流速または一定出力質量流速に対する荷重曲線識別子。7	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{s}}\right]$
fct_P$_{add}$	追加圧力$P_{add}(t)$に対する荷重曲線識別子。 （整数）	
Fscale_P$_{add}$	追加圧力または一定追加圧力に対する荷重曲線スケールファクター。7	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{s}}\right]$
fct_P$_{max}$	最大圧力$P_{\max}(t)$に対する荷重曲線識別子。 （整数）	
Fscale_P$_{max}$	最大圧力または一定最大圧力に対する荷重曲線スケールファクター。7	$[\mathrm{Pa}]$

コメント

1. モニター体積の内側の圧力は次のように定義されます：

$$P(t) = K(t) \cdot \ln\left(\frac{V_0(t)}{V(t)}\right) + P_{add}(t) \quad (1133)$$

2. *surf_IDex*は、/SURF/SEGではなく、3節点または4節点シェル要素（ボイド要素の場合もあります）に関連付けられたセグメントを使用して定義する必要があります。
3. モニター体積のサーフェスを定義するシェル要素を削除したり、イローディングしたりしないでください。
4. 体積は、閉じていて法線が外向きである必要があります。
5. 横軸のスケールファクターは、エアバッグ関数の横軸の単位を変換するために使用されます。たとえば：

$$f(t) = \mathrm{f}\left(\frac{t}{Ascale_t}\right) \quad (1134)$$

ここで、*t*は時間です。

$$f(p) = f\left(\frac{p}{Ascale_P}\right) \quad (1135)$$

ここで、*p*は圧力です。

6. 流体質量は次のように計算されます：

$$m(t) = m(0) + \int_0^t \dot{m}_{in}(t)dt - \int_0^t \dot{m}_{out}(t)dt - \int_0^t \dot{m}_{out}(p)dt \quad (1136)$$

7. 荷重曲線識別子*fct_*が定義されている場合、*Fscale_*は、デフォルト値 = 1.0である荷重曲線のスケールファクターです：

$$K(t) = Fscale\_K \cdot fct\_K$$

荷重曲線識別子*fct_*が定義されていない場合、*Fscale_* は一定入力値を定義します：

$$K(t) = Fscale\_K$$

/MONVOL/PRES

ブロックフォーマットのキーワード
圧力荷重曲線のモニター体積タイプを記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MONVOL/PRES/*monvol_ID*/*unit_ID*									
monvol_title									
surf_ID$_{ex}$									
Ascale$_t$									
fct_ID	*Fscale*			*Itypfun*					

定義

フィールド	内容	SI単位の例
monvol_ID	モニター体積識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
monvol_title	モニター体積のタイトル （文字、最大100文字）	
surf_ID$_{ex}$	外部サーフェス識別子 （整数）	
Ascale$_t$	時間ベースの関数に対する横軸のスケールファクター 4 （実数）	[s]
fct_ID	相対圧力の荷重曲線識別子。 *Itypfun*=0の場合の関数識別子: $P_{rel} = fct\_ID\left(\frac{V_0}{V}\right)$ *Itypfun*=1の場合の関数識別子: $P_{rel} = fct\_ID(t)$ *Itypfun*=2の場合の関数識別子: $P_{rel} = fct\_ID\left(\frac{V}{V_0}\right)$	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	Itypfun=3の場合の関数識別子: $P_{rel} = fct\_ID(t)*\left(\frac{V_O}{V}\right)$ （整数）	
Fscale	相対圧力に対する荷重曲線のスケールファクター 4 デフォルト = 1.0（実数）	[Pa]
Itypfun	*fct_ID*で定義する相対圧力関数のタイプ。 *=0* 圧力タイプ: $P_{rel} = fct\_ID\left(\frac{V_0}{V}\right)$ *= 1* 圧力タイプ: $P_{rel} = fct\_ID(t)$ *=2* 圧力タイプ: $P_{rel} = fct\_ID\left(\frac{V}{V_0}\right)$ *=3* 圧力タイプ: $P_{rel} = fct\_ID(t)*\left(\frac{V_O}{V}\right)$ （整数）	

コメント

1. 相対圧力は次のように定義されます: *Prel* = モニター体積の内側の圧力 - 気圧
2. *surf_IDex*は、/SURF/SEGではなく、3節点または4節点シェル要素（ボイド要素の場合もあります）に関連付けられたセグメントを使用して定義する必要があります。
3. 体積は、閉じていて法線が外向きである必要があります。
4. 横軸のスケールファクターは、エアバッグ関数の横軸の単位を変換するために使用されます。たとえば:

$$F(t') = fct\_ID_t = f\left(\frac{t}{Ascale_t}\right) \quad (1137)$$

*t*は時間です。

$$F(P') = fct\_ID_P = f\left(\frac{P_{rel}}{Fscale}\right) \quad (1138)$$

P_{rel}は相対圧力です。

/PROP/INJECT1

ブロックフォーマットのキーワード
各構成気体について注入される質量を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/PROP/INJECT1/*inject_ID*/*unit_ID*									
inject_title									
N_{gases}	I_{flow}	$Ascale_T$							

N_{gases}種類の気体について混合データを定義します:

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
mat_ID^1	$fct\_ID_M^1$	$fct\_ID_T^1$		$Fscale_M^1$		$Fscale_T^1$			
mat_ID^2	$fct\_ID_M^2$	$fct\_ID_T^2$		$Fscale_M^2$		$Fscale_T^2$			
同様									
mat_ID^N	$fct\_ID_M^N$	$fct\_ID_N^T$		$Fscale_M^N$		$Fscale_T^N$			

定義

フィールド	内容	SI単位の例
inject_ID	インジェクタ識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
inject_title	インジェクタのタイトル （文字、最大100文字）	
N_{gases}	気体の種類 （整数）	
I_{flow}	質量エンティティ対時間関数の入力タイプフラグ **= 0** 質量が入力されます	

フィールド	内容	SI単位の例
	= 1 質量流量が入力されます - 時間に対する入力スケールファクターは質量流量に対しても適用されます （整数）	
$Ascale_T$	時間ベースの関数に対する横軸のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	$[\mathrm{s}]$
mat_ID^i	気体を識別する材料識別子 （整数）	
$fct\_ID_M^i$	注入気体の質量vs時間関数の識別子(*i=1,2...N*) （整数）	
$Fscale_M^i$	質量関数のスケールファクター(*i=1,2...N*) デフォルト = 1.0（実数）	$[\mathrm{kg}]$ または $\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{s}}\right]$
$fct\_ID_T^i$	注入気体温度対時間関数の識別子(*i=1,2...N*) （整数）	
$Fscale_T^i$	温度関数スケールファクター(*i=1,2...N*) デフォルト = 1.0（実数）	$[\mathrm{K}]$

See Also

エアバッグのモデル化

FVMBAG1エアバッグのモデリングガイドライン

/PROP/INJECT2

ブロックフォーマットのキーワード
各構成気体についての注入されるモル比率および注入される全質量を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/PROP/INJECT2/*inject_ID*/*unit_ID*									
inject_title									
N_{gases}	I_{flow}								
fct_ID_M	fct_ID_T	$Fscale_M$		$Fscale_T$		$Ascale_T$			

N_{gases}種類の気体の混合データを定義します。一定の気体混合に対してモル比率を定義するか、時間で変化する気体混合の関数を定義します。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
mat_ID^1		$Molar\_Fraction^1$		$fct\_ID^1_{mf}$					
mat_ID^2		$Molar\_Fraction^2$		$fct\_ID^2_{mf}$					
同様									
mat_ID^N		$Molar\_Fraction^N$		$fct\_ID^N_{mf}$					

定義

フィールド	内容	SI単位の例
inject_ID	インジェクタ識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
inject_title	インジェクタのタイトル （文字、最大100文字）	
N_{gases}	気体の種類 （整数、1 ≤N_{gases} ≥ 100）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
I_{flow}	質量対時間関数の入力タイプフラグ *= 0* 質量が入力されます *= 1* 質量流量が入力されます - 時間に対する入力スケールファクターは質量流量に対しても適用されます （整数）	
fct_ID_M	注入気体の質量対時間関数の識別子 （整数）	
fct_ID_T	注入気体の温度対時間関数の識別子 （整数）	
$Fscale_M$	質量関数のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	$[\mathrm{kg}]$ または $\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{s}}\right]$
$Fscale_T$	温度関数スケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	$[\mathrm{K}]$
$Ascale_T$	時間ベースの関数に対する横軸のスケールファクター 1 デフォルト = 1.0（実数）	$[\mathrm{s}]$
mat_ID^i	気体を識別する材料識別子(*i=1,2...N*) （整数）	
$Molar\_Fraction^i$	注入気体のモル比率(*i=1,2...N*) （実数）	
$fct\_ID^i_{mf}$	注入気体のモル比率対時間関数の識別子(*i=1,2...N*) （整数）	

コメント

1. *Molar_Fraction*の合計は、特定の時刻において1.0である必要があります。
2. $fct_ID^i_{mf}$は、時間で変化するモル比率の定義に使用される関数の識別子です。関数は、同じ時間の横軸で定義する必要があります。$fct_ID^i_{mf} > 0$の場合、*Molar_Fraction*は使用されません。

See Also
エアバッグのモデル化

拘束

ブロックフォーマットのキーワード
Radiossは多様な運動学的拘束をサポートしています。これらは主に構造内で加速度、速度、変位、または温度を強制したり、構造の動きを拘束するために使用されます。これらは、各自由度で相互に排他的です。同じ節点に適用された2つの運動条件は非適合になる可能性があります。

剛体

ブロックフォーマットのキーワード

/MERGE/RBODY

ブロックフォーマットのキーワード
エンティティのメイン剛体へのマージを定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MERGE/RBODY/*merge_ID*									
merge_title									
main_ID	*m_type*	*second_ID*	*s_type*	*Iflag*					

定義

フィールド	内容	SI単位の例
merge_ID	剛体のマージ識別子 （整数、最大10桁）	
merge_title	剛体のマージタイトル （文字、最大100文字）	
main_ID	メイン剛体の識別子 （整数、最大10桁）	
m_type	メイン剛体のタイプフラグ *=0* 1に設定 *= 1*（デフォルト） メインは/RBODYです。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	
second_ID	セカンダリ剛体の識別子 （整数、最大10桁）	
s_type	セカンダリエンティティタイプフラグ *= 0* 1に設定 *= 1*（デフォルト） セカンダリは/RBODYです。 *= 2* セカンダリは節点IDです。 *= 3* セカンダリは、節点グループ（/GRNOD）識別子です。 （整数）	
Iflag	マージオプションフラグ 2 *= 0* 2に設定 *= 1* セカンダリエンティティの質量および慣性は無視されます。マージされた剛体は、メイン剛体で定義されたプロパティを使用します。 *= 2*（デフォルト） セカンダリエンティティの質量および慣性は、マスター剛体に追加されます。メイン節点の位置は、マージされた剛体の新しい重心に移動されます。 *= 3* セカンダリエンティティの質量および慣性は、メイン剛体に追加されます。メイン節点の位置は、マージによって移動されません。 （整数）	

コメント

1. 行1を繰り返して、1ブロック内で複数の剛体のマージを定義できます。
2. すべての剛体節点（セカンダリおよびメイン）がメイン剛体のセカンダリ節点になります。
3. マージの前に、各セカンダリおよびメイン剛体の慣性、質量、および重心が、それらの/RBODYプロパティに基づいて計算されます。その後、セカンダリエンティティがメイン剛体にマージされ、新しい剛体プロパティが*Iflag*オプションに基づいて計算されます。

4. *s_type* =2（*node_ID*）および =3（/GRNOD）の場合、セカンダリエンティティは1つの/MERGE/RBODY内でのみ定義でき、/RBODYでは定義できません。
5. /MERGE/RBODYで定義されたメイン剛体は、別の/MERGE/RBODY内のセカンダリ剛体として定義できます。ただし、デバッグが困難になる可能性があるため、複雑な階層は避ける必要があります。
6. セカンダリ剛体のメイン節点に適用されるすべての運動条件、初速度、および重力荷重は無視されます。
7. セカンダリ剛体の*sens_ID*、*Skew_ID*、*Ispher*、*Ikrem*、*surf_ID*、および*Ioptoff*オプションは無視されます。マージされた剛体は、メイン剛体で定義されたフラグを使用します。
8. マージされた剛体は、/SENSOR、またはEngineファイルのオプション/RBODY/ONまたは/RBODY/OFFを使用して、アクティブ化または非アクティブ化することができます。
9. セカンダリ剛体が時刻歴出力で定義されている場合（/TH/RBODY）、セカンダリ剛体ではなく、メイン剛体が自動的に時刻歴出力に含まれます。
10. /MERGE/RBODYは、/INTER/TYPE21接触のメインサーフェスである剛体では使用できません。

See Also

陰解法の機能と互換性
運動条件の非適合
Rigid Body (Theory Manual)
Kinematic Conditions (FAQ)
Time Step (FAQ)

/RBE2

ブロックフォーマットのキーワード
独立自由度が単一の独立節点で指定された剛体と、従属自由度が任意の数の従属節点で指定された剛体を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/RBE2/*rbe2_ID*									
rbe2_title									
node_ID	$Trarot_{ref}$	*Skew_ID*	*grnd_ID*	I_{flag}*FLAG*					

定義

フィールド	内容	SI単位の例
rbe2_ID	剛体要素の識別子 （整数、最大10桁）	
rbe2_title	剛体要素のタイトル （文字、最大100文字）	
node_ID	独立節点識別子 （整数）	
$Trarot_{ref}$	従属成分に使用される自由度のコード **=0** フリー自由度 **=1** 固定自由度 （6つのブーリアン） すべての自由度で設定されるデフォルト（空白または6つのゼロ）	
Skew_ID	要素の局所スキュー識別子 （整数）	
grnd_ID	従属節点グループ識別子 （整数）	
I_{flag}*FLAG*	従属関係の定式化フラグ 1 **= 0**（デフォルト） 剛体定式化（OptiStruct） **= 1** 剛結定式化	

フィールド	内容	**SI単位の例**
	（整数）	

並進および回転のコード：***Trarot***

(1)-1	**(1)-2**	**(1)-3**	**(1)-4**	**(1)-5**	**(1)-6**	**(1)-7**	**(1)-8**	**(1)-9**	**(1)-10**
			T_X	T_Y	T_Z		ω_X	ω_Y	ω_Z

定義

フィールド	内容	**SI単位の例**
T_X	並進Tのコード$_X$ *=0* フリー自由度 *=1* 固定自由度 （ブーリアン）	
T_Y	並進Tのコード$_Y$ *=0* フリー自由度 *=1* 固定自由度 （ブーリアン）	
T_Z	並進Tのコード$_Z$ *=0* フリー自由度 *=1* 固定自由度 （ブーリアン）	
ω_X	回転のコード ω_X *=0* フリー自由度	

フィールド	内容	SI単位の例
	=1 固定自由度 （ブーリアン）	
ω_Y	回転のコード ω_Y *=0* フリー自由度 *=1* 固定自由度 （ブーリアン）	
ω_Z	回転のコード ω_Z *=0* フリー自由度 *=1* 固定自由度 （ブーリアン）	

コメント

1. *I_{flag}FLAG*では、次のように従属モーションの2つの定式化を使用できます：

   Iflag=0の場合

   $$\dot{\mathbf{u}}_s(\text{dependent translation}) = [Tra]\left(\dot{\mathbf{u}}_m + \dot{\mathbf{D}}_{sm} \bigotimes \dot{\boldsymbol{\theta}}_m\right) \quad (1139)$$

   $$\dot{\boldsymbol{\theta}}_s(rotation) = [Rot]\dot{\boldsymbol{\theta}}_m \quad (1140)$$

   Iflag=1の場合

   $$\dot{\mathbf{u}}_s(translation) = [Tra]\dot{\mathbf{u}}_m + \dot{\mathbf{D}}_{sm} \bigotimes [Rot]\dot{\boldsymbol{\theta}}_m \quad (1141)$$

   $$\overline{\boldsymbol{\theta}}_s(rotation) = [Rot]\overline{\boldsymbol{\theta}}_m \quad (1142)$$

   $$[Tra], [Rot] = \begin{bmatrix} i & 0 & 0 \\ 0 & j & 0 \\ 0 & 0 & k \end{bmatrix} \quad (1143)$$

   ここで、i、j、k=0、1

   デフォルトの定式化I_{flag}*FLAG* = 0は、OptiStructのRBE2に相当します。従属節点のグループのモーションは、常に6つの自由度を持つ1つの独立節点のモーションに応じて変化します。入力$Trarot_{ref}$は従属節点に適用され、要素は剛体のような挙動を示します。

2番目の定式化は/RLINKに似ていますが、並進と回転のつり合いが考慮されます。入力$Trarot_{ref}$は独立節点に適用されます。この定式化は、バージョン10.0.5以前で使用します。

2. 独立節点は有限要素に結合できます。独立節点は異なるRBE2の独立および / または従属節点として定義できますが、従属節点が運動条件の非適合を持つことはできません。
3. /RBE2の従属または独立節点を別の拘束方程式（運動条件）でも従属または独立節点とすることは推奨されません。ただし、階層のルールが守られている場合、これは許可されています: RBE2は、インターフェースTYPE2より高いレベルである必要がありますが（インターフェースTYPE2の独立節点はRBE2の従属節点になることができます）、RBE3とRBODYより低いレベルである必要があります。異なるRBE2間での階層が設定可能で、順番は自動的に変更され、Radioss Starterによって階層が決定されます。RBE2間の階層レベルが高すぎる場合は、エラーが出力されます。
4. /INTER/TYPE2、/RBE2、/RBE3、および/RBODYに関する階層ルールは以下のとおり:

   RBODY > RBE3 > RBE2 > INTERFACE TYPE2
5. /IOFLAGの*Ipri*をを使用すると、さらに多くの出力メッセージを取得できます:*Ipri* > 3の場合は、独立節点の新しい質量および慣性が出力されます。*Ipri* > 5の場合は、順序変更後の新しいRBE2識別子と階層レベルが出力されます。
6. RBE2は/RBODYとI_{spher}*SPHER*=1を使用するのと類似したスカラー慣性計算を用いています。

See Also

陰解法の機能と互換性

スキューとフレーム（/SKEW & /FRAME）

/RBODY

ブロックフォーマットのキーワード
剛体を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/RBODY/*rbody_ID*/*unit_ID*									
rbody_title									
node_ID	*sens_ID*	*Skew_ID*	*Ispher*	*Mass*		*grnd_ID*	*Ikrem*	*ICoG*	*surf_ID*
J_{XX}		J_{YY}		J_{ZZ}					
J_{XY}		J_{YZ}		J_{XZ}					
Ioptoff		I_{fail}*FAIL*							

I_{fail}*FAIL* = 1の場合、次の行を挿入

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
FN		*FT*		*expN*	*expT*				

定義

フィールド	内容	SI単位の例
rbody_ID	剛体の識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
rbody_title	剛体のタイトル （文字、最大100文字）	
node_ID	メイン（プライマリ）節点の識別子（重心） （整数）	
sens_ID	センサープロパティ識別子 6 *= 0* センサーは使用されません	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	
Skew_ID	スキューの識別子 （整数）	
Ispher	慣性フラグ 8 *= 0* 2に設定 *= 1* 慣性は球状に設定されます。 *=2*（デフォルト） 慣性は計算され、物理的ではない場合は自動的に修正されます。 *= 3* 慣性は、自動変更なしの入力として計算されます。 （整数）	
Mass	質量。 （実数）	[kg]
grnd_ID	セカンダリ節点グループ識別子 （整数）	
Ikrem	剛壁非アクティブ化フラグ *= 0*（デフォルト） 剛体のセカンダリ節点を剛壁から削除します。 *= 1* 剛体のセカンダリ節点を剛壁から削除しません。 （整数）	
ICoG	重心計算のフラグ 7 8 *= 0* 1に設定 *= 1*（デフォルト） 質量と慣性がメイン節点座標に追加されます。メインおよびセカンダリ節点の座標を使用して重心が計算され、計算された重心にメイン節点が移動されます。 *= 2* セカンダリ節点の質量を考慮して重心だけが計算されます。メイン節点は計算された重心に移動され、追加された質量と慣性は重心に配置されます。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 3 重心はメイン節点の座標に設定されます。追加された質量と慣性はメイン節点の座標に配置され、セカンダリ節点の質量と慣性が重心に移されます。メイン節点は移動されません。 *= 4* 重心はメイン節点の座標に設定され、追加された質量と慣性は重心に配置されます。セカンダリ節点の質量と慣性は無視されます。メイン節点は移動されません。 （整数）	
surf_ID	剛体のエンベロープサーフェスを定義するサーフェス識別子 （整数）	
J_{XX}	慣性J_{XX} （実数）	$[\mathrm{kg}\cdot\mathrm{m}^2]$
J_{YY}	慣性J_{YY} （実数）	$[\mathrm{kg}\cdot\mathrm{m}^2]$
J_{ZZ}	慣性J_{ZZ} （実数）	$[\mathrm{kg}\cdot\mathrm{m}^2]$
J_{XY}	慣性J_{XY} （実数）	$[\mathrm{kg}\cdot\mathrm{m}^2]$
J_{YZ}	慣性J_{YZ} （実数）	$[\mathrm{kg}\cdot\mathrm{m}^2]$
J_{XZ}	慣性J_{XZ} （実数）	$[\mathrm{kg}\cdot\mathrm{m}^2]$
Ioptoff	Radioss HMPPフラグに対する剛体のドメイン分割を管理します 5 *= 0*（デフォルト） ドメイン分割の荷重分散において、剛体に関連付けられている要素のCPUコストは考慮されません。 *= 1* ドメイン分割の荷重分散において、剛体に関連付けられている要素のCPUコストが考慮されます。 （整数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
I_{fail}*FAIL*	破壊基準 *= 0* 破壊なし *= 1* 破壊 （整数）	
FN	破壊時の垂直力 デフォルト = 10^{20}（実数）	[N]
FT	破壊における接線力 デフォルト = 10^{20}（実数）	[N]
expN	法線方向の破壊指数パラメータ デフォルト = 2（整数）	
expT	接線方向の破壊指数パラメータ デフォルト = 2（整数）	

コメント

1. 剛体はデフォルトでオンに設定されています。剛体に属するすべての要素は、Radioss Starterで非アクティブ化されます。
2. /IOFLAGで定義される*Ipri*フラグの値が5以上の場合は、非アクティブ化された要素のリストがStarter出力ファイル（`_0000.out`）に書き出されます。
3. 剛体をセンサと共に定義した場合（*sens_ID*≠ 0）、要素は非アクティブ化されず、この最適化は行われません。
4. デフォルトでは、非アクティブ化された要素のCPUコストはドメイン分割では考慮されません。
5. *Ioptoff*を1に設定すると、これらの要素は再度アクティブ化され、そのCPUコストがドメイン分割で継続的に考慮されます（Engine入力で剛体がオフに設定されている場合は利用価値があります）。
6. *sens_ID*≠ 0の場合：
   - 剛体は*sens_ID*でアクティブ化または非アクティブ化します。
   - 追加された質量（Mass）と追加された慣性（行4と5）は使用されません；
   - 重心計算（*ICoG*）フラグは無視されます；
   - 剛壁非アクティブ化（*Ikrem*）フラグは1です；
   - 剛体は、センサーがアクティブでない場合はアクティブになり、センサーがアクティブな場合は非アクティブになります。
   - シミュレーションの最初の時点（t = 0の時点）では、センサーがアクティブでない限り剛体がアクティブ化されます。

- シミュレーションの最初の時点（t = 0の時点）で剛体を非アクティブ化するには、t = 0の時点でアクティブなセンサーを使用してください。

7. Radioss Engine option /RBODYを使用して剛体がアクティブ化された場合は、重心計算フラグ（*ICoG*）が無視されます。剛体は、*ICoG* =2の場合の特性に関してアクティブになります。
8. *Ispher*、慣性フラグ

   最大主慣性と最小主慣性の比が1000より大きい場合、デフォルトのオプション*Ispher* = 2は、最大主慣性の10%を最小主慣性に加えます。これで、モデルの安定性が改善されます。

   剛体が、結合している要素と同等のサイズまたは小さい場合、球状慣性オプション*Ispher* = 1が推奨されます。1つの例として、2つのセカンダリ節点を持つ剛体が挙げられます。これは、剛体が結合している要素と同等のサイズまたは小さい場合に、接続されている要素の安定性を助けます。
9. エンベロープサーフェスには超楕円体のみを含める必要があります（サーフェスをご参照ください）。
10. 慣性はスキューシステムの参照フレームで指定されます。
11. デフォルトでは、全体参照フレームが使用されます。
12. /RBODYは剛体材料（/MAT/LAW13）と適合性がありません。
13. I_{fail}*FAIL*=1の場合、破壊基準の1つに達すると、剛体は非アクティブ化されます。

    1つのセカンダリ節点で次の破壊基準に達した場合。

$$\left(\frac{|F_N|}{FN}\right)^N + \left(\frac{|F_S|}{FT}\right)^M \geq 1 \qquad (1144)$$

ここで、

F_N	法線方向の力。
F_s	接線（せん断）平面での力。

また、

- 各セカンダリ節点の法線方向は、メイン節点からセカンダリ節点に定義されます。
- 接線方向は法線方向に垂直です。

See Also

陰解法の機能と互換性
スキューとフレーム（/SKEW & /FRAME）
ALE and CFD Kinematic Constraints (User Guide)
運動条件の非適合
RD-E: 0200 Snap-thru Roof
RD-E:0300 S字型ビームの圧壊
RD-E:1000: 曲げ
RD-E:1200 ジャンプする自転車
RD-E:1500 ギア
RD-E:1701 密度
RD-E:2202 SPHを用いた着水
RD-E:2300 ブレーキ

RD-E:2400 薄板加工
RD-E: 2500 スプリングバック
RD-E:2700 サッカーのシュート
RD-E:4200 ゴムのリング: クラッシュとスライドの例題
RD-E:4802 クラッシュボックス内のソリッドおよびスプリングスポット溶接
RD-E:4900 ウィンドシールドへのバードストライク

/RBODY/LAGMUL

ブロックフォーマットのキーワード
Lagrange乗数を使用する剛体を定義します。このキーワードはSPMDでの計算には利用できません。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/RBODY/LAGMUL/*rbody_ID*/*unit_ID*									
rbody_title									
node_ID						*grnd_ID*			
空白のフォーマット									
空白のフォーマット									

定義

フィールド	内容	SI単位の例
rbody_ID	剛体の識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
rbody_title	剛体のタイトル （文字、最大100文字）	
node_ID	メイン（プライマリ）節点の識別子 （整数）	
grnd_ID	セカンダリ節点グループ識別子 （整数）	

コメント

1. メイン（1次）およびセカンダリ節点の質量と慣性は、ゼロ以外である必要があります。
2. メイン（1次）節点はボディの重心に移動しません。
3. すべての節点は等価で（この定式化ではメイン節点とセカンダリ節点の違いはありません）、Lagrange乗数タイプの他の運動条件も設定できます。

See Also

陰解法の機能と互換性

境界条件と拘束

ブロックフォーマットのキーワード

/BCS

ブロックフォーマットのキーワード
並進および回転移動に対する節点グループ上の境界条件を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/BCS/*bcs_ID*									
bcs_title									
Trarot	*Skew_ID*	*grnd_ID*							

定義

フィールド	内容	SI単位の例
bcs_ID	境界条件のブロック識別子 （整数、最大10桁）	
bcs_title	境界条件ブロックのタイトル （文字、最大100文字）	
Trarot	並進および回転のコード *= 0* フリー自由度 *= 1* 固定自由度 （6つのブーリアン） 例：101 111は、変位方向がX軸並進とZ軸並進で、すべての回転が固定され、Y軸並進がフリーであることを意味します。	
Skew_ID	スキューの識別子 ゼロ以外の場合、この局所スキューを基準にして境界条件が適用されます。 （整数）	
grnd_ID	境界条件が適用される節点グループ	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	

並進および回転のコード最初のフィールド**(1)**の***Trarot***入力フォーマット

(1)-1	**(1)-2**	**(1)-3**	**(1)-4**	**(1)-5**	**(1)-6**	**(1)-7**	**(1)-8**	**(1)-9**	**(1)-10**
			T_X	T_Y	T_Z		ω_X	ω_Y	ω_Z

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
T_X	並進*T*のコード$_X$ *= 0* フリー自由度 *= 1* 固定自由度 （ブーリアン）	
T_Y	並進*T*のコード$_Y$ *= 0* フリー自由度 *= 1* 固定自由度 （ブーリアン）	
T_Z	並進*T*のコード$_Z$ *= 0* フリー自由度 *= 1* 固定自由度 （ブーリアン）	
ω_X	回転のコード ω_X *= 0* フリー自由度	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 1 固定自由度 (ブーリアン)	
ω_Y	回転のコード ω_Y *= 0* フリー自由度 *= 1* 固定自由度 (ブーリアン)	
ω_Z	回転のコード ω_Z *= 0* フリー自由度 *= 1* 固定自由度 (ブーリアン)	

コメント

1. *grnd_ID*は必ず入力する必要があります。境界条件は、節点グループに属する節点にのみ適用されます。
2. *Trarot*フィールドの入力フォーマットの詳細は上記のとおりです。6種類のコード(各方向に1つずつ)は、変数*Trarot*が使用する10文字フィールドで右詰めにする必要があります。

See Also

陰解法の機能と互換性
スキューとフレーム(/SKEW & /FRAME)
RD-E: 0200 Snap-thru Roof
RD-E:0500 ビームフレーム
RD-E: 0600 燃料タンク
RD-E:0800 Hopkinsonバー
RD-E:1100 引張試験
RD-E:1300 ショックチューブ
RD-E:1500 ギア
RD-E:1600 ダミーポジショニング
RD-E:1700 ボックスビーム
RD-E:1800 正方形板
RD-E:2000 アイスキューブ
RD-E:2300 ブレーキ

RD-E:2400 薄板加工

/BCS/CYCLIC

ブロックフォーマットのキーワード
固定した円筒座標系にある構造物に周期的境界条件を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/BCS/CYCLIC/*bcs_ID*									
bcs_cyclic_title									
skew_ID	$grnd\_ID_1$	$grnd\_ID_2$							

定義

フィールド	内容	SI単位の例
bcs_ID	境界条件のブロック識別子 （整数、最大10桁）	
bcs_cyclic_title	周期的境界条件のブロックタイトル。 （文字、最大100文字）	
skew_ID	境界条件のスキュー識別子。 *= 0*（デフォルト） 全体座標系を使用します。 *≠ 0* 局所座標系を使用します。 （整数）	
$grnd\_ID_1$	1番目の断面の節点グループ。 （整数）	
$grnd\_ID_2$	2番目の断面の節点グループ。 （整数）	

コメント

1. 節点セット$grnd_ID_1$と$grnd_ID_2$の入力は必須です。
2. 2番目の断面の各節点は、1番目の断面の対応する各節点が同じ円筒の縦方向座標と半径方向座標を持つ必要があります。

3. 節点グループ*grnd_ID*$_2$には、節点グループ*grnd_ID*$_1$と同数の節点が存在する必要があります。
4. 固定した局所座標系*skew_ID*のX、Y、Z方向は、半径方向(r)、方位角方向(θ)、縦方向(Z)への並進に該当します。

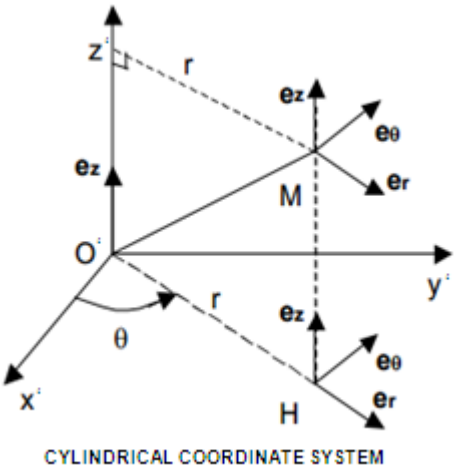


図 *304:*

/BCS/LAGMUL

ブロックフォーマットのキーワード
Lagrange乗数を使用する節点グループ上の境界条件を定義します。このキーワードはSPMDでの計算には利用できません。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/BCS/LAGMUL/*bcs_ID*									
bcs_title									
Trarot	*Skew_ID*	*grnd_ID*							

定義

フィールド	内容	SI単位の例
bcs_ID	境界条件のブロック識別子 （整数、最大10桁）	
bcs_title	境界条件ブロックのタイトル （文字、最大100文字）	
Trarot	並進および回転のコード *= 0* フリー自由度 *= 1* 固定自由度 （6つのブーリアン） 例：101 111は、変位方向がX軸並進とZ軸並進で、すべての回転が固定され、Y軸並進がフリーであることを意味します。	
Skew_ID	スキューの識別子 ゼロ以外の場合、この局所スキューを基準にして境界条件が適用されます。 （整数）	
grnd_ID	境界条件が適用される節点グループの識別子 （整数）	

並進および回転のコード：最初のフィールド（**1**）の**Trarot**の入力フォーマット

(1)-1	(1)-2	(1)-3	(1)-4	(1)-5	(1)-6	(1)-7	(1)-8	(1)-9	(1)-10
			T_X	T_Y	T_Z		ω_X	ω_Y	ω_Z

定義

フィールド	内容	SI単位の例
T_X	並進*T*のコード$_X$ *= 0* フリー自由度 *= 1* 固定自由度 （ブーリアン）	
T_Y	並進*T*のコード$_Y$ *= 0* フリー自由度 *= 1* 固定自由度 （ブーリアン）	
T_Z	並進*T*のコード$_Z$ *= 0* フリー自由度 *= 1* 固定自由度 （ブーリアン）	
ω_X	回転のコード ω_X *= 0* フリー自由度 *= 1* 固定自由度 （ブーリアン）	
ω_Y	回転のコード ω_Y	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 0 フリー自由度 *= 1* 固定自由度 (ブーリアン)	
ω_Z	回転のコード ω_Z *= 0* フリー自由度 *= 1* 固定自由度 (ブーリアン)	

コメント

1. *grnd_ID*は必ず入力する必要があります。境界条件は、節点グループに属する節点にのみ適用されます。
2. フィールド*Trarot*の入力フォーマットの詳細は上記のとおりです。6種類のコード(各方向に1つずつ)は、変数*Trarot*が使用する10文字フィールドで右詰めにする必要があります。

See Also

陰解法の機能と互換性

スキューとフレーム(/SKEW & /FRAME)

/IMPACC

ブロックフォーマットのキーワード
節点のグループに対する強制加速度を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/IMPACC/*impacc_ID*/*unit_ID*									
impacc_title									
fct_ID_T	*Dir*	*Skew_ID*	*sens_ID*	*grnd_ID*					
$Ascale_X$		$Fscale_Y$		$T_{start}START$		$T_{stop}STOP$			

定義

フィールド	内容	SI単位の例
impacc_ID	強制加速度ブロックの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
impacc_title	強制加速度ブロックのタイトル （文字、最大100文字）	
fct_ID_T	時間関数の識別子 （整数）	
Dir	方向：並進はX、Y、Z。回転はXX、YY、ZZ。 （テキスト）	
Skew_ID	スキューの識別子 （整数）	
sens_ID	センサーの識別子 ≠ *0*（センサーアクティブ化） 強制加速度はセンサーをアクティブにする時点で適用され、時間対加速度の関数の時間がシフトされます。 （整数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
grnd_ID	強制加速度が適用される節点グループ （整数）	
$Ascale_x$	fct_ID_Tの横軸（時間）のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	$[\mathrm{s}]$
$Fscale_Y$	fct_ID_Tの縦軸（加速度）のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	$\left[\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}\right]$ または $\left[\frac{rad}{s^2}\right]$
T_{start}*START*	開始時間 （実数）	$[\mathrm{s}]$
T_{stop}*STOP*	停止時間 デフォルト = 10^{30}（実数）	$[\mathrm{s}]$

コメント

1. 加速度方向は、フィールド番号2の10文字内で右詰めにする必要があります。
2. T_{start}*START*およびT_{stop}*STOP*が指定されている場合、これらの間の時間に対して加速度が強制されますが、時間対加速度の関数をT_{start}*START*に開始するための時間シフトは行われません。
3. センサー*sens_ID*が定義されている場合、強制加速度はセンサーをアクティブにする時点で適用され、時間関数がセンサーアクティブ化時間でシフトされます。
4. センサー*sens_ID*がT_{start}*START*およびT_{stop}*STOP*と使用されていると、センサーアクティブ化時間がT_{start}*START*およびT_{stop}*STOP*の間で起こる場合にのみ、強制加速度が発生します。
5. 横軸（時間）と縦軸（並進または角加速度）のスケーリングには$Ascale_X$と$Fscale_Y$が使用されます。

   実際の荷重関数値は次のように計算されます：

   $$\mathrm{a}(t) = Fscale_y \cdot \mathrm{f}_T\left(\frac{t}{Ascale_x}\right) \qquad (1145)$$

   ここで、f_Tはfct_ID_Tの関数です。

   /GRAVと異なり、このキーワードは、節点のセットに適用される運動条件です。節点は、必ず指定された加速度で移動します。

See Also

陰解法の機能と互換性

スキューとフレーム（/SKEW & /FRAME）

/IMPDISP

ブロックフォーマットのキーワード
節点のグループに対する強制変位を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/IMPDISP/*impdisp_ID*/*unit_ID*									
impdisp_title									
fct_ID_T	*Dir*	*Skew_ID*	*sens_ID*	*grnd_ID*		*icoor*			
$Ascale_X$		$Fscale_Y$		$T_{start}START$		$T_{stop}STOP$			

定義

フィールド	内容	SI単位の例
impdisp_ID	強制変位ブロックの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
impdisp_title	強制変位ブロックのタイトル （文字、最大100文字）	
fct_ID_T	時間関数の識別子 （整数）	
Dir	方向：並進はX、Y、Z。回転はXX、YY、ZZ。 （テキスト）	
Skew_ID	スキューの識別子 （整数）	
sens_ID	センサーの識別子 **≠ 0**（センサーアクティブ化）　強制変位はセンサーのアクティブ化の際に適用され、関数の時間がシフトされます。 （整数）	
grnd_ID	強制変位が適用される節点グループ	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	
icoor	局所座標系使用タイプ **= 0** デカルト座標系 **= 1** 円筒座標系 （整数）	
$Ascale_x$	*fct_ID*$_T$の横軸（時間）のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	[s]
$Fscale_Y$	*fct_ID*$_T$の縦軸（変位）のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	[m] または [rad]
T_{start}*START*	開始時間 （実数）	[s]
T_{stop}*STOP*	停止時間 デフォルト = 10^{30}（実数）	[s]

コメント

1. 変位方向は、フィールド番号2の10文字内で右詰めにする必要があります。
2. T_{start}*START*およびT_{stop}*STOP*が指定されている場合、これらの間の時間に対して変位が強制されますが、時間対加変位の関数をT_{start}*START*に開始するための時間シフトは行われません。
3. センサー*sens_ID*が定義されている場合、強制変位はセンサーをアクティブにする時点で適用され、時間関数がセンサーアクティブ化時間でシフトされます。
4. センサー*sens_ID*がT_{start}*START*およびT_{stop}*STOP*と使用されていると、センサーアクティブ化時間がT_{start}*START*およびT_{stop}*STOP*の間で起こる場合にのみ、強制変位が発生します。
5. 横軸（時間）と縦軸（並進または角加速度）のスケーリングには$Ascale_X$と$Fscale_Y$が使用されます。

   実際の荷重関数値は次のように計算されます：

   $$\mathrm{F}(t) = Fscale_y \cdot \mathrm{f}_T\left(\frac{t}{Ascale_x}\right) \qquad (1146)$$

   ここで、f_Tは*fct_ID*$_T$の関数です。
6. *icoor*=1の場合、方向X、Y、Z（XX、YY、 ZZも同様）は 半径方向 （r）、方位角方向（θ）と長さ方向（Z）（/SKEW/FIX）の並進（軸周りの回転も同様）です。

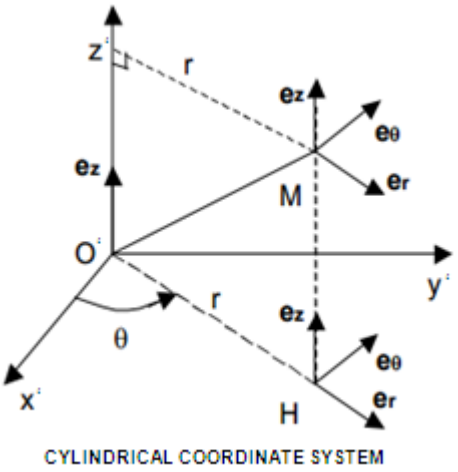


図 *305:*

7. *icoor*=1の場合、併進変位が半径方向や、同様に方位角方向に課された時、節点の変位は次のように設定されます:

$$\delta_r(t) = \int \dot{r} dt = Fscale_y \cdot \mathrm{f}_T\left(\frac{t}{Ascale_x}\right) \quad (1147)$$

$$resp.\theta = \int \dot{\theta} dt = Fscale_y \cdot \mathrm{f}_T\left(\frac{t}{Ascale_x}\right) \quad (1148)$$

ここで、f_Tは*fct_ID*$_T$の関数です。

See Also

陰解法の機能と互換性

スキューとフレーム(/SKEW & /FRAME)

RD-E:1600 ダミーポジショニング

/IMPDISP/FGEO

ブロックフォーマットのキーワード
N個の節点のセットの最終位置を記述します（座標で入力）。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/IMPDISP/FGEO/*impdisp_ID*/*unit_ID*									
impdisp_title									
fct_ID	*part_ID*		*sens_ID*						
Ascale				T_{start}START		T_{stop}STOP			
node_ID$_1$*1*	X_1		Y_1		Z_1				
同様									
node_ID$_N$	X_N		Y_N		Z_N				

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
impdisp_ID	強制変位ブロックの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
impdisp_title	最終形状ブロックのタイトル （文字、最大100文字）	
fct_ID	時間関数の識別子 （整数）	
part_ID	スプリングパートの識別子 5 （整数）	
sens_ID	センサーの識別子 （整数）	
Ascale	*fct_ID*の横軸のスケールファクター	[s]

フィールド	内容	**SI** 単位の例
	デフォルト = 1.0（実数）	
T_{start}*START*	開始時間。 （実数）	[s]
T_{stop}*STOP*	停止時間 デフォルト = 10^{30}（実数）	[s]
node_ID$_i$	節点識別子 （整数）	
X_N	X座標値 （実数）	[m]
Y_N	Y座標値 （実数）	[m]
Z_N	Z座標値 （実数）	[m]

コメント

1. *node_ID*$_N$には、/NODEで指定された初期位置から最終位置（X_N、Y_N、Z_N）への変位が強制されます。
2. *fct_ID*はこの強制された変位のスケールファクターであり、0～1の間で変動する必要があります。
3. 横軸スケールファクターの*Ascale*が、次のように、時間の関数の変換に使用されます：

$$F(t) = f_T\left(\frac{t}{Ascale}\right) \qquad (1149)$$

ここで、f_Tは*fct_ID*$_T$の関数です。

4. T_{stop}*STOP*を過ぎると、これらの節点は自由に移動します。
5. 初期節点位置N_1*1*と最終節点位置N_2*2*は、剛性が0のスプリングN_1*1*N_2*2*として定義できます。スプリング*part_ID*はオプションで、入力の単純化に使用できます。これは、プリプロセッサが初期位置と最終位置間のスプリングを容易に生成できるためです。

/IMPTEMP

ブロックフォーマットのキーワード
節点のグループに対する強制温度を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/IMPTEMP/*imptemp_ID*/*unit_ID*									
imptemp_title									
fct_ID_T	*sens_ID*	*grnd_ID*							
$Ascale_x$		$Fscale_Y$		T_{start}START		T_{stop}STOP			

定義

フィールド	内容	SI単位の例
imptemp_ID	強制温度ブロックの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
imptemp_title	強制温度ブロックのタイトル （文字、最大100文字）	
fct_ID_T	時間関数の識別子 （整数）	
sens_ID	センサーの識別子 *≠ 0* 強制温度はセンサーのアクティブ化後に適用されます。時間関数の時間がシフトされます。 （整数）	
grnd_ID	強制温度が適用される節点グループ （整数）	
$Ascale_x$	fct_ID_Tの横軸（時間）のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	[s]

フィールド	内容	**SI**単位の例
$Fscale_y$	fct_ID_Tの縦軸（温度）のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	[K]
T_{start}*START*	開始時間 （実数）	[s]
T_{stop}*STOP*	停止時間 デフォルト = 10^{30}（実数）	[s]

コメント

1. `/IMPTEMP`は、ALEアプリケーション（`/ALE`, `/EULER`）と適合性を有しません。強制温度は、ALE節点またはALE要素には適用されません。

See Also

陰解法の機能と互換性

RD-E:5300 熱解析

/IMPVEL

ブロックフォーマットのキーワード
節点のグループに対する強制速度を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/IMPVEL/*impvel_ID*/*unit_ID*									
impvel_title									
fct_ID_T	*Dir*	*Skew_ID*	*sens_ID*	*grnd_ID*	*frame_ID*	*icoor*			
$Ascale_x$		$Fscale_Y$		$T_{start}START$		$T_{stop}STOP$			

定義

フィールド	内容	SI単位の例
impvel_ID	強制速度ブロックの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
impvel_title	強制速度ブロックのタイトル （文字、最大100文字）	
fct_ID_T	時間関数の識別子 （整数）	
Dir	方向：並進はX、Y、Z。回転はXX、YY、ZZ。 （テキスト）	
Skew_ID	スキューの識別子 *≠ 0* 強制速度は全体フレームで計算され、局所スキューに投影されます。 （整数）	
sens_ID	センサーの識別子	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	≠ 0（センサーアクティブ化） 強制速度はセンサーのアクティブ化後に適用されます。時間関数がセンサーアクティブ化時間でシフトされます。 （整数）	
grnd_ID	強制速度が適用される節点グループ （整数）	
frame_ID	フレーム識別子 *≠ 0* 強制速度は局所フレームで計算され、投影されます。 （整数）	
icoor	局所座標系使用タイプ **= 0** デカルト座標系 **= 1** 円筒座標系 （整数）	
$Ascale_x$	fct_ID_Tの横軸（時間）のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	$[s]$
$Fscale_Y$	fct_ID_Tの縦軸（速度）のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	$\left[\frac{m}{s}\right]$ または $\left[\frac{rad}{s}\right]$
$T_{start}START$	開始時間 （実数）	$[s]$
$T_{stop}STOP$	停止時間 デフォルト = 10^{30}（実数）	$[s]$

コメント

1. 速度方向は、フィールド番号2の10文字内で右詰めにする必要があります。
2. 速度がフレーム（*frame_ID* ≠ 0）に強制される場合、フレームの節点自体に強制速度があってはなりません。
3. $T_{start}START$および$T_{stop}STOP$が指定されている場合、これらの間の時間に対して速度が強制されますが、時間対速度の関数を$T_{start}START$に開始するための時間シフトは行われません。
4. センサー*sens_ID*が定義されている場合、強制速度はセンサーをアクティブにする時点で適用され、時間関数がセンサーアクティブ化時間でシフトされます。

5. センサー*sens_ID*がT_{start}*START*およびT_{stop}*STOP*と使用されていると、センサーアクティブ化時間がT_{start}*START*およびT_{stop}*STOP*の間で起こる場合にのみ、強制速度が発生します。
6. 横軸(時間)と縦軸(並進または角速度)のスケーリングには$Ascale_X$と$Fscale_Y$が使用されます。

   実際の荷重関数値は次のように計算されます:

   $$F(t) = Fscale_y \cdot f_T\left(\frac{t}{Ascale_x}\right) \quad (1150)$$

   ここで、f_Tは*fct_ID*$_T$の関数です。
7. SKEWとFRAMEを一緒に定義することはできません。これはSKEWかFRAMEのどちらかです。
8. *icoor*=1の場合、方向X、Y、Z(XX、YY、ZZも同様)は 半径方向 (r)、方位角方向(θ)と長さ方向(Z)(/SKEW/FIXと/FRAME/FIXを参照)の併進(軸周りの回転も同様)です。

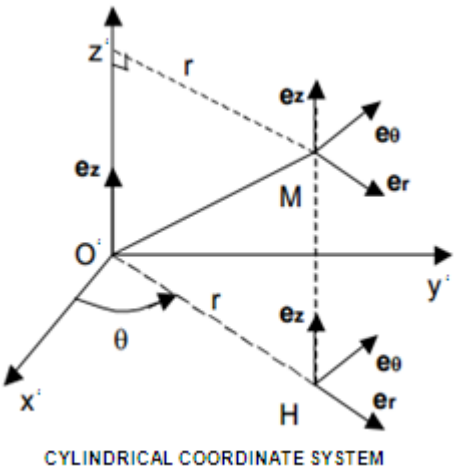


図 *306:*

9. *icoor*=1の場合、併進速度が半径方向や、同様に方位角方向に課された時、節点の速度は次のように設定されます:

   $$\dot{r} = Fscale_y \cdot f_T\left(\frac{t}{Ascale_x}\right) \quad (1151)$$

   $$resp.\dot{\theta} = Fscale_y \cdot f_T\left(\frac{t}{Ascale_x}\right) \quad (1152)$$

   ここで、$\mathbf{v} = \dot{r}e_r r + r\dot{\theta}e_\theta + \dot{z}e_z$

See Also

陰解法の機能と互換性
スキューとフレーム(/SKEW & /FRAME)
RD-E: 0200 Snap-thru Roof
RD-E: 0600 燃料タンク
RD-E:0800 Hopkinsonバー
RD-E:1000: 曲げ
RD-E:1100 引張試験
RD-E:1500 ギア

RD-E:1700 ボックスビーム
RD-E:2400 薄板加工
RD-E: 2500 スプリングバック
RD-E:2600 破断される板

/IMPVEL/FGEO

ブロックフォーマットのキーワード
N個の節点のセットの最終位置を記述します。最終位置は節点番号によって指定されます。節点は最終的に移動する可能性があります。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/IMPVEL/FGEO/*impvel_ID*/*unit_ID*									
impvel_title									
fct_ID	*part_ID*	fct_ID_L	*sens_ID*						
Ascale		T_0		T_{start}*START*		$Fscale_L$		*Dmin*	
	$node\_ID_1$	$node\_ID'_1$							
	同様	同様							
	$node\_ID_N$	$node\_ID'_N$							

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
impvel_ID	強制速度ブロックの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
impvel_title	最終形状ブロックのタイトル （文字、最大100文字）	
fct_ID	時間関数の識別子 （整数）	
part_ID	スプリングパートの識別子 5 （整数）	
fct_ID_L	載荷時間関数識別子 （整数）	
sens_ID	センサーの識別子	

フィールド	内容	SI 単位の例
	（整数）	
Ascale	*fct_ID*の横軸のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	[s]
T_0	期間 3 （実数）	[s]
T_{start}*START*	開始時間。 （実数）	[s]
$Fscale_L$	fct_ID_Lの縦軸スケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	[N]
Dmin	$node_ID_N$と$node_ID'_N$間の距離。これらは、剛結合されます。 （実数）	[m]
$node\_ID_1$*1*	節点識別子 （整数）	
$node\_ID'_N$	$node_ID_N$の最終位置を示す節点識別子 （整数）	

コメント

1. 速度は、$node_ID_N$に$node_ID'_N$の方向で強制されます。$node_ID_N$と$node_ID'_N$の初期位置は、/NODEで指定されます。
2. *fct_ID*は、強制速度の時間による進展を定義します。
3. T_0 は$node_ID_N$の速度に対するスケールファクターの計算に使用される期間です。d_0を$node_ID_N$と$node_ID'_N$間の初期距離にした場合：

$$V(t) = f_T(t) \cdot \frac{d_0}{T_0} \qquad (1153)$$

ここで、f_Tはfct_ID_Tの関数です。

4. 横軸スケールファクターの*Ascale*が、次のように、時間の関数の変換に使用されます：

$$F(t) = f_T\left(\frac{t}{Ascale}\right) \qquad (1154)$$

5. 初期節点位置$node_ID_N$と最終節点位置$node_ID'_N$は、剛性が0のスプリング($node\_ID_N$,$node\_ID'_N$)として定義できます。スプリング*part_ID*はオプションで、入力の単純化に使用できます。これは、プリプロセッサが初期位置と最終位置間のスプリングを容易に生成できるためです。

6. *fct_ID*$_L$ はすべての対象節点*node_ID'*$_N$に適用されるオプションの集中荷重の時間による進展を定義します。

/IMPVEL/LAGMUL

ブロックフォーマットのキーワード
Lagrange乗数法を使用して節点グループに対する強制速度を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/IMPVEL/LAGMUL/*impvel_ID*/*unit_ID*									
impvel_title									
fct_ID_T	*Dir*	*Skew_ID*		*grnd_ID*					
$Ascale_x$		$Fscale_y$							

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
impvel_ID	強制速度ブロックの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
impvel_title	強制速度ブロックのタイトル （文字、最大100文字）	
fct_ID_T	時間関数の識別子 （整数）	
Dir	方向：並進はX、Y、Z。回転はXX、YY、ZZ。 （テキスト）	
Skew_ID	スキューの識別子 （整数）	
grnd_ID	強制速度が適用される節点グループの識別子必ず入力する必要があります。 強制速度は、節点グループに属する節点にのみ適用されます。 （整数）	
$Ascale_x$	fct_ID_Tの横軸のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	

フィールド	内容	**SI** 単位の例
$Fscale_y$	fct_ID_Tの縦軸スケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	$\left[\frac{m}{s}\right]$ または $\left[\frac{rad}{s}\right]$

コメント

1. 速度方向は、フィールド番号2の10文字内で右詰めにする必要があります。
2. 質量が0の節点に適用される場合は、並進速度を使用できません。
3. 慣性が0の節点に適用される場合は、回転速度を使用できません。

See Also

陰解法の機能と互換性

スキューとフレーム（/SKEW & /FRAME）

/NBCS

ブロックフォーマットのキーワード
並進および回転移動に対する節点グループ上の境界条件を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/NBCS/*nbcs_ID*									
nbcs_title									

*node_ID*毎に次の行を繰り返します

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Trarot	*Skew_ID*	*node_ID*							

定義

フィールド	内容	SI単位の例
nbcs_ID	境界条件のブロック識別子 （整数、最大10桁）	
nbcs_title	境界条件ブロックのタイトル （文字、最大100文字）	
Trarot	並進および回転のコード *= 0* フリー自由度 *= 1* 固定自由度 （6つのブーリアン） 例：101 111は、変位方向がX軸並進とZ軸並進で、すべての回転が固定され、Y軸並進がフリーであることを意味します。	
Skew_ID	スキューの識別子 ゼロ以外の場合、この局所スキューを基準にして境界条件が適用されます。 （整数）	
node_ID	境界条件が適用される節点識別子グループ	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	

並進および回転のコード：最初のフィールド**(1)**の***Trarot***入力フォーマット

(1)-1	**(1)-2**	**(1)-3**	**(1)-4**	**(1)-5**	**(1)-6**	**(1)-7**	**(1)-8**	**(1)-9**	**(1)-10**
			T_X	T_Y	T_Z		ω_X	ω_Y	ω_Z

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
T_X	並進のT_Xコード *= 0* フリー自由度 *= 1* 固定自由度 （ブーリアン）	
T_Y	並進のT_Yコード *= 0* フリー自由度 *= 1* 固定自由度 （ブーリアン）	
T_Z	回転*TZ*のコード *= 0* フリー自由度 *= 1* 固定自由度 （ブーリアン）	
T_Z	並進のT_Zコード *= 0* フリー自由度	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 1 固定自由度 (ブーリアン)	
ω_X	回転ω_Xのコード *= 0* フリー自由度 *= 1* 固定自由度 (ブーリアン)	
ω_Y	回転ω_Yのコード *= 0* フリー自由度 *= 1* 固定自由度 (ブーリアン)	
ω_Z	回転ω_Zのコード *= 0* フリー自由度 *= 1* 固定自由度 (ブーリアン)	

例

```
/NBCS/1
INITIAL_BOUNDARY_CONDITIONS
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#  TRAROT    SKEW    NODE
   111 111                1081
   110 111                1110
   110 111                1150
   110 111                1141
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. *Trarot*フィールドの入力フォーマットの詳細は上記のとおりです。6種類のコード(各方向に1つずつ)は、変数*Trarot*が使用する10文字フィールドで右詰めにする必要があります。

剛結

ブロックフォーマットのキーワード

/RLINK

ブロックフォーマットのキーワード
剛結を定義します。剛結は、1つまたは複数の方向にあるすべてのセカンダリ節点に同じ速度を設定します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/RLINK/*rlink_ID*									
rlink_title									
Trarot	*Skew_IDframe*	*grnod_ID*	*Ipol*						

定義

フィールド	内容	SI単位の例
rlink_ID	剛結の識別子 （整数、最大10桁）	
rlink_title	剛結のタイトル （文字、最大100文字）	
Trarot	並進および回転のコード *= 0* フリー自由度 *= 1* 固定自由度 （6つのブーリアン）	
Skew_IDframe_ID	*Ipol*=0に対するフレーム識別子または*Ipol*=1に対するフレーム識別子 3 *Skew_ID* ≠ 0の場合：コードはこの局所スキュー（またはフレーム）のIDを参照します。 *Skew_ID* = 0の場合：コードはグローバル座標系を参照します。 （整数）	
grnod_ID	セカンダリ節点グループ識別子	

フィールド	内容	SI単位の例
	（整数）	
Ipol	極剛結フラグ 3 **= 0**（デフォルト） DOF：自由度はデカルト座標系で決められます。 **= 1** DOF：自由度は極座標系で決められます。 （整数）	

並進および回転のコード：最初のフィールド（**1**）の**Trarot**の入力フォーマット

Ipol = 0の場合

(1)-1	**(1)-2**	**(1)-3**	**(1)-4** 最初の ブーリアン	**(1)-5** **2**番目の ブーリアン	**(1)-6** **3**番目の ブーリアン	**(1)-7**	**(1)-8** **4**番目の ブーリアン	**(1)-9** **5**番目の ブーリアン	**(1)-10** **6**番目の ブーリアン
			T_X	T_Y	T_Z		ω_X	ω_Y	ω_Z

Ipol = 1の場合

(1)-1	**(1)-2**	**(1)-3**	**(1)-4** 最初の ブーリアン	**(1)-5** **2**番目の ブーリアン	**(1)-6** **3**番目の ブーリアン	**(1)-7**	**(1)-8** **4**番目の ブーリアン	**(1)-9** **5**番目の ブーリアン	**(1)-10** **6**番目の ブーリアン
			T_{rad}	T_{axial}	T_{tang}		ω_{rad}	ω_{axial}	ω_{tang}

定義

フィールド	内容	SI単位の例
T_X	X軸方向の並進コード **= 0** フリー自由度 **= 1** 固定自由度 （ブーリアン）	
T_Y	Y軸方向の並進コード **= 0** フリー自由度 **= 1** 固定自由度	

フィールド	内容		SI単位の例
	（ブーリアン）		
T_Z	Z軸方向の並進コード **= 0** **= 1** （ブーリアン）	フリー自由度 固定自由度	
ω_X	X軸周りの向の回転コード **= 0** **= 1** （ブーリアン）	フリー自由度 固定自由度	
ω_Y	Y軸周りの向の回転コード **= 0** **= 1** （ブーリアン）	フリー自由度 固定自由度	
ω_Z	Z軸周りの向の回転コード **= 0** **= 1** （ブーリアン）	フリー自由度 固定自由度	
T_{rad}	半径方向の並進コード **= 0** **= 1** （ブーリアン）	フリー自由度 固定自由度	
T_{axial}	軸方向の並進コード **= 0** **= 1** （ブーリアン）	フリー自由度 固定自由度	
T_{tang}	接線方向の並進コード **= 0**	フリー自由度	

フィールド	内容	SI単位の例
	= 1 固定自由度 (ブーリアン)	
ω_{rad}	半径方向周りの回転コード **= 0** フリー自由度 **= 1** 固定自由度 (ブーリアン)	
ω_{axial}	軸方向周りの回転コード **= 0** フリー自由度 **= 1** 固定自由度 (ブーリアン)	
ω_{tang}	接線方向周りの回転コード **= 0** フリー自由度 **= 1** 固定自由度 (ブーリアン)	

コメント

1. 速度は運動量保存方程式を使用して計算されます。ただし、全体の運動量のつり合いは考慮されません。
   - 並進自由度:

$$T_X = \frac{\sum_{j=1}^{N} M_j T_X^j}{\sum_{j=1}^{N} M_j} \qquad (1155)$$

   - 回転自由度:

$$\omega_X = \frac{\sum_{j=1}^{N} I_j \omega_X^j}{\sum_{j=1}^{N} I_j} \qquad (1156)$$

2. *Trarot*の入力フォーマットの詳細は上記のとおりです。6種類のコード(各方向に1つずつ)は、*Trarot*変数が使用する10文字フィールドで右詰めにする必要があります。

3. *Ipol* =1の場合、極座標系が用いられ、*frame_ID*定義が必須です。このケースでは、軸の方向だけでなく、極座標系の中心が定義されます。
   - 最初のブーリアンコードは半径方向の効果に対応します。
   - 2番目のブーリアンは軸方向の効果に対応します。
   - 3番目のブーリアンは接線方向の効果に対応します。
   - 軸高校はフレームのX軸で定義されます。
   - 半径方向は軸に対して軸に直交し、着目節点を通ります。
   - 接線方向は軸と半径方向に直交します。

See Also

陰解法の機能と互換性
スキューとフレーム(/SKEW & /FRAME)
運動条件の非適合
剛結(/RLINK)
Rigid Link (Theory Manual)
RD-E:0300 S字型ビームの圧壊

剛壁

ブロックフォーマットのキーワード

/RWALL

ブロックフォーマットのキーワード
無限平面、無限円筒、球形、および平行四辺形の剛壁を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/RWALL/*type*/*rwall_ID*/*unit_ID*									
rwall_title									
node_ID	*Slide*	*grnd_ID*$_1$	*grnd_ID*$_2$						
D_{search}		*fric*		ϕ		*ffac*		*ifq*	

node_ID = 0の場合

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
X_M		Y_M		Z_M					

node_ID ≠ 0の場合

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Mass		VX_0		VY_0		VZ_0			

*type*がPlane、Cyl、Paralの場合

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
X_{M1}		Y_{M1}		Z_{M1}					

*type*がParalの場合

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
X_{M2}		Y_{M2}		Z_{M2}					

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
type	剛壁タイプのキーワード （下の表をご参照ください）	
rwall_ID	剛壁の識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
rwall_title	剛壁のタイトル （文字、最大100文字）	
node_ID	節点識別子（移動剛壁） （整数）	
Slide	スライディングフラグ。 *= 0* スライディング *= 1* タイド *= 2* 摩擦を伴うスライディング （整数）	
$grnd\_ID_1$	剛壁に追加するセカンダリ節点を定義する節点グループ （整数）	
$grnd\_ID_2$	剛壁から削除するセカンダリ節点を定義する節点グループ （整数）	
D_{search}	セカンダリ検索の距離 （実数）	[m]
fric	摩擦 （実数）	
ϕ	球の直径	[m]

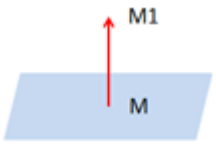
フィールド	内容	**SI**単位の例
	（実数）	
ffac	フィルタリング係数 デフォルト値は*ifq*フラグに依存します（実数）	
ifq	フィルタリングフラグ 5 *= 0*（デフォルト） フィルターを使用しません。 *= 1* $ffac = \alpha$単純なフィルター値は0～1です。 *= 2* *ffac* =N、フィルターを適用する時間ステップ。 *= 3* *ffac*=freqフィルターを適用するカットオフ周波数 デフォルト = 0（整数）	
X_M	MのX座標 （実数）	
Y_M	MのY座標 （実数）	
Z_M	MのZ座標 （実数）	
Mass	剛壁の質量 8 質量が入力されていない場合、剛壁は一定の強制速度を有するようになります。 （実数）	$[\mathrm{kg}]$
VX_0	X方向の初速度 （実数）	$[\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}]$
VY_0	Y方向の初速度 （実数）	$[\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}]$
VZ_0	Z方向の初速度 （実数）	$[\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}]$

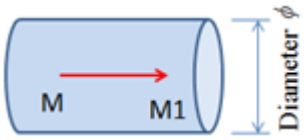
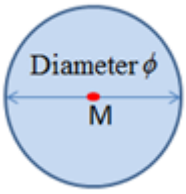
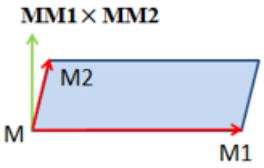
フィールド	内容	**SI**単位の例
X_{M1}	M1のX座標 （実数）	
Y_{M1}	M1のY座標 （実数）	
Z_{M1}	M1のZ座標 （実数）	
X_{M2}	M2のX座標 （実数）	
Y_{M2}	M2のY座標 （実数）	
Z_{M2}	M2のZ座標 （実数）	

剛壁タイプ

タイプ	内容
PLANE	∞ 平面
CYL	∞ 右記の直径の円柱；ϕ
SPHER	右記の直径の球；ϕ
PARAL	平行四辺形

サーフェス入力タイプ

タイプ	内容
PLANE	MM1は法線方向を定義します。 
CYL	MM1は円柱の軸を定義します。

タイプ	内容
	
SPHER	Mは球の中心です。 
PARAL	**MM1** と**MM2**は平行四辺形を定義 

コメント

1. 剛壁を定義するために最初に入力するのは、ポイントMの座標です。移動剛壁の場合は、*node_ID*を入力します。
2. 次に入力するのはポイントM1の座標で、ポイントM2も入力できます（移動壁の場合、M1およびM2のモーションは*node_ID*と同じになります）。
3. 剛壁のセカンダリ節点は、節点のグループや初期段階で剛壁からD_{search}ほど下にある節点として定義できます。
4. 摩擦フィルタリングオプションは、摩擦を伴ってスライドする剛壁に対してのみ使用できます（*Slide*=2）。
5. フィルタリングフラグ*ifg*

   ifq ≠ 0の場合、接触部内の各セカンダリ節点における接線摩擦力は、次の単純なルールを使用してフィルタリングされます：

$$\mathbf{F}_{Tf} = \alpha \mathbf{F}_T(t) + (1-\alpha)\mathbf{F}_{Tf}(t-dt) \qquad (1157)$$

   ここで、

$\mathbf{F}_{Tf}$	フィルタリングされた接線力。
$\mathbf{F}_T(t)$	フィルター前の時間tにおける計算された接線力。
$\mathbf{F}_{Tf}(t-dt)$	前の時間ステップでフィルタリングされた接線力
t	現在のシミュレーション時間
dt	現在のシミュレーション時間ステップ
α	フィルタリング係数

   フラグ*ifq*は、フィルタリング手法である 係数を定義します。

ifq =1の場合、フィルタリング係数はユーザーが直接入力します: $\alpha = f\,fac$

ifq =2の場合、はユーザー定義周波数(タイムステップ数を単位として定義された周波数)の3dBフィルタリングレベルに対応します:

$$\alpha = \frac{2\pi}{N} \tag{1158}$$

ここで、$\frac{1}{freq} = T = Ndt$、$N = f\,fac$

ifq =3の場合、はユーザー定義周波数の3dBフィルタリングレベルに対応します:

$$\alpha = 2\pi dt \cdot freq \tag{1159}$$

ここで、

dt	時間ステップ
$freq$	*ffac*

6. 球(SPHER)と平行四辺形(PARAL)は無限ではありません。平行四辺形では、以下を使用して法線を定義します:

$$\mathbf{MM1} \times \mathbf{MM2} \tag{1160}$$

と球の直径は、ϕを使用して定義します。

7. 剛壁セカンダリ節点の節点板厚は考慮されません。
8. *MASS*=0または空白の移動剛壁の場合、剛壁は一定の強制速度を有し、初期速度はありません。

See Also

陰解法の機能と互換性
運動条件の非適合
Rigid Wall (Theory Manual)
RD-E:0500 ビームフレーム
RD-E:1200 ジャンプする自転車
RD-E:1700 ボックスビーム
RD-E:2600 破断される板
RD-E:2700 サッカーのシュート

/RWALL/LAGMUL

ブロックフォーマットのキーワード
Lagrange乗数法を使用する無限平面の剛壁を定義します。このキーワードはSPMDでの計算には利用できません。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/RWALL/LAGMUL/*type*/*rwal_ID*/*unit_ID*									
rwal_title									
node_ID	*Slide*	$grnd\_ID_1$	$grnd\_ID_2$						
D_{search}									

node_ID = 0の場合、次の行を挿入

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
X_M		Y_M		Z_M					

node_ID ≠ 0の場合、次の行を挿入

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Mass		VX_0		VY_0		VZ_0			

type=PLANEの場合、次の行を挿入。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
X_{M1}		Y_{M1}		Z_{M1}					

定義

フィールド	内容	SI単位の例
type	剛壁タイプのキーワード （下の表をご参照ください）	
rwal_ID	剛壁の識別子 （整数、最大10桁）	

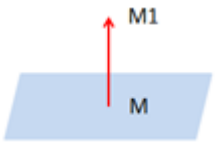
フィールド	内容	**SI**単位の例
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
rwal_title	剛壁のタイトル （文字、最大100文字）	
node_ID	節点識別子（移動剛壁） （整数）	
Slide	スライディングフラグ。 *= 0* スライディング *= 1* タイド （整数）	
$grnd\_ID_1$	剛壁に追加するセカンダリ節点を定義する節点グループ （整数）	
$grnd\_ID_2$	剛壁から削除するセカンダリ節点を定義する節点グループ （整数）	
D_{search}	セカンダリ検索の距離 （実数）	$[\mathrm{m}]$
X_M	*node_ID* = 0の場合、MのX座標 （実数）	
Y_M	*node_ID* = 0の場合、YのX座標 （実数）	
Z_M	*node_ID* = 0の場合、ZのX座標 （実数）	
Mass	*node_ID* > 0の場合、剛壁の質量 （実数）	$[\mathrm{kg}]$
VX_0	*node_ID* > 0の場合、X方向の初速度 （実数）	$[\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
VY_0	*node_ID* > 0の場合、Y方向の初速度 （実数）	$[\frac{m}{s}]$
VZ_0	*node_ID* > 0の場合、Z方向の初速度 （実数）	$[\frac{m}{s}]$
X_{M1}	M1のX座標 （実数）	
Y_{M1}	M1のY座標 （実数）	
Z_{M1}	M1のZ座標 （実数）	

剛壁タイプ

タイプ	内容
PLANE	∞ 平面

サーフェス入力タイプ

タイプ	内容
PLANE	MM1は法線方向を定義します。 

コメント

1. 剛壁を定義するために最初に入力するのは、ポイントMの座標です。移動剛壁の場合は、*node_ID*を入力します。
2. 次に入力するのはポイントM1の座標で、ポイントM2も入力できます（移動壁の場合、M1およびM2のモーションは*node_ID*と同じになります）。
3. セカンダリ節点は、節点のリストや初期段階で壁からD_{search}の距離内にある節点として定義できます。
4. 定義済みの節点の質量はゼロ以外にする必要があります。

See Also

陰解法の機能と互換性

運動条件の非適合

ジョイント

ブロックフォーマットのキーワード

/CYL_JOINT

ブロックフォーマットのキーワード
円筒ジョイントを定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/CYL_JOINT/*joint_ID*/*unit_ID*									
joint_title									
node_ID$_1$*1*	*node_ID*$_2$*2*	*grnd_ID*							

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
joint_ID	ジョイントの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
joint_title	ジョイントのタイトル （文字、最大100文字）	
node_ID$_1$*1*	節点識別子$N_1 1$ （整数）	
node_ID$_2$*2*	節点識別子$N_2 2$ （整数）	
grnd_ID	節点グループの識別子 （整数）	

コメント

1. 円筒ジョイントは、可変方向の並進の自由度と、この方向を取り巻く回転の自由度を除き、剛体と同様に動作します。

2. 方向は、*node_ID*$_1$*1*および*node_ID*$_2$*2*によって定義されます。
3. *node_ID*$_1$*1*と*node_ID*$_2$*2*は、円筒ジョイントに属します。
4. 時間ステップごとに、ジョイントの質量の中心と慣性モーメントが計算されます。
5. *grnd_ID*は必ず入力する必要があります。円筒ジョイントは、節点グループに属する節点にのみ適用されます。

See Also

陰解法の機能と互換性
運動条件の非適合
円筒ジョイント（/CYL_JOINT）

/GJOINT

ブロックフォーマットのキーワード
複雑な（ギアタイプ）ジョイントを定義します。このキーワードはSPMDでの計算には利用できません。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GJOINT/*type*/*joint_ID*/*unit_ID*									
joint_title									
$node\_ID_0$	$Fscale_V$		*Mass*		*Inertia*		$node\_ID_1$	$node\_ID_2$	$node\_ID_3$
$Mass_1$		$Inertia_1$		r_{1x}		r_{1y}		r_{1z}	
$Mass_2$		$Inertia_2$		r_{2x}		r_{2y}		r_{2z}	
$Mass_3$		$Inertia_3$		r_{3x}		r_{3y}		r_{3z}	

定義

フィールド	内容	SI単位の例
type	入力タイプ （使用可能なキーワードについては、下の表をご参照ください）	
joint_ID	ギアタイプのジョイントの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
joint_title	ギアタイプのジョイントのタイトル （文字、最大100文字）	
$node\_ID_0$	1次節点の識別子（位置節点） （整数）	
$Fscale_V$	速度のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	$\left[\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\right]$
Mass	1次節点の付加質量 デフォルト = 0.0（実数）	$[\mathrm{kg}]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
Inertia	1次節点の追加慣性 デフォルト = 0.0（実数）	$[kg \cdot m^2]$
node_ID$_1$*1*	節点識別子$N_1 1$ （整数）	
node_ID$_2$*2*	節点識別子$N_2 2$ （整数）	
node_ID$_3$*3*	節点識別子$N_3 3$ - ディファレンシャルギアジョイントの場合にのみ必要です。 （整数）	
Mass$_1$	*node_ID*$_1$*1*の付加質量 デフォルト = 0.0（実数）	$[kg]$
Inertia$_1$	*node_ID*$_1$*1*の付加慣性 デフォルト = 0.0（実数）	$[kg \cdot m^2]]$
r_{1x}	局所軸Xの成分 デフォルト = 1.0（実数）	
r_{1y}	局所軸Yの成分 デフォルト = 0.0（実数）	
r_{1z}	局所軸Zの成分 デフォルト = 0.0（実数）	
Mass$_2$	*node_ID*$_2$*2*の付加質量 デフォルト = 0.0（実数）	$[kg]$
Inertia	*node_ID*$_2$*2*の付加慣性 デフォルト = 0.0（実数）	$[kg \cdot m^2]]$
r_{2x}	局所軸Xの成分 デフォルト = 1.0（実数）	
r_{2y}	局所軸Yの成分 デフォルト = 0.0（実数）	
r_{2z}	局所軸Zの成分	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	デフォルト = 0.0(実数)	
$Mass_3$	*node_ID*$_3$3の付加質量 デフォルト = 0.0(実数)	$[\mathrm{kg}]$
$Inertia_3$	*node_ID*$_3$3の付加慣性 デフォルト = 0.0(実数)	$[\mathrm{kg}\cdot\mathrm{m}^2]$
r_{3x}	局所軸Xの成分 デフォルト = 1.0(実数)	
r_{3y}	局所軸Yの成分 デフォルト = 0.0(実数)	
r_{3z}	局所軸Zの成分 デフォルト = 0.0(実数)	

複雑なジョイントタイプ

タイプ	内容
GEAR	∞回転ギア
DIFF	∞ディファレンシャルギア
RACK	∞ラックアンドピニオン

コメント

1. 複雑な(ギアタイプ)ジョイントは、Lagrange乗数法によって処理される運動学的拘束条件ファミリーに属します。ジョイントの位置は、2つまたは3つの2次節点と結合する中心*node_ID*$_0$によって定義されます。質量および慣性をすべての節点に追加する必要があります。1次節点は、ジョイントの質量の中心に配置することが推奨されます。運動学的拘束条件によって、2次節点の速度間の関係が設定されます。

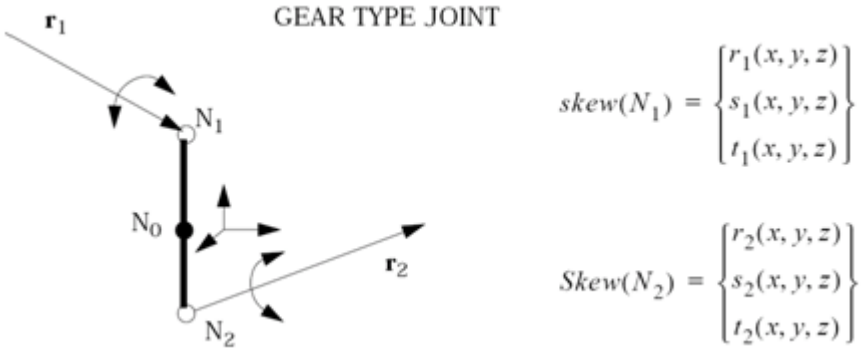


図 *307:*

2. ギアジョイント節点の並進速度は、剛性リンクの関係による制約を受けます。回転自由度については、*node_ID*$_1$*1*および*node_ID*$_2$*2*の局所座標で測定された速度間にスケールファクタが適用されます。対応する拘束方程式は:

$$\alpha(\Delta\boldsymbol{\omega}_1 \cdot \mathbf{r}_1) + (\Delta\boldsymbol{\omega}_2 \cdot \mathbf{r}_2) = 0 \quad (1161)$$

$$(\Delta\boldsymbol{\omega}_1 \cdot \mathbf{s}_1) = 0 \quad (1162)$$

$$(\Delta\boldsymbol{\omega}_1 \cdot \mathbf{t}_1) = 0 \quad (1163)$$

$$(\Delta\boldsymbol{\omega}_2 \cdot \mathbf{s}_2) = 0 \quad (1164)$$

$$(\Delta\boldsymbol{\omega}_2 \cdot \mathbf{t}_2) = 0 \quad (1165)$$

ここで、$\Delta\boldsymbol{\omega}_1 = \boldsymbol{\omega}_1 - \boldsymbol{\omega}_0$と$\Delta\boldsymbol{\omega}_2 = \boldsymbol{\omega}_2 - \boldsymbol{\omega}_0$は、*node_ID*$_1$*1*および*node_ID*$_2$*2*の剛体回転速度に対する相対回転速度です。

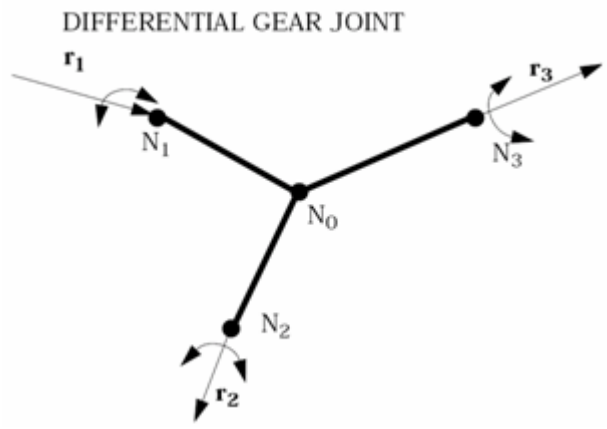


図 *308:*

3. ディファレンシャルギアジョイントの回転速度は、下記の関係による制約を受けます:

$$\alpha(\Delta\boldsymbol{\omega}_1 \cdot \mathbf{r}_1) + (\Delta\boldsymbol{\omega}_2 \cdot \mathbf{r}_2) + (\Delta\boldsymbol{\omega}_3 \cdot \mathbf{r}_3) = 0 \quad (1166)$$

$$\alpha(\Delta\boldsymbol{\omega}_1 \cdot \mathbf{s}_1) + (\Delta\boldsymbol{\omega}_2 \cdot \mathbf{s}_2) + (\Delta\boldsymbol{\omega}_3 \cdot \mathbf{s}_3) = 0 \quad (1167)$$

$$\alpha(\Delta\omega_1 \cdot t_1) + (\Delta\omega_2 \cdot t_2) + (\Delta\omega_3 \cdot t_3) = 0 \quad (1168)$$

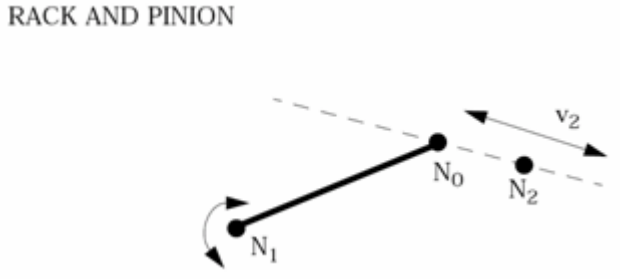


図 *309:*

4. ラックアンドピニオンのジョイントは、*node_ID*$_1$*1*の回転速度を*node_ID*$_2$*2*の並進速度へ変換することを可能にします。これらの速度の拘束方程式は:

$$\alpha(\Delta\omega_1 \cdot r_1) + (\Delta V_2 \cdot r_2) = 0 \quad (1169)$$

$$\alpha(\Delta\omega_1 \cdot s_1) + (\Delta V_2 \cdot s_2) = 0 \quad (1170)$$

$$\alpha(\Delta\omega_1 \cdot t_1) + (\Delta V_2 \cdot t_2) = 0 \quad (1171)$$

5. 節点識別子*node_ID*$_3$*3*は、ディファレンシャルギアジョイントの場合にのみ必要です。
6. 下記に適用する場合、このオプションは使用できません:
   - 質量が0の節点
   - 慣性が0の節点(ラックタイプGJOINTの*node_ID*$_2$*2*の場合を除く)。

See Also

陰解法の機能と互換性

タイド接触

ブロックフォーマットのキーワード

/INTER/TYPE2

ブロックフォーマットのキーワード
セカンダリ節点のセットをメインサーフェスに結合するTYPE2タイドインターフェースを定義します。これは粗いメッシュと細かいメッシュ、モデルのスポット溶接、リベット等を結合するために使用できます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/INTER/TYPE2/*inter_ID*/*unit_ID*									
inter_title									
grnd_ID$_s$	*surf_ID*$_{fg}$	*Ignore*IGNO	*Spot*$_{flag}$*FLA*	*Level*LEVEL	*I*$_{search}$*SEARC*	*I*$_{del2}$*DEL2*		*d*$_{search}$	

Spot$_{flag}$*FLAG*=20、21または22の場合、この入力を読み込みます：

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Rupt	*I*$_{filtr}$*FILTR*	*fct_ID*$_{sr}$	*fct_ID*$_{sn}$	*fct_ID*$_{st}$	*I*$_{sym}$*SYM*	*Max_N_Dist*		*Max_T_Dist*	
Fscale$_{stress}$		*Fscale*$_{str\_rate}$		*Fscale*$_{dist}$		*Alpha*		*Area*	

Spot$_{flag}$*FLAG*=25、27または28の場合、この入力を読み込みます：

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
*Stfac*STFAC		*Visc*VISC				*I*$_{stf}$*STF*			

オプション

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
I$_{the}$*THE*	*K*$_{the}$*THE*								*I*$_{proj}$

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
inter_ID	インターフェースの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
inter_title	インターフェースのタイトル （文字、最大100文字）	
grnd_ID$_s$s	セカンダリ節点グループ識別子 （整数）	
surf_ID$_m$m	メインサーフェスの識別子 （整数）	
IgnoreIGNORE	メインセグメントが見つからない場合にセカンダリ節点を無視することを意味するフラグ。 *= 0* /DEFAULT/INTER/TYPE2で定義した値に設定されます。 *= 1* Starter実行中にメインセグメントが見つからなかったセカンダリ節点を、インターフェースから削除します。 *= 2* d_{search} = 0の場合、新しいd_{search}の計算で、Starter実行中にメインセグメントが見つからなかったセカンダリ節点は、インターフェースから削除されます 。14 *= 3* d_{search} = 0の場合、新しいd_{search}の計算で、Starter実行中にメインセグメントが見つからなかったセカンダリ節点は、インターフェースから削除されます 。14 *= 1000* */DEFAULT/INTER/TYPE2*が定義されていない場合のデフォルト セカンダリ節点は削除されません。 （整数）12 13	
Spot$_{flag}$FLAG	スポット溶接定式化フラグ 3 4 5 6 7 11 *= 0* /DEFAULT/INTER/TYPE2で定義した値に設定されます。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 1 スポット溶接またはリベットに合わせて定式化を最適化します。 *= 2* 標準の定式化と同じ定式化。階層レベルの使用時に必須です。節点時間ステップ/DT/NODA/CSTとの適合性はありません。 *=4 /CAA*が使用されている場合のデフォルト 回転の自由度は伝達されません(シェルが使用されている場合)。 節点時間ステップ/DT/NODA/CSTとの適合性はありません。 *=5*v*/CAA*が使用されていない場合のデフォルト 標準の定式化。 *= 20* 節点に結合しているシェルおよび3次元ソリッドフェイスを用いて応力が計算されている破壊を伴うスポット溶接。 *= 21* 節点に結合しているシェル要素を用いて応力が計算されている破壊を伴うスポット溶接。 *= 22* 節点に結合している3次元ソリッドフェイスを用いて応力が計算されている破壊を伴うスポット溶接。 *= 25* ペナルティの定式化(推奨されません)。19 *= 27* 非適合の運動条件が生じる場合、ペナルティ定式化に自動的に切り替える$Spot_{flag}$*FLAG* =5に類似した運動条件定式化。20 *= 28* 非適合の運動条件が生じる場合、ペナルティ定式化に自動的に切り替える$Spot_{flag}$*FLAG* =1に類似した運動条件定式化。20 *= 30* メインセグメントの3次曲率を使用した定式化。節点時間ステップ/DT/NODA/CSTとの適合性はありません。 (整数)	
*Level*LEVEL	インターフェースの階層レベル (整数)	
I_{search}SEARCH	最も近いメインセグメントを検索するための、検索定式化フラグ *= 0* */DEFAULT/INTER/TYPE2*で定義した値に設定されます。 *= 1* 古い定式化(旧バージョンのみに使用)	

フィールド	内容	SI単位の例
	= 2 */DEFAULT/INTER/TYPE2*が定義されていない場合のデフォルト 新しい改良された定式化 （整数）	
I_{del2}DEL2	節点削除フラグ。9 10 16 = 0 /DEFAULT/INTER/TYPE2で定義した値に設定されます。 = 1 メインセグメントにリンクされたすべての要素が削除された場合、セカンダリ節点への運動条件は無くなります。（セカンダリ節点はインターフェースから削除されます。） = 2 メインセグメントが削除された場合、セカンダリ節点への運動条件は無くなります。（セカンダリ節点はインターフェースから削除されます。） = 1000 */DEFAULT/INTER/TYPE2*が定義されていない場合のデフォルト 削除しません。 （整数）	
d_{search}	最も近いメインセグメントを検索する距離 デフォルト値は、メインセグメントの平均サイズです。13 （実数）	[m]
Rupt	破壊モデル（$Spot_{flag}$*FLAG*20、21または22の場合のみ使用可能） **= 0** 2に設定 **= 1** 右記の場合、破壊；$\sqrt{\left(\frac{N\_Dist}{Max\_N\_Dist}\right)^2+\left(\frac{T\_Dist}{Max\_T\_Dist}\right)^2}>1$ **= 2**（デフォルト） *Max_N_Dist*または*Max_T_Dist*に達した時破壊。 （整数）	
I_{filtr}*FILTR*	フィルタリングフラグ。10 **= 0**（デフォルト） フィルタリングなし **= 1** フィルタリングあり（alphaフィルター） （整数）	
fct_ID$_{sr}$	応力係数対応力速度関数の識別子 6	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	
fct_ID$_{sn}$	最大法線応力対法線相対変位関数の識別子（*N_Dist*）。 この関数は必ず定義される必要があります。6 （整数）	
fct_ID$_{st}$	最大接線応力対接線相対変位関数の識別子（*T_Dist*）。この関数は必ず定義される必要があります。6 （整数）	
I$_{sym}$*SYM*	非対称破断フラグ 6 **= 0**（デフォルト）　対称破断（引張りおよび圧縮） **= 1**　非対称破断（引張りのみ、圧縮ではなし） （整数）	
Max_N_Dist	最大法線相対変位 デフォルト = 1e+20 （実数）	$[\mathrm{m}]$
Max_T_Dist	最大接線相対変位 デフォルト = 1e+20 （実数）	$[\mathrm{m}]$
Fscale$_{stress}$	応力スケールファクター。6 デフォルト = 1.00（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
Fscale$_{str\_rate}$	応力速度スケールファクター。6 デフォルト = 1.00（実数）	$\left[\frac{\mathrm{Pa}}{\mathrm{s}}\right]$
Fscale$_{dist}$	距離スケールファクター。6 デフォルト = 1.00（実数）	$[\mathrm{m}]$
Alpha	応力フィルターのalpha値 デフォルト = 1（実数）	
Area	セカンダリ節点側から計算された面積が0である場合や、セカンダリ節点が1次元要素のみに結合されている場合に使用されるサーフェスの面積。 デフォルト = 0.0（実数）	$[\mathrm{m}^2]$
StfacSTFAC	剛性係数（*Spot*$_{flag}$*FLAG*25、27または28の場合のみ使用可能） デフォルト = 1.0（実数）	

フィールド	内容	SI単位の例
ViscVISC	インターフェース剛性の臨界減衰係数（*Spot*$_{flag}$*FLAG* =25、27または28の場合のみ使用） デフォルト = 0.05（実数）	
I$_{stf}$*STF*	インターフェース剛性定義フラグ16 ペナルティ定式化でのみ使用されます（*Spot*$_{flag}$*FLAG*=25, 27または28） **= 0** /DEFAULT/INTER/TYPE2で定義した値に設定されます。 **= 1** ペナルティ剛性は、メイン剛性です。 **= 2** /DEFAULT/INTER/TYPE2が定義されていない場合のデフォルト。 **= 3** ペナルティ剛性は、メインおよびセカンダリ剛性の最大値です。 **= 4** ペナルティ剛性は、メインおよびセカンダリ剛性の最小値です。 **= 5** ペナルティ剛性は、直列のメインおよびセカンダリ剛性です。 （整数）	
I$_{the}$*THE*	（オプション）熱伝導フラグ **= 0**（デフォルト） 熱伝導無し。 **= 1** 接触片間の熱伝導をアクティブ化 （整数）	
K$_{the}$*THE*	（オプション）熱交換係数 デフォルト = 0.0	$\left[\frac{\mathrm{W}}{\mathrm{m}^2 \cdot \mathrm{K}}\right]$
I$_{proj}$	（オプション）セカンダリ節点投影フラグ18（*Spot*$_{flag}$*FLAG* = 1、28および30では使用できません） **= 0** 1に設定 **= 1**（デフォルト） メインサーフェス上の負の質量を回避するため、メインセグメント上のセカンダリ質量と慣性の改善された分布。 **= 2** セカンダリの質量 / 慣性は変更されません。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	

コメント

1. インターフェースタイプ2は運動条件です。セカンダリサーフェスのいずれの節点上にも、他の運動条件を設定することはできません（ *Spot*$_{flag}$*FLAG* =25、27または28の場合を除く）
2. d_{search}は次のように計算されます（*Radioss Theory Manual*のTied Interface (TYPE2)をご参照ください）：

$$d_{search} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^{n} d_i \qquad (1172)$$

ここで、

n	メインセグメントの数
d_i	すべてのメイン側セグメントの合計長

3. 1つ目のインターフェースの階層レベルが、2つ目のインターフェースの階層レベルよりも低い場合に限り、1つ目のインターフェースであるインターフェースTYPE2のメイン節点を、2つ目のインターフェースTYPE2のセカンダリ節点にすることができます。階層レベルは、*Spot*$_{flag}$*FLAG* =2の場合のみ使用できます。*Spot*$_{flag}$*FLAG* =0または*Spot*$_{flag}$*FLAG* =1の場合には機能しません。

   可能な対応策として、*Spot*$_{flag}$*FLAG*=2を使用できます。これは、/DT/NODA/CSTと適合性がないことを除き、デフォルトの定式化（*Spot*$_{flag}$*FLAG*=0）に相当します。
4. *Spot*$_{flag}$*FLAG* =2は、節点時間ステップ/DT/NODA/CSTとの適合性がないことを除き、定式化0と同等です。
5. SPH粒子をサーフェスに結合する際は、*Spot*$_{flag}$*FLAG* =4が推奨されます（粒子法流体力学（SPH）をご参照ください）。
6. *Spot*$_{flag}$*FLAG* = 20、21または22の場合は破壊を含み、接着結合のモデル化に使用されます。節点時間ステップ/DT/NODA/CSTとの適合性はありません。応力は、節点周囲の"等価"なサーフェスに従って、セカンダリ節点ごとに計算されます。

   この場合、セカンダリ節点の力は、下記のように計算される縮退力係数*Fac_N* (*Fac_T*)によってスケーリングされます：

$$Fac\_N = \min\left\{\sqrt{\frac{\sigma_{N\_\max}^2}{\max\left[\left(\sigma_N(t)\right)^2,\ 10^{-20}\right]}},\ 1\right\} \qquad (1173)$$

$$Fac\_T = \min\left\{\sqrt{\frac{\sigma_{T\_\max}^2}{\max\left[\left(\sigma_T(t)\right)^2,\ 10^{-20}\right]}},\ 1\right\} \qquad (1174)$$

   縮退力が最大値と比較されます：

   $\sigma_N < \sigma_{N_\max}$の場合は、*Fac_N* =1となります。これは、力が減少しないことを意味します。

   $\sigma_N > \sigma_{N_\max}$の場合は、$Fac\_N = \sqrt{\frac{\sigma_{N\_\max}^2}{\max\left[\left(\sigma_N(t)\right)^2, 10^{-20}\right]}}$ となります。これは、力が減少することを意味します。

ここで、最大値は下記を利用してユーザーが定義します：

$$\sigma_{N\max} = \mathrm{Fscale}(\dot{\sigma}) \cdot \mathrm{f}_{sn}\left(\frac{\Delta X_N}{Fscale_{dist}}\right) \quad (1175)$$

$$\sigma_{T\max} = \mathrm{Fscale}(\dot{\sigma}) \cdot \mathrm{f}_{st}\left(\frac{\Delta X_T}{Fscale_{dist}}\right) \quad (1176)$$

$$\mathrm{Fscale}(\dot{\sigma}) = Fscale_{stress} \cdot \mathrm{f}_{sr}\left(\frac{\dot{\sigma}}{Fscale_{str\_rate}}\right) \quad (1177)$$

ここで、f_{sn}、f_{st}、f_{sr}は、*fct_ID*$_{sn}$、*fct_ID*$_{st}$、*fct_ID*$_{sr}$の関数です。

破裂基準（*Rupt*によって定義）に達すると、接触は削除されます。

ここで、

- $\sigma_{N\_\max}$ は、*fct_ID*によって定義される最大法線応力値$_{sn}$
- $\sigma_N(t)$ は、法線応力
- σ_{T_max}は、*fct_ID*によって定義される最大接線応力値$_{st}$
- $\sigma_T(t)$ は、接線応力
- *Fscale*$_{stress}$は、応力係数の入力定数
- *fct_ID*$_{sr}$ は、可変係数の入力値
- *fct_ID*$_{sn}$と*fct_ID*$_s$ は、入力される応力-変位関数
- I_{sym}*SYM*は、対称破断または非対称破断（引張り / 圧縮）のどちらかを選択できるようにします。メインサーフェスからセカンダリ節点への初期方向は、正の側（引張り）を定めます。その距離がゼロの場合（セカンダリ節点がメインサーフェス上にある）は、I_{sym}*SYM* =1でも、破断は対称になります。

この破壊オプション（*Spot*$_{flag}$*FLAG* = 20、21または22）は、陰解法では使用できません。

7. *Spot*$_{flag}$*FLAG* =30：メイン節点に対するセカンダリの質量 / 慣性 / 剛性の分布はKirschoffモデルをベースとし、線形関数（標準の定式化）の代わりに双3次形式の関数が使用されます。この場合、荷重 / モーメントの伝達で要素の形状曲率が考慮されるため、より柔らかな接触の挙動が可能になります。

   警告：この定式化は、回転自由度が必要となるため、ソリッド要素とは適合性がありません。

8. フラグI_{del2}*DEL2* =2の場合、4節点シェル、3節点シェル、またはソリッド要素が削除されると、それがインターフェースのメイン側からも削除されます（関連セカンダリ節点上の運動条件が除去されます）。
9. オプションI_{del2}*DEL2* =1とI_{del2}*DEL2* =2オプションは、Radioss Engineでの明示的な削除（Radioss Engine入力のキーワード/DEL（`/DEL/SHELL`、`/DEL/BRICK`など）を使用）を使用してメイン要素が削除された場合に機能します。
10. I_{filtr}*FILTR*が1に設定されている場合、垂直応力と接線応力はalphaフィルタによって、下記のようにフィルタリングされます：

$$\sigma_N(t) = Alpha \cdot \sigma_N(t) + (1 - Alpha)\sigma_N(t - dt) \quad (1178)$$

$$\sigma_T(t) = Alpha \cdot \sigma_T(t) + (1 - Alpha) \cdot \sigma_T(t - dt) \quad (1179)$$

11. *Spot$_{flag}$FLAG* =25（ペナルティの定式化）は、実行時全体にわたってペナルティの定式化を保持します。（この接触の）セカンダリ節点を、剛体等の別の運動学的オプションのセカンダリ節点にすることもできます。

ペナルティ剛性は一定で、メインおよびセカンダリ側の平均節点剛性として計算されます。これは、必要に応じて剛性係数*StfacSTFAC*を使用して修正することができます。ペナルティ剛性には、*StfacSTFAC*を掛けます。

臨界粘性減衰係数（*Visc*）でインターフェース剛性に減衰を作用させることができます。

12. *IgnoreIGNORE* = 1、2、または3の場合、Starter実行中にメインセグメントが見つからなかったセカンダリ節点をインターフェースから削除します。

13. *IgnoreIGNORE* ≠ 1000の場合、d_{search}が使用されます。

IgnoreIGNORE = 2または3でd_{search} = 0の場合、d_{search}はそれぞれのセカンダリ節点に対して次のように計算されます：

$$\delta_1 = 0.6(thickness\_secondary\_node + thickness\_main\_segment) \quad (1180)$$

$$\delta_2 = 0.05(main\_segment\_diagonal) \quad (1181)$$

$$d_{search} = \max(\delta_1, \delta_2)$$

シェルの場合：

- *thickness_secondary_node* = セカンダリのシェルの板厚
- *thickness_main_segment* = セカンダリのシェルの板厚

ソリッドの場合：

- *thickness_secondary_node* = 0

IgnoreIGNORE = 2の場合：

- $thickness\_main\_segment = \dfrac{Element\_volume}{Segment\_area}$

IgnoreIGNORE = 3の場合：

- *thickness_main_segment* = 0

IgnoreIGNORE = 2または3の場合：

- 板厚が維持される順序は、まず/PART定義から、そして/SHELLまたは/SH3Nの定義から、そして/PROPの定義からとなります。

14. 接触は、*Spot$_{flag}$FLAG*=0の場合のみ、2次元の平面および軸対称のシミュレーションと適合性があります。ソリッド要素を*Spot$_{flag}$FLAG*=0で結合する場合は、モーメントは伝達されません。

15. *I$_{del2}$DEL2* =1の場合に、メインセグメントに属しているすべての4節点シェル、すべての3節点シェル、およびすべてのソリッド要素が削除されると、このセグメントはインターフェースのメイン側からも削除されます（関連セカンダリ節点上の運動条件が除去されます）。

16. *Spot$_{flag}$FLAG* = 25、27または28：インターフェースのペナルティ剛性は、*I$_{stf}$STF*フラグに応じて、メインセグメントの剛性K_mとセカンダリ節点の剛性K_sの両方から次のように計算されます：

I$_{stf}$STF = 1：$K_n = Stfac \cdot K_m$

I$_{stf}$STF = 2（デフォルト）：$K_n = Stfac \cdot \dfrac{K_m + K_s}{2}$

I$_{stf}$STF = 3：$K_n = Stfac \cdot \max(K_m, K_s)$

$I_{stf}STF = 4$: $K_n = Stfac \cdot \min(K_m, K_s)$

$I_{stf}STF = 5$: $K_n = Stfac \cdot \frac{K_m \cdot K_s}{K_m + K_s}$

17. $I_{the}THE$ >1の場合、セカンダリ側およびメインの材料は、熱伝導に有限要素定式化を使用する熱材料とする必要があります(/HEAT/MAT)。

熱伝導は、セカンダリ節点が接触状態になった場合に計算されます。

熱交換は、メインからセカンダリ、およびセカンダリからメインの方向で計算されます:

$$\phi_{cond} = K_{the}(T_s - T_m) \quad (1182)$$

18. デフォルトでは、セカンダリ節点がメイン要素の外側に投影される際に正しくない質量分布を持たないよう、I_{proj} =1が使用されます。質量と慣性は、このエッジ上のセカンダリ節点の投影に基づき、最も近いエッジ上に分布されます。Radiossバージョン14.0またはそれ以前と同じ結果を得るには、I_{proj} =2を使用します。

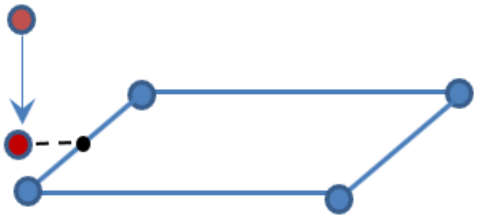


図 *310:*

19. ペナルティの定式化$Spot_{flag}FLAG$=25を使用する際、モーメントはセカンダリ節点からメインセグメントに伝えられません。したがってこれは、セカンダリ節点が回転自由度を擁する接触に使用することが推奨されます。これには、シェル-シェル、スプリング-シェル、シェルがセカンダリでソリッドがメインであるシェル-ソリッドが含まれます。この制限および運動条件定式化と比べて低いロバスト性のため、運動条件定式化とペナルティ定式化の混合$Spot_{flag}FLAG$ =27および28を使用することが推奨されます。

20. $Spot_{flag}FLAG$ =27および28は、運動条件定式化とペナルティ定式化の混合タイド接触です。デフォルトでは、運動条件定式化が使用されます。非適合の運動条件があるセカンダリ節点は、自動的にペナルティ定式化に切り替えられます。剛体、強制変位、強制速度、強制化速度、その他のタイド接触セカンダリ節点と不適合な運動条件または境界条件は、ペナルティ定式化への切り替えの要因となります。セカンダリ節点がペナルティ定式化に切り替えられると、Starter出力ファイルに警告のメッセージが出力されます。

ペナルティ定式化剛性は一定で、$I_{stf}STF$と$StfacSTFAC$の使用により計算されます。臨界粘性減衰係数 (*Visc*) でインターフェース剛性に減衰を作用させることができます。ペナルティ定式化はモーメントをセカンダリ節点からメインセグメントに伝えることができます。

21. $Spot_{flag}FLAG$ =1とは異なり、タイド接触のメインサーフェスがシェル要素である際、$Spot_{flag}FLAG$ =28は時間=0における質量を追加しません。メインサーフェスがソリッド要素である場合、多少の質量追加があるかもしれません。$Spot_{flag}FLAG$ =27が使用される場合、質量は追加されません。

See Also

タイド接触(/INTER/TYPE2)
Tied Interface (TYPE2) (Theory Manual)
Contact Interfaces (FAQ)
Kinematic Conditions (FAQ)

RD-E:4500 マルチドメイン
RD-E:4802 クラッシュボックス内のソリッドおよびスプリングスポット溶接
RD-E:4900 ウィンドシールドへのバードストライク

弾性体

ブロックフォーマットのキーワード

/FXBODY

ブロックフォーマットのキーワード
弾性体を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/FXBODY/*fxbody_ID*									
fxbody_title									
$node\_ID_m$	I_{anim}	I_{min}	I_{max}						
Filename									

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
fxbody_ID	弾性体の識別子 （整数、最大10桁）	
fxbody_title	弾性体のタイトル （文字、最大100文字）	
$node\_ID_m$	メイン節点の識別子 （整数）	
I_{anim}	（オプション）アニメーションの出力フラグ *= 1* 弾性体の局所モードに対応する変位および応力場は、Radioss Starterのアニメーションファイルに書き込まれます（このファイルの詳細については、/ANIM/VERSをご参照ください）。 （整数）	
I_{min}	（オプション）アニメーションの局所モードの最小インデックス 2 （整数）	
I_{max}	（オプション）アニメーションの局所モードの最大インデックス 2	

フィールド	内容	**SI** 単位の例
	≠ 0 インデックスが範囲（I_{min}、I_{max}）に含まれるすべての局所モードがアニメーションファイルで考慮されます。 *= 0* インデックスがI_{min}より大きいすべての局所モードがアニメーションファイルで考慮されます。 （整数）	
Filename	弾性体入力ファイル名 拡張子が(`*.pch`)の入力ファイルは、DMIGフォーマットで定義されたPCHファイルの弾性体であるとみなされます。3 （文字、最大100文字）	

コメント

1. 弾性体は、弾性体入力ファイル形式またはパンチファイルを使用したDMIGフォーマットで定義できます。
2. 弾性体入力ファイル形式を使用した場合、弾性体の局所モードのインデックスは、モードが弾性体入力ファイルに書き込まれた順に定義されます。
   - I_{max} ≠ 0の場合：インデックスが範囲（I_{max}、I_{min}）に含まれるすべての局所モードがアニメーションファイルで考慮されます。
   - I_{max} = 0の場合：インデックスがI_{min}より大きいすべての局所モードがアニメーションファイルで考慮されます。
3. パンチファイルのスーパーエレメントDMIG（Direct Matrix Input）フォーマットは、入力ファイルの拡張子が`*.pch`で終わる場合に想定されます。パンチファイルで定義された剛性と質量のマトリックスを使って、弾性体が自動的に定義されます。
   - 1つの弾性体につき、1つのPCHファイルを定義する必要があります。
   - 弾性体は、少なくとも3つの節点を持ち、平行であってはなりません。
   - 剛性と質量のマトリックスのみを読み取ることができます。
   - 剛性マトリックスは必須であり、キーワード*KAAX*で識別されます。
   - 質量マトリックスも入力することができ、キーワード*MAAX*で識別されます。PCHファイルに質量マトリックスが入力されていない場合は、結合された節点の節点質量と節点慣性に基づいて、集中質量マトリックスが自動的に計算されます。
   - DMIGフォーマットでは、*IFO* = 6 となり、対称的なマトリックスのみが読み込めます。
   - 読めるのは実数のマトリクスのみで、DMIGフォーマットでは *TIN* = 1 または 2 。
   - マトリックスは全体座標系で出力されます。
   - 弾性体は、Radiossの運動条件として扱われ、他の運動条件との互換性はありません。そのため、ある弾性体を他の弾性体に結合することはできません。

その他の制約条件

ブロックフォーマットのキーワード

/MPC

ブロックフォーマットのキーワード
節点の多点制約を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MPC/*MPC_ID*									
MPC_title									

Card 1 to N

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$node\_ID_1$ 1	$Idof_1$	$skew\_ID_1$	α_1						
$node\_ID_2$ 2	$Idof_2$	$skew\_ID_2$	α_2						
同様	同様	同様	同様						
$node\_ID_N$	$Idof_N$	$skew\_ID_N$	α_N						

定義

フィールド	内容	SI単位の例
MPC_ID	多点拘束識別子 （整数、最大10桁）	
MPC_title	多点拘束のタイトル （文字、最大100文字）	
$node\_ID_i$	節点識別子 （整数）	
$Idof_i$	自由度（速度方向） （整数）	
$skew\_ID_i$	局所スキュー（自由度毎に定義）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	
α_i	スケール係数 （実数）	

コメント

1. 下記に適用する場合、このオプションは使用できません：
   - 質量が0の節点の並進自由度
   - 慣性が0の節点の回転自由度
2. ユーザーが定義した節点速度間の線形関係。
3. N個の速度成分間に運動学的関係を定義するには、N個のフォーマットが必要です。各項は、次のように独自の局所スキュー座標系（*Skew_ID*）で表すことができます：

$$\sum_{i=1}^{N} \alpha \cdot V_{idof}^{isk}(node) = 0 \qquad (1183)$$

isk = *Skew_ID*

$idof$ = 1...6

1...3：並進速度

4...6：回転速度

See Also

陰解法の機能と互換性

スキューとフレーム（/SKEW & /FRAME）

多点拘束（/MPC）

/RBE3

ブロックフォーマットのキーワード
独立節点のセットの移動の加重平均として参照（従属）節点の移動を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/RBE3/*rbe3_ID*									
rbe3_title									
$Node\_ID_r$	$Trarot_{ref}$	*N_set*	*I_modif*						

重み係数が異なる各セットの場合

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
WT_i		$Trarot\_M_i$	$skew\_ID_i$	$grnd\_ID_i$					

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
rbe3_ID	補間拘束要素の識別子 （整数、最大10桁）	
rbe3_title	補間拘束要素のタイトル （文字、最大100文字）	
$Node\_ID_r$	参照（従属）節点の識別子 （整数）	
$Trarot_{ref}$	参照（従属）節点に使用される自由度のコード *= 0* フリー自由度 *= 1* 固定自由度 （6つのブーリアン） すべての自由度で設定されるデフォルト（空白または6つのゼロ）	
N_set	異なる重み係数および / または*Trarot*セットの数	

フィールド	内容	**SI** 単位の例
	（整数）	
I_modif	重み係数変更フラグ 4 *= 1* 変更は自動的に行われます *= 2* 変更は禁止されます *3* 重み係数はすべて同じ値（1.0）に変更されます デフォルト（空白またはゼロ）、1に設定（整数）	
WT_i	セット*i*の重み係数 （実数）	
$Trarot\_M_i$	セット*i*の補間に使用される自由度の独立節点のコード （6つのブーリアン） すべての自由度で設定されるデフォルト（空白または6つのゼロ）	
$skew\_ID_i$	セット*i*の局所スキュー識別子 （整数）	
$grnd\_ID_i$	セット*i*の独立節点を定義する節点グループ （整数）	

並進および回転のコード：***Trarot*$_{ref}$** そして***Trarot_M*$_i$**

(1)-1	(1)-2	(1)-3	(1)-4	(1)-5	(1)-6	(1)-7	(1)-8	(1)-9	(1)-10
			T_X	T_Y	T_Z		ω_X	ω_Y	ω_Z

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
T_X	並進のT_Xコード **= 0** フリー自由度 **= 1** 固定自由度	

フィールド	内容		SI 単位の例
	（ブーリアン）		
T_Y	並進のT_Yコード		
	= 0	フリー自由度	
	= 1	固定自由度	
	（ブーリアン）		
T_Z	並進のT_Zコード		
	= 0	フリー自由度	
	= 1	固定自由度	
	（ブーリアン）		
ω_X	回転ω_Xのコード		
	= 0	フリー自由度	
	= 1	固定自由度	
	（ブーリアン）		
ω_Y	回転ω_Yのコード		
	= 0	フリー自由度	
	= 1	固定自由度	
	（ブーリアン）		
ω_Z	回転ω_Zのコード		
	= 0	フリー自由度	
	= 1	固定自由度	
	（ブーリアン）		

コメント

1. これはOptiStructのRBE3と同等で、従属節点のモーションは、加重平均を伴う独立節点グループのモーションに応じて変わります。また、運動条件のインターフェースタイプ2（1つの従属節点によって1つの独立セグメント（3つまたは4つの節点）に限定され、すべての並進成分 / 回転成分に使用されます）に似ていますが、こちらの方がより一般的です。すべての自由度を*Trarot_M*$_i$で設定した場合、従属の回転は独立節点の並進および回転の関数として計算されます。

2. ほとんどの用途では、*Trarot_M*$_i$には並進成分だけを使用することを推奨します（/INTER/TYPE2の*Spot*$_{flag}$*FLAG* =1の場合と同様）。ただし、独立節点が同一線上にあり、従属の回転成分の一部を確定できない場合は例外です。この場合は、一部の回転成分も設定してください。
3. 重み係数の絶対値は正規化されるため、重要ではありません。重要なのは、異なるセットからの相対値です。
4. 従属節点のすべての自由度は確定可能にしてください。

   Trarot_M$_i$に並進成分だけが使用され、独立節点がほぼ同一線上にある場合は、陽解析で数値が不安定になる可能性があります。これを避けるため、デフォルトでRadiossは、入力された重み係数を多少変更します（*I_modif* = 1）。これを回避するために、*I_modif* =2と設定します。

   I_modif = 3を指定すると、*Spot*$_{flag}$*FLAG* =1の/INTER/TYPE2と等しい挙動になります。
5. 他の拘束方程式（運動条件）を使用して、RBE3が含まれる階層を定義することは推奨されませんが、このことは次のルールで許可されています。
6. /INTER/TYPE2、/RBE2、/RBE3、および/RBODYに関する階層ルールは以下のとおり：

   RBODY > RBE3 > RBE2 > INTERFACE TYPE2

See Also

陰解法の機能と互換性

スキューとフレーム（/SKEW & /FRAME）

荷重ケース

ブロックフォーマットのキーワード
Radiossでは、次の荷重ケースを使用できます。モデル化することにより、圧力、重力、温度荷重と同様に、応力 / ひずみを初期状態として考慮できます。

また、さまざまな爆発荷重も/DFSキーワードで定義できます。このグループでは、ALE、CFD、SPH条件（運動条件、圧力条件）も使用できます。

初期条件

ブロックフォーマットのキーワード

/INIBEAM

/INIBEAM/AUX

ブロックフォーマットのキーワード
このオプションは、ビーム用のユーザータイプ材料則の内部変数（UVARバッファ）を初期化するために使用されます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/INIBEAM/AUX									
beam_ID	*nb_integr*	*prop_type*	*nvars*						

各積分点について（*nb_integr* > 0）：

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
V1		*V2*		*V3*				*Vnvars*	

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
beam_ID	要素識別子 （整数）	
nb_integr	断面を通過する積分点の数 1 この要素のプロパティ定義に対応します。 （整数）	

フィールド	内容	**SI** 単位の例
prop_type	ビームプロパティセット 2 （整数）	
nvars	補助内部変数の数。3 （整数）	
V1	1つ目の補助変数値 （実数）	
V2	2つ目の補助変数値 （実数）	
V3	3つ目の補助変数値 （実数）	
Vnvars	*nvars*番目の補助変数値 （実数）	

コメント

1. *nb_integr*は、ビームプロパティで指定された積分点の数と一致する必要があります。
2. `/STATE/BEAM/AUX`は、プロパティTYPE18（積分ビーム *nb_integr* > 0）にのみ使用できます。
3. *nvars*は、ビームで初期化が必要な最初のユーザー変数の数です。これは、ユーザータイプ材料則（NUVAR）で使用される内部変数の総数以下である必要があります。
4. ビームの初期状態の定義には、複数のブロックを使用できます。

/INIBEAM/FULL

ブロックフォーマットのキーワード
ビーム要素の初期状態を記述します。以下のカードで定義されるすべての値は、計算の開始時に適用されます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/INIBEAM/FULL/*unit_ID*									
beam_ID	*nb_integr*	*prop_type*							
EI_{memb}		EI_{bend}							
F_1		F_2		F_3					
M_1		M_2		M_3					

nb_integr = 0（*prop_type* = 3）の場合：

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
						ε_p			

各積分点について、*nb_integr* > 0（*prop_type* = 18）の場合：

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
σ_1		σ_{12}		σ_{13}		ε_p			

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
unit_ID	単位の識別子（オプション） （整数、最大10桁）	
beam_ID	要素識別子 （整数）	
nb_integr	断面を通過する積分点の数 1 この要素のプロパティ定義に対応します。 （整数）	

フィールド	内容	**SI** 単位の例
prop_type	ビームプロパティセット 2 （整数）	
EImemb	全体膜エネルギー （実数）	[J]
EIbend	全体曲げエネルギー （実数）	[J]
F_1	ビーム要素のX方向の垂直力 （実数）	[N]
F_2	1つ目のビーム要素のせん断力（XY） （実数）	[N]
F_3	2つ目のビーム要素のせん断力（XZ） （実数）	[N]
M_1	ビーム要素のX方向モーメント （実数）	[N · m]
M_2	ビーム要素のY方向モーメント （実数）	[N · m]
M_3	ビーム要素のZ方向モーメント （実数）	[N · m]
σ_1	ビームの垂直応力 （実数）	[Pa]
σ_{12}	1つ目のせん断応力 （実数）	[Pa]
σ_{13}	2つ目のせん断応力 （実数）	[Pa]
ε_p	塑性ひずみ （実数）	

コメント

1. *nb_integr*は、ビームプロパティで指定された積分点の数と一致する必要があります。
2. *nb_integr* > 0（積分ビーム – TYPE18）の場合、積分点ごとにオプションの継続行を繰り返します。

/INIBRI

3次元ソリッドのさまざまな初期状態を記述します。3次元ソリッドの初期状態の定義には、複数のブロックを使用できます。

/INIBRI/AUX

ブロックフォーマットのキーワード
3次元ソリッドの初期状態を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/INIBRI/AUX/*unit_ID*									
brick_ID	*Nb_integr*	*Isolnod*	*Isolid*			*nvars*			

各積分点について(*Nb_integer* > 0):

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
V_1		V_2		V_3					
etc.		V_{nvars}							

定義

フィールド	内容	SI単位の例
unit_ID	(オプション)単位識別子 (整数、最大10桁)	
brick_ID	要素識別子 (整数)	
Nb_integr	積分点の数 この要素のプロパティ定義に対応します。 (整数)	
Isolnod	ソリッド要素の節点の数 (整数)	
Isolid	ソリッド要素の定式化 この要素のプロパティ定義のソリッド要素定式化に対応します。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	
nvars	補助内部変数の数。 （整数）	
V_1 から V_{nvars}	1番目からN_{vars}番目の補助変数値（1行あたり3個）。 （実数）	

コメント

1. AUXの場合、nvars個の補助内部変数（1行あたり3個の値）を設定するため、フォーマット行3を繰り返す必要があります。
2. 3次元ソリッドの初期状態の定義には、複数のブロックを使用できます。

/INIBRI/DENS

ブロックフォーマットのキーワード
3次元ソリッドの初期状態を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/INIBRI/DENS/*unit_ID*									
brick_ID		*value*							

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
unit_ID	単位識別子. （整数、最大10桁）	
brick_ID	要素識別子 （整数）	
value	データ値 （実数）	

コメント

1. 3次元ソリッドの初期状態の定義には、複数のブロックを使用できます。

/INIBRI/ENER

ブロックフォーマットのキーワード
3次元ソリッドの初期状態を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/INIBRI/ENER/*unit_ID*									
brick_ID		*value*							

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
unit_ID	単位識別子. （整数、最大10桁）	
brick_ID	要素識別子 （整数）	
value	データ値 （実数）	

コメント

1. 初期エネルギーは、体積単位によって表されます。
2. 3次元ソリッドの初期状態の定義には、複数のブロックを使用できます。

/INIBRI/EPSP

ブロックフォーマットのキーワード
3次元ソリッドの初期状態を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/INIBRI/EPSP/*unit_ID*									
brick_ID		*value*							

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
brick_ID	要素識別子 （整数）	
value	データ値 （実数）	

コメント

1. /MAT/LAW38 (VISC_TAB) は/INIBRI/EPSPと適合性がありません。
2. 3次元ソリッドの初期状態の定義には、複数のブロックを使用できます。

/INIBRI/EREF

ブロックフォーマットのキーワード
全体ひずみ定式化を使用してソリッド要素の初期参照状態を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/INIBRI/EREF/*unit_ID*									
brick_ID		*Isolnod*	*Isolid*	*Ismstr*					

ソリッド要素の節点ごと(*Isolnod*行)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
	Xc		*Yc*		*Zc*				

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
unit_ID	単位識別子 (整数、最大10桁)	
brick_ID	要素識別子 (整数)	
Isolnod	ソリッド要素の節点の数 (整数)	
Isolid	ソリッド要素の定式化 この要素のプロパティ定義のソリッド定式化に対応します。 (整数)	
Ismstr	微小ひずみ定式化フラグ この要素のプロパティ定義の微小ひずみ定式化に対応します。 (整数)	
Xc	ソリッド要素の最終節点座標を基準にした全体座標系のX座標。 (実数)	[m]
Yc	ソリッド要素の最終節点座標を基準にした全体座標系のY座標。	[m]

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（実数）	
Zc	ソリッド要素の最終節点座標を基準にした全体座標系のZ座標。 （実数）	[m]

コメント

1. 3次元ソリッドの初期状態の定義には、複数のブロックを使用できます。
2. 参照状態の節点座標は、ソリッド要素カードで定義されているのと同じ順序で1から*Isolnod*まで記述される必要があります。
3. ソリッド要素の最終節点の座標は0, 0, 0,です。この要素の他の節点の座標は、この節点を基準にして定義されます。

/INIBRI/FAIL

ブロックフォーマットのキーワード
3次元ソリッドの破壊基準を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/INIBRI/FAIL/*unit_ID*									
brick_ID	N_{lay}	*nptr*	*npts*	*nptt*	*lay_ID*	*fail_ID*	*Ifail_typ*	N_{var}	*mat_ID*
V_1		同様		同様					
		V_N							

定義

フィールド	内容	SI単位の例
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
brick_ID	要素識別子 （整数）	
N_{lay}	層数。 （整数）	
nptr	方向rの積分点数 （整数）	
npts	方向sの積分点数 （整数）	
nptt	方向tの積分点数 （整数）	
lay_ID	識別子を初期化する層。 （整数）	
fail_ID	識別子を初期化する破壊基準。 （整数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
Ifail_typ	タイプを初期化する破壊基準 5 （整数）	
N_{var}	初期化する破壊基準変数の数 （整数）	
mat_ID	初期化する材料識別子 （整数）	
V_1	1番目の破壊基準変数値 （整数）	
V_N	N^{th} 破壊基準変数（1行あたり3つの値） （整数）	

コメント

1. *nptr* > 1、*npts* > 1、*nptt* > 1の場合は、実数値を持つ行を積分点ごとに繰り返す必要があります。
2. *Nvar*値は、行毎に3つの変数を擁する*Nvar*変数*Vi*のブロックとして、要素の積分点ごとに書き出される必要があります。
3. 要素内の積分点の総数は: $nptr \cdot npts \cdot nptt$。
4. 積分点は、*nptr*、*npts*、*nptt*の順です。

   (r,s,t)内の4積分点の例: (1,1,1), (1,1,2), (1,2,1), (1,2,2), (2,1,1), (2,1,2), (2,2,1), (2,2,2)。
5. 各破壊モデルは、その要素について初期化する破壊モデルを特定するために使用される*Ifail_typ*を擁します。/FAILで要素タイプの適合性に対し破壊基準を検証します。

キーワード	***Ifail_typ***
/FAIL/ALTER	28
/FAIL/BIQUAD	30
/FAIL/CHANG	13
/FAIL/COCKCROFT	34
/FAIL/CONNECT	20
/FAIL/EMC	27
/FAIL/ENERGY	11
/FAIL/FABRIC	31
/FAIL/FLD	7

キーワード	***Ifail_typ***
/FAIL/GURSON	35
/FAIL/HASHIN	14
/FAIL/HC_DSSE	32
/FAIL/JOHNSON	1
/FAIL/LAD_DAMA	18
/FAIL/MULLINS_OR	33
/FAIL/NXT	25
/FAIL/ORTHSTRAIN	24
/FAIL/PUCK	16
/FAIL/SNCONNECT	26
/FAIL/SPALLING	8
/FAIL/TAB1	23
/FAIL/TBUTCHER	2
/FAIL/TENSSTRAIN	10
/FAIL/USERi	4、5、6
/FAIL/VISUAL	36
/FAIL/WIERZBICKI	9
/FAIL/WILKINS	3

/INIBRI/FILL

ブロックフォーマットのキーワード
3次元ソリッドの充填パーセンテージを記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/INIBRI/FILL/*unit_ID*									
brick_ID		*value*							

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
brick_ID	要素識別子 （整数）	
value	データ値 （実数）	

コメント

1. 3次元ソリッドの初期状態の定義には、複数のブロックを使用できます。
2. 充填パーセンテージは、要素の質量、および剛性と内力のスケーリングに使用します。
3. このオプションは、すべてのソリッド要素の定式化と適合性があります。
4. 接触TYPE2（ペナルティ定式化）、5、7、10、11、19、20、24に使用する剛性は適宜スケーリングされます。
5. 充填パーセンテージは/ANIM/BRICK/FILLで出力できます。

/INIBRI/ORTHO

ブロックフォーマットのキーワード
ブリックまたは厚肉シェルの直交方向の初期化を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/INIBRI/ORTHO/*unit_ID*									

ORTHOで*Prop_type* = 6の場合

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
brick_ID	*Nb_layer*	*Isolnod*	*Prop_type*	*Isolid*					

各積分点について(*Nb_layer* > 0):

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
X_1		Y_1		Z_1		X_2		Y_2	
Z_3									

ORTHOで*Prop_type* = 21または22の場合

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
brick_ID	*Nb_layer*	*Isolnod*	*Prop_type*	*Isolid*					

各積分点について(*Nb_layer* > 0):

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$\cos\alpha$		$\sin\alpha$							

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
unit_ID	単位識別子 (整数、最大10桁)	

フィールド	内容	**SI** 単位の例
brick_ID	要素識別子 （整数）	
Nb_layer	層数（≥ 1で、*Prop_type* = 21または22の要素の場合） この要素のプロパティ定義に対応します。 （整数）	
Prop_type	要素タイプ特性 （整数）	
Isolnod	ソリッド要素の節点の数 （整数）	
Isolid	ソリッド要素の定式化 この要素のプロパティ定義のソリッド要素定式化に対応します。 （整数）	
X_1	直交参照座標系の第1軸のX成分（全体参照座標系で表現される） （実数）	
Y_1	直交参照座標系の第1軸のY成分（全体参照座標系で表現される） （実数）	
Z_1	直交参照座標系の第1軸のZ成分（全体参照座標系で表現される） （実数）	
X_2	直交参照座標系の第2軸のX成分（全体参照座標系で表現される） （実数）	
Y_2	直交参照座標系の第2軸のY成分（全体参照座標系で表現される） （実数）	
Z_2	直交参照座標系の第2軸のZ成分（全体参照座標系で表現される） （実数）	
$\cos\alpha$	局所参照フレームの最初の方向に直交する最初の方向の角度の余弦 （実数）	
$\sin\alpha$	局所参照フレームの最初の方向に直交する1番目の方向の角度の正弦	

フィールド	内容	**SI** 単位の例
	（実数）	

コメント

1. 直交参照座標系の第3軸は、第1軸と第2軸の外積です。
2. *Nb_layers*（*Prop_type* = 22）> 1の場合は、層ごとにオプションの継続行を繰り返す必要があります。

   フォーマット行3; フォーマット行4

/INIBRI/SCALE_YLD

ブロックフォーマットのキーワード
このオプションは、ソリッドの要素毎の降伏応力にスケールファクターを設定するために使用されます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/INIBRI/SCALE_YLD/*unit_ID*									
brick_ID	*nptr*	*npts*	*nptt*	*nlay*					

各積分点と層毎に次の行を繰り返します

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Alpha_lkji									

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
brick_ID	要素識別子 （整数）	
nptr	方向rの積分点数 （整数）	
npts	方向sの積分点数 （整数）	
nptt	方向tの積分点数 （整数）	
nlay	層数。1 （整数）	
Alpha_lkji	積分点*lkji*の降伏応力スケールファクター。ここで、 *l* 層	

フィールド	内容	**SI** 単位の例
	k 方向*t* *j* 方向*s* *i* 方向*r* （実数）	

例

この例では、下記を使用します：

/PROP/SOLIDI_{solid}*SOLID*=16かつI_{npts}*NPTS*=322 => *nptr*=3; *npts*=2;*nptt*=2 を設定する必要あり（そこで、*Alpha_Ikji*で*i*=3; *j*=2;*k*=2）。

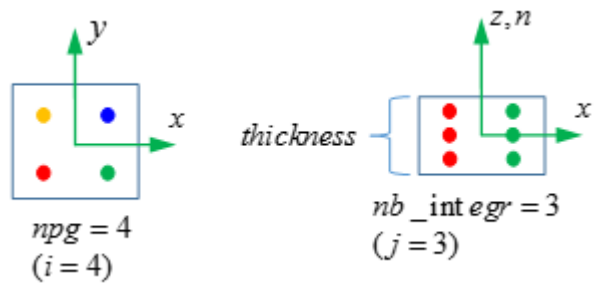


図 *311:*

これで、降伏応力のスケールファクター*Alpha_Ikji*は次のとおりで、全部で$3 \times 2 \times 2 = 12$の*Alpha_Ikji*値となります。

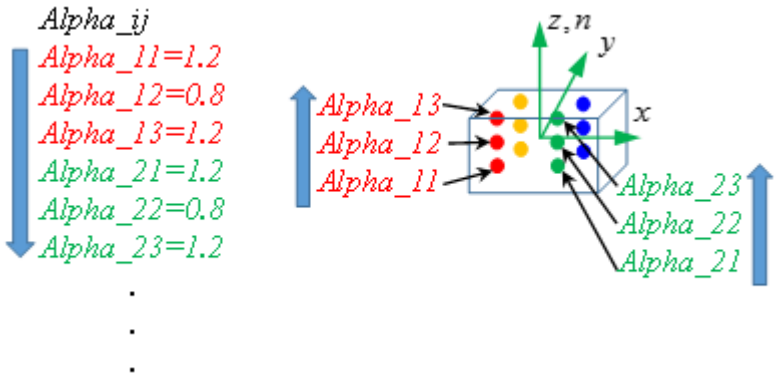


図 *312:*

```
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  1. LOCAL_UNIT_SYSTEM:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/2
unit for PROP
#               MUNIT                LUNIT                TUNIT
                  Mg                   mm                   s
```

```
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. GEOMETRICAL SETS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PROP/SOLID/1/2
Solid part -1
#   Isolid    Ismstr               Icpre  Itetra10     Inpts   Itetra4    Iframe                  dn
        16         0                   0         0       322         0         0                   0
#                 q_a                 q_b                   h            LAMBDA_V                MU_V
                    0                   0                   0                   0                   0
#             dt_min   istrain      IHKT
                    0         0         0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|

/INIBRI/SCALE_YLD
# brick_ID      nptr      npts      nptt      nlay
          1         3         2         2         1
#          scale_yld
                1.20
                 .80
                1.20
                1.20
                 .80
                1.20
                1.20
                 .80
                1.20
                1.20
                 .80
                1.20
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#enddata
/END
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. *nlay*は厚肉シェル`/PROP/TYPE22`にのみ必要です。
2. 積分点の数は、要素のプロパティタイプおよびその定式化フラグに従って設定される必要があります。
3. ソリッドについてスケールファクターは、複数のブロックによって定義されることが可能です。

/INIBRI/STRA_F

ブロックフォーマットのキーワード
3次元ソリッドの初期状態を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/INIBRI/STRA_F/*unit_ID*									
brick_ID	*Nb_integr*	*Isolnod*	*Isolid*	*nptr*	*npts*	*nptt*	*nlay*		

各積分点について(*Nb_integr* > 0):

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
ε_1		ε_2		ε_3					
ε_{12}		ε_{23}		ε_{31}					

定義

フィールド	内容	SI単位の例
unit_ID	単位識別子。 (整数、最大10桁)	
brick_ID	要素識別子 (整数)	
Nb_integr	積分点の数 この要素のプロパティ定義に対応します。 (整数)	
Isolnod	ソリッド要素の節点の数 (整数)	
Isolid	ソリッド要素の定式化 この要素のプロパティ定義のソリッド要素定式化に対応します。 (整数)	
nptr	方向rの積分点数	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	
npts	方向sの積分点数 （整数）	
nptt	方向tの積分点数 （整数）	
nlay	肉厚シェル要素の層数 （整数）	
ε_1	方向1のひずみ （実数）	
ε_2	方向2のひずみ （実数）	
ε_3	方向3のひずみ （実数）	
ε_{12}	方向12のひずみ （実数）	
ε_{23}	方向23のひずみ （実数）	
ε_{31}	方向31のひずみ （実数）	

コメント

1. 3次元ソリッドの初期状態の定義には、複数のブロックを使用できます。

/INIBRI/STRA_FGLO

ブロックフォーマットのキーワード
全体参照座標系でのソリッドのひずみ状態を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/INIBRI/STRA_FGLO/*unit_ID*									
brick_ID	*Nb_integr*	*Isolnod*	*Isolid*	*nptr*	*npts*	*nptt*	*nlay*		

各積分点について（*Nb_integr* > 0）:

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
ε_1		ε_2		ε_3					
ε_{12}		ε_{23}		ε_{31}					

定義

フィールド	内容	SI単位の例
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
brick_ID	要素識別子 （整数）	
Nb_integr	積分点の数 この要素のプロパティ定義に対応します。 （整数）	
Isolnod	ソリッド要素の節点の数 （整数）	
Isolid	ソリッド要素の定式化 この要素のプロパティ定義のソリッド要素定式化に対応します。 （整数）	
nptr	方向rの積分点数 （整数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
npts	方向sの積分点数 （整数）	
nptt	方向tの積分点数 （整数）	
nlay	肉厚シェル要素の層数 （整数）	
ε_1	方向1のひずみ （実数）	
ε_2	方向2のひずみ （実数）	
ε_3	方向3のひずみ （実数）	
ε_{12}	方向12のひずみ （実数）	
ε_{23}	方向23のひずみ （実数）	
ε_{31}	方向31のひずみ （実数）	

コメント

1. 3次元ソリッドの初期状態の定義には、複数のブロックを使用できます。

/INIBRI/STRESS

ブロックフォーマットのキーワード
3次元ソリッドの初期状態（各積分点に対してではなく、局所 参照座標系での、3次元ソリッドのための完全応力）を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/INIBRI/STRESS/*unit_ID*									
bric_ID$_{st}$		σ_x		σ_y		σ_z			
σ_{xy}		σ_{yz}		σ_{xz}					

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
bric_ID$_{st}$	応力要素の識別子 （整数）	
σ_x	応力 （実数）	
σ_y	応力 （実数）	
σ_z	応力 （実数）	
σ_{xy}	せん断応力 （実数）	
σ_{yz}	せん断応力 （実数）	
σ_{xz}	せん断応力 （実数）	

コメント

1. 3次元ソリッドの初期状態の定義には、複数のブロックを使用できます。
2. `/INIBRI/STRSESS`を使用した場合、変形後の要素の密度はないとみなします。最初のサイクルの前に、Radiossは、入力応力テンソルと材料データ（剛性および密度）との整合性を確認します。

$$D = \frac{s_{11} + s_{22} + s_{33}}{3} - Bulk \cdot \left(1 - \frac{\rho}{\rho_0}\right) = 0 \qquad (1184)$$

ここで、

ρ_0
: Starterファイルで定義されている密度

ρ
: 状態ファイル内の密度

応力が十分でないと、Radiossは、応力テンソルの対角エントリを次のように修正します：

$$s_{ii}^{new} = s_{ii}^{initial} - D \qquad (1185)$$

/INIBRI/STRS_F

ブロックフォーマットのキーワード
3次元ソリッドの初期状態（局所座標系での完全応力、積分点ごとの値）を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/INIBRI/STRS_F/*unit_ID*									

STRS_F、かつ1つまたは8つの積分点を持つ8節点ソリッド要素の場合

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
brick_ID	*Nb_integr*	*Isolnod*	*Isolid*	*nptr*	*npts*	*nptt*	*nlay*	*grbric_ID*	

各積分点について（*Nb_integr* = 0）：

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
E_{int}		ρ							
σ_1		σ_2		σ_3					
σ_{12}		σ_{23}		σ_{31}					
ε_p									

*STRS_F*かつ16節点または20節点ソリッド要素、8節点HA8要素、8節点HSEPH要素、6節点PA6要素、10節点四面体、または節点五面体要素の場合

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
brick_ID	*Nb_integr*	*Isolnod*	*Isolid*	*nptr*	*npts*	*nptt*	*nlay*	*grbric_ID*	

各積分点について（*Nb_integr* > 0）：

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
σ_1		σ_2		σ_3					
σ_{12}		σ_{23}		σ_{31}					
ε_p		E_{int}		ρ					

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
brick_ID	要素識別子 （整数）	
Nb_integr	積分点の数 この要素のプロパティ定義に対応します。 （整数）	
Isolnod	ソリッド要素の節点の数 （整数）	
Isolid	ソリッド要素の定式化 この要素のプロパティ定義のソリッド要素定式化に対応します。 （整数）	
nptr	方向rの積分点数 （整数）	
npts	方向sの積分点数 （整数）	
nptt	方向tの積分点数 （整数）	
nlay	肉厚シェル要素の層数 （整数）	
grbric_ID	3次元ソリッドグループの識別子 4 （整数）	
ε_p	塑性ひずみ。 （実数）	
σ_1	応力 （実数）	

フィールド	内容	SI単位の例
σ_2	応力 （実数）	
σ_3	応力 （実数）	
σ_{12}	せん断応力 （実数）	
σ_{23}	せん断応力 （実数）	
σ_{31}	せん断応力 （実数）	
E_{int}*int*	ソリッド要素の内部エネルギー （実数）	
ρ	体積質量 （実数）	

コメント

1. 3次元ソリッドの初期状態の定義には、複数のブロックを使用できます。
2. *Nb_integr* > 1のときに、*Keyword2* = *STRS_F*、かつ積分点が1つまたは8つの8節点ソリッド要素である場合は、積分点ごとにオプションの継続行を繰り返す必要があります。

   フォーマット行4、フォーマット行5、フォーマット行6
3. *Nb_integr* > 1のときに、*Keyword2* = `STRS_FGLO`かつ16または20節点ソリッド要素、8節点HA8要素、8節点HSEPH要素、6節点PA6要素、8節点HSEPH要素、6節点PA6要素、10節点四面体または6節点五面体要素の場合、積分点ごとにオプションの継続行を繰り返す必要があります。

   フォーマット行3、フォーマット行4、フォーマット行5
4. 要素が3次元ソリッドのグループ*grbric_ID*で定義されている場合、応力値の1つのブロックのみを定義する必要があります。ブロックで定義された値は、3次元ソリッドのグループ内のすべての要素に適用されます。3次元ソリッドのグループで定義されたすべての要素は、同じパート(/PART)に属している必要があります。
5. `/INIBRI/STRS_F`を使用した場合、変形後の要素の密度はないとみなします。最初のサイクルの前に、Radiossは、入力応力テンソルと材料データ(剛性および密度)との整合性を確認します:

$$D = \frac{s_{11}+s_{22}+s_{33}}{3} - Bulk \cdot \left(1 - \frac{\rho}{\rho_0}\right) = 0 \qquad (1186)$$

   ここで、

ρ_0 Starterファイルで定義されている密度

ρ 状態ファイル内の密度

応力が十分でないと、Radiossは、応力テンソルの対角エントリを次のように修正します：

$$\sigma_i^{initial} = \sigma_i^{input} - D \qquad (1187)$$

（i=1,2,3）

/INIBRI/STRS_FGLO

ブロックフォーマットのキーワード
3次元ソリッドの初期状態（全体座標系での完全応力、積分点ごとの値）を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/INIBRI/STRS_FGLO/*unit_ID*									

STRS_FGLO、かつ1つまたは8つの積分点を持つ8節点ソリッド要素の場合

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
brick_ID	*Nb_integr*	*Isolnod*	*Isolid*	*nptr*	*npts*	*nptt*	*nlay*	*grbric_ID*	

各積分点について（*Nb_integr* > 0）：

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
E_{int}*int*		ρ							
σ_1		σ_2		σ_3					
σ_{12}		σ_{23}		σ_{31}					
ε_p									

*STRS_FGLO*かつ16節点または20節点ソリッド要素、8節点HA8要素、8節点HSEPH要素、6節点PA6要素、10節点四面体、または節点五面体要素の場合

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
brick_ID	*Nb_integr*	*Isolnod*	*Isolid*	*nptr*	*npts*	*nptt*	*nlay*	*grbric_ID*	

各積分点について（*Nb_integr* > 0）：

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
σ_1		σ_2		σ_3					
σ_{12}		σ_{23}		σ_{31}					
ε_p		E_{int}*int*		ρ					

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
brick_ID	要素識別子*grbric_ID*が定義されている場合は無視される。 （整数）	
Nb_integr	積分点の数 この要素のプロパティ定義に対応します。 （整数）	
Isolnod	ソリッド要素の節点の数 （整数）	
Isolid	ソリッド要素の定式化 この要素のプロパティ定義のソリッド要素定式化に対応します。 （整数）	
nptr	方向rの積分点数 （整数）	
npts	方向sの積分点数 （整数）	
nptt	方向tの積分点数 （整数）	
nlay	肉厚シェル要素の層数 （整数）	
grbric_ID	3次元ソリッドグループの識別子 4 （整数）	
ε_p	塑性ひずみ （実数）	
σ_1	方向1の応力 （実数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
σ_2	方向2の応力 （実数）	
σ_3	方向3の応力 （実数）	
σ_{12}	方向12におけるせん断応力 （実数）	
σ_{23}	方向23におけるせん断応力 （実数）	
σ_{31}	方向31におけるせん断応力 （実数）	
E_{int}*int*	ソリッド要素の内部エネルギー （実数）	
ρ	体積質量 （実数）	

コメント

1. 3次元ソリッドの初期状態の定義には、複数のブロックを使用できます。
2. *Nb_integr* > 1のときに、*Keyword2* = `STRS_FGLO`、かつ積分点が1つまたは8つの8節点ソリッド要素である場合は、積分点ごとにオプションの継続行を繰り返す必要があります。

   フォーマット行4、フォーマット行5、フォーマット行6
3. *Nb_integr* > 1のときに、*Keyword2* =*STRS_FGLO*かつ16または20節点ソリッド要素、8節点HA8要素、8節点HSEPH要素、6節点PA6要素、10節点四面体または6節点五面体要素の場合、積分点ごとにオプションの継続行を繰り返す必要があります。

   フォーマット行3、フォーマット行4、フォーマット行5
4. 要素が3次元ソリッドのグループ*grbric_ID*で定義されている場合、応力値の1つのブロックのみを定義する必要があります。ブロックで定義された値は、3次元ソリッドのグループ内のすべての要素に適用されます。3次元ソリッドのグループで定義されたすべての要素は、同じパート(/PART)に属している必要があります。
5. `/INIBRI/STRS_FGLO`を使用した場合、変形後の要素の密度はないとみなします。最初のサイクルの前に、Radiossは、入力応力テンソルと材料データ(剛性および密度)との整合性を確認します。

$$D = \frac{s_{11}+s_{22}+s_{33}}{3} - Bulk \cdot \left(1 - \frac{\rho}{\rho_0}\right) = 0 \qquad (1188)$$

ここで、

ρ_0	Starterファイルで定義されている密度
ρ	状態ファイル内の密度

応力が十分でないと、Radiossは、応力テンソルの対角エントリを次のように修正します：

$$s_{ii}^{new} = s_{ii}^{initial} - D \tag{1189}$$

/INICRACK

ブロックフォーマットのキーワード
初期亀裂を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/INICRACK/*inicrack_ID*									
inicrack_title									
node_ID$_1$*1*	*node_ID*$_2$*2*	*Ratio*							

定義

フィールド	内容	SI単位の例
inicrack_ID	初期亀裂の識別子 （整数、最大10桁）	
inicrack_title	初期亀裂のタイトル （文字、最大100文字）	
node_ID$_1$*1*	節点識別子1 （整数）	
node_ID$_2$*2*	節点識別子2 （整数）	
Ratio	要素エッジ（*node_ID*$_1$*1*および*node_ID*$_2$*2*）を分割するための比率 （実数）	

コメント

1. 初期亀裂は、要素エッジに属する2つの点と一致します。それらの点は、次のように定義されます：

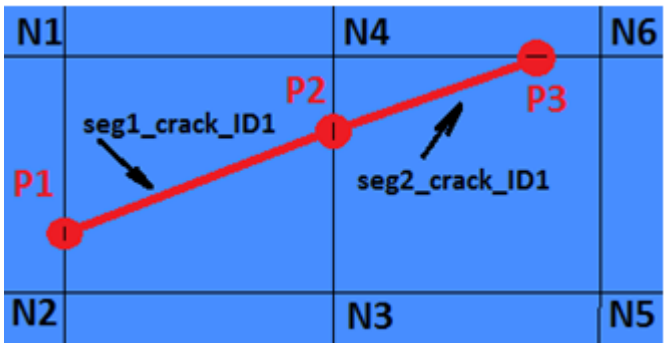


図 *313:*

- 初期亀裂ラインの1つ目の点P1は、節点（N1およびN2）によって定義されたエッジ上にあります。エッジ上の点P1の位置（N1とN2の間）は、*Ratio*の値で指定されます。
  - *Ratio* = 0の場合、点P1は節点N1と一致します。
  - *Ratio* = 1の場合、点P1は節点N2と一致します。
  - 0 < *Ratio* < 1の場合、点P1は節点の間（N1とN2の間で、N1から、N1とN2の距離に*Ratio*の値を掛けだけ離れた位置）となります。
- 2つ目の点P2は、初期亀裂ラインセグメントを定義するために使用され、この同一シェル要素のその他のエッジのいずれかで、 点P1と同じように取り入れられます。1つの要素内で使用可能な亀裂ラインセグメントは1つのみです。

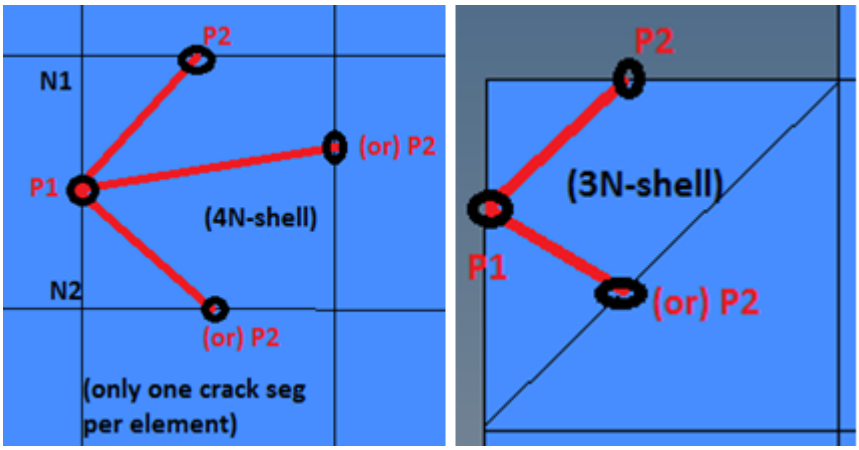


図 *314:*

- 単純な初期亀裂ラインセグメントを作成するには、少なくとも2組の節点（N1およびN2）を定義する必要があります。
- 亀裂ラインセグメントは、続けて定義する必要があります。これは、ある亀裂セグメント内の2つ目の点P2を、次のセグメントの亀裂の1つ目の点P1にする必要があるということです。

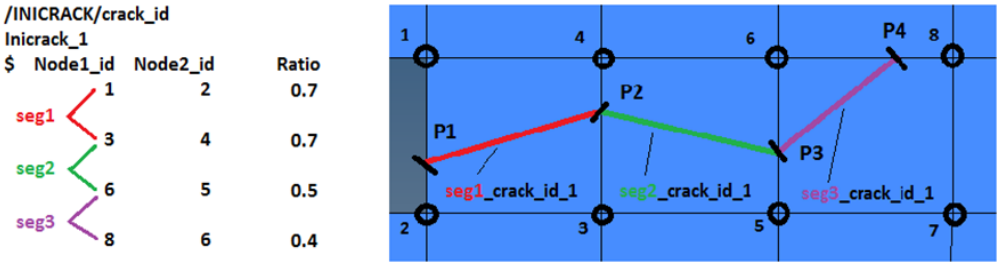


図 *315:*

2. /INICRACKは、4節点および3節点シェルのみで、初期亀裂を定義するために使用されます。
3. 複数の初期亀裂ラインは、複数の/INICRACKカードを使用して定義できます（それらが同じ要素と交差することがない場合）。
4. 要素ごとに使用可能な亀裂ラインは1つのみです。

/INIGRAV

ブロックフォーマットのキーワード
重力荷重による静水圧から初期状態を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/INIGRAV/*inigrav_ID*/*unit_ID*									
inigrav_title									
grpart_ID	*surf_ID*	*grav_ID*							
P_{ref}		*Bx*		*By*		*Bz*			

定義

フィールド	内容	SI単位の例
inigrav_ID	初期重力荷重識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位の識別子（オプション） （整数、最大10桁）	
inigrav_title	初期重力荷重タイトル （文字、最大100文字）	
grpart_ID	特定されたパートのグループ定義されない場合（0）、初期状態はすべてのソリッドPARTに適用されます。 デフォルト = 0（整数）	
surf_ID	自由サーフェスの識別子（オプション） 定義されていない場合、基礎点が読まれます。 （整数）	
grav_ID	使用される重力カード識別子（必須） （整数）	
P_{ref}	参照サーフェス上の参照圧力 （実数）	[Pa]
Bx	基礎点のX座標（*surf_ID*=0の場合にのみ使用）	[m]

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（実数）	
By	基礎点のY座標（*surf_ID*=0の場合にのみ使用） （実数）	[m]
Bz	基礎点のZ座標（*surf_ID*=0の場合にのみ使用） （実数）	[m]

例（水の静水圧）

```
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for load
#              MUNIT               LUNIT               TUNIT
                 g                  mm                  ms
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/INIGRAV/1/1
hydrostatique pressure - " sea level : {Z=0} where Pref=0.101325 MPa
#GRPART_ID   SURF_ID   GRAV_ID
         0         0         1
#               Pref                  Bx                  By                  Bz
           0.101325                   0                   0                   0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/GRAV/1/1
Terrestrial gravity field
#funct_IDT       DIR   skew_ID sensor_ID  grnod_ID                      Ascale_x            Fscale_Y
         2         Z         0         0         5                             0            -0.00981
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/2
unity
#                  X                   Y
                   0                 1.0
             1000000                 1.0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#enddata
```

コメント

1. 重力値と方向は/GRAVカードから読み出され、*grav_ID*値は必須となります。
2. サーフェス識別子は海抜0を提供します。*surf_ID*は、/SURF/PLANE（図 316）または空気-水制限を記述するその他のユーザーサーフェス（図 317）のいずれかです。*surf_ID*が指定されていない場合、B=(Bx,By,Bz)を基礎点として使用し、重力ベクトルをサーフェス法線として使用することにより、平面サーフェスを仮定します。
3. P_{ref}は、海抜0での参照圧力です。サーフェス圧力より上であれば減少、サーフェス圧力より下であれば増加しています。
4. このキーワードは、*grpart_ID*によって提供されるパートのグループ内の各セルについて計算しています。この初期密度ρ_0は、変化した圧力が$\Delta P_0 = \rho_0 |g| dist$であるようなものです。ここで、$dist = \mathbf{n} \cdot \mathbf{dist}$は海抜0からの符号付距離です。海抜0からの距離は、セルの重心を使用して計算されます。
5. 数学的モデルは、たとえば各セル$P = P_{ref} + \rho_{ref} |g| dist$に対するものです。このモデルは、材料タイプが距離に沿って変化しない場合（一定の参照密度）にのみ有効です。

   たとえば、サーフェスの上には空気のみがあり、サーフェスの下には水のみがある場合などです。水中に物体を入れた場合、その水中にある物体の静水力学的状態を解くための計算を実行する必要があります。

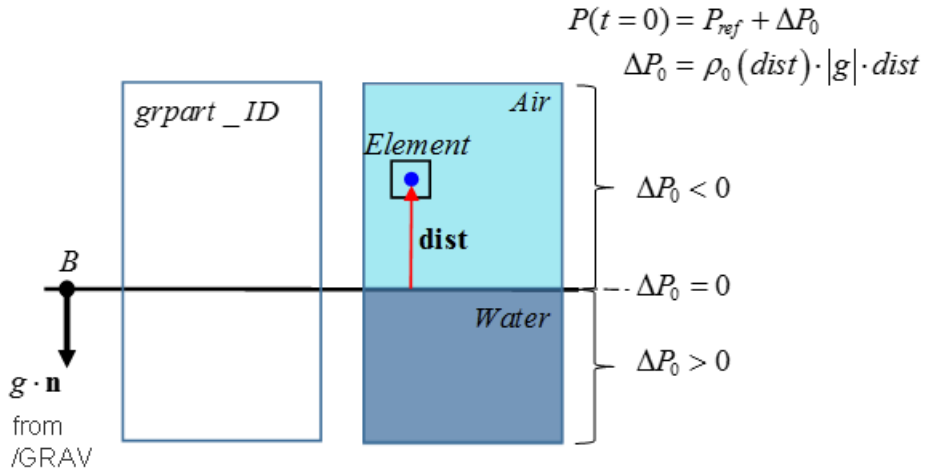


図 *316:* 平面サーフェスに対する海抜*0*から計算された初期圧力

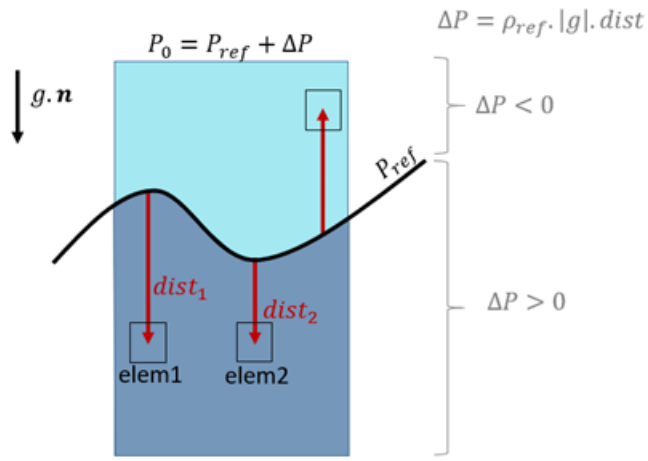


図 *317:* ユーザーサーフェスに対する海抜*0*から計算された初期圧力

6. `/INIVOL`オプションがLAW51で体積比率の初期化に使用される場合、参照密度は初期体積比率から自動的に計算されます。
7. 現時点では、流体力学則3、4、6、37、49、51、および151とのみ適合性を有します。
8. *grav_ID*カードは、重力`/GRAV`をt=0からの一定重力関数*fct_ID*$_f$と共に参照する必要があります。または、関数を空白のままにして、一定の重力値を`/GRAV`, *Fscale*$_\gamma$で定義することができます。

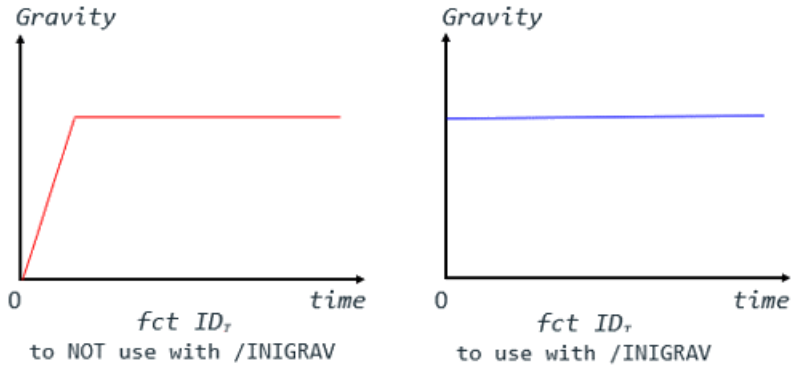

Gravity
0
time
fct ID
to NOT use with /INIGRAV
Gravity
0
time
fct ID
to use with /INIGRAV

図 *318:*

/INIMAP1D

ブロックフォーマットのキーワード
球体マッピング法、円筒マッピング法、または平面マッピング法を使用して、1次元の速度と熱力学値を2次元空間または3次元空間にマッピングします。マッピングされた結果は/ALE/EULER材料と共に使用されます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/INIMAP1D/*form*/*inimap1d_ID*									
inimap1d_title									
type									
$node\_ID_1$	$node\_ID_2$								
grbric_ID	*grquad_ID*	*grtria_ID*							
fct_ID_v	$Fscale_v$								
fct_ID_{vf1}	fct_ID_{rho1}	$Fscale_{rho1}$		$fct\_ID_{p\_e1}$	$Fscale_{p\_e1}$				
同様	同様	同様		同様	同様				
fct_ID_{vfN}	fct_ID_{rhoN}	$Fscale_{rhoN}$		$fct\_ID_{p\_eN}$	$Fscale_{p\_eN}$				

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
form	初期状態定式化 **VE** 質量密度、特定の内部エネルギーおよび速度は与えられます。 **VP** 質量密度、圧力および速度は与えられます。	
inimap1d_ID	Inimap1dブロック識別子 （整数、最大10桁）	
inimap1d_title	Inimap1dブロックタイトル （文字、最大100文字）	
type	初期マッピングのタイプ **1** 平面マッピング **2** 円筒マッピング	

フィールド	内容	**SI** 単位の例
	3 球マッピング （整数）	
node_ID$_1$*1*	節点1の識別子 （整数、最大10桁）	
node_ID$_2$*2*	節点2の識別子（*type*=1または2.の場合のみ） （整数、最大10桁）	
grbric_ID	初期化が実行される3次元ソリッドグループ （整数）	
grquad_ID	初期化が実行される2次元ソリッドグループ （整数）	
grtria_ID	初期化が実行される三角形グループ （整数）	
fct_ID$_v$	速度初期化の関数識別子 （整数）	
Fscale$_v$	速度のスケールファクター 2 （整数）	$[\frac{m}{s}]$
各`/MAT/LAW151`または`/MAT/LAW51`サブ材料1からNまでについて、以下の行を繰り返します		
fct_ID$_{vf1}$	体積率の関数$f_{vf}(t)$の識別子 *= 0* $VolumeFraction = Fscale_{vf}$ *> 0* $Volume fraction = Fscale_{vf} \cdot f_{vf}(t)$ （整数）	
fct_ID$_{rhoi}$	密度の関数$f_{rho}(t)$の識別子 *= 0* $\rho = Fscale_{rho}$ *> 0* $\rho = Fscale_{rho} \cdot f_{rho}(t)$	

フィールド	内容	**SI** 単位の例
	（整数）	
$Fscale_{rhoi}$	密度スケールファクター （実数）	$\left[\frac{kg}{m^3}\right]$
$fct\_ID_{p\_ei}$	*form*=VEの場合、エネルギー関数の識別子 *form*=VPの場合、圧力関数の識別子 *= 0* $P \text{ or } E = Fscale_{p\_e}$ *> 0* $P \text{ or } E = Fscale_{p\_e} \cdot f_{p\_e}(t)$ （整数）	
$Fscale_{p\_e1}$	*form* =VEの場合、エネルギースケールファクター 2 *form* =VPの場合、圧力スケールファクター （実数）	$[Pa]$ または $\left[\frac{J}{m^3}\right]$

例

```
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/INIMAP1D/VE/1
INIMAP1D for cylindrical mapping
#     Type
          2
# Node_ID1  Node_ID2
          1         4
#grbric_ID grquad_ID grsh3n_ID
          1         0         0
#   func_u
          3
# func_alp  func_rho    func_e
          0         1                              2
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/INIMAP1D/VE/2
INIMAP1D for planar mapping
#     Type
          1
# Node_ID1  Node_ID2
       2602    393299
#grbric_ID grquad_ID grsh3n_ID
          2         0         0
#   func_u
          3
# func_alp  func_rho    func_e
          0         1                              2
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/INIMAP1D2/VE/3
INIMAP1D for spherical mapping
#     Type
          3
# Node_ID1
       5203
#grbric_ID grquad_ID grsh3n_ID
          3         0         0
#   func_u
          3
# func_alp  func_rho    func_e
          0         1                              2
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

```
/FUNCT/1
RHO
          0.00000000          1.00000000
          0.25000000          1.00000000
          0.50000000          0.25000000
          0.65000000          0.30000000
          0.70000000          0.20000000
          0.80000000          0.20000000
          0.81000000          0.12500000
          1.00000000          0.12500000
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/2
EINT
          0.00000000          2.50000000
          0.25000000          2.50000000
          0.50000000          1.40000000
          0.65000000          1.60000000
          0.70000000          2.50000000
          0.80000000          2.50000000
          0.81000000          2.00000000
          1.00000000          2.00000000
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/3
VELOCITY
          0.00000000          0.00000000
          0.25000000          0.00000000
          0.50000000          1.16000000
          0.65000000          0.80000000
          0.70000000          0.70000000
          0.80000000          0.60000000
          0.81000000          0.00000000
          1.00000000          0.00000000
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#enddata
```

コメント

1. このオプションは、外部ソルバーから得られる可能性のある1Dシミュレーションの結果からの2Dまたは3Dシミュレーションを初期化するために使用することができます。
2. 速度、体積率、密度、エネルギー、圧力のいずれかの入力が一定の場合、関数を未定義のままにしておき、スケールファクターフィールド$Fscale_v$、$Fscale_{rhoi}$、または$Fscale_{p_e1}$に一定の値を入力することができます。関数が定義されている場合、スケールファクターのデフォルト値は1.0です。
3. *type*パラメータに応じて、3つの異なる初期化タイプが使用できます。
   - *type* = 1: 1D結果が$node_ID_1 1$から$node_ID_2 2$で定義されるベクトルに垂直な平面にマッピングされる箇所で、平面初期化が行われます。入力関数内の横軸値は、平面の法線ベクトルに沿った距離です。入力関数からの縦軸値は、法線に沿った所与の距離における平面全体の一定値です。図 319および図 320をご参照ください。
   - *type* = 2: 局所z円筒軸が$node_ID_1 1$から$node_ID_2 2$で定義される箇所で、円筒初期化が行われます。入力関数内の横軸値は、局所z円筒軸からの半径方向距離です。入力関数からの縦軸値は、所与の半径方向距離における円筒サーフェス全体の一定値です。図 321および図 322をご参照ください。
   - *type* = 3: $node_ID_1 1$によって定義された原点を用いて、球初期化が行われます。入力関数内の横軸値は、原点からの半径方向距離です。入力関数からの縦軸値は、所与の半径方向距離における球サーフェス全体の一定値です。図 323および図 324をご参照ください。
4. *form*=VEである際、モデルは、密度、特定の内部エネルギーおよび速度から初期化されます。この定式化は単相材料ALE / EULER材料則のすべてについて、また、1つのみのサブ材料が存在している際に材料/MAT/LAW151 (MULTIFLUID)と/MAT/LAW51 (MULTIMAT)に使用できます。
5. *form*=VPである際、モデルは、密度、圧力および速度から初期化されます。この定式化は、状態方程式が/EOSカードを通して与えられる単相材料ALE / EULER材料則のすべてについて、また、$I_{form}FORM$ = 12が使用される場合に限り、材料の/MAT/LAW151と/MAT/LAW 51で使用可能です。
6. サブ材料に爆発物LAW5(JWL)を使用した場合、全ての爆発物が燃焼したとみなしてマッピングを行います(燃焼率=1.0)。マッピングは爆発物のみで行い、燃焼率は1.0とします。

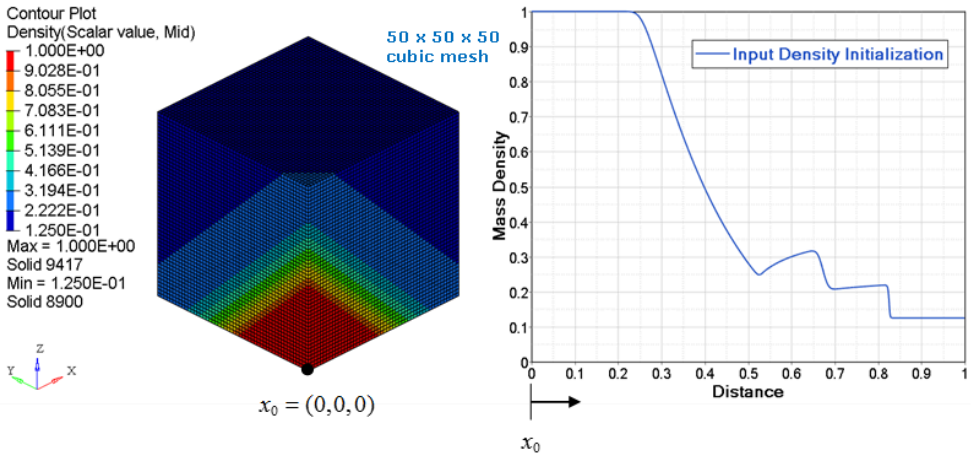


図 *319: 50 x 50 x 50*立方体メッシュへの質量密度（入力関数による）平面マッピング

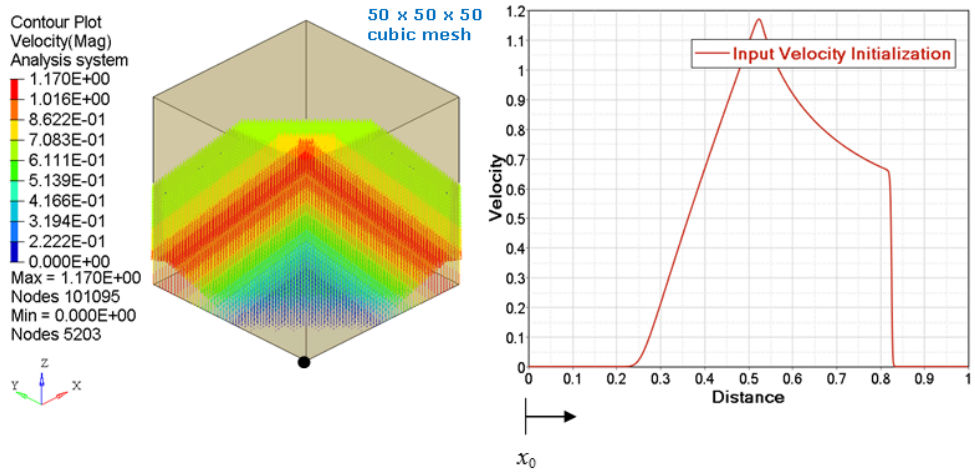


図 *320: 50 x 50 x 50*立方体メッシュへの速度（入力関数による）平面マッピング

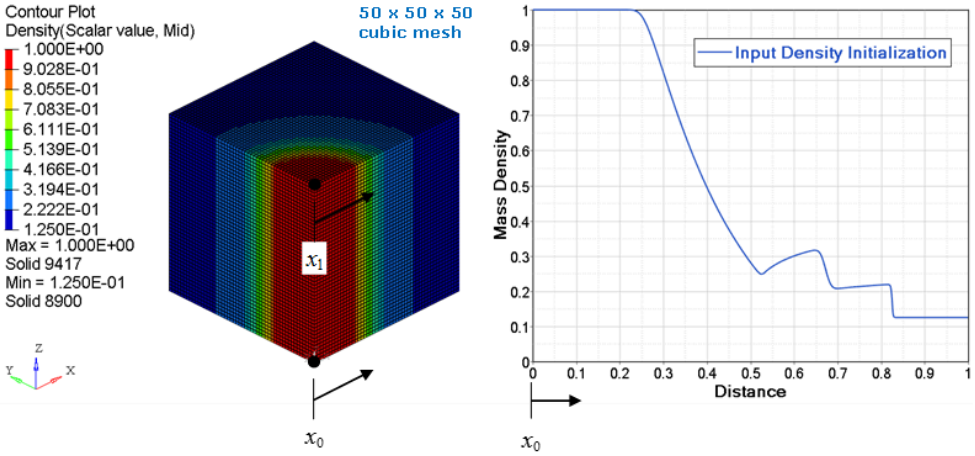


図 *321: 50 x 50 x 50*立方体メッシュへの質量密度（入力関数による）円筒マッピング

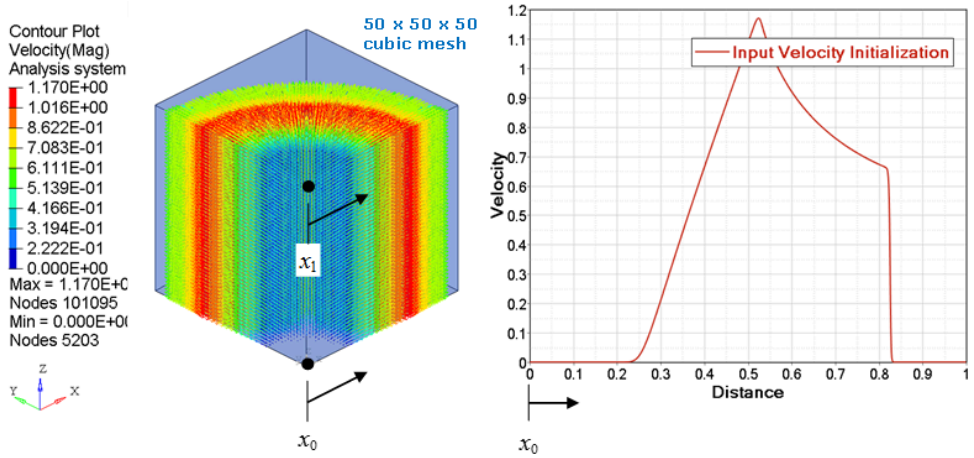


図 *322: 50 x 50 x 50*立方体メッシュへの速度（入力関数による）円筒マッピング

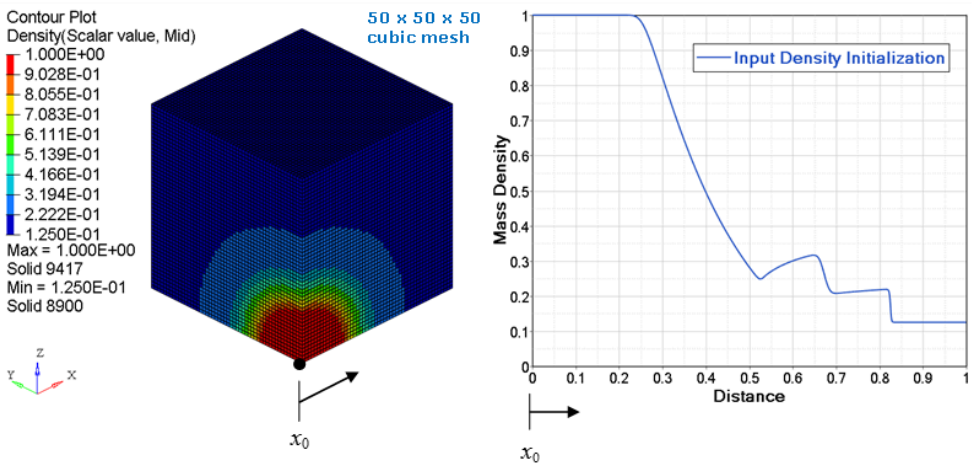


図 *323: 50 x 50 x 50*立方体メッシュへの質量密度（入力関数による）球マッピング

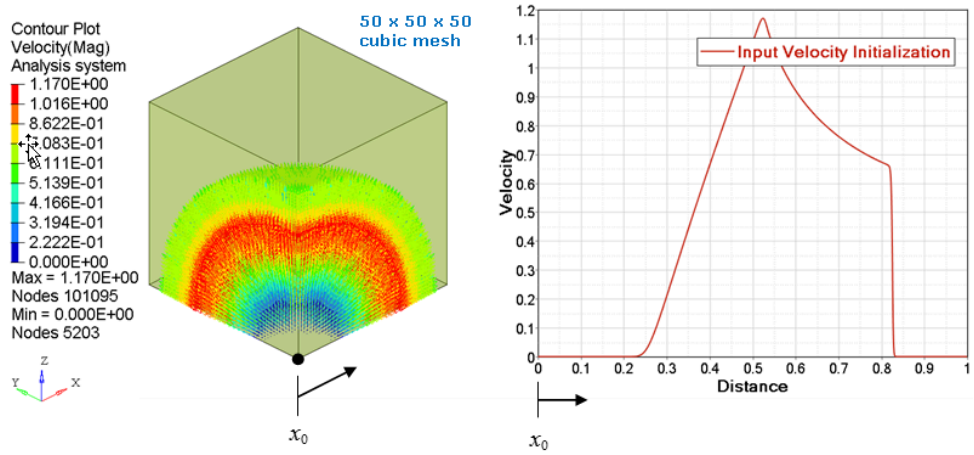


図 *324: 50 x 50 x 50*立方体メッシュへの速度（入力関数による）球マッピング

/INIMAP1D/FILE

ブロックフォーマットのキーワード
球体マッピング法、円筒マッピング法、または平面マッピング法を使用して、1次元の速度と熱力学値を2次元空間または3次元空間にマッピングします。マッピングされた結果は/ALE/EULER材料と共に使用されます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/INIMAP1D/*FILE/inimap1d_ID*									
inimap1d_title									
type									
node_ID$_1$*1*	*node_ID*$_2$*2*								
grbric_ID	*grquad_ID*	*grtria_ID*							
Filename									

定義

フィールド	内容	SI単位の例
inimap1d_ID	Inimap1dブロック識別子 （整数、最大10桁）	
inimap1d_title	Inimap1dブロックタイトル （文字、最大100文字）	
type	初期マッピングのタイプ **1** 平面マッピング。 **2** 円筒マッピング。 **3** 球マッピング。 （整数）	
node_ID$_1$*1*	節点1の識別子 （整数、最大10桁）	
node_ID$_2$*2*	節点2の識別子（*type*=1または2.の場合のみ） （整数、最大10桁）	
grbric_ID	初期化が実行される3次元ソリッドグループ	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	
grquad_ID	初期化が実行される2次元ソリッドグループ （整数）	
grtria_ID	初期化が実行される三角形グループ （整数）	
Filename	`/STATE/INIMAP1D/FILE`を使用して以前の1D実行で生成されたファイル。 （文字）	

コメント

1. このオプションは、外部ソルバーから得られる可能性のある1Dシミュレーションの結果からの2Dまたは3Dシミュレーションを初期化するために使用することができます。
2. *type*パラメータに応じて、3つの異なる初期化タイプが使用できます。
   - *type* = 1: 平面初期化が行われ、*node_ID*$_1$*1*から*node_ID*$_2$*2*に定義されたベクトルに垂直な平面上に1D結果がマッピングされます。入力関数内の横軸値は、平面の法線ベクトルに沿った距離です。入力関数からの縦軸値は、法線に沿った所与の距離における平面全体の一定値です。図 325および図 326をご参照ください。
   - *type* = 2: 円筒初期化が行われ、*node_ID*$_1$*1*から*node_ID*$_2$*2*に局所z円筒軸が定義されます。入力関数内の横軸値は、局所z円筒軸からの半径方向距離です。入力関数からの縦軸値は、所与の半径方向距離における円筒サーフェス全体の一定値です。図 327および図 328をご参照ください。
   - *type* = 3: *node_ID*$_1$*1*によって定義された原点を使用して、球初期化が行われます。入力関数内の横軸値は、原点からの半径方向距離です。入力関数からの縦軸値は、所与の半径方向距離における球サーフェス全体の一定値です。図 329および図 330をご参照ください。
3. 爆発材料LAW5（JWL）が副材料として使用されている場合は、すべての爆発物が燃焼（燃焼率 = 1.0）されたと見なされてマッピングが進行します。マッピングは、燃焼率が1.0である爆発物のみで行われます。

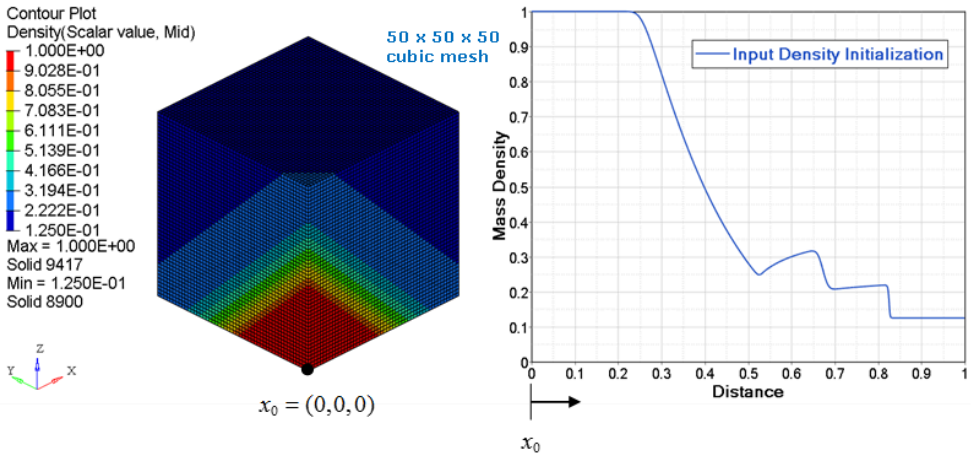


図 *325: 50 x 50 x 50*立方体メッシュへの質量密度（入力関数による）平面マッピング

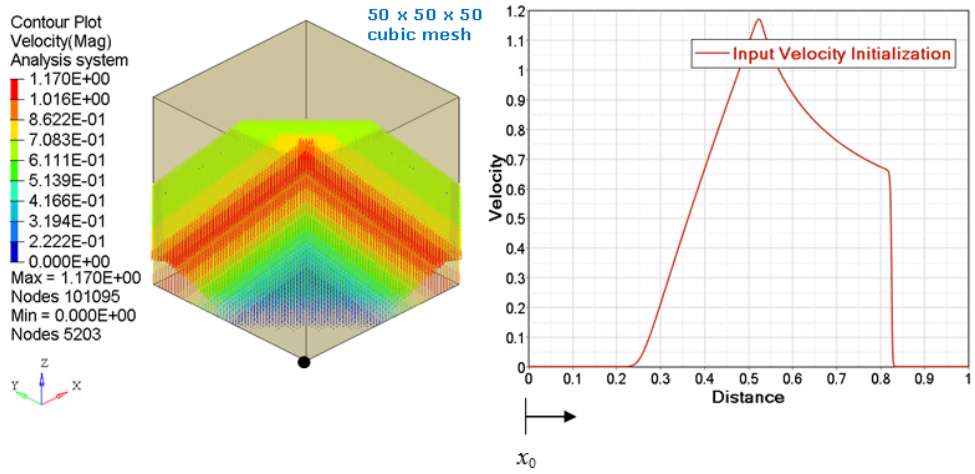


図 *326: 50 x 50 x 50*立方体メッシュへの速度（入力関数による）平面マッピング

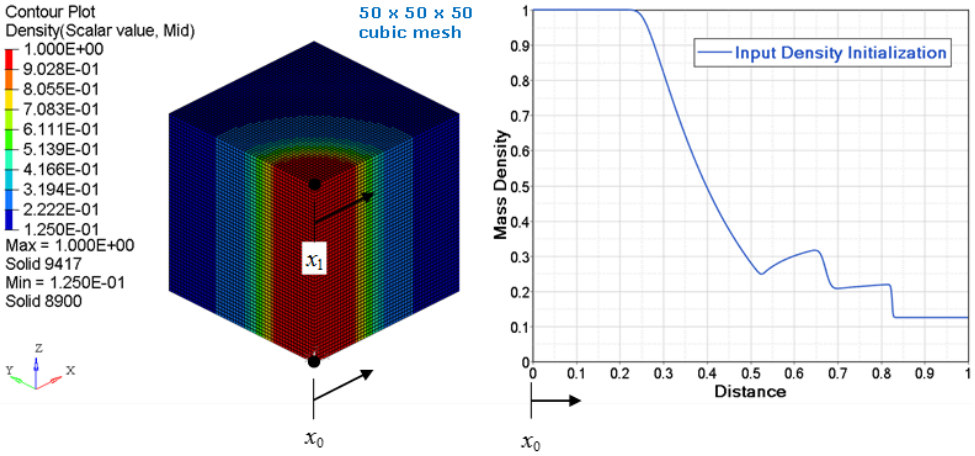


図 *327: 50 x 50 x 50*立方体メッシュへの質量密度（入力関数による）円筒マッピング

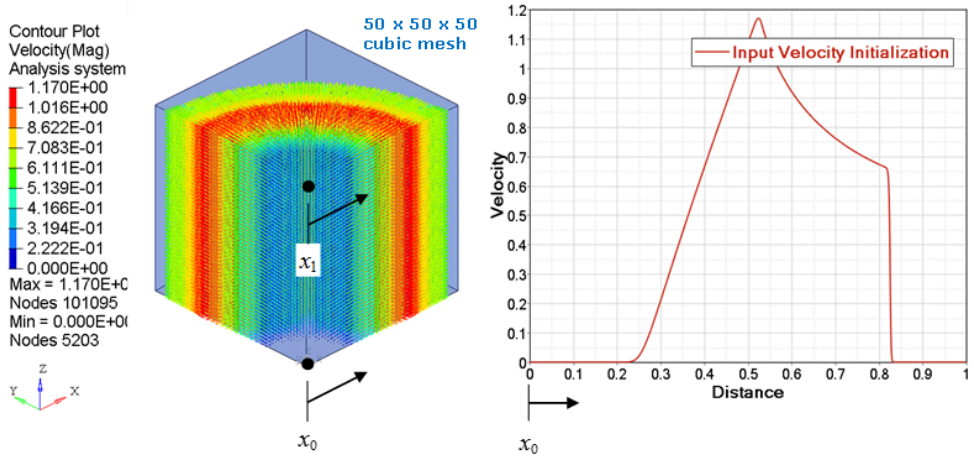


図 *328: 50 x 50 x 50*立方体メッシュへの速度（入力関数による）円筒マッピング

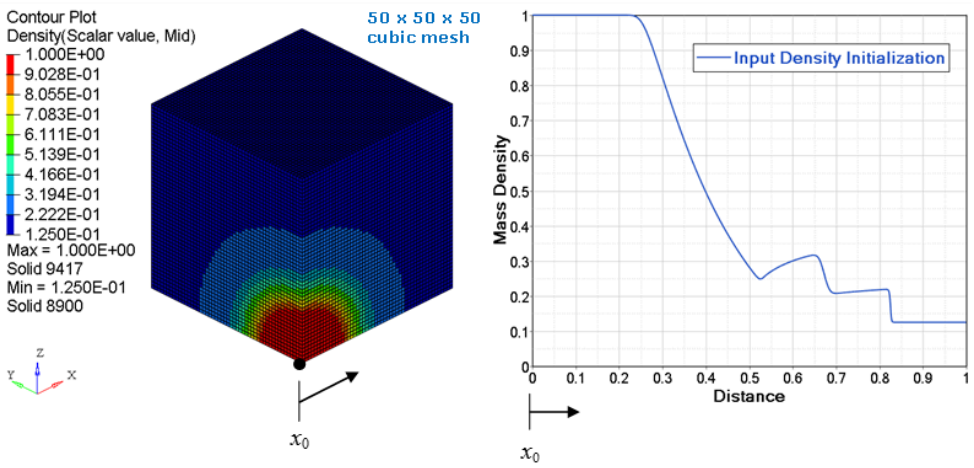


図 *329: 50 x 50 x 50*立方体メッシュへの質量密度（入力関数による）球マッピング

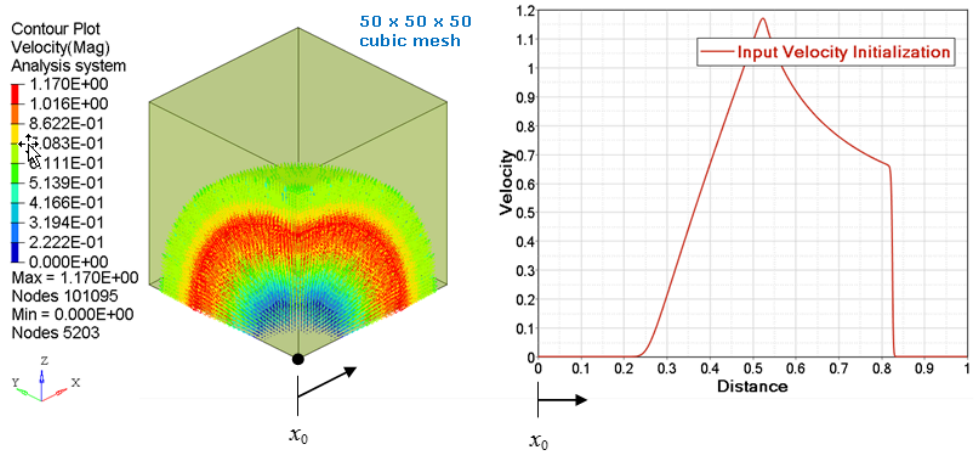


図 *330: 50 x 50 x 50*立方体メッシュへの速度（入力関数による）球マッピング

/INIMAP2D

ブロックフォーマットのキーワード
2D速度および熱力学値を、/ALE/EULER材料と使用するために3D軸対称空間にマッピングします。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/INIMAP2D/*form*/*inimap2d_ID*									
inimap2d_title									
$node_ID_1$1	$node_ID_2$2	$node_ID_3$3							
grbric_ID	*grquad_ID*	*grtria_ID*							
$f2d\_ID_v$	$Fscale_v$								
$f2d\_ID_{vf1}$	$f2d\_ID_{rho1}$	$Fscale_{rho1}$		$f2d\_ID_{p\_e1}$	$Fscale_{p\_e1}$				
同様	同様	同様		同様	同様				
$f2d\_ID_{vfN}$	$f2d\_ID_{rhoN}$	$Fscale_{rhoN}$		$f2d\_ID_{p\_eN}$	$Fscale_{p\_eN}$				

定義

フィールド	内容	SI単位の例
form	初期状態定式化 **VE** 質量密度、特定の内部エネルギーおよび速度は与えられます。 **VP** 質量密度、圧力および速度は与えられます。	
inimap2d_ID	Inimap2dブロック識別子 （整数、最大10桁）	
inimap2d_title	Inimap2dブロックタイトル （文字、最大100文字）	
$node_ID_1$1	節点1の識別子 （整数、最大10桁）	
$node_ID_2$2	節点2の識別子 （整数、最大10桁）	
$node_ID_3$3	節点3の識別子	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数、最大10桁）	
grbric_ID	初期化が実行される3次元ソリッドグループ （整数）	
grquad_ID	初期化が実行される2次元ソリッドグループ （整数）	
grtria_ID	初期化が実行される三角形グループ （整数）	
$f2d\_ID_v$	速度初期化のための関数識別子（/FUNC_2Dから） （整数）	
$Fscale_v$	速度のスケールファクター 4 （整数）	$\left[\frac{m}{s}\right]$
各/MAT/LAW151または/MAT/LAW51サブ材料1からNまでについて、以下の行を繰り返します		
$f2d\_ID_{vf1}$	体積率$f_{vf}(t)$の2D関数識別子（/FUNC_2D）。 *= 0* $\text{Volume Fraction} = Fscale_{vf}$ *> 0* $\text{Volume Fraction} = Fscale_{vf} \cdot f_{vf}(t)$ （整数）	
$f2d\_ID_{rhoi}$	密度$f_{rho}(t)$の2D関数識別子（/FUNC_2D）。 *= 0* $\rho = Fscale_{rho}$ *> 0* $\rho = Fscale_{rho} \cdot f_{rho}(t)$ （整数）	
$Fscale_{rhoi}$	密度スケールファクター 4 （実数）	$\left[\frac{kg}{m^3}\right]$
$f2d\_ID_{p\_ei}$	*form* =VEの場合、エネルギー$f_{p_e}(t)$の2D関数識別子（/FUNC_2D）。 *form* =VPの場合、圧力$f_{p_e}(t)$の2D関数識別子（/FUNC_2D）。	

フィールド	内容	SI単位の例
	= 0 $P \text{ or } E = Fscale_{p\_e}$ *> 0* $P \text{ or } E = Fscale_{p\_e} \cdot \mathrm{f}_{p\_e}(t)$ （整数）	
$Fscale_{p\_e1}$	*form* =VEの場合、エネルギースケールファクター。4 *form* =VPの場合、圧力スケールファクター。 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$ または $\left[\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{m}^3}\right]$

例

```
/INIMAP2D/VE/1
INIMAP2D1
# node_ID1  node_ID2  node_ID3
    130602    131262     96789
#grbric_ID grquad_ID grsh3n_ID
         1          0          0
#     fct_u
           3
#  fct_alp    fct_rho                      fct_eint
         0          1                             0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNC_2D/1
for density initialization
#       dim
           1
#                   X                   Y                  Z1
#             X-coord             Y-Coord            density
          0.00000000          0.00000000        109.00000000
          0.00195695          0.00000000        114.00000000
          0.00391389          0.00000000        111.00000000
          0.00587084          0.00000000        109.00000000
          0.00782779          0.00000000        114.00000000
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNC_2D/3
for velocity initialization
#       dim
           2
#                   X                   Y                  Z1                  Z2
#             X-coord             Y-Coord          velocity x          velocity y
          0.00097656          0.00097656         -0.00026680         -0.02174114
          0.00097656          0.00292969         -0.00080037         -0.02173459
          0.00097656          0.00488281         -0.00133382         -0.02172149
          0.00097656          0.00683594         -0.00186707         -0.02170185
          0.00097656          0.00878906         -0.00240003         -0.02167567
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#enddata
```

コメント

1. *node_ID*$_1$*1*、*node_ID*$_2$*2*および*node_ID*$_3$*3*は、マッピングに使用される局所座標系を定義します。

   ここで、*node_ID*$_1$*1*と*node_ID*$_2$*2*は右記を定義します；$\mathbf{X}'$

   node_ID$_1$*1*および*node_ID*$_3$*3*によって右記が定義されます：$\mathbf{Y}'$
2. マッピングされる2Dデータの座標は、局所$\mathbf{X}'$および$\mathbf{Y}'$座標系で`/FUNC_2D` XおよびY入力を用いて定義されます。

3. 密度、圧力、エネルギーといったスカラー量をマッピングする際は、/FUNC_2Dを *dim*=1で使用し、Z1を用いてスカラー値を定義します。速度などのベクトル量には、/FUNC_2Dを*dim*=2で使用し、Z1とZ2を用いてベクトルを定義します(図 332と図 333)。
4. 速度、体積率、密度、エネルギー、または圧力の入力が一定の場合、関数を未定義のままにして、定数値をスケールファクターフィールド$Fscale_v$、$Fscale_{rhoi}$、または$Fscale_{p_e1}$に入力できます。関数が定義されている場合、スケールファクターのデフォルト値は1.0です。
5. *form*=VEである際、モデルは、密度、特定の内部エネルギーおよび速度から初期化されます。この定式化は単相材料ALE / EULER材料則のすべてについて、また、材料/MAT/LAW151 (MULTIFLUID)および/MAT/LAW51 (MULTIMAT)に対して使用できます。
6. *form*=VPである際、モデルは、密度、圧力および速度から初期化されます。この定式化は、状態方程式が/EOSカードを通して与えられる単相材料ALE / EULER材料則のすべてについて、また、材料/MAT/LAW151および/MAT/LAW51(I_{form}*FORM*= 12を使用する場合のみ)に対して使用できます。
7. 爆発材料LAW5(JWL)がサブ材料として使用されている場合、すべての爆発物が燃焼した(燃焼率 = 1.0)とみなしてマッピングが続行されます。マッピングは、燃焼率 = 1.0の爆発生成物でのみ行われます。



図 *331: 2D*スカラー入力

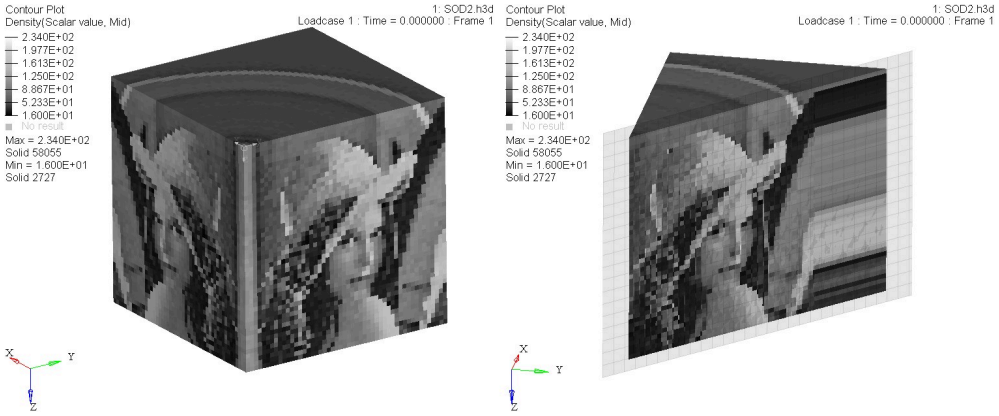


図 *332: 50 x 50 x 50*立方体メッシュへのマッピングの結果

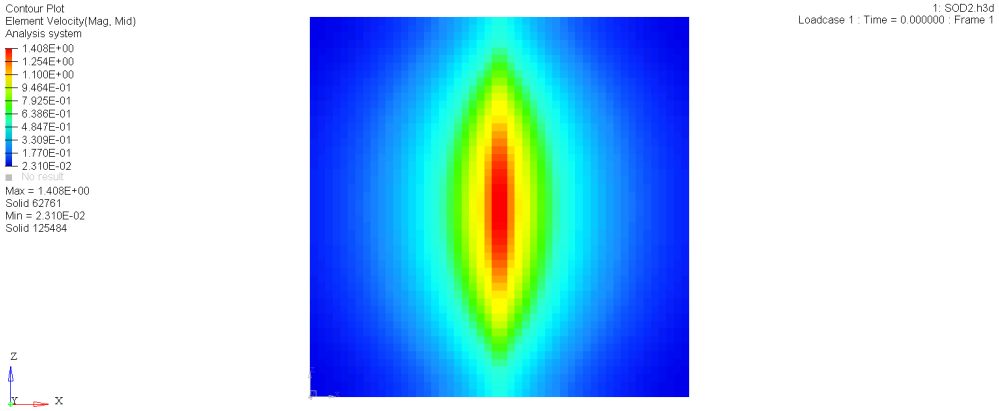


図 *333: 2D*スカラーベクトルプロファイル

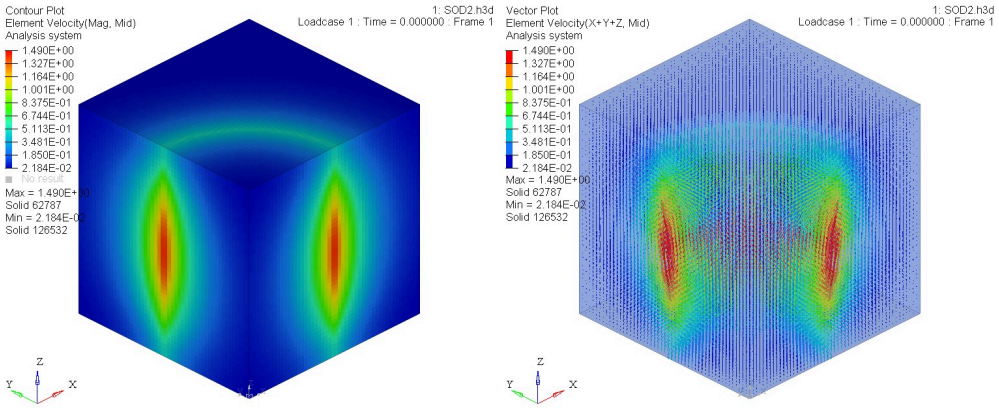


図 *334: 50 x 50 x 50*立方体メッシュへのマッピングの結果（底部）

/INIMAP2D/FILE

ブロックフォーマットのキーワード
2D速度および熱力学値を、/ALE/EULER材料と使用するために3D軸対称空間にマッピングします。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/INIMAP2D/*FILE*/*inimap2d_ID*									
inimap2d_title									
node_ID$_1$*1*	*node_ID*$_2$*2*	*node_ID*$_3$*3*							
grbric_ID	*grquad_ID*	*grtria_ID*							
Filename									

定義

フィールド	内容	SI単位の例
inimap2d_ID	Inimap2dブロック識別子 （整数、最大10桁）	
inimap2d_title	Inimap2dブロックタイトル （文字、最大100文字）	
node_ID$_1$*1*	節点1の識別子 （整数、最大10桁）	
node_ID$_2$*2*	節点2の識別子 （整数、最大10桁）	
node_ID$_3$*3*	節点3の識別子 （整数、最大10桁）	
grbric_ID	初期化が実行される3次元ソリッドグループ （整数）	
grquad_ID	初期化が実行される2次元ソリッドグループ （整数）	
grtria_ID	初期化が実行される三角形グループ	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	
Filename	`/STATE/INIMAP2D/FILE`を使用して以前の2D軸対称実行で生成されたファイル。 （文字）	

コメント

1. *node_ID*$_1$*1*、*node_ID*$_2$*2*および*node_ID*$_3$*3*は、マッピングに使用される局所座標系を定義します。

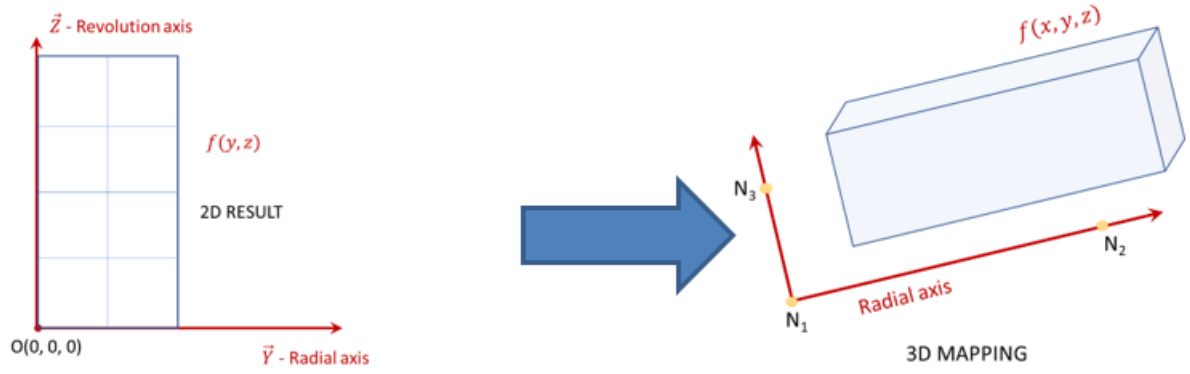


図 *335:*

2Dのオリジナルモデル	**3D**のターゲットモデル
O	N_1
Y	$\mathbf{N_1N_2}$
Z	$\mathbf{N_1N_3}$

> **注:** 座標系$(O, \mathbf{N_1N_2}, \mathbf{N_1N_3})$は直交座標系である必要はありません。Starterの実行中にベクトル$\mathbf{N_1N_3}$の正規直交化が実行されるからです。

2. 爆発材料LAW5（JWL）が副材料として使用されている場合は、すべての爆発物が燃焼（燃焼率 = 1.0）されたと見なされてマッピングが進行します。マッピングは、燃焼率が1.0である爆発物のみで行われます。



図 *336: 2D*スカラー入力

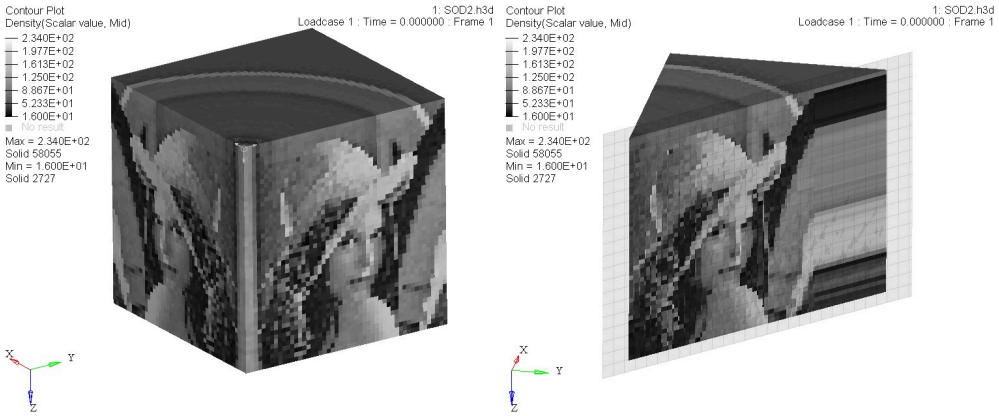


図 *337: 50 x 50 x 50*立方体メッシュへのマッピングの結果

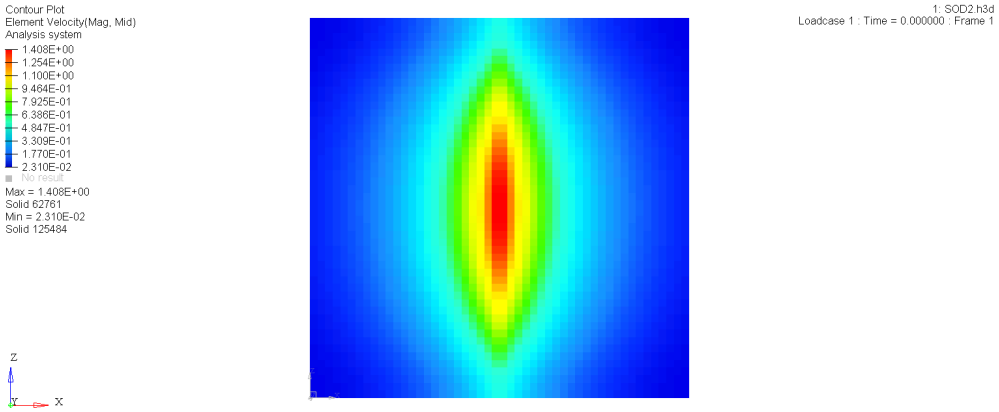


図 *338: 2D*スカラー速度プロファイル

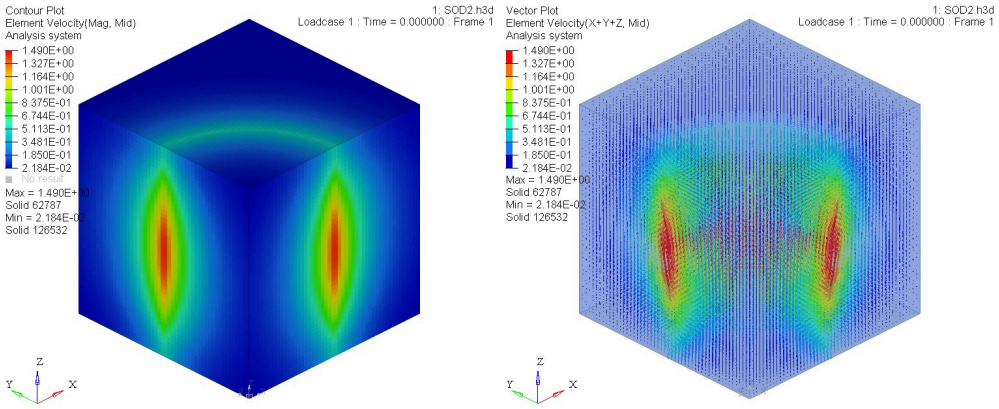


図 *339: 50 x 50 x 50*立方体メッシュへのマッピングの結果（底部）

/INIQUA

ブロックフォーマットのキーワード
2次元ソリッド要素のさまざまな初期状態を記述します。

入力タイプのキーワード

キーワード	入力のタイプ
/INIQUA/EPSP	塑性ひずみ
/INIQUA/ENER	内部エネルギー
/INIQUA/DENS	密度
/INIQUA/STRESS	応力

コメント

1. 2次元ソリッドの初期状態の定義には、複数のブロックを使用できます。

/INIQUA/DENS

ブロックフォーマットのキーワード
2次元ソリッドの初期状態を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/INIQUA/DENS/*unit_ID*									
quad_ID		*value*							

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
unit_ID	単位の識別子（オプション） （整数、最大10桁）	
quad_ID	要素識別子 （整数）	
value	データ値 （実数）	

コメント

1. 2次元ソリッドの初期状態の定義には、複数のブロックを使用できます。

/INIQUA/ENER

ブロックフォーマットのキーワード
2次元ソリッドの初期状態を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/INIQUA/ENER/*unit_ID*									
quad_ID		*value*							

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
unit_ID	単位識別子. （整数、最大10桁）	
quad_ID	要素識別子 （整数）	
value	データ値 （実数）	

コメント

1. 初期エネルギーは、体積単位によって表されます。
2. 2次元ソリッドの初期状態の定義には、複数のブロックを使用できます。

/INIQUA/EPSP

ブロックフォーマットのキーワード
2次元ソリッドの初期状態を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/INIQUA/EPSP/*unit_ID*									
quad_ID		*value*							

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
unit_ID	単位識別子. （整数、最大10桁）	
quad_ID	要素識別子 （整数）	
value	データ値 （実数）	

コメント

1. 2次元ソリッドの初期状態の定義には、複数のブロックを使用できます。

/INIQUA/STRESS

ブロックフォーマットのキーワード
2次元ソリッドの初期状態を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/INIQUA/STRESS/*unit_ID*									
$quad\_ID_{st}$		σ_y		σ_z		σ_x		σ_{xy}	

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
unit_ID	単位識別子. （整数、最大10桁）	
$quad\_ID_{st}$	応力要素の識別子 （整数）	
σ_y	応力 （実数）	[Pa]
σ_z	応力 （実数）	[Pa]
σ_x	応力 （実数）	[Pa]
σ_{xy}	せん断応力 （実数）	[Pa]

コメント

1. 2次元ソリッドの初期状態の定義には、複数のブロックを使用できます。

/INISHE または /INISH3

*/INISHE/AUX*または*/INISH3/AUX*

ブロックフォーマットのキーワード
このオプションは、シェル用のユーザータイプ材料則の内部変数（UVARバッファ）を初期化するために使用されます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/INISHE/AUXまたは/INISH3/AUX									
shell_ID	*nb_integr*	*npg*	*nvars*						

各積分点について（*Nb_integer* > 0）:

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
V_1		V_2		V_3				V_{nvars}	

定義

フィールド	内容	SI単位の例
shell_ID	要素識別子 （整数）	
nb_integr	板厚を通過する積分点の数 この要素のプロパティ定義に対応します。シェルプロパティで指定された積分点の数と一致する必要があります。 （整数）	
npg	サーフェス求積点の数シェルプロパティで使用される定式化に従って設定する必要があります。 *= 0*（デフォルト） 1に設定されます。 *= 1* *shell_ID* =1、2、3、4、24またはI_{sh3n}*SH3N* =1、2、31のシェル定式化に使用する必要があります。 *= 3* DKT18のシェル定式化（I_{sh3n}*SH3N* =30）に使用する必要があります。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 4 BATOZ定式化(*shell_ID* =12)に使用する必要があります。 (整数)	
nvars	補助内部変数の数。シェルで初期化が必要な最初のユーザー変数の数です。これは、ユーザータイプ材料則(NUVAR)で使用される内部変数の総数以下である必要があります。 (整数)	
V_1	1つ目の補助変数値 (実数)	
V_{nvars}	*nvars*番目の補助変数値 (実数)	

コメント

1. 前回のRadioss実行で出力されたシェルの初期状態の完成が必要な場合もあります。このような場合、オプション/STATE/SHELL/AUX/FULLを使用して前回のRadioss Engineの実行時にこれらの値を得ることができます。
2. 必ずしもブロックの内容の詳細が記述されているわけではないことに注意する必要があります。
3. *npg* = 0または1、および*nb_integr* > 0の場合、積分点ごとにシーケンス行4を繰り返す必要があります。
4. *npg* = 3または4の場合、下記のように、求積点および積分点ごとにシーケンス行4を繰り返す必要があります。
   - 求積点ごとに繰り返し
   - 積分点ごとに繰り返し
   - 行4
5. シェルの初期状態の定義には、複数のブロックを使用できます。

*/INISHE/EPSP_F*または*/INISH3/EPSP_F*

ブロックフォーマットのキーワード
各積分点におけるシェルの初期塑性ひずみを記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/INISHE/EPSP_F/*unit_ID* または/INISH3/EPSP_F/*unit_ID*									
shell_ID	*nb_integr*	*npg*	*Thick*						
ε_{p1}		ε_{p2}		ε_{p3}		ε_{p4}		ε_{p5}	

定義

フィールド	内容	SI単位の例
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
shell_ID	要素識別子 （整数）	
nb_integr	板厚を通過する積分点の数 シェルプロパティで指定された積分点の数と一致する必要があります。 （整数）	
npg	サーフェス求積点の数シェルプロパティで使用される定式化に従って設定する必要があります。 *= 0*（デフォルト） 1に設定されます。 *= 1* *shell_ID* =1、2、3、4またはI_{sh3n}*SH3N* =1、2、31のシェル定式化に使用する必要があります。 *= 3* DKT18のシェル定式化（I_{sh3n}*SH3N* =30）に使用する必要があります。 *= 4* BATOZまたはQEPHの定式化（*shell_ID* =12、24）に使用する必要があります。 （整数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
Thick	シェル厚。これは、プロパティ定義またはシェル定義の板厚の代わりに使用されます。 （実数）	
ε_{p1}	第1塑性ひずみ （実数）	
ε_{p2}	第2塑性ひずみ （実数）	
ε_{p3}	第3塑性ひずみ （実数）	
ε_{p4}	第4塑性ひずみ （実数）	
ε_{p5}	第5塑性ひずみ （実数）	

コメント

1. *npg* = 0または1の場合、1番目の点から*nb_integr*番目の点までの塑性ひずみ値のリストに限定されます。
2. *Epsp*の値は、シーケンス行4において下記の順序で指定されます。
   - 板厚を通過する各積分点、j=1,*nb_integr*
   - 各サーフェス求積点、i=1,*npg*
   - 入力 $\varepsilon_{pi,j}$

*/INISHE/EPSP*または*/INISH3/EPSP*

ブロックフォーマットのキーワード
シェルの初期塑性ひずみを記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/INISHE/EPSP/*unit_ID*または									
/INISH3/EPSP/*unit_ID*									
shell_ID		ε_p							

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
shell_ID	要素識別子 （整数）	
ε_p	塑性ひずみ （実数）	

コメント

1. シェルプロパティで複数の積分点が使用される場合、それぞれの積分点に指定の塑性ひずみ値が設定されます。

*/INISHE/FAIL*または*/INISH3/FAIL*

ブロックフォーマットのキーワード
シェルの破壊基準を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/INISHE/FAIL/*unit_ID* または/INISH3/FAIL/*unit_ID*									
shell_ID	N_{lay}	*npg*	*nptt*	*lay_ID*	*fail_ID*	*Ifail_typ*	N_{var}	*mat_ID*	
V_1		同様		同様					
		V_N							

定義

フィールド	内容	SI単位の例
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
shell_ID	要素識別子 （整数）	
N_{lay}	層数。 （整数）	
npg	サーフェス求積点の数 *= 0*（デフォルト） 1に設定されます。 *= 1* *shell_ID* =1、2、3、4、24またはI_{sh3n}*SH3N* =1、2、31のシェル定式化に使用する必要があります。 *= 3* DKT18のシェル定式化（I_{sh3n}*SH3N* =30）に使用する必要があります。 *= 4* BATOZ定式化（*shell_ID* =12）に使用する必要があります。 （整数）	
nptt	板厚を通過する積分点の数。	

フィールド	内容	SI単位の例
	この要素のプロパティ定義に対応します。 （整数）	
lay_ID	識別子を初期化する層。 （整数）	
fail_ID	識別子を初期化する破壊基準。 （整数）	
Ifail_typ	初期化する破壊基準の数。2 （整数）	
N_{var}	初期化する破壊基準変数の数 （整数）	
mat_ID	初期化する材料識別子 （整数）	
V_1	1番目の破壊基準変数値 （整数）	
V_N	N^{th} 破壊基準変数（1行あたり3つの値） （整数）	

コメント

1. *npg* > 1、*nptt* > 1、*Nlay* > 1の場合は、実数値を持つ行を積分点ごとに繰り返す必要があります。
2. 各破壊モデルは、その要素について初期化する破壊モデルを特定するために使用される*Ifail_typ*を擁します。/FAILで要素タイプの適合性に対し破壊基準を検証します。

キーワード	***Ifail_typ***
/FAIL/ALTER	28
/FAIL/BIQUAD	30
/FAIL/CHANG	13
/FAIL/COCKCROFT	34
/FAIL/CONNECT	20
/FAIL/EMC	27

キーワード	***Ifail_typ***
/FAIL/ENERGY	11
/FAIL/FABRIC	31
/FAIL/FLD	7
/FAIL/GURSON	35
/FAIL/HASHIN	14
/FAIL/HC_DSSE	32
/FAIL/JOHNSON	1
/FAIL/LAD_DAMA	18
/FAIL/MULLINS_OR	33
/FAIL/NXT	25
/FAIL/ORTHSTRAIN	24
/FAIL/PUCK	16
/FAIL/SNCONNECT	26
/FAIL/SPALLING	8
/FAIL/TAB1	23
/FAIL/TBUTCHER	2
/FAIL/TENSSTRAIN	10
/FAIL/USERi	4、5、6
/FAIL/VISUAL	36
/FAIL/WIERZBICKI	9
/FAIL/WILKINS	3

*/INISHE/ORTH_LOC*または*/INISH3/ORTH_LOC*

ブロックフォーマットのキーワード
要素ごとのシェル要素直交異方性方向の初期化を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/INISHE/ORTH_LOC/*unit_ID* または /INISH3/ORTH_LOC/*unit_ID*									
shell_ID	*nb_lay*	*npg*	*ndir*	*Iunit*					

SH_ORTHプロパティ(1フォーマットのみ)を除く各層(積分点)において:

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
ϕ_i		α_i							

定義

フィールド	内容	SI単位の例
unit_ID	単位識別子。 (整数、最大10桁)	
shell_ID	要素識別子 (整数)	
nb_lay	層数。 /PROP/SH_ORTH(この場合、*nb_lay* = 1)を除き、シェルプロパティで指定された層の数と同じである必要があります。 (整数)	
npg	サーフェス求積点の数 (整数)	
ndir	各層の直交異方性方向の数 (整数)	
Iunit	入力角度単位フラグ *= 0* ラジアン単位での角度	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 1 度単位での角度 （整数）	
ϕ_i	局所参照フレームの第1方向に対する直交異方性の第1方向の角度。 （実数）	$[\mathrm{rad}]$ または $[\mathrm{deg}]$（*Iunit* =1の場合）
α_i	直交異方性の第1方向に対する、層iにおける直交異方性の第2方向の角度。プロパティ/PROP/TYPE16 (SH_FABR)および/PROP/TYPE51のみで使用されます。 （実数）	$[\mathrm{rad}]$ または $[\mathrm{deg}]$（*Iunit* =1の場合）

コメント

1. このオプションは、要素ごとのシェル要素における直交異方性の方向の初期化に使用できます。デフォルトでは、プロパティで定義された特性が使用されますが、このオプションによる定義が優先されます。
2. 局所参照フレームについては、Radioss理論マニュアルのLocal Reference Frameをご参照ください。
3. このオプションは、/PROP/TYPE9 (SH_ORTH)、/PROP/TYPE10 (SH_COMP)、/PROP/TYPE11 (SH_SANDW)、/PROP/TYPE16 (SH_FABR)、/PROP/TYPE51等の、直交異方性シェルプロパティとのみ適合性があります。

/INISHE/ORTHOまたは/INISH3/ORTHO

ブロックフォーマットのキーワード
要素ごとのシェル要素直交異方性方向の初期化を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/INISHE/ORTHO/*unit_ID* または /INISH3/ORTHO/*unit_ID*									
shell_ID	*nb_integr*	*prop_type*		*Vx*		*Vy*		*Vz*	

prop_type ≠ 9(/PROP/SH_ORTH)の場合は、層ごと(*nb_integr*)に下記を読み込みます:

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
ϕ_1		ϕ_2							

prop_type = 9(/PROP/SH_ORTH)の場合は、1回のみ読み込みます(5):

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
ϕ_1		ϕ_2							

定義

フィールド	内容	SI単位の例
unit_ID	単位識別子 (整数、最大10桁)	
shell_ID	要素識別子 (整数)	
nb_integr	板厚を通過する積分点の数 シェルプロパティで指定された積分点の数と一致する必要があります。 (整数)	
prop_type	要素タイプ特性 (整数)	
Vx	参照ベクトルのX座標	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（実数）	
Vy	参照ベクトルのY座標 （実数）	
Vz	参照ベクトルのZ座標 （実数）	
ϕ_1	直交異方性の第1軸の角度 （実数）	$[\mathrm{deg}]$
ϕ_2	異方性の第1および第2の軸間の角度（プロパティ/PROP/TYPE16 (SH_FABR)の場合のみ） （実数）	$[\mathrm{deg}]$

コメント

1. このオプションは、要素ごとのシェル要素における直交異方性の方向の初期化に使用できます。デフォルトでは、プロパティで定義された特性が使用されますが、このオプションによる定義が優先されます。
2. シェルサーフェス上に投影される参照ベクトルによって、直交異方性軸の基準方向を定義します。
3. それぞれの層（積分点）において、第1の直交異方性軸は基準方向からの角度指定によって定義されます。
4. このオプションは、/PROP/TYPE9 (SH_ORTH)、/PROP/TYPE10 (SH_COMP)、/PROP/TYPE11 (SH_SANDW)、/PROP/TYPE16 (SH_FABR)等の、直交異方性シェルプロパティとのみ適合性があります。
5. プロパティ/PROP/SH_ORTH(/PROP/TYPE9)の要素の場合は、直交異方性の方向を1つのみ定義する必要があります。

*/INISHE/SCALE_YLD*または*/INISH3/SCALE_YLD*

ブロックフォーマットのキーワード
このオプションは、シェルの要素毎の降伏応力にスケールファクターを設定するために使用されます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/INISHE/SCALE_YLD/*unit_ID*または/INISH3/SCALE_YLD/*unit_ID*									
shell_ID	*nb_integr*	*npg*							

積分点毎および求積点毎に次の行を繰り返します（*nb_integr* > 0、*npg* > 0）

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Alpha_ij									

定義

フィールド	内容	SI単位の例
unit_ID	単位の識別子（オプション） （整数、最大10桁）	
shell_ID	要素識別子 （整数）	
nb_integer	この要素のプロパティ定義で定義されている板厚全体の積分点数。 （整数）	
npg	サーフェス求積点の数 **= 1** デフォルト。I_{shell}*SHELL* =1、2、3、4、24またはI_{sh3n}*SH3N* =1、2、31のシェル定式化に使用する必要があります。 **= 3** DKT18のシェル定式化（I_{sh3n}*SH3N* =30）に使用する必要があります。 **= 4** BATOZ定式化（I_{shell}*SHELL* =12）に使用する必要があります。	
Alpha_ij	積分点の降伏応力スケールファクター *i*はサーフェス内（*npg*）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	*j*は板厚方向(*nb_integer*) (実数)	

例

この例では、下記を使用します:

/PROP/SHELL I_{shell}*SHELL* =12 ≥ *ngp*=4を設定する必要あり(そこで、*Alpha_ij*で*i*=4)。

/PROP/SHELL *N*=3 ≥ *nb_integr*=3を設定する必要あり(そこで、*Alpha_ij*で*j*=3)。

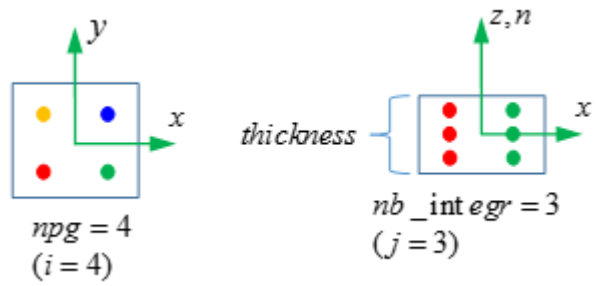


図 *340:*

これで、降伏応力スケールファクター*Alpha_ij*は次のとおりで、全部で*Alpha_ij*値となります。

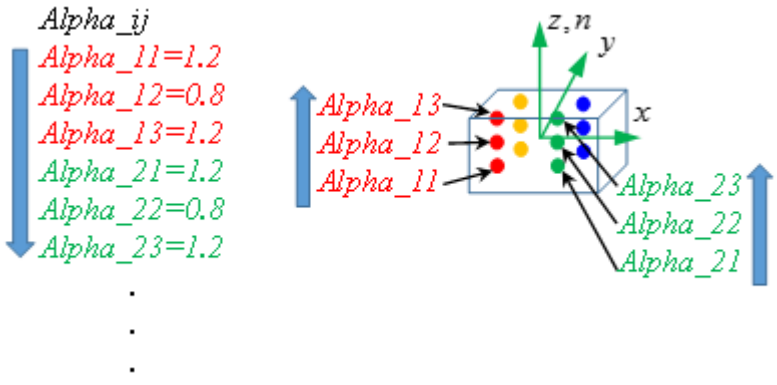


図 *341:*

```
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/PROP/SHELL/2
shell prop
#   Ishell     Ismstr      Ish3n     Idrill
        12          0          0          0
#                 hm                  hf                  hr                  dm                  dn
                   0                   0                   0                   0                   0
#         N                       Thick              Ashear              Ithick      Iplas
          3                           1                   0                   0          0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|

/INISHE/SCALE_YLD
# shell_ID nb_integr       npg
         1          3         4
#          scale_yld
                1.20
                 .80
```

```
                1.20
                1.20
                 .80
                1.20
                1.20
                 .80
                1.20
                1.20
                 .80
                1.20
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#enddata
```

コメント

1. *nb_integr*は、シェルプロパティで指定された積分点の数と一致する必要があります。
2. *npg*は、シェルプロパティで使用される定式化に従って設定する必要があります。
3. 与えられた値*alpha_ij*の数は$npg \cdot nb_integr$に等しくなければなりません。

   i = 1の場合

   積分点のAlpha_11 = 1

   積分点のAlpha_12 = 2

   …

   積分点のAlpha_1*j* = *j*

   i = 2の場合

   積分点のAlpha_21 = 1

   積分点のAlpha_22= 2

   …

   積分点のAlpha_2*j* =*j*

   …

   i = *npg*の場合

   …

*/INISHE/STRA_F*または*/INISH3/STRA_F*

ブロックフォーマットのキーワード
ひずみの初期状態を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
`/INISHE/STRA_F`/*unit_ID* または `/INISH3/STRA_F`/*unit_ID*									
shell_ID	*nb_integr*	*npg*	*Thick*						

各積分点について(*Nb_integr* > 0):

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
ε_1		ε_2		ε_{12}		ε_{23}		ε_{31}	
κ_1		κ_2		κ_{12}					

定義

フィールド	内容	SI単位の例
unit_ID	単位識別子。 (整数、最大10桁)	
shell_ID	要素識別子 (整数)	
nb_integr	板厚を通過する積分点の数。 この要素のプロパティ定義に対応します。シェルプロパティで指定された積分点の数と一致する必要があります。 (整数)	
npg	サーフェス求積点の数 シェルプロパティで使用される定式化に従って設定する必要があります。 *= 0*(デフォルト) 1に設定されます。 *= 1* I_{shell}*SHELL* =1、2、3、4、24またはI_{sh3n}*SH3N* =1、2、31のシェル定式化に使用する必要があります。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 3 DKT18のシェル定式化（I_{sh3n}*SH3N* =30）に使用する必要があります。 *= 4* BATOZ定式化（I_{shell}*SHELL* =12）に使用する必要があります。 （整数）	
Thick	シェル厚。これは、プロパティ定義またはシェル定義の板厚の代わりに使用されます。 （実数）	[m]
ε_1	第1方向の膜ひずみ （実数）	
ε_2	第2方向の膜ひずみ （実数）	
ε_{12}	膜せん断ひずみ （実数）	
ε_{23}	方向23におけるせん断ひずみ （実数）	
ε_{31}	方向31におけるせん断ひずみ （実数）	
κ_1	方向1における曲げひずみ （実数）	
κ_2	方向2における曲げひずみ （実数）	
κ_{12}	方向12における曲げひずみ （実数）	

コメント

1. *npg* = 3または4の場合、積分点ごとに、オプションの継続行を*npg*回繰り返す必要があります。
2. シェルの初期状態の定義には、複数のブロックを使用できます。

*/INISHE/STRA_F/GLOB*または*/INISH3/STRA_F/GLOB*

ブロックフォーマットのキーワード
全体座標系のシェル要素の初期ひずみを記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/INISHE/STRA_F/GLOB/*unit_ID*または/INISH3/STRA_F/GLOB/*unit_ID*									
shell_ID	*nb_integr*	*npg*	*Thick*						

面内ポイント*npg*ごと、および板厚方向の積分点*nb_integr*ごと。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
ε_{XX}		ε_{YY}		ε_{ZZ}					
ε_{XY}		ε_{YZ}		ε_{ZX}		*T*			

定義

フィールド	内容	SI単位の例
unit_ID	単位の識別子（オプション） （整数、最大10桁）	
shell_ID	要素識別子 （整数）	
nb_integr	板厚方向の積分点の数。 デフォルト = 2（整数）	
npg	サーフェス求積点の数 = *0*（デフォルト） 1に設定 = *1* シェル定式化（I_{shell}*SHELL*=1、2、3、4、24またはI_{sh3n}*SH3N*=1、2、31）用。 = *3* DKT18シェル定式化（I_{sh3n}*SH3N*=30）用。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 4 BATOZシェル定式化（I_{shell}*SHELL*=12）用。 （整数）	
Thick	シェル厚。 （実数）	[m]
ε_{XX}	全体フレームの平面ひずみXX。 （実数）	
ε_{YY}	全体フレームの平面ひずみYY。 （実数）	
ε_{ZZ}	全体フレームの平面ひずみZZ。 （実数）	
ε_{XY}	全体フレームのせん断ひずみXY。 （実数）	
ε_{YZ}	全体フレームのせん断ひずみYZ。 （実数）	
ε_{ZX}	全体フレームのせん断ひずみZX。 （実数）	
T	板厚方向の積分点のパラメトリック位置（-1から1の間）。 （実数）	

コメント

1. *nb_integr*は、シェルプロパティ定義の*nb_integr*と同じである必要があります。
2. *npg*は、シェルプロパティで使用される定式化に従って設定する必要があります。
3. *nb_integr* ≠ 0の場合、積分点ごとにオプションの継続行を繰り返します。
4. シェルの初期状態の定義には、複数のブロックを使用できます。

*/INISHE/STRS_F*または*/INISH3/STRS_F*

ブロックフォーマットのキーワード
応力の初期状態を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/INISHE/STRS_F/*unit_ID*または/INISH3/STRS_F/*unit_ID*									
shell_ID	*nb_integr*	*npg*	*Thick*						
E_m		E_b		H_1		H_2		H_3	

nb_integr = 0の場合

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
σ_1		σ_2		σ_{12}		σ_{23}		σ_{31}	
ε_p		σ_{b1}		σ_{b2}		σ_{b12}			

nb_integr > 0の場合

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
σ_1		σ_2		σ_{12}					
σ_{23}		σ_{31}		ε_p					

定義

フィールド	内容	SI単位の例
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
shell_ID	要素識別子 （整数）	
nb_integr	板厚を通過する積分点の数。 （整数）	
npg	サーフェス求積点の数	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 0 デフォルト、1に設定 *= 1* I_{shell}*SHELL* =1、2、3、または4; またはI_{sh3n}*SH3N* =1、2、31のシェル定式化に使用する必要があります。 *= 3* DKT18のシェル定式化(I_{sh3n}*SH3N* =30)に使用する必要があります。 *= 4* BATOZまたはQEPHの定式化(I_{shell}*SHELL* =12、24)に使用する必要があります。 (整数)	
Thick	シェル厚。8 (実数)	[m]
E_m	全体膜エネルギー (実数)	[J]
E_b	全体曲げエネルギー (実数)	[J]
H_1	アワグラス荷重 3 (実数)	[N]
H_2	アワグラス荷重 3 (実数)	[N]
H_3	アワグラス荷重 3 (実数)	[N]
σ_1	第1平面応力 (実数)	[Pa]
σ_2	第2平面応力 (実数)	[Pa]
σ_{12}	せん断応力 (実数)	[Pa]

フィールド	内容	SI単位の例
σ_{23}	せん断応力 （実数）	[Pa]
σ_{31}	せん断応力 （実数）	[Pa]
ε_p	塑性ひずみ （実数）	
σ_{b1}	曲げ応力 （実数）	[Pa]
σ_{b2}	曲げ応力 （実数）	[Pa]
σ_{b12}	曲げ応力 （実数）	[Pa]

コメント

1. *nb_integr*は、シェルプロパティ定義の*nb_integr*と同じである必要があります。
2. *npg*は、シェルプロパティで使用される定式化に従って設定する必要があります。
3. H_1、H_2、H_3は、*npg* = 0または*npg* = 1の場合のみ読み込まれます。
4. 曲げ応力は、下記のように表されます：

$$\frac{M}{l \cdot e^2} \qquad (1190)$$

ここで、

l	長さ
e	板厚
M	モーメント

5. *npg* = 0または1、および*nb_integr* > 0の場合、積分点ごとにオプションの継続行を繰り返す必要があります。
6. *npg* = 3または4の場合、積分点ごとに、オプションの継続行をnpg回繰り返す必要があります。

   積分点ごとに繰り返し

   行7

   行8
7. シェルの初期状態の定義には、複数のブロックを使用できます。
8. 板厚に指定された値（*Thick*）は、プロパティまたはシェル定義で指定された板厚の代わりに使用されます。

*/INISHE/STRS_F/GLOB*または*/INISH3/STRS_F/GLOB*

ブロックフォーマットのキーワード
シェル要素のための全体座標系で指定された応力テンソルの初期化を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/INISHE/STRS_F/GLOB/*unit_ID*または /INISH3/STRS_F/GLOB/*unit_ID*									
shell_ID	*nb_integr*	*npg*	*Thick*						
E_m		E_b		H_1		H_2		H_3	

nb_integr ≥ 0の場合平面応力

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
σ_X		σ_Y		σ_Z					

nb_integr = 0ならば、せん断応力

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
σ_{XY}		σ_{YZ}		σ_{ZX}					

es

nb_integr = 0ならば、曲げ応力

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
σ_{bX}		σ_{bY}		σ_{bZ}					
σ_{bXY}		σ_{bYZ}		σ_{bZX}		ε_p			

nb_integr ≥ 0の場合平面応力

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
σ_X		σ_Y		σ_Z					

nb_integr > 0の場合：せん断応力

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
σ_{XY}		σ_{YZ}		σ_{ZX}		ε_p			

定義

フィールド	内容	SI単位の例
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
shell_ID	要素識別子 （整数）	
nb_integr	板厚を通過する積分点の数。 （整数）	
npg	サーフェス求積点の数 *= 0* デフォルト、1に設定 *= 1* I_{shell}*SHELL* =1、2、3、または4; またはI_{sh3n}*SH3N* =1、2、31のシェル定式化に使用する必要があります。 （整数）	
Thick	シェル厚。6 （実数）	[m]
E_m	全体膜エネルギー （実数）	[J]
E_b	全体曲げエネルギー （実数）	[J]
H_1, H_2, H_3	アワグラス荷重 （実数）	[N]
σ_X、σ_Y、σ_Z	全体フレームの平面応力 （実数）	[Pa]
σ_{XY}、σ_{YZ}、σ_{ZX}	全体フレームのせん断応力	[Pa]

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（実数）	
σ_{bX}	全体フレームの曲げ応力 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
σ_{bY}	全体フレームの曲げ応力 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
σ_{bZ}	全体フレームの曲げ応力 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
σ_{bXY}	全体フレームの曲げ応力 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
σ_{bYZ}	全体フレームの曲げ応力 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
σ_{bZX}	全体フレームの曲げ応力 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
ε_p	塑性ひずみ。 （実数）	

コメント

1. *nb_integr*は、シェルプロパティ定義の*nb_integr*と同じである必要があります。
2. I_{shell}*SHELL* =1、2、3、4またはI_{sh3n}*SH3N* =1、2、31とのみ適合性があります。
3. *nb_integr* ≠ 0の場合、積分点ごとにオプションの継続行を繰り返します。
4. *npg*は、シェルプロパティで使用される定式化に従って設定する必要があります。
5. *npg* = 0または1、および*nb_integr* > 0の場合、積分点ごとにオプションの継続行を繰り返す必要があります。
6. 板厚に指定された値（*Thick*）は、プロパティまたはシェル定義で指定された板厚の代わりに使用されます。

*/INISHE/THICK*または*/INISH3/THICK*

ブロックフォーマットのキーワード
要素ごとのシェル要素の厚みの初期化を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/INISHE/THICK/unit_ID または `/INISH3/THICK/`*unit_ID*									
shell_ID			*Thick*						

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
shell_ID	要素識別子 （整数）	
Thick	シェル厚。 （実数）	[m]

コメント

1. このオプションは、要素ごとにシェル要素の厚みを初期化するために使用できます。デフォルトでは、プロパティで定義された特性が使用されますが、このオプションによる定義が優先されます。
2. このオプションは、TYPE11プロパティおよびTYPE16プロパティがあるシェルの初期化には使用できません。

/INISPRI/FULL

ブロックフォーマットのキーワード
スプリング要素の初期状態を記述します。このカードで定義されるすべての値は、計算の開始時に適用されます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/INISPRI/FULL/*unit_ID*									
spring_ID	*prop_type*	*nvars*							

prop_type = 4ならば、

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
F_X		D_X		FEP_X		DPL_{X+}		DPL_{X-}	
L_X		*EI*							

prop_type = 12ならば、

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
F_X		D_X		FEP_X		DPL_{X+}		DPL_{X-}	
L_X		*EI*		*DFS*					

prop_type = 26ならば、

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
F_X		D_X		FEP_X					
L_X		*EI*		*DV*					

prop_type = 8、13、25の場合：

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
F_X		D_X		FEP_X		DPL_{X+}		DPL_{X-}	
F_Y		D_Y		FEP_Y		DPL_{Y+}		DPL_{Y-}	
F_Z		D_Z		FEP_Z		DPL_{Z+}		DPL_{Z-}	

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
M_X		R_X		MEP_X		RPL_{X+}		RPL_{X-}	
M_Y		R_Y		MEP_Y		RPL_{Y+}		RPL_{Y-}	
M_Z		R_Z		MEP_Z		RPL_{Z+}		RPL_{Z-}	
L_X		L_Y		L_Z		EI		ED_X	
ED_Y		ED_Z		ER_X		ER_Y		ER_Z	

prop_type = 29、30、31、32、33、35、36、44、45、46の場合：

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
F_X		D_X							
F_Y		D_Y							
F_Z		D_Z							
M_X		R_X							
M_Y		R_Y							
M_Z		R_Z							
EI									
V_1		V_2		VR_3				*Vnvars*	

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
unit_ID	単位の識別子（オプション） （整数、最大10桁）	
spring_ID	要素識別子 （整数、最大10桁）	
prop_type	プロパティセット 2 （整数、最大10桁）	
nvars	ユーザー要素変数の数	

フィールド	内容	**SI** 単位の例
	（整数、最大10桁）	
F_X	スプリング要素のX方向の力 （実数）	[N]
F_Y	スプリング要素のY方向の力 （実数）	[N]
F_Z	スプリング要素のZ方向の力 （実数）	[N]
M_X	スプリング要素のX方向のモーメント （実数）	[Nm]
M_Y	スプリング要素のY方向のモーメント （実数）	[Nm]
M_Z	スプリング要素のZ方向のモーメント （実数）	[Nm]
D_X	スプリング要素のX方向の伸び （実数）	[m]
D_Y	スプリング要素のY方向の伸び （実数）	[m]
D_Z	スプリング要素のZ方向の伸び （実数）	[m]
R_X	スプリング要素のX方向の回転 （実数）	[rad]
R_Y	スプリング要素のY方向の回転 （実数）	[rad]
R_Z	スプリング要素のZ方向の回転 （実数）	[rad]
FEP_X	スプリング要素のX方向の弾塑性力 （実数）	[N]

フィールド	内容	**SI** 単位の例
FEP_Y	スプリング要素のY方向の弾塑性力 （実数）	[N]
FEP_Z	スプリング要素のZ方向の弾塑性力 （実数）	[N]
MEP_X	スプリング要素のX方向の弾塑性モーメント （実数）	[Nm]
MEP_Y	スプリング要素のY方向の弾塑性モーメント （実数）	[Nm]
MEP_Z	スプリング要素のZ方向の弾塑性モーメント （実数）	[Nm]
DPL_{X+}	正のX方向の最大変位 （実数）	[m]
DPL_{Y+}	正のY方向の最大変位 （実数）	[m]
DPL_{Z+}	正のZ方向の最大変位 （実数）	[m]
RPL_{X+}	正のX方向の最大回転 （実数）	[m]
RPL_{Y+}	正のY方向の最大回転 （実数）	[m]
RPL_{Z+}	正のZ方向の最大回転 （実数）	[m]
DPL_{X+}	負のX方向の最大変位 （実数）	[m]
DPL_{Y+}	負のY方向の最大変位 （実数）	[m]
DPL_{Z+}	負のZ方向の最大変位	[m]

フィールド	内容	**SI** 単位の例
	（実数）	
RPL_{X+}	負のX方向の最大回転 （実数）	[rad]
RPL_{Y+}	負のY方向の最大回転 （実数）	[rad]
RPL_{Z+}	負のZ方向の最大回転 （実数）	[rad]
L_X	スプリング要素のX方向の長さ （実数）	[m]
L_Y	スプリング要素のY方向の長さ （実数）	[m]
L_Z	スプリング要素のZ方向の長さ （実数）	[m]
ED_X	正のX方向の変形エネルギー （実数）	[J]
ED_Y	正のY方向の変形エネルギー （実数）	[J]
ED_Z	正のZ方向の変形エネルギー （実数）	[J]
ER_X	X方向の回転エネルギー （実数）	[J]
ER_Y	Y方向の回転エネルギー （実数）	[J]
ER_Z	Z方向の回転エネルギー （実数）	[J]
DFS	プーリーブランチ間の相対力 2 （実数）	[N]

フィールド	内容	**SI** 単位の例
DV	スプリング速度フィルタリング 3 （実数）	$[\frac{m}{s}]$
EI	内部エネルギーの合計 （実数）	$[J]$
VR_1	1つ目のユーザー変数値 （実数）	
VR_2	2つ目のユーザー変数値 （実数）	
VR_3	3つ目のユーザー変数値 （実数）	
Vnvars	*nvars*番目のユーザー変数値 4 （実数）	

コメント

1. スプリングの初期状態は、複数のブロックにより定義されることが可能です（同じスプリングタイプのみ）。
2. プーリーブランチ間の相対力DFSは、スプリングプロパティ/PROP/TYPE12 (SPR_PUL)にのみ使用できます。
3. スプリング速度フィルタリングDVは、スプリングプロパティTYPE26にのみ使用できます。これは、ひずみ速度フィルタリング係数（ALPHA – /PROP/TYPE26 (SPR_TAB)を参照）に基づきます。
4. *nvars*は、スプリングで初期化が必要な最初のユーザー変数の数です。これは、ユーザータイプ材料則（NUVAR）で使用される内部変数の総数以下である必要があります。

/INISTA

ブロックフォーマットのキーワード
初期状態ファイルを記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/INISTA									
Isrty$_{nnn}$									
Ibal	*Ioutyy*$_{FMT}$	*Iouty*$_{nnn}$							

定義

フィールド	内容		SI 単位の例
Isrty$_{nnn}$	初期状態ファイルの完全な名前 （左詰め表形式 - 文字、最大100文字）		
Ibal	初期バランスフラグ **= 0** **= 1** **= 2** **= 3** （整数）	 デフォルト、1に設定 節点の初期バランスを実行しない 節点の初期バランスを実行する シェル局所フレームの初期バランス	
Ioutyy$_{FMT}$	**= 2** **> 2**（デフォルト） （整数）	フォーマット44 フォーマット51	
Iouty$_{nnn}$	**= 2** **> 2**（デフォルト） （整数）	Ynnn読み込みファイルフォーマットは、RunnameYnnn（旧フォーマット） Ynnn読み込みファイルフォーマットは、Runname_run#.sty（デフォルト）	

コメント

1. シェルおよびソリッドの初期状態：密度（ソリッドのみ）、内部エネルギー（ソリッドのみ）、塑性ひずみ（ソリッドのみ）、応力、ひずみ、厚み、アワグラスおよび荷重は、次の出力ファイル`Isrty000`に読み込まれます：`RunnameYnnn`（/IOFLAGオプションで*Irootyy* ＝2の場合）または`Runname_run#.sty`（`/IOFLAG`オプションで*Irootyy* ≠ 2の場合）。

   初期モデルの定義にも、ファイル`Isrty000`は必須です。初期状態は、3次元ソリッド（ソリッド）およびシェルでのみ使用できます。出力ファイルフォーマットについては、ASCII出力ファイル（STY-ファイル）をご参照ください。
2. ユーザー材料則で`/INISTA`を使用している場合、STY-ファイル内の`/OUTP/SOLID/USERS/FULL`オプションを使用してユーザー変数を初期化する必要があります。
3. *Ibal* = 2の場合、モデル構造の新たな初期バランスが再計算されます。

See Also
Initial Stresses (FAQ)

/INITEMP

ブロックフォーマットのキーワード
初期節点温度を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/INITEMP/*initemp_ID*									
initemp_title									
T_0		*grnd_ID*	*fld_type*						

fld_type = 1の場合:

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
T_{01}		*node_ID*$_1$*1*							
T_{02}		*node_ID*$_2$*2*							
T_{03}		*node_ID*$_3$*3*							

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
initemp_ID	初期温度の識別子 (整数、最大10桁)	
initemp_title	初期温度の名前 (文字、最大100文字)	
T_0	初期温度 (実数)	[K]
grnd_ID	初期条件が適用される節点グループ (整数)	
fld_type	INITEMPフラグタイプ **= 0** 初期温度 / 節点グループ **= 1** 初期温度 / 節点	

フィールド	内容	**SI** 単位の例
	（整数）	
T_{01}	初期温度 （実数）	[K]
T_{02}	初期温度 （実数）	[K]
T_{03}	初期温度 （実数）	[K]
node_ID$_1$*1*	初期条件が適用される節点 （整数）	
node_ID$_2$*2*	初期条件が適用される節点 （整数）	
node_ID$_3$*3*	初期条件が適用される節点 （整数）	

コメント

1. `fld_type` = 1の場合、節点グループ（*grnd_ID*）および節点リスト（*node_ID*$_1$*1*, ...*node_ID*$_n$）に温度を設定することができます。
2. *fld_type* = 1で、特定の節点が節点グループ（*grnd_ID*で指定）および節点リスト（T_{01}, ...T_{0n}）の両方に存在する場合、その節点では節点グループの初期温度が無視されます。
3. `/INITEMP`は、ALEアプリケーション（`/ALE`, `/EULER`）と適合性を有しません。初期温度は、ALE節点またはALE要素には適用されません。

/INITRUSS/FULL

ブロックフォーマットのキーワード
トラス要素の初期状態を記述します。このカードで定義されるすべての値は、計算の開始時に適用されます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/INITRUSS/FULL/*unit_ID*									
truss_ID		*prop_type*							
EINT		*F*		*AREA*		ε_p			

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
unit_ID	単位の識別子（オプション） （整数、最大10桁）	
spring_ID	要素識別子 （整数）	
prop_type	プロパティセット （整数）	
EINT	内部エネルギーの合計 （実数）	[J]
F	トラス要素の垂直力 （実数）	[N]
AREA	トラスの断面面積 （実数）	[m^2]
ε_p	塑性ひずみ （実数）	

/INIVEL

ブロックフォーマットのキーワード
節点のグループに対する初速度を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/INIVEL/*type*/*inivel_ID*/*unit_ID*									
inivel_title									
V_X		V_Y		V_Z		*grnd_ID*	*skew_ID*		

定義

フィールド	内容		SI 単位の例
type	初速度のタイプ。		
	TRA	材料の並進速度	
	ROT	材料の回転速度	
	T+G	材料の並進およびグリッド速度（ALE材料に対してのみ使用されます）	
	GRID	材料のグリッド速度（ALE材料に対してのみ使用されます）	
inivel_ID	初速度ブロックの識別子 （整数、最大10桁）		
unit_ID	単位識別子. （整数、最大10桁）		
inivel_title	初速度ブロックのタイトル （文字、最大100文字）		
V_X	X速度 （実数）		$\left[\frac{m}{s}\right]$ または $\left[\frac{rad}{s}\right]$
V_Y	Y速度 （実数）		$\left[\frac{m}{s}\right]$ または $\left[\frac{rad}{s}\right]$

フィールド	内容	**SI** 単位の例
V_Z	Z速度 （実数）	$\left[\frac{m}{s}\right]$ または $\left[\frac{rad}{s}\right]$
grnd_ID	特定の初速度が適用される節点グループ （整数）	
skew_ID	スキューの識別子 （整数）	

コメント

1. *grnd_ID*は必ず入力する必要があります。初速度は、特定の節点グループに属する節点にのみ適用されます。
2. 並進速度の単位は$\left[\frac{m}{s}\right]$です。回転では、角度の単位は$[rad]$、速度の単位は$\left[\frac{rad}{s}\right]$です。

See Also

スキューとフレーム（/SKEW & /FRAME）
RD-E:0300 S字型ビームの圧壊
RD-E:0500 ビームフレーム
RD-E:0900 ビリヤード（プール）
RD-E:1200 ジャンプする自転車
RD-E:1300 ショックチューブ
RD-E:1500 ギア
RD-E:2200 着水
RD-E:2300 ブレーキ
RD-E:2700 サッカーのシュート
RD-E:5000 INIVOLと流体構造連成（コンテナ落下）

/INIVEL/AXIS

ブロックフォーマットのキーワード
節点グループの並進と回転の両方の速度を与えられた座標系で初期化します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/INIVEL/AXIS/*inivel_ID*/*unit_ID*									
inivel_axis_title									
Dir	*frame_ID*	*grnd_ID*							
Vx^t		Vy^t		Vz^t		V^r			

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
inivel_ID	初速度ブロックの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子. （整数、最大10桁）	
inivel_axis_title	初速度ブロックのタイトル （文字、最大100文字）	
Dir	回転軸を定義するフレームのX、Y、Z方向の定義 （テキスト）	
frame_ID	フレーム識別子*frame_ID*は、必ず入力する必要があります。 与えられない場合、初速度は全体座標系に関して作用します。 （整数）	
grnd_ID	指定の初速度が適用される節点グループ （整数）	
Vx^t	並進速度の局所フレームでのX成分 （実数）	$[\frac{m}{s}]$
Vy^t	並進速度の局所フレームでのY成分	$[\frac{m}{s}]$

フィールド	内容	**SI** 単位の例
	（実数）	
Vz^t	並進速度の局所フレームでのZ成分 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\right]$
V^r	回転軸周りの回転速度 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{rad}}{\mathrm{s}}\right]$

コメント

1. このキーワードは、節点グループの初期剛体タイプの移動（並進と回転）を定義します（例えば、車両のロールオーバーの初速度）。
2. 初期節点速度は以下で計算されます：

$$\mathbf{v}(M) = \mathbf{V}^t + V^r \frac{\mathbf{U}}{\|\mathbf{U}\|} \wedge \mathbf{OM} \qquad (1191)$$

ここで、

$\mathbf{U}$	回転軸を定義するベクトル
$\mathbf{O}$	局所座標系の中心
$\mathbf{M}$	節点
V^r	回転速度
$\mathbf{V}^t$	並進速度のベクトル

3. このオプションは`/INIVEL/TRA`または`/INIVEL/ROT`が同じ節点に作用している場合は使用できません。

See Also

スキューとフレーム（/SKEW & /FRAME）
RD-E:2100 カム
RD-E:2700 サッカーのシュート

/INIVEL/FVM

ブロックフォーマットのキーワード
有限体積法ソルバーのために、要素（3次元ソリッド、2次元ソリッドまたは三角形）のグループに初期材料速度を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/INIVEL/FVM/*inivel_ID*/*unit_ID*									
inivel_title									
V_X*X*		V_Y*Y*		V_Z*Z*		*grbric_ID*	*grqd_ID*	*grtria_ID*	*skew_ID*

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
inivel_ID	初速度ブロックの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子. （整数、最大10桁）	
inivel_title	初速度ブロックのタイトル （文字、最大100文字）	
V_X*X*	X速度 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\right]$
V_Y*Y*	Y速度 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\right]$
V_Z*Z*	Z速度 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\right]$
grbric_ID	特定の初速度が適用される3次元ソリッドグループ （整数）	
grqd_ID	特定の初速度が適用される2次元ソリッドグループ （整数）	
gria_ID	特定の初速度が適用される三角形グループ	

フィールド	内容	**SI** 単位の例
	（整数）	
skew_ID	スキューの識別子 （整数）	

コメント

1. 少なくとも1つのグループIDを入力する必要があります。
2. `/INIVEL/FVM`は、`/MAT/LAW151 (MULTIFLUID)`の有限体積法ソルバー用に、ソリッド要素内の速度の初期化に使用されます。

/INIVEL/NODE

ブロックフォーマットのキーワード
全体座標系または与えられた座標系での各節点の並進および回転速度を初期化します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/INIVEL/NODE/*inivel_ID*/*unit_ID*									
inivel_node_title									
node_ID	*Skew_ID*	Vx^t		Vy^t		Vz^t			
		Vx^r		Vy^r		Vz^r			

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
inivel_ID	初速度ブロックの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子. （整数、最大10桁）	
inivel_node_title	初速度ブロックのタイトル （文字、最大100文字）	
node_ID	特定の初速度が適用される節点の識別子 （整数）	
Skew_ID	スキューの識別子 （整数）	
Vx^t	並進速度の局所スキューでのX成分 （実数）	$[\frac{m}{s}]$
Vy^t	並進速度の局所スキューでのY成分 （実数）	$[\frac{m}{s}]$
Vz^t	並進速度の局所スキューでのZ成分 （実数）	$[\frac{m}{s}]$

フィールド	内容	**SI** 単位の例
Vx^r	局所スキューでの回転速度 （実数）	$\left[\frac{\text{rad}}{\text{s}}\right]$
Vy^r	局所スキューでの回転速度 （実数）	$\left[\frac{\text{rad}}{\text{s}}\right]$
Vz^r	局所スキューでの回転速度 （実数）	$\left[\frac{\text{rad}}{\text{s}}\right]$

コメント

1. このカードは、`/STATE/NODE/VEL`と共に生成できます。

/INIVOL

ブロックフォーマットのキーワード
複合材料ALEモデリングのために、この初期条件は、定義されたサーフェスの側面の初期体積率を定義します。

このオプションの使用により、流体メッシュがLagrange構造のコンターに従う必要がなくなり、デカルト座標系の使用が可能となります。サーフェスは、各体積内の流体を定義するために使用されます。

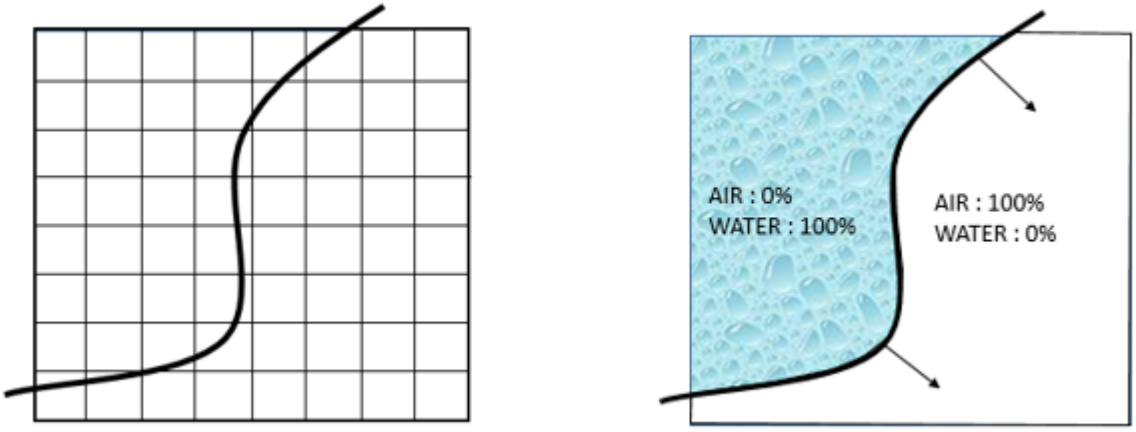


図 *342:*

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/INIVOL/*part_ID*/*inivol_ID*									
inivol_title									
surf_ID	*ALE_PHASI*	*FILL_OPT*	*ICUMU*	*FILL_RATIO*					
surf_ID	*ALE_PHASI*	*FILL_OPT*	*ICUMU*	*FILL_RATIO*					
同様	同様	同様	同様	同様					
$surf\_ID_n$	*ALE_PHASI*	*FILL_OPT*	*ICUMU*	*FILL_RATIO*					

定義

フィールド	内容	SI単位の例
part_ID	充填する複合材料ALE要素のパート 1 （整数、最大10桁）	
inivol_ID	初期体積率識別子 （整数、最大10桁）	

フィールド	内容	SI単位の例
inivol_title	初期体積率タイトル （文字、最大100文字）	
surf_ID$_n$	サーフェス識別子 5 （整数）	
ALE_PHASE	要素を充填するための複合材料ALEの位相 3 （整数）	
FILL_OPT	逆法線ベクトル 1 **= 0**（デフォルト）　サーフェスの法線方向の側面を充填 **= 1**　サーフェスの法線方向とは逆向きの側面の充填 （整数）	
ICUMU	累積充填 4 **= 0**（デフォルト）　既存の充填を消去 **= 1**　累積充填 （整数）	
FILL_RATIO	関連する要素で付加される体積率 4 0.0 ≤ *FILL_RATIO* ≤ 1.0 デフォルト = 1.0（実数）	

コメント

1. Starterの実行中、*part_ID*によって定義されたPARTに属する要素群は、*ALE_PHASE*値に応じて与えられた体積率で充填されます。唯一の要件は、与えられた方向のサーフェスの正しい側面に要素があることです。サーフェス法線の逆の側面上の要素を充填するには、*FILL_OPT* =1を使用します。図 343では、緑色は/INIVOLオプションにより充填されたサーフェスの側面を示しています。

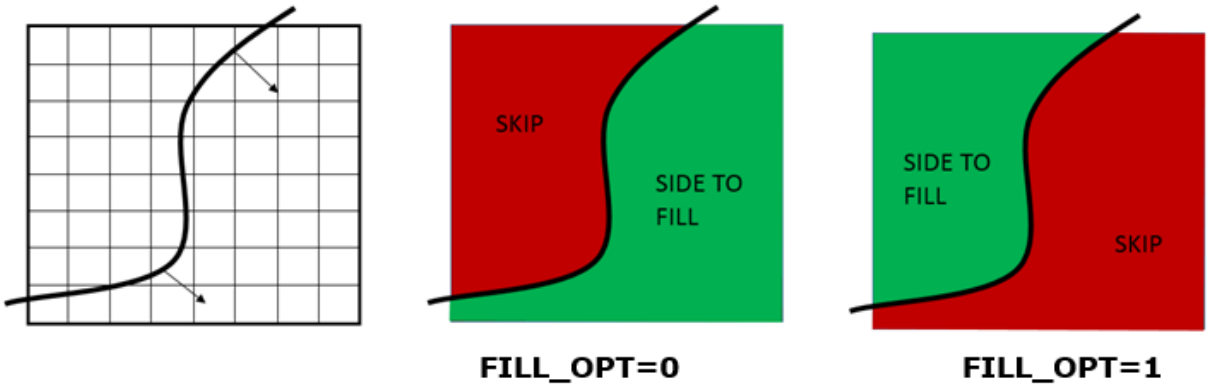


図 *343:* 充填するサーフェスの側面はフラグ*FILL_OPT*で反転させることが可能

2. 1つの要素がサーフェスによって横切られている場合、その要素は完全には1つの側面上にありません。そこで、そのサーフェスの側面上の関連するサブ体積のみを充填するために、体積の推定が行われます。

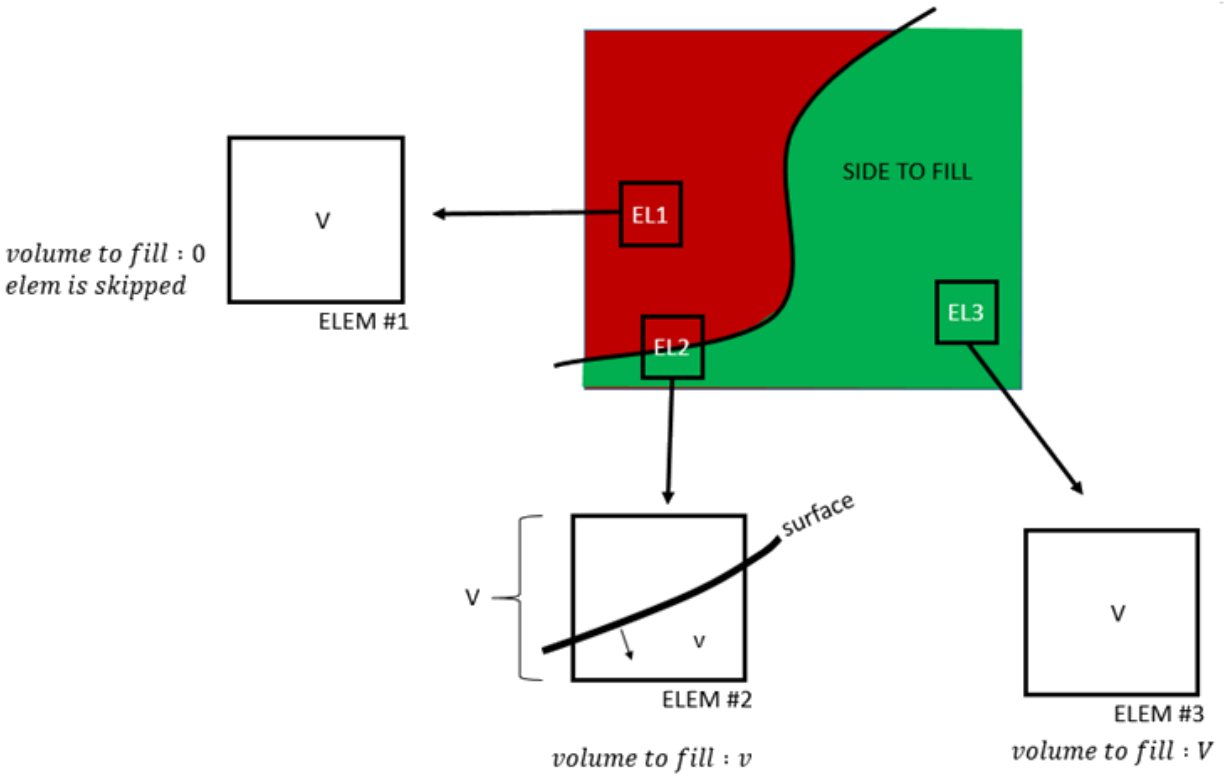


図 *344:* サーフェスによって横切られる要素は2つの側面を有する
*INIVOL*オプションは、関連する部分のみを考慮します。

3. *ALE_PHASE*は、サーフェスの指定された側面の充填に使用される複合材料ALEの位相IDです。`/MAT/LAW51`は4つのサブ材料を有するため、1から4までの値が入力されなければなりません。
4. *ICUMU*フラグは、体積に別の材料を追加するために使用できます。この目的のために、*FILL_RATIO*が与えられる必要があります。デフォルトでは*ICUMU*=0で、これは、前の`/INIVOL`プロセスで初期化された既存の体積率が消去されることを意味します。

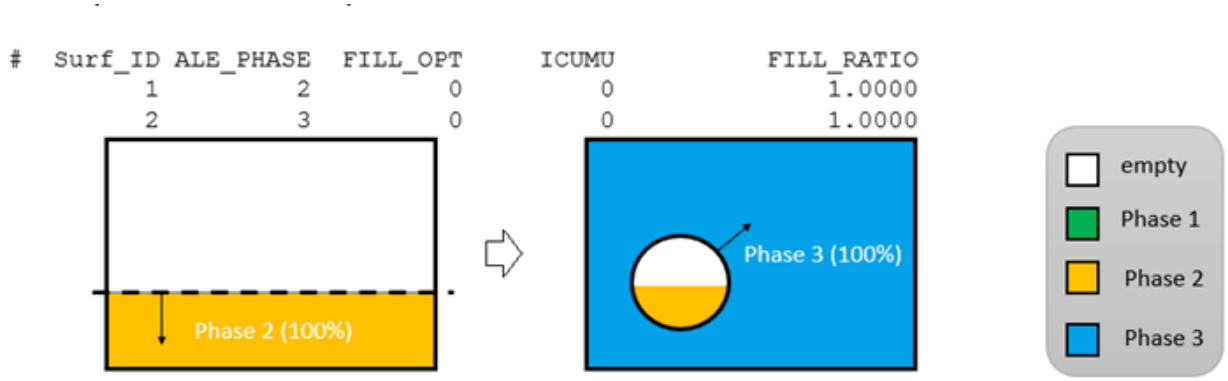


図 *345: ICUMU = 0*で充填して既存の充填済み体積を消去（デフォルトの挙動）

2番目の手順の間、ディスクの外側の体積は、位相3材料で充填されます。

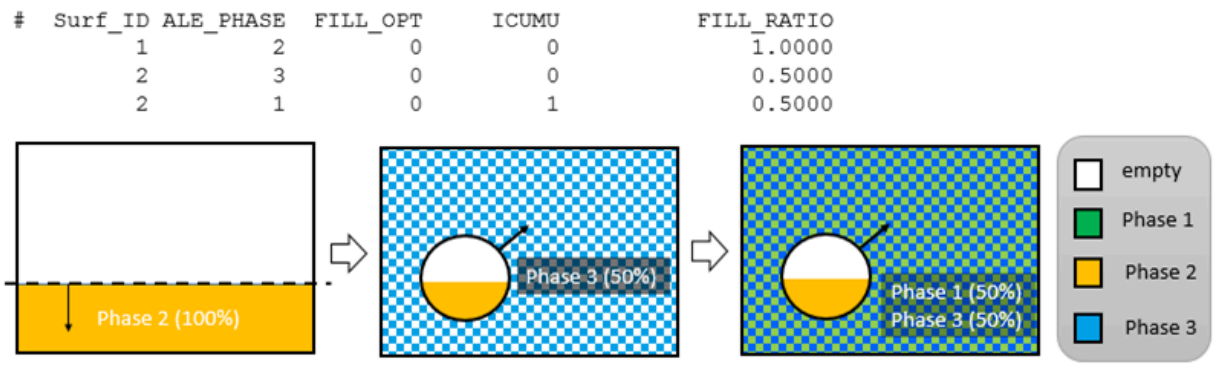


図 *346: ICUMU = 1*で充填して体積率を既存の充填済み体積に追加

3番目の手順の間、位相3材料が既存の位相3材料に付加され、その結果、位相1材料と位相3材料の50%混合物となります。

5. 体積率について良好に定義された初期条件は、体積率

$$\alpha = (\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4) \tag{1192}$$

が下記を満たすよう:

$$\alpha_i = \frac{v_i}{V} \in [0, 1] \tag{1193}$$

および

$$\sum_{i=1}^{4}\alpha_i = 1 \qquad (1194)$$

この条件がすべての/INIVOLプロセス後に満たされない場合:

$\sum_{i=1}^{4}\alpha_i > 1$ の場合、エラーメッセージが表示されます。

$\sum_{i=1}^{4}\alpha_i < 1$ の場合、残りの空いている体積を充填するために位相1が使用されます。

空いているサブ体積は、/INIVOLオプションの実行がすべて行われ位相1で自動的に充填され、要素体積が正しい向きを向いているかを確実にします。

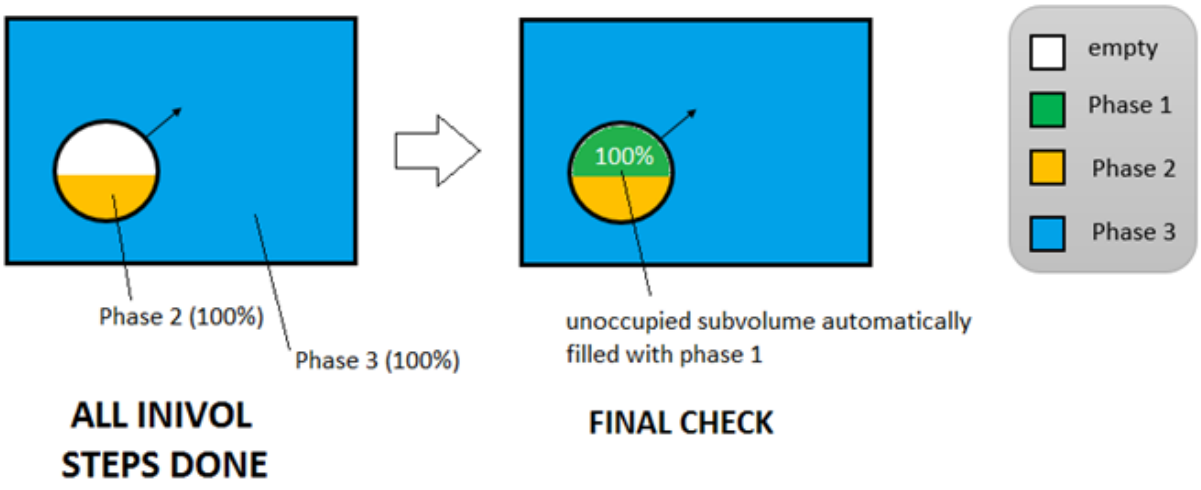


図 *347:* 空いているサブ体積は位相*1*で自動的に充填されます。

6. サポートされるサーフェスを以下に示します:
   - 3節点シェルと4節点シェルシェルのサーフェスは(容器として) 完全に閉じているべきです。
   - 無限平面(/SURF/PLANE)
   - エリプソイド(/SURF/ELLIPS)

   サーフェスは、VOIDプロパティ(/PROP/VOID)およびVOID材料則(/MAT/VOID)に基づきます。これは、初期化の間だけ使用されるため、INIVOLサーフェスの時間ステップ計算を含めることを回避するために推奨されます。そうでなければ、剛体はサーフェスについても定義されることが可能です。

See Also

RD-E:5000 INIVOLと流体構造連成(コンテナ落下)

/STATE/STR_FILE

ブロックフォーマットのキーワード
GZIPで圧縮されている可能性がある応力ファイルの名前を指定することによって、初期状態（ブロック/INISHE、/INISH3、/INIBRI）を読み出すことができます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/STATE/STR_FILE									
Izip									
Stress_File_Name									

定義

フィールド	内容	SI単位の例
Izip	ファイルが圧縮されているかの定義のフラグ **= 0** ファイルは圧縮されていません。 **= 1** ファイルはgzipで圧縮されています。 （整数、最大10桁）	
Stress_File_Name	応力ファイルのフルネーム（接尾部.str、および場合によっては接尾部.gzを含めることができます）	

コメント

1. 応力ファイルには、ブロック/INISHE、/INISH3、および/INIBRI以外を含めることはできません。
2. 初期状態を定義するために、状態ファイル（.sta）を使用して、オプション/INISHE、/INISH3、および/INIBRIを直接指定できます。.staファイルには、この/STATE/STR_FILEオプションを指定することもできます。この場合は、オプション/INISHE、/INISH3、および/INIBRIは参照応力ファイルに属することになります。
3. 圧縮された応力ファイルを使用すると、ディスクスペースを節約できます。

荷重

ブロックフォーマットのキーワード

/BEM/DAA

ブロックフォーマットのキーワード
流体の質量マトリックスが境界要素法で計算される水中爆発の二重漸近近似。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/BEM/DAA/*daa_ID*/*unit_ID*									
daa_title									
surf_ID	*grav_ID*								
ρ		*C*		P_{min}*MIN*					
X_s		Y_s		Z_s					
I_{form}*FORM*	*Ipri*	*Ipres*			*Kform*	*Freesurf*	*Afterflow*	*Integr*	

Ipres=1の場合挿入

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
P_m		θ		*a*		a_θ			

Ipres=2の場合挿入

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
fct_ID_P		$Fscale_P$							

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
X_c		Y_c		Z_c					

grav_ID > 0または*Freesurf*=2の場合挿入

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
X_A		Y_A		Z_A					
Dir-X		*Dir-Y*		*Dir-Z*					

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
daa_ID	DAAブロック識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
daa_title	DAAブロックタイトル （文字、最大100文字）	
surf_ID	湿潤サーフェス識別子 2 3 （整数）	
grav_ID	/GRAVオプション識別子 （整数）	
ρ	流体密度。 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
C	流体の音速 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\right]$
P_{min}*MIN*	圧力のカットオフ(< 0) デフォルト = -10^{30}（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
X_s	スタンドオフポイントのX座標 3 （実数）	$[\mathrm{m}]$
Y_s	スタンドオフポイントのY座標 3 （実数）	$[\mathrm{m}]$
Z_s	スタンドオフポイントのZ座標 3	$[\mathrm{m}]$

フィールド	内容		SI 単位の例
	（実数）		
Iform	BEMソリューションフラグ		
	= 1（デフォルト）	ガウス積分	
	= 2	解析的積分	
	（整数）		
Ipri	出力フラグレベル		
	= 1（デフォルト）	低減出力	
	= 2	フル出力	
	（整数）		
Ipres	圧力荷重フラグ 6		
	=1	圧力は、$\mathrm{P}_i(t) = P_m e^{-\frac{t}{\theta}}$として計算されます。	
	= 2	関数による入力	
	（整数）		
Kform	解析フラグ		
	= 1（デフォルト）	DAA1定式化	
	= 2	高周波数	
	（整数）		
Freesurf	自由サーフェスフラグ 6		
	= 1（デフォルト）	×	
	= 2	あり	
	（整数）		
Afterflow	アフターフローの計算 7		
	=1	×	
	= 2（デフォルト）	あり	
	（整数）		
Integr	時間整数フラグ		
	=1	1次	

フィールド	内容	**SI** 単位の例
	= 2（デフォルト） 2次 （整数）	
P_m	最大圧力 5 （実数）	[Pa]
θ	減衰時間 （実数）	[s]
a	最大圧力定数 5 （実数）	
a_θ	圧力減衰時間定数 5 （実数）	
fct_ID_P	入射圧力関数識別子 （整数）	
$Fscale_P$	fct_ID_Pの縦軸（圧力）のスケールファクター （実数）	[Pa]
X_C	装薬のX座標 （実数）	[m]
Y_C	装薬のY座標 （実数）	[m]
Z_C	装薬のZ座標 （実数）	[m]
X_A	自由サーフェス上のポイントAのX座標 （実数）	[m]
Y_A	自由サーフェス上のポイントAのY座標 （実数）	[m]
Z_A	自由サーフェス上のポイントAのZ座標 （実数）	[m]
Dir-X	自由サーフェス平面への法線のX座標	

フィールド	内容	**SI** 単位の例
	（実数）	
Dir-Y	自由サーフェス平面への法線のY座標 （実数）	
Dir-Z	自由サーフェス平面への法線のZ座標 （実数）	

コメント

1. 構造全体がモデル化される必要があります。対称解析はサポートされません。
2. サーフェスの法線**n**は、流体に向いている必要があります。
3. (X_s, Y_s, Zs)で定義されたスタンドオフポイントは、入射圧力波が時間=0において与えられた位置です：

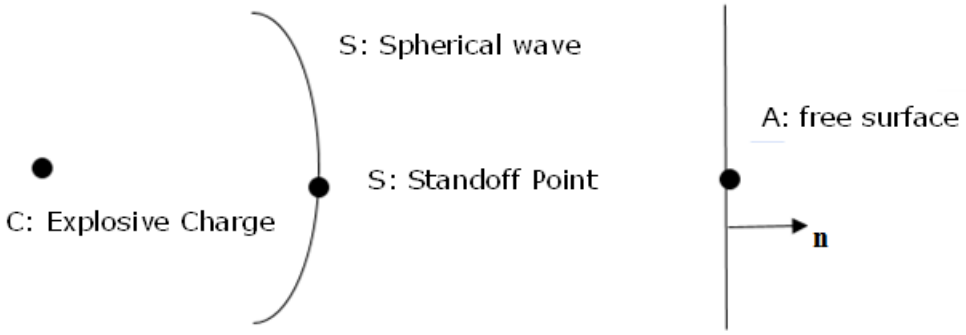


図 *348:*

4. 平面波は球波を使用し、装薬を十分離して置いてシミュレートすることができます。
5. 時間の関数としてのスタンドオフポイントにおける圧力は：

$$P_i(t) = P_m e^{-\frac{t}{\theta}} \qquad (1195)$$

ここで、

P_m	最大圧力
t	時間
θ	減衰時間

最大圧力と減衰時間は、以下を用いて計算できます：

$$P_m = K\left[\frac{W^{1/3}}{R}\right]^a \qquad (1196)$$

$$\theta = K_\theta W^{1/3}\left[\frac{W^{1/3}}{R}\right]^{a_\theta} \qquad (1197)$$

W	爆発物質量
R	爆発までの距離
K、**a**、K_θ **and** a_θ	爆薬に依存する定数

W(kg)、R(m)、P_m(MPaおよびms)の場合。

	K	**a**	K_θ	a_θ
TNT	52.12	1.180	0.0895	-0.185
PETN	56.21	1.194	0.0860	-0.257
HBX	53.51	1.144	0.0920	-0.247

6. 自由サーフェスは、1つのポイントとその法線ベクトルによって定義される平面です。
7. アフターフロー法線速度は次のように計算されます:

$$v_{afterflow} = \frac{\cos\gamma}{\rho R}\int_0^t P(t)dt \qquad (1198)$$

P	流体ポイント
C	装薬ポイント
S	スタンドオフポイント

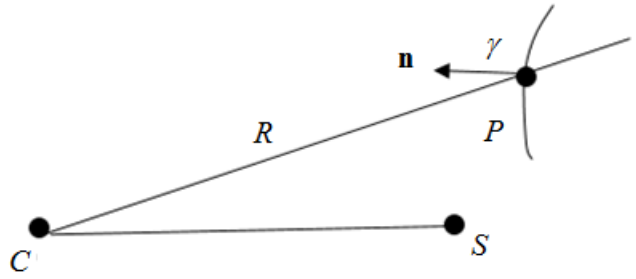


図 *349:*

48. Littlewood, J. de Runtz T. 2004."*USA Code*".Mecalog Workshop, Sophia Antipolis, France, 2004
49. Cole, Robert H. *Underwater Explosion*.Princeton University Press, 1948

/BEM/FLOW

ブロックフォーマットのキーワード
境界要素法による非圧縮性流体流れを記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/BEM/FLOW/*flow_ID*/*unit_ID*									
flow_title									
$surf\_ID_{ex}$	N_{io}	I_{inside}	fct_ID_{fsp}	$Fscale_{fsp}$		$Ascale_{fsp}$			
grn_ID_{aux}	I_{test}	*Tole*							
Rho		I_{vinf}							

N_{io} > 0の場合、N_{io}回行を挿入します

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$surf\_ID_{io}$	fct_ID_{nv}	fct_ID_{p}		$Fscale_{nv}$		$Fscale_{p}$		$Ascale_{t}$	

定式化フラグ

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$I_{form}FORM$	I_{pri}	Dt_{flow}							
fct_ID_{v}	$Fscale_{v}$		$Ascale_{v}$						
Dir_{x}		Dir_{y}		Dir_{z}					

定義

フィールド	内容	SI単位の例
flow_ID	非圧縮性流れブロックの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
flow_title	非圧縮性流れブロックのタイトル	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（文字、最大100文字）	
$surf\_ID_{ex}$	流れ外部サーフェスの識別子 （整数）	
N_{io}	流入-流出サーフェスの数 （整数）	
I_{inside}	内部流れまたは外部流れのフラグ *= 1*（デフォルト） 流れは、$surf_ID_{ex}$で定義されたサーフェスの内部で計算されます。 サーフェス要素の法線は外向きである必要があります。 *= 2* 流れは、$surf_ID_{ex}$で定義されたサーフェスの外部で計算されます。 サーフェス要素の法線は内向きである必要があります。 （整数）	
fct_ID_{fsp}	停滞圧力曲線識別子 （整数）	
$Fscale_{fsp}$	停滞圧力スケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
$Ascale_{fsp}$	停滞圧力曲線の横軸スケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	$[\mathrm{s}]$
grn_ID_{aux}	補助節点グループ識別子 2 （整数）	
I_{test}	テスト補助節点フラグ 2 （0より大きい整数）	
Tole	寸法公差 2 デフォルト = 1.e-5（実数）	
Rho	流体密度。 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
I_{vinf}	追加の速度フィールドフラグ 3	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（0より大きい整数）	
$surf\_ID_{io}$	流入-流出サーフェス識別子 4 （整数）	
fct_ID_{nv}	法線速度曲線 4 （整数）	
fct_ID_{p}	作用圧力曲線 5 （整数）	
$Fscale_{nv}$	法線速度スケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	$\left[\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\right]$
$Fscale_{p}$	作用圧力スケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
$Ascale_{t}$	法線速度曲線と作用圧力曲線の横軸スケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	$[\mathrm{s}]$
$I_{form}FORM$	定式化フラグ 6 *= 1*（デフォルト） 流体流れは、積分方程式を解くためのコロケーション手法とともにBEMを使用して計算されます。 *= 2* 流体流れは、積分方程式を解くためのGalerkine手法とともにBEMを使用して計算されます。 （整数 > 1）	
I_{pri}	出力レベル （1より大きい整数）	
Dt_{flow}	BEMマトリックスアセンブリの時間ステップ 7 *= 0*（デフォルト） Δt BEMマトリックスの更新に使用 *≠ 0* $\max\left(Dt_{flow}, \Delta t\right)$ BEMマトリックスの更新に使用 （実数）	$[\mathrm{s}]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
fct_ID_v	速度曲線の識別子。 （整数）	
$Fscale_v$	速度のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	$[\frac{m}{s}]$
$Ascale_v$	速度曲線の横軸スケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	$[s]$
Dir_x	追加のフィールド方向ベクトルのX成分 （実数）	
Dir_y	追加のフィールド方向ベクトルのY成分 （実数）	
Dir_z	追加のフィールド方向ベクトルのZ成分 （実数）	

例

この例では、サーフェス$surf_ID_{io}$=2に法線速度を設定し、サーフェス$surf_ID_{io}$に圧力を設定します。補助節点は、閉じたサーフェス$surf_ID_{ex}$=3の内部にあります。

```
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/BEM/FLOW/1
Flow 1
#surf_IDex       Nio   Iinside fct_IDfsp          Fscale_fsp          Ascale_fsp
         3         2         1         0                  0.                  0.
#grn_IDaux     Itest               Tole
         1         0               1e-5
#                Rho     Ivinf
                 1.0         0
#surf_IDio  fct_IDnv   fct_IDp                    Fscale_nv           Fscale_p            Ascale_t
         2         1         0                         10.0                 0.0                 1.0
#surf_IDio  fct_IDnv   fct_IDp                    Fscale_nv           Fscale_p            Ascale_t
         1         0         1                          0.0            101325.0                 1.0
#    Iform      Ipri             Dt_flow
         1         1               1e-3
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/1
Function 1
#                  X                   Y
                   0                   1
                 100                   1
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#enddata
```

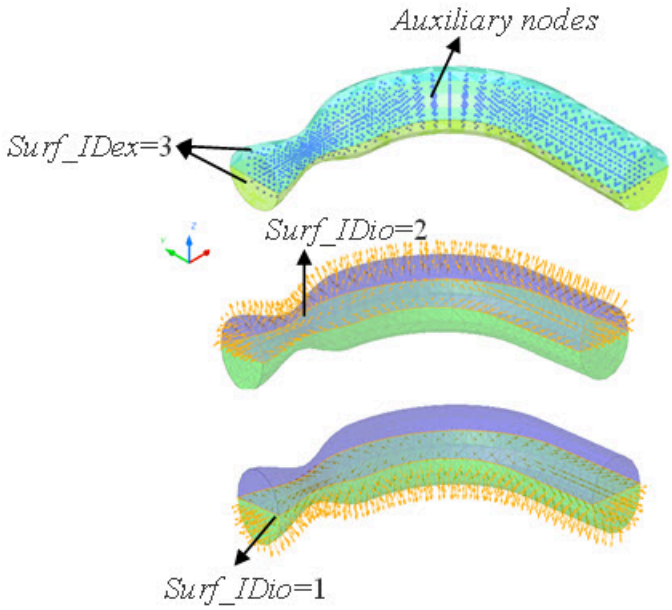


図 *350:*

コメント

1. *surf_ID*$_{ex}$では閉じたサーフェスを定義する必要があります。
2. BEMを使用して、*surf_ID*$_{ex}$で定義されたサーフェスに属する節点について、流動電位、速度、および圧力が計算されます。

   外観および後処理に関する懸念事項については、*grn_ID*$_{aux}$に属する流れの内部にある一連の節点について流れ特性を計算できます。

   I_{test} = 1の場合は、補助節点の実際の配置場所が内部(I_{inside} =1の場合)なのか外部(I_{inside} =2の場合)なのかにかかわらず、各時間ステップにおいて*surf_ID*$_{ex}$で定義されたサーフェスがテストされます。その後、適切でない節点が現在の時間ステップについて取り消されます。

   許容値*Tole*を使用して、閉じたサーフェス内のポイントのテストが実行されます。
3. フラグI_{vinf}が有効となるのは、*surf_ID*$_{ex}$(I_{inside} =2)で定義されたサーフェスの外部にある非有界領域内の流れ計算に対してのみです。

   I_{vinf} = 1の場合は、流入条件は、自由空間内で定義された追加の均一流れによって定義されます。計算された流れは、*surf_IDex*で定義されたサーフェスから無限距離にある追加の流れと等しくなります。
4. I_{inside} = 0の場合:流れは、*surf_ID*$_{ex}$で定義されたサーフェスの内部で計算されます。法線速度が強制される1つ以上のサーフェスが存在する必要があるとともに、法線速度が自由なままになるサーフェスが1つのみ存在する必要があります。この自由サーフェスにおける速度は、*surf_ID*$_{ex}$で定義されたグローバルサーフェス上の流束のつり合いにより計算されます。

   I_{inside} = 2およびI_{vinf} = 0の場合: I_{inside} = 0、ただし、流れは*surf_ID*$_{ex}$で定義されたサーフェスの外部で計算されます。

   I_{inside} = 2かつI_{vinf} = 1の場合: サーフェスの数は自由であり、これらすべてのサーフェス上で法線速度が強制される必要があります。

5. 速度場からの圧力を減らすためには、流れ計算全体に対して1つの圧力のみを適用する必要があります。この圧力は、グローバル停滞圧力であっても、いずれかの流入-流出サーフェスにおける圧力であってもかまいません。
6. コロケーション法は高速ですが、非常に複雑な形状を扱うのに十分なロバスト性を備えていない可能性があります。

   Galerkin法はあらゆる状況に対応できますが、非常に低速です。
7. BEMマトリックスは、サーフェスの形状のみに依存します。

   Dt_{flow} = 0（デフォルト）の場合は、BEMマトリックスはシミュレーションのすべてのサイクルでアセンブルされます（時間ステップは慣行的に有限要素の安定条件によって指定されます）。

   $Dt_{flow} \neq 0$の場合は、max(Dt_{flow}, Dt)を使用してBEMマトリックスが更新されます。ここで、Dtは有限要素の時間ステップです。

/CLOAD

ブロックフォーマットのキーワード
指定された節点グループの各節点にかけられる集中荷重またはモーメントを定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/CLOAD/*cload_ID*/*unit_ID*									
cload_title									
fct_ID_T	*Dir*	*skew_ID*	*sens_ID*	*grnd_ID*		$Ascale_x$		$Fscale_y$	

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
cload_ID	集中荷重ブロックの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
cload_title	集中荷重ブロックのタイトル （文字、最大100文字）	
fct_ID_T	時間関数の識別子 （整数）	
Dir	荷重の方向：荷重はX、Y、Z。モーメントはXX、YY、ZZ） （テキスト）	
skew_ID	スキューの識別子 （整数）	
sens_ID	センサーの識別子 *≠ 0* 集中荷重はセンサーのアクティブ化後に加えられます（時間関数が適宜シフトされます）。 （整数）	
grnd_ID	集中荷重がかけられる節点グループ	

フィールド	内容	**SI** 単位の例
	（整数）	
$Ascale_x$	横軸のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	[s]
$Fscale_y$	縦軸のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	[N]

コメント

1. 集中荷重方向は、フィールド番号2の10文字内で右詰めにする必要があります。
2. *grnd_ID*は必ず入力する必要があります。集中荷重は節点グループにのみかけられます。荷重は、各節点に個別にかけられます。このため下記のようになります：

$$total\_force = \mathrm{F}(t) \cdot N_{node} \qquad (1199)$$

N_{node}は節点グループ内の節点数です。

3. 横軸と縦軸のスケーリングには$Ascale_x$と$Fscale_y$が使用されます。

実際の荷重関数値は次のように計算されます。

$$\mathrm{F}(t) = Fscale_y \cdot \mathrm{f}_T \cdot \left(\frac{t}{Ascale_x}\right) \qquad (1200)$$

ここで、f_Tはfct_ID_Tの関数です。

荷重は、節点グループの各節点に個別にかけられます。荷重の合計は、荷重値に節点数を乗じた値と等しくなります。

See Also

陰解法の機能と互換性
スキューとフレーム（/SKEW & /FRAME）
RD-E:0100 ねじれた梁
RD-E:1600 ダミーポジショニング
RD-E:1800 正方形板
RD-E:1900 波動伝播
RD-E:2300 ブレーキ
RD-E: 2500 スプリングバック

/GRAV

ブロックフォーマットのキーワード
節点グループに対する重力荷重を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRAV/*grav_ID*/*unit_ID*									
grav_title									
fct_ID_T	*Dir*	*skew_ID*	*sens_ID*	*grnd_ID*		$Ascale_X$		$Fscale_Y$	

定義

フィールド	内容	SI単位の例
grav_ID	重力荷重ブロックの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grav_title	重力荷重ブロックのタイトル （文字、最大100文字）	
fct_ID_T	時間関数の識別子 3 = *0*（デフォルト） $Fscale_Y$で定義した一定重力が適用されます。 > *0* 適用される重力は時間に伴って変化します。 （整数）	
Dir	並進の方向（入力：X、YまたはZ） デフォルト = Z（テキスト）	
skew_ID	スキューの識別子 （整数）	
sens_ID	センサーの識別子	

フィールド	内容	SI単位の例
	≠ 0 重力荷重はセンサーのアクティブ化後に加えられます(時間関数が適宜シフトされます)。 (整数)	
grnd_ID	重力荷重がかけられる節点グループ デフォルト = 0(コメント2をご参照ください) (整数)	
$Ascale_x$	横軸(時間)のスケールファクター デフォルト = 1.0(実数)	$[s]$
$Fscale_Y$	fct_ID_T = 0の場合:一定の重力値が適用されます。 fct_ID_T > 0の場合:縦軸(荷重)のスケールファクター デフォルト = 1.0(実数)	$\left[\frac{m}{s^2}\right]$

例

```
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for load
#              MUNIT                LUNIT                TUNIT
                   g                   mm                   ms
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/INIGRAV/1/1
hydrostatique pressure â€“ sea level : {Z=0} where Pref=0.101325 MPa
#GRPART_ID   SURF_ID   GRAV_ID
         0         0         1
#               Pref                  Bx                  By                  Bz
            0.101325                   0                   0                   0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/GRAV/1/1
Terrestrial gravity field
#funct_IDT       DIR   skew_ID sensor_ID  grnod_ID                      Ascale_x            Fscale_Y
         2         Z         0         0         5                             0            -0.00981
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/2
unity
#                  X                   Y
                   0                 1.0
             1000000                 1.0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#enddata
```

コメント

1. 重力荷重方向は、フィールド番号2の10文字内で右詰めにする必要があります。
2. デフォルトでは、モデルにあるすべての節点に重力荷重が適用されます。特定の節点グループに重力荷重を適用するには*grnd_ID*を指定します。
3. 関数のfct_ID_T が0または空白の場合、重力荷重は一定値$g(t) = Fscale_y$です。

   関数のfct_ID_Tを指定している場合、実際の荷重関数値は次のように計算されます。

$$g(t) = Fscale_y \cdot f_t \cdot \left(\frac{t}{Ascale_x}\right) \quad (1201)$$

ここで、f_Tは*fct_ID*$_T$の関数です。

/GRAVは、各節点に適用され、力として指定されます：

$$F(t) = m \cdot g(t) \quad (1202)$$

ここで、*m*は節点の質量となります。節点は、力のバランスがとれるまで移動されます。

4. 流体と構造の相互作用シミュレーションで静水圧を初期化するために/INIGRAVカードで重力カードを参照している場合は、適用する重力を一定値とする必要があります。そのためには、*fct_ID*$_T$を指定せずに*Fscale*$_Y$を定義するか、t=0の時点から*fct_ID*$_T$で一定値の関数を参照します。

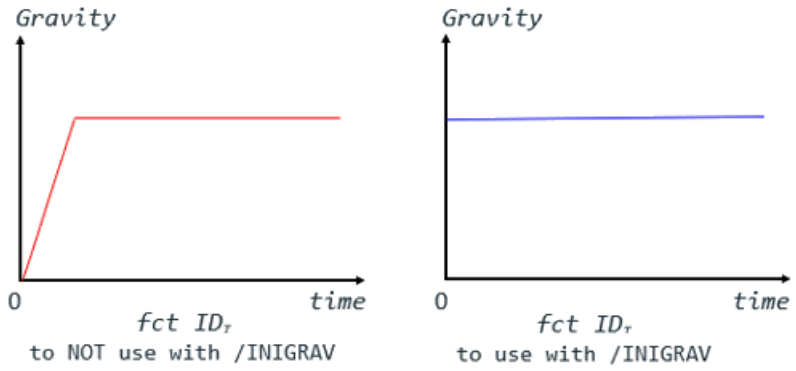


図 *351:*

See Also

陰解法の機能と互換性

スキューとフレーム（/SKEW & /FRAME）

/LOAD/CENTRI

ブロックフォーマットのキーワード
定義された方向の周りのボディの回転速度に対応して節点のセット上に遠心力を付与します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/LOAD/CENTRI/*load_ID*/*unit_ID*									
load_title									
fct_ID_T	*Dir*	*frame_ID*	*sens_ID*	*grnod_ID*	*Ivar*	$Ascale_x$		$Fscale_y$	

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
load_ID	荷重の識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
load_title	荷重のタイトル （文字、最大100文字）	
fct_ID_T	回転速度ω対時間を与える時間関数の識別子 （整数）	
Dir	回転の方向（入力はXX、YYまたはZZ） （テキスト）	
frame_ID	フレーム識別子 *= 0* 回転は全体参照座標系で表現されます。 *≠ 0* 回転はフレームに関して表現されます。 （整数）	
sens_ID	センサーの識別子 （整数）	

フィールド	内容	**SI** 単位の例
grnod_ID	荷重がかけられる節点グループ （整数）	
Ivar	時間に対する速度の変化を力の計算で無視するフラグ。 = *1*（デフォルト） 速度変化は考慮されません = *2* 速度変化が考慮されます （整数）	
$Ascale_x$	横軸のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	$[s]$
$Fscale_y$	縦軸のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	$\left[\frac{rad}{s}\right]$

コメント

1. 力は、*frame_ID* = 0の場合には全体参照座標系の方向*Dir*、*frame_ID* ≠ 0の場合にはフレームで定義された参照座標系の方向の周りのボディの回転速度に対応して計算されます。
2. このオプションは運動条件ではありません（節点の速度は与えられません）。
3. *frame_ID* = 0場合、力は節点の質量mと位置Mで次のように計算されて与えられます：

$$\mathbf{F} = m\left(\frac{d\boldsymbol{\omega}}{dt} \wedge \mathbf{OM} + \boldsymbol{\omega} \wedge \boldsymbol{\omega} \wedge \mathbf{OM}\right) \tag{1203}$$

Ivar = 1ならば、

$\frac{d\boldsymbol{\omega}}{dt} \wedge \mathbf{OM}$ は考慮されません。

$$\mathbf{F} = m\left(\boldsymbol{\omega} \wedge \boldsymbol{\omega} \wedge \mathbf{OM}\right) \tag{1204}$$

4. *frame_ID* ≠ 0の場合、力は次のように計算されて節点に与えられます：

$$\mathbf{F} = \mathbf{f}_r + \mathbf{f}_e + \mathbf{f}_c \tag{1205}$$

ドライビング力：

$$\mathbf{f}_e = m\left(\boldsymbol{\gamma}(A) + \left(\frac{d\boldsymbol{\Omega}_{(R'/R)}}{dt}\right) \wedge \mathbf{AM} + \boldsymbol{\Omega}_{(R'/R)} \wedge \left(\boldsymbol{\Omega}_{(R'/R)} \wedge \mathbf{AM}\right)\right) \tag{1206}$$

コリオリ力：

$$\mathbf{f}_c = m\left(2\boldsymbol{\Omega}_{(R'/R)} \wedge \mathbf{v}(M)_{/R'}\right) \tag{1207}$$

相対力：

$$\mathbf{f}_r = m\left(\frac{d\boldsymbol{\omega}}{dt} \wedge \mathbf{AM} + \boldsymbol{\omega} \wedge \boldsymbol{\omega} \wedge \mathbf{AM}\right) \quad (1208)$$

Ivar = 1ならば、

$\frac{d\boldsymbol{\omega}}{dt} \wedge \mathbf{AM}$ は相対力を考慮しません。

$$\mathbf{f}_r = m\left(\boldsymbol{\omega} \wedge \boldsymbol{\omega} \wedge \mathbf{AM}\right) \quad (1209)$$

ここで、

R	全体参照座標系
R'	フレームよって定義される参照座標系
A	フレームの原点
M	定義された節点のグループの点
$\boldsymbol{\Omega}_{(R'/R)}$	全体参照座標系に対するフレームの回転速度
$\boldsymbol{\omega}$	時間関数によって定義される回転速度

See Also

陰解法の機能と互換性

スキューとフレーム（/SKEW & /FRAME）

RD-E：5500 ファンブレードの回転の初期設定と衝突

/LOAD/PBLAST

ブロックフォーマットのキーワード
構造上でエアブラストの圧力をシミュレートするシンプルな方法を提供します。

エアブラストの入射圧力は、実験データからフィッティングされ、爆風圧力はサーフェスの向きから爆轟点へ導かれます。ユーザーは、爆轟点、爆轟時間および相当TNT質量を与える必要があります。

これは、到着時間と入射圧力が障害物について調整されないため、簡素化された載荷手法です。閉じ込め効果や地面効果は考慮されません。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/LOAD/PBLAST/*load_ID*/*unit_ID*									
load_title									
surf_ID	*Exp_data*	*I_tshift*	N_{dt}	I_Z	I_{form}				*Node_ID*
x_{det}		Y_{det}		Z_{det}		T_{det}		W_{TNT}	
P_{min}*MIN*									

定義

フィールド	内容	SI単位の例
load_title	荷重のタイトル （整数、最大10桁）	
surf_ID	サーフェス識別子 （整数、最大10桁）	
Exp_data	実験データフラグ *1*（デフォルト） TM5-1300 Free Air, Spherical charge of TNT. *2* TM5-1300 Ground Reflection, Hemispherical charge of TNT. （整数、最大10桁）	
I_tshift	時間シフトフラグ *1*（デフォルト） シフトなし	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	2 0から$t^* = \inf(T_{arrival})$までの計算時間をスキップするためのシフト時間 （整数）	
N_{dt}	最小時間ステップのインターバルの数 $\Delta t_{blast} = \frac{\inf(T_0)}{N_{dt}}$ ここで、T_0は正のフェイズの期間です。 デフォルト = 100（整数）	
I_Z	スケーリングされた距離の経時的な更新 *=1* スケーリングされた距離は初期時間で計算され、時間と共に変化することはありません。 = *2*（デフォルト） スケーリングされた距離は各時間ステップにおいて更新されます。 （整数）	
I_{form}	モデリングフラグ。 = *1* Friedlanderモデル = *2*（デフォルト） 修正Friedlanderモデル （整数）	
Node_ID	爆轟点を定義する節点識別子 定義されている場合、フラグX_{det}、Y_{det}およびZ_{det}は無視されます。	
X_{det}	爆轟点のX座標 *Node_ID* ≠ 0の場合、無視されます デフォルト = 0.0（実数）	[m]
Y_{det}	爆轟点のY座標 *Node_ID* ≠ 0の場合、無視されます デフォルト = 0.0（実数）	[m]
Z_{det}	爆轟点のZ座標	[m]

フィールド	内容	**SI**単位の例
	Node_ID ≠ 0の場合、無視されます デフォルト = 0.0（実数）	
T_{det}	爆発時間 デフォルト = 0.0（実数）	[s]
W_{TNT}	相当TNT質量 （実数）	[Kg]
P_{min}*MIN*	最小圧力 デフォルト = -10^{20}（実数）	[Pa]

コメント

1. 爆発の中心から与えられた半径Rにおいて、入射および反射圧力波はFriedlanderの式に従うとされます：
   - I_{model} = 1（Friedlanderモデル）の場合

$$P_{Friedlander}(t) = P_{\max} \cdot e^{\frac{t-t_a}{\Delta t_+}}\left(1 - \frac{t-t_a}{\Delta t_+}\right) \quad (1210)$$

   - If I_{model} = 2（修正Friedlanderモデル）の場合

$$P_{Friedlander}(t) = P_{\max} \cdot e^{\frac{-b(t-t_a)}{\Delta t_+}}\left(1 - \frac{t-t_a}{\Delta t_+}\right) \quad (1211)$$

   ここで、$P_{\max}$, Δt_+, t_aはスケーリングされた指定の距離$\frac{R}{W^{1/3}}$において実験的に既知の値（Wは爆発物質量）。修正Friedlanderモデル（I_{model} = 2）では、'b'は正のインパルスをフィッテングするために導入された減衰パラメータです。

   'b'は次のように解かれます：

$$\int_{t_a}^{t_a+\Delta t_+} P_{Friedlander}(t)dt = I_+ \quad (1212)$$

   I_z = 1の場合、R=一定、しかしI_z =2の場合は$R = R(t)$は時間と共に変化します。

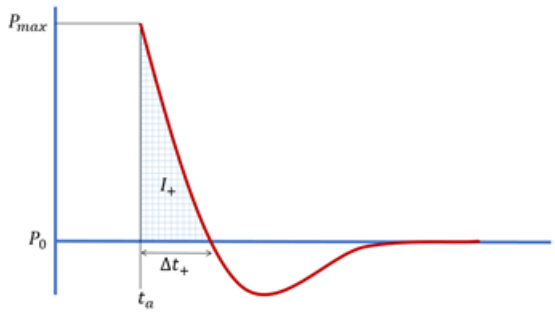


図 *352: Friedlander*の式からの爆風プロファイル

Radiossは、実験データと合致するようフィッティングを進めます。[50]

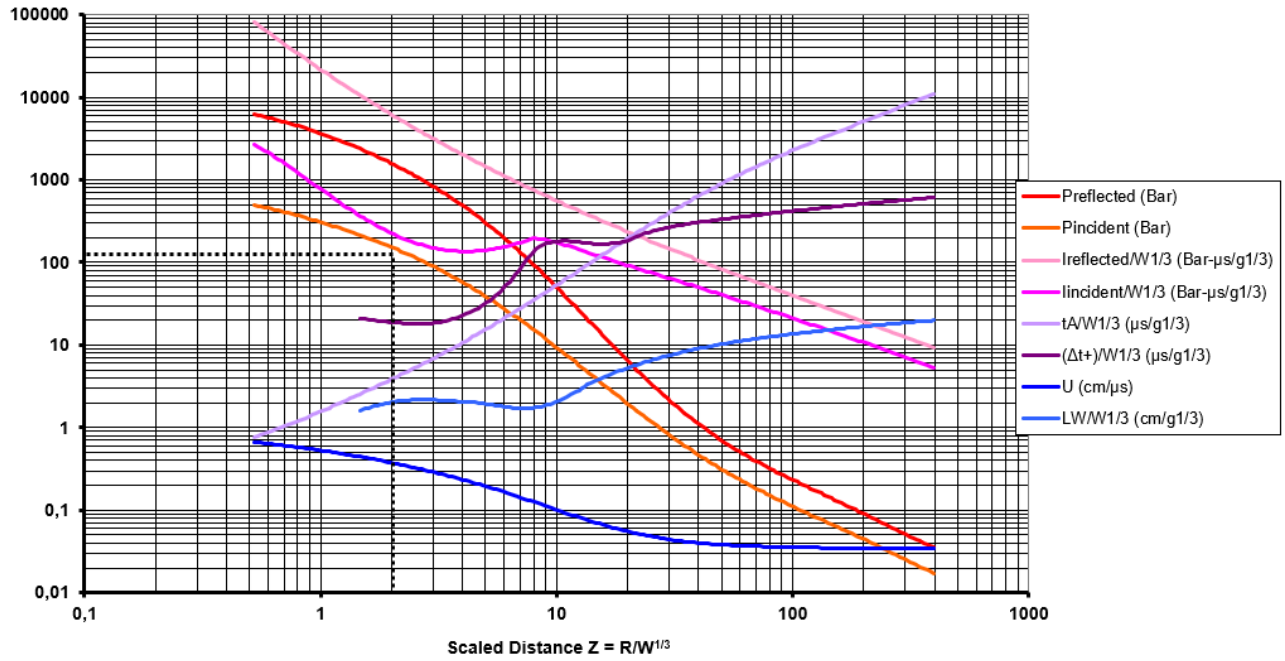


図 *353:* 海抜*0*、自由大気での球形*TNT*爆発からの衝撃波パラメータ

これらのフィッティングされた時刻歴関数$P_{incident}(t)$および$P_{reflected}(t)$は、与えられたフェイスの重心Z'（Figure 2）における爆風の載荷$P_{BLAST}(t)$の計算にも用いられます。[51]

$$P_{BLAST}(t) = \begin{cases} \cos^2\theta \cdot P_{reflected}(t) + (1 + \cos^2\theta - 2\cos\theta) \cdot P_{incident}(t) & \text{if } \cos\theta > 0 \\ P_{incident}(t) & \text{if } \cos\theta \le 0 \end{cases} \quad (1213)$$

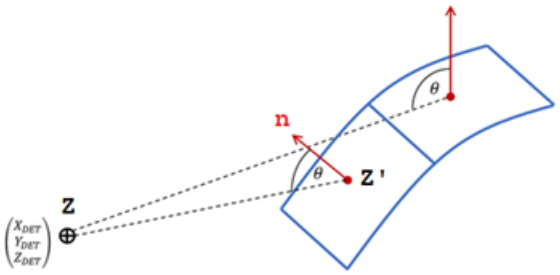


図 *354:* フェイスの重心*Z'*に付与される爆風圧力
フェイスの向きに依存

ここで、θはサーフェスのセグメント（重心Z'）と爆轟点への方向との間の角度です。

これは、セグメントが直接爆轟点に面している場合、爆風圧力は反射圧力に等しく、セグメントが直接爆轟点に面していない場合は、入射圧力に等しいことを示しています。このモデル化は、到着時間と入射圧力が、関連する構造のシャドーイングで調整されていないため、簡易なものです。閉じ込め効果やトンネル効果も考慮されていません。

また、サーフェスが外を向いた法線ベクトルを有していることが必要とされます。

2. W_{TNT}が設定されていない場合、質量はゼロで、関連するサーフェスに圧力は付与されません。モデル化された爆発物がTNTではない場合、等価のTNT質量が与えられなければなりません。
3. 実験データは単位系{cm, g, μs}を使用します。/BEGINで定義された単位は、実験データの単位をモデル単位に変換するために使用されます。したがって、/BEGINで定義された単位はモデルで使用される単位と精確に一致する必要があります。
4. $T = 0$から$t^* = \inf(T_{arrival})$までの計算時間をスキップすることが可能です。シフト値はStarter実行中に自動的に計算されます。t^*までの計算を無効にするには、*I_tShift*の値を2にする必要があります。

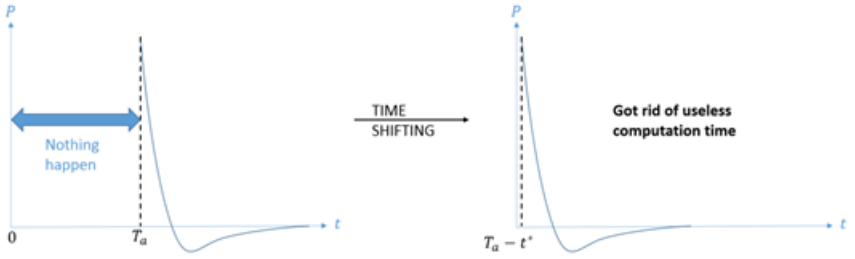


図 *355: I_tShift*は最初の波の到着時間までの計算時間をスキップさせることが可能

5. N_{dt}パラメータは、構造の時間ステップが十分大きくない場合に最小時間ステップを課すことが可能です。$\Delta t_{blast} = \frac{\inf(T_0)}{N_{dt}}$を課すと、正のフェイズ中、すなわち爆風波の指数関数的減少の間に十分な時間ステップがあることが確実にされます。デフォルトでは、$N_{dt} = 100$です。

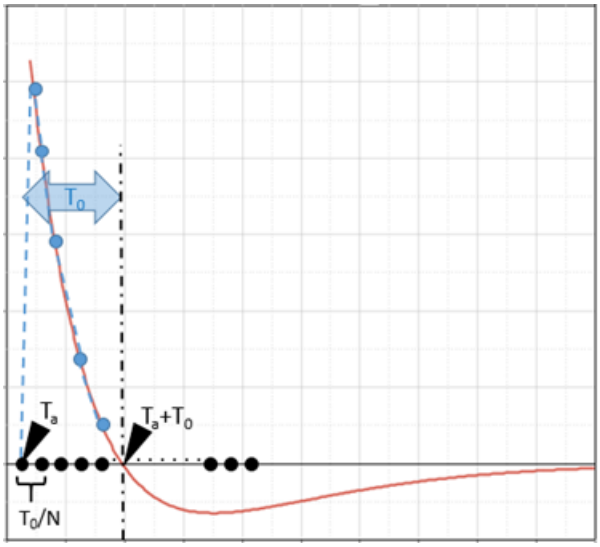


図 *356:*

50. Structures to resist the effects of accidental explosions.Departments of the Army, Navy, and Air Force, TM 5-1300/NAVFAC P-397/AFR 88-22, November 1990.

51. Randers-Pehrson, Glenn, and Kenneth A. Bannister. Airblast Loading Model for DYNA2D and DYNA3D.No. ARL-TR-1310. Army Research Lab Aberdeen Proving Ground MD, 1997.

/LOAD/PFLUID

ブロックフォーマットのキーワード
このエントリは構造上で流体力学的流体圧力をシミュレートするシンプルな方法を提供します。流体圧力は指定された流体速度、流体速度に対する構造サーフェスの方向、構造サーフェス上の流体カラムの高さに基づいて計算されます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/LOAD/PFLUID/*load_ID*/*unit_ID*									
load_title									
surf_ID	*sens_ID*								
fct_hsp		*Ascalex_hsp*		*Fscaley_hsp*					
Dir_hsp	*frahsp_ID*								
fct_pc		*Ascalex_pc*		*Fscaley_pc*					
fct_vel		*Ascalex_vel*		*Fscaley_vel*					
Dir_vel	*fravel_ID*								

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
load_ID	荷重ブロック識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子. （整数、最大10桁）	
load_title	荷重ブロックのタイトル （文字、最大100文字）	
surf_ID	サーフェス識別子 （整数）	
sens_ID	センサーの識別子 （整数）	
fct_hsp	構造サーフェス上の流体カラムの高さの関数としての静水圧 （整数）	

フィールド	内容	**SI** 単位の例
Ascalex_hsp	*fct_hsp*の横軸のスケールファクター デフォルト = 1.0(実数)	[s]
Fscaley_hsp	*fct_hsp*の縦軸スケールファクター デフォルト = 1.0(実数)	[Pa]
Dir_hsp	構造サーフェス上の水柱の垂直(重力)方向(入力は X、Y または Z) (テキスト)	
frahsp_ID	構造サーフェス上の水柱の垂直(重力)方向のフレーム識別子 (整数)	
fct_pc	時間の関数としての流体力学的抗力係数 4 (整数)	
Ascalex_pc	*fct_pc*の横軸のスケールファクター デフォルト = 1.0(実数)	[s]
Fscaley_pc	*fct_pc*の縦軸スケールファクター デフォルト = 1.0(実数)	$\left[\frac{kg}{m^3}\right]$
fct_vel	時間の関数としての流体速度 (整数)	
Ascalex_vel	*fct_vel*の横軸のスケールファクター デフォルト = 1.0(実数)	[s]
Fscaley_vel	*fct_vel*の縦軸スケールファクター デフォルト = 1.0(実数)	$\left[\frac{m}{s}\right]$
Dir_vel	流体速度の方向(入力は X、Y または Z) (テキスト)	
fravel_ID	流体速度の方向のフレーム識別子 (整数)	

例(風による影響)

この例では、/LOAD/PFLUIDを使用して、風速15mm/msの風による織物への影響をシミュレートします。

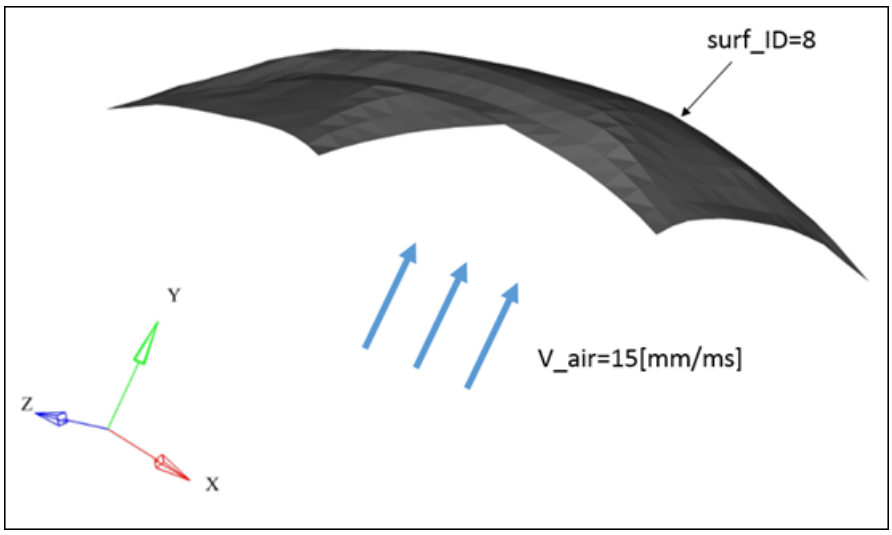


図 *357:*

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for load
#               MUNIT                LUNIT                TUNIT
                  kg                   mm                   ms
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/LOAD/PFLUID/1/1
Wind effect
#  surf_ID   sens_ID
         8         0
#  fct_hsp                    Ascalex_hsp         Fscaley_hsp
         0                              0                   0
#  Dir_hsp frahsp_ID
                  0
#   fct_pc                     Ascalex_pc          Fscaley_pc
         2                              0                   2
#  fct_vel                    Ascalex_vel         Fscaley_vel
         3                              0                  15
#  Dir_vel fravel_ID
         Y         0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/2
Air density
#                  X                    Y
                   0              1.2E-9
                1000              1.2E-9
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/3
Air velocity
#                  X                    Y
                   0                    1
                1000                    1
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
```

コメント

1. 構造サーフェスの各要素に適用される流体圧力は次のように計算されます：

$$P = \rho g h + \frac{V^2(t)(\rho D(t))}{2} \qquad (1214)$$

ここで、

ρ	流体密度
g	重力による加速度

h	構造サーフェス上の水柱の高さ
$\mathrm{V}(t)$	構造サーフェスの要素に垂直な相対流体速度
$\mathrm{D}(t)$	完全な構造サーフェスの抗力係数 抗力係数の値は、流体流動の方向のボディの断面形状に応じて異なります(図 358)。

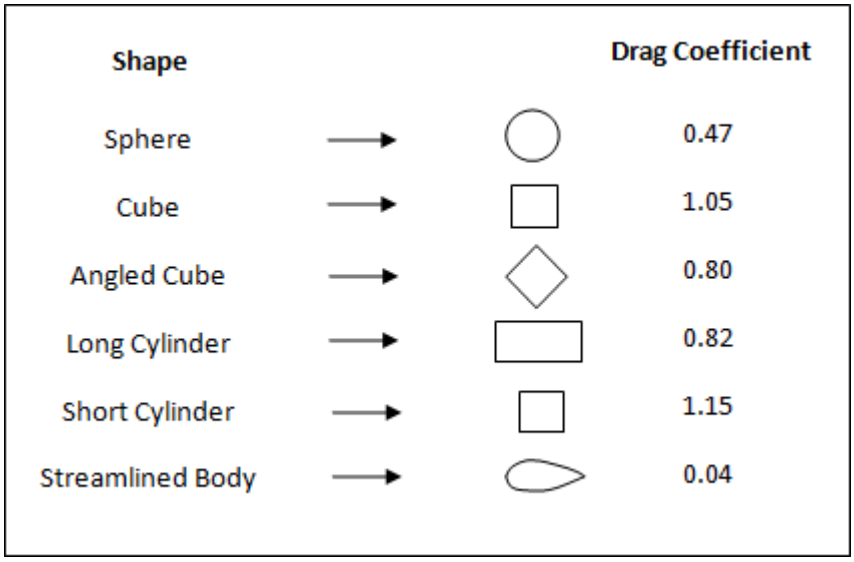


図 *358:* さまざまな形状の係数値をドラッグ

2. 構造サーフェス上の流体カラムの高さ(h)の関数として流体圧力($\rho g h$)は、関数*fct_hsp*を使用して設定されます。これが定義されない場合(=0の場合)、効果は評価されません(*fct_hsp*(altitude)=0)。
3. 流体力学的圧力は、流体速度と要素の法線の相対的な方向に対して計算されます。

$$\mathrm{V}(t) = \left|\left(\mathbf{V}_{fluid} - \mathbf{V}_{element}\right), \mathbf{n}\right| \qquad (1215)$$

ここで、

$\mathbf{V}_{fluid}$	指定された流体速度(*fct_vel(t)*)定義されない場合(=0の場合)、流体速度の効果は評価されません($\mathrm{V}(t)$= 0)。
$\mathbf{V}_{element}$	要素の速度
$\mathbf{n}$	要素の法線

4. *fct_pc*は、$\rho \mathrm{D}(t)$の値を時間の関数として設定します。これが指定されない場合、流体速度の効果は評価されません。

See Also
陰解法の機能と互換性

/PLOAD

ブロックフォーマットのキーワード
サーフェスへの圧力荷重を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/PLOAD/*pload_ID*/*unit_ID*									
pload_title									
surf_ID	fct_ID_T	*sens_ID*	I_{pinch}	$I_{del}DEL$		$Ascale_x$		$Fscale_y$	

定義

フィールド	内容	SI単位の例
pload_ID	圧力荷重ブロック識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
pload_title	圧力荷重ブロックのタイトル （文字、最大100文字）	
surf_ID	サーフェス識別子 （整数）	
fct_ID_T	時間関数の識別子 （整数）	
sens_ID	センサーの識別子 *≠ 0* 圧力荷重はセンサのアクティブ化後に加えられます（時間関数が適宜シフトされます）。 （整数）	
I_{pinch}	挟み込みフラグ。4 *= 0*（デフォルト） 標準圧力。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 1 挟み込み圧力タイプ。 （整数）	
I_{del}*DEL*	圧力解除フラグ。4 *= 1*（デフォルト） セグメントに関連付けられているすべての要素を削除すると、圧力荷重が解除されます。 *= 2* 圧力荷重は解除されません。 （整数）	
$Ascale_x$	横軸（時間）のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	[s]
$Fscale_y$	縦軸（圧力）のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	[Pa]

コメント

1. 3次元解析では、$\mathbf{n} = \mathrm{N}_1\mathrm{N}_3 \times \mathrm{N}_2\mathrm{N}_4$の方向に正の圧力が作用します。ここで、$N_1$*1*、$N_2$*2*、$N_3$*3*、および$N_4$は、サーフェス定義におけるセグメントの節点です。
2. 2次元解析では、N_1*1*とN_2*2*に垂直な方向**n**に正の圧力が作用します。この方向は、反時計回りに回転することで得られます。
3. 横軸（時間）と縦軸（圧力）のスケーリングには$Ascale_x$と$Fscale_y$が使用されます。

   実際の圧力関数値は次のように計算されます：

   $$\mathrm{F}(t) = Fscale_y \cdot \mathrm{f}_T \cdot \left(\frac{t}{Ascale_x}\right) \qquad (1216)$$

   ここで、f_Tは*fct_ID*$_T$の関数です。
4. I_{pinch}を1に設定すると、挟み込みタイプの圧力がかかります（シェル要素のサーフェスに垂直に作用します）。現在、QBAT（I_{shell}*SHELL*=12）タイプのシェルでのみサポートされています。

See Also

陰解法の機能と互換性

/PRELOAD

ブロックフォーマットのキーワード
3次元ボルトの断面に付与されるプレロード応力を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/PRELOAD/*preload_ID*/*unit_ID*									
preload_title									
sect_ID	*sens_ID*	*Itype*		*Preload*		T_{start}*START*		T_{stop}*STOP*	

定義

フィールド	内容	SI単位の例
preload_ID	ボルトプレロードブロックの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位の識別子（オプション） （整数、最大10桁）	
preload_title	ボルトプレロードブロックのタイトル （文字、最大100文字）	
sect_ID	プレロードが付与される断面の識別子。プレロード力は、断面の局所的なZ方向に沿って加えられる 2 （整数）	
sens_ID	センサーの識別子 *≠ 0* プレロード応力はセンサーのアクティブ化後に適用されます。T_{start}*START*とT_{stop}*STOP*は適切にシフトされます。 （整数）	
Itype	プレロードのタイプ *= 1*（デフォルト） プレロードは力 *= 2* プレロードは圧力	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	
Preload	プレロード値 デフォルト = 0.0（実数）	[N] または [Pa]
T_{start}*START*	ボルトプレロードの開始時間 6 デフォルト = 0.0（実数）	[s]
T_{stop}*STOP*	ボルトプレロードの終了時間 6 デフォルト = 10^{30}（実数）	[s]

コメント

1. プレロード引張応力は、*sect_ID*によって定義されているソリッド要素に適用されます。これは、ソリッド要素でモデル化されたボルトのプレロードに使用できます。
2. *sect_ID*の入力は必須です。その法線ベクトル（断面の座標系の局所z方向）は、ボルト内のプレロード方向を定義します。断面と交差する要素は、プレロードの適用に使用されます。
3. *Itype* = 1の場合、均等なプレロード応力が、*sect_ID*で定義された断面の初期領域で分割されたプレロード力を用いて計算されます。
4. *Itype* = 2の場合、断面の要素に付与されるプレロード応力値は、ユーザー定義です。
5. モデル内のプレロード力を出力するには、`/TH/SECTION`が定義される必要があります。
6. プレロードはT_{start}*START*において起こります。断面によって定義された要素の材料剛性は低減され、引張応力が要素に適用されます。応力は、ボルト内にプレロード力を生成します。続いて、プレロード要素の材料剛性は、T_{stop}*STOP*時間における元の値に達するまで増加されます。詳細についてはユーザーズガイド内のプレロードをご参照ください。
7. ボルト内の結果のプレロード力は、ユーザー定義の値よりも小さいことが可能です。これは、断面の要素の初期変形またはボルト結合されるパート間の初期ギャップに起因します。

温度

ブロックフォーマットのキーワード

/CONVEC

ブロックフォーマットのキーワード
自由または強制の対流流束を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/CONVEC/*convec_ID*/*unit_ID*									
convec_flux_title									
surf_ID$_T$	*fct_ID*$_T$	*sens_ID*							
Ascale$_x$		*Fscale*$_y$		*T*$_{start}$*START*		*T*$_{stop}$*STOP*		*H*	

定義

フィールド	内容	SI単位の例
convec_ID	自由または強制の対流流束ブロックの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
convec_flux_title	自由または強制の対流流束ブロックのタイトル （文字、最大100文字）	
surf_ID$_T$	サーフェス識別子 （整数）	
fct_ID$_T$	無限ルームでの$T_{\inf}(time)$定義温度用の時間関数の識別子 （整数）	
sens_ID	センサーの識別子 （整数）	
Ascale$_x$	*fct_ID*$_T$の横軸（時間）のスケールファクター	[s]

フィールド	内容	**SI**単位の例
	デフォルト = 1.0（実数）	
$Fscale_y$	fct_ID_Tの縦軸（温度）のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	$[\mathrm{K}]$
T_{start}*START*	開始時間 （実数）	$[\mathrm{s}]$
T_{stop}*STOP*	停止時間 デフォルト = 10^{30}（実数）	$[\mathrm{s}]$
H	熱伝達係数 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{W}}{\mathrm{m^2K}}\right]$

例（温度荷重）

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/11
unit for convection load
                kg                      m                      s
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/CONVEC/1/11
convect with ambient air
#  SURF_ID    FCT_ID   SENS_ID
         4      2002         0
#              ASCALE              FSCALE              TSTART               TSTOP                   H
                   0                   0                   0                   0                 100
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/2002
temperature of ambient air (with constant temperature 293K)
#                  X                   Y
                   0                 293
                   1                 293
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
```

コメント

1. 対流流束は、次のように計算されます。

$$\dot{Q} = H\left(T - T_{\inf}(time)\right) \qquad (1217)$$

ここで、*T*は温度です（単位＝K）。

2. `/CONVEC`は、ALEアプリケーション（`/ALE`, `/EULER`）と適合性を有しません。熱伝導は、ALE節点またはALE要素には適用されません。

See Also

陰解法の機能と互換性

RD-E:5300 熱解析

/IMPFLUX

ブロックフォーマットのキーワード
指定のサーフェス上の強制熱サーフェス流束または指定の3次元ソリッド上の熱体積流束を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/IMPFLUX/*impflux_ID*/*unit_ID*									
impflux_flux_title									
surf_ID	fct_ID_T	*sens_ID*	*grbric_ID*						
$Ascale_x$		$Fscale_y$		$T_{start}START$		$T_{stop}STOP$			

定義

フィールド	内容	SI単位の例
impflux_ID	熱流束密度ブロック識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位の識別子（オプション） （整数、最大10桁）	
impflux_flux_title	熱流束密度ブロックタイトル （文字、最大100文字）	
surf_ID	サーフェス流束のサーフェス識別子 （整数）	
fct_ID_T	熱流束密度の定義用の時間関数識別子 （整数）	
sens_ID	センサーの識別子 （整数）	
grbric_ID	体積流束の3次元ソリッドグループ識別子 （整数）	
$Ascale_x$	fct_ID_Tの横軸（時間）のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	[s]

フィールド	内容	**SI**単位の例
$Fscale_y$	fct_ID_Tの縦軸（熱流束）のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	$\left[\frac{W}{m^2}\right]$ または $\left[\frac{W}{m^3}\right]$
T_{start}*START*	開始時間 （実数）	$[s]$
T_{stop}*STOP*	停止時間 デフォルト = 10^{30}（実数）	$[s]$

コメント

1. *grbric_ID*は、8節点3次元ソリッド要素のグループでなければなりません。
2. `/IMPFLUX`は、ALEアプリケーション（`/ALE`, `/EULER`）と適合性を有しません。強制流束は、ALE節点またはALE要素には適用されません。

/RADIATION

ブロックフォーマットのキーワード
環境への強制輻射流束を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/RADIATION/*Radiative_Flux_ID*/*unit_ID*									
Radiative_Flux_title									
$surf\_ID_T$	fct_ID_T	*sens_ID*							
$Ascale_X$		$Fscale_Y$		$T_{start}START$		$T_{stop}STOP$		ε	

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
Radiative_Flux_ID	強制輻射流束ブロックの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子. （整数、最大10桁）	
Radiative_Flux_title	強制輻射流束ブロックのタイトル （文字、最大100文字）	
$surf\_ID_T$	熱輻射を吸収するサーフェスの識別子 （整数）	
fct_ID_T	熱源の温度T_∞に対する時間関数の識別子 （整数）	
sens_ID	センサーの識別子 （整数）	
$Ascale_X$	fct_ID_Tの横軸（時間）のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	[s]
$Fscale_Y$	fct_ID_Tの縦軸（温度）のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	[K]

フィールド	内容	**SI** 単位の例
T_{start}*START*	開始時間。 （実数）	[s]
T_{stop}*STOP*	停止時間 （実数）	[s]
ε	輻射率$0 < \varepsilon < 1$ （実数）	

例（温度荷重）

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/12
unit for imposed radiation load
Mg                  mm                  s
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/RADIATION/1/12
RADIATION from heat source
#  surf_ID    fct_ID   sens_ID
5      2003         0
#              ASCALE              FSCALE              TSTART              TSTOP                   E
0                   0                   0                   0               0.15
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/2003
temperature of heat source function of time
#                   X                   Y
0                 773
1                 700
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
```

コメント

1. 輻射流束は、次のように計算されます。

$$\varphi = \varepsilon\sigma\left(T^4 - \mathrm{T}_\infty^4\right) \qquad (1218)$$

ここで、

T 熱輻射を吸収するサーフェスの温度（$surf\_ID_T$）

σ Stefan Boltzman定数

$$\sigma = 5.669 \text{ x } 10^{-8} \frac{W}{m^2 \cdot K^4} \qquad (1219)$$

σは単位によって異なる定数なので、/BEGINおよび輻射流束ブロックによって使用されるオプションの*unit_ID*で単位系を正しく設定する必要があります。

2. 熱輻射は、熱伝導の有限要素定式化とのみ適合性があります。
3. /RADIATIONは、ALEアプリケーション（/ALE, /EULER）と適合性を有しません。熱輻射は、ALE節点またはALE要素には適用されません。

See Also

陰解法の機能と互換性

参照状態

ブロックフォーマットのキーワード

/EREF

ブロックフォーマットのキーワード
指定した要素と節点の識別子を使用して、パートに属する要素の参照状態を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/EREF/SHELL/*part_ID*									
eref_title									
shell_ID	*node_ID*$_1$ 1	*node_ID*$_2$ 2	*node_ID*$_3$ 3	*node_ID*$_4$ 4					

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/EREF/SH3N/*part_ID*									
eref_title									
triang_ID	*node_ID*$_1$ 1	*node_ID*$_2$ 2	*node_ID*$_3$ 3						

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/EREF/BRICK/*part_ID*									
eref_title									
brick_ID	*node_ID*$_1$ 1	*node_ID*$_2$ 2	*node_ID*$_3$ 3	*node_ID*$_4$ 4	*node_ID*$_5$ 5	*node_ID*$_6$ 6	*node_ID*$_7$	*node_ID*$_8$	

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/EREF/TETRA4/*part_ID*									
eref_title									
tetra4_ID	*node_ID*$_1$ 1	*node_ID*$_2$ 2	*node_ID*$_3$ 3	*node_ID*$_4$ 4					

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
part_ID	パートの識別子（オプション） （整数、最大10桁）	
eref_title	タイトル。 （文字、最大100文字）	
shell_ID	4節点シェルの識別子 （整数）	
triang_ID	3節点シェルの識別子 （整数）	
brick_ID	8節点ソリッド要素または4節点四面体要素の識別子 （整数）	
tetra4_ID	4節点四面体要素識別子 （整数）	
$node_i$	節点識別子I （整数）	

コメント

1. 参照状態は、シェルおよびソリッド要素にのみ適用されます。
2. Radioss入力では、複数の`/EREF`エントリが許可されています。
3. *element_ID*は初期状態と同じであり、参照状態の要素を定義する*node_ID*の座標は`/NODE`で指定される必要があります。節点IDは一意である必要があり、参照形状定義にのみ使用されます。
4. リストにはパートの全ての要素が含まれている必要はありません。初期状態の座標は欠落している要素について使用されます。
5. 指定したパートに属していない要素は無視されます。
6. 参照状態は以下で使用可能です：
   - 次の材料則を用いたシェル要素：/MAT/LAW1 (ELAST)、/MAT/LAW19 (FABRI)または /MAT/LAW58 (FABR_A)
   - I_{solid}*SOLID* =1、2、または24、I_{frame}*FRAME* =2（共回転定式化）、および次の材料則を用いた4節点テトラ要素と8節点3次元ソリッド要素：/MAT/LAW35 (FOAM_VISC)、/MAT/LAW38 (VISC_TAB)、/MAT/LAW42 (OGDEN)または /MAT/LAW70 (FOAM_TAB)

See Also

FVMBAG1エアバッグのモデリングガイドライン

/REFSTA

ブロックフォーマットのキーワード
指定した節点座標を使用して、パートに属する要素の参照状態を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/REFSTA									
rs_name									
Nitrs	RSO_{FMT}								

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
rs_name	参照状態のファイル名 （文字、最大100文字）	
Nitrs	参照状態から初期状態までのステップ数 デフォルト = 100（整数）	
RSO_{FMT}	RS0ファイルフォーマット **= 0**（デフォルト） RS0ファイルはバージョン5またはそれ以降のRadiossファイル（整数は10桁、実数は20桁）。 **= 1** RS0ファイルはバージョン4のRadiossファイル（整数は8桁、実数は16桁）。 （整数）	

コメント

1. デフォルト（空白行）の参照ファイル名はRunnameRS0です。
2. 参照状態ファイルは節点の参照座標を含みます（入力フォーマットは節点座標の/NODEオプションと同じで、#で始まる行はコメント行です）。
3. 参照状態ファイルはモデルの全ての節点座標を含む必要はありません。節点の座標を指定しなかった場合は、代わりに初期座標が使用されます。
4. *Nitrs*の値を増やすと、相反性が強化されます。
5. 参照状態は以下で使用可能です：
   - 右記を用いたシェル要素：/MAT/LAW1 (ELAST)、/MAT/LAW19 (FABRI)または /MAT/LAW58 (FABR_A)

- I_{frame}*FRAME* =2（共回転定式化）を用いた4節点テトラ要素
- 8節点3次元ソリッドで、I_{solid}*SOLID* =1、2、24、およびI_{frame}*FRAME* =2
- 材料則/MAT/LAW35 (FOAM_VISC)、/MAT/LAW38 (VISC_TAB)、/MAT/LAW42 (OGDEN)または /MAT/LAW70 (FOAM_TAB)

/XREF

ブロックフォーマットのキーワード
指定した節点座標を使用して、パートに属する要素の参照状態を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/XREF/*part_ID*/*unit_ID*									
xref_title									
Nitrs									
node_ID	*X*		*Y*		*Z*				

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
part_ID	パート識別子 （整数）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
xref_title	参照のタイトル （文字、最大100文字）	
Nitrs	参照状態から初期状態までのステップ数 *Nitrs*の値を増やすと、相反性が強化されます。 デフォルト = 100（整数）	
node_ID	節点識別子 （整数）	
X	X座標値 （実数）	
Y	Y座標値 （実数）	
Z	Z座標値	

フィールド	内容	**SI** 単位の例
	（実数）	

コメント

1. Radiossの入力では、複数の異なるパートに属する同じ節点に対して異なる参照座標を使用している場合でも、複数の`/XREF`エントリを使用できます。参照メトリクスは、シェルおよびソリッド要素にのみ適用されます。リストにパートのすべての節点を含める必要はありません。節点の座標を指定しなかった場合は、代わりに初期座標が使用されます。また、指定したパートに属していない節点がリストに含まれる場合、これらの節点は無視されます。
2. 参照状態は以下で使用可能です：
   - 次の材料則を用いたシェル要素：/MAT/LAW19 (FABRI)または /MAT/LAW58 (FABR_A)
   - I_{solid}*SOLID* =1、2、または24、I_{frame}*FRAME* =2（共回転定式化）、および次の材料則を用いた4節点テトラ要素と8節点3次元ソリッド要素：/MAT/LAW35 (FOAM_VISC)、/MAT/LAW38 (VISC_TAB)、/MAT/LAW42 (OGDEN)または /MAT/LAW70 (FOAM_TAB)

See Also

FVMBAG1エアバッグのモデリングガイドライン

防衛関係

ブロックフォーマットのキーワード

/DFS/DETCORD

ブロックフォーマットのキーワード
導爆線の中立繊維に沿った爆発材料の燃焼時間を設定します。中立繊維は、順序付き節点グループと共に提供され、スプライン補間によって数値的に構築されます。

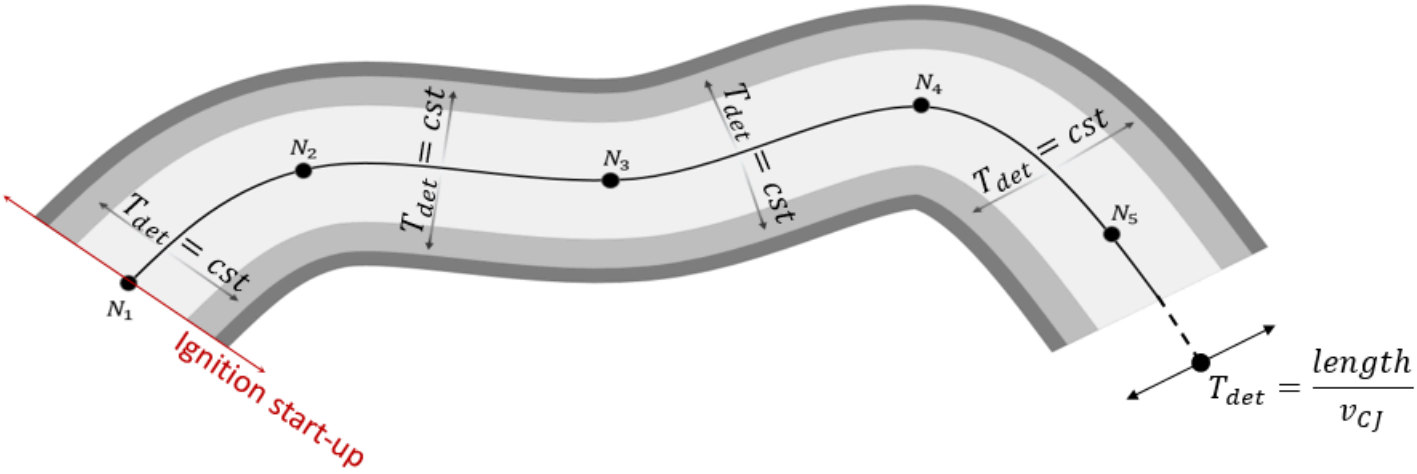


図 *359:*

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/DFS/DETCORD/*detcord_ID*/*unit_ID*									
		V_{DET}		T_{DET}		I_{opt}		*mat_ID*	*grnod_ID*

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
detcord_ID	起爆識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
V_{DET}	（オプション）爆発速度 = *0.0*（デフォルト） 瞬間的に爆発することを意味します	$[\frac{m}{s}]$

フィールド	内容	**SI** 単位の例
	(実数)	
T_{DET}	爆発時間 デフォルト = 0.0(実数)	[s]
I_{opt}	(オプション)定式化フラグ *= 0* 3に設定 *= 1* V_{DET}を用いた区分線形 *= 2* 瞬間的に爆発 *= 3*(デフォルト) 1つ目の節点からの発火およびSpline補間で計算された中立繊維に沿った伝播。JWL DCJパラメータまたはV_{DET}を使用(定義されている場合)。 (整数)	
mat_ID	爆発物番号。 *= 0*(デフォルト) すべての"JWL"材料則が含まれます。 (整数)	
grnod_ID	順序付き節点グループの識別子。/GRNOD/NODENSの使用が必須。 (整数)	

例(**TNT**)

```
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/DFS/DETCORD/11
#                                  VDET                TDET      Iopt                MatID   GrNodID
                                    1.0                10.0         0                   55        21
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/JWL/55
TNT - data from example 46 with unit: (g-mm-mus) - Standard JWL , No Afterburning
#               RHO_I
                 1.63
#                    A                   B                  R1                  R2                OMEGA
              3.7121                .0323                4.15                 .95                   .3
#                    D                 P_CJ                  E0               Eadd   I_BFRAC     Q_OPT
                  .693                  .21                 .07                  0         0         0
#                   P0                  Psh
                     0                    0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/EULER/MAT/55
#                Flrd
                  0.0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

```
#enddata
```

コメント

1. 与えられた節点のグループで中立繊維を構築するために、Catmull-Rom Spline補間[52]が使用されます。Centripetal-Catmull-Rom法[53]が選択されます。これは、いくつかの理想的な数理解析的プロパティを有しているためで、ループ、自己交差、カップを回避し、制御ポイントをより隙間なくフォローします。[54]
2. 発火は、1つ目の節点を含んだ導爆線からスタートし、中立繊維に沿って伝播されます。導爆線の各セクションは、中立繊維に沿った位置に応じて同じ発火時間とされます。各要素について、重心は中立繊維に投影され、発火時間は中立繊維に沿った位置から推定されます。
3. 爆発時間は、Starter出力ファイルに用意されます（$I_{PRI} \geq 3$）。
4. 燃焼率は、時刻歴ファイルで/TH/BRICカードと*BFRAC*コンター出力キーワードによって入手できます。
5. 爆発速度は、JWL材料則から取り入れられます。導爆線による爆発は瞬間的です。

52. E. Catmull and R. Rom.“*A class of local interpolating splines.Computer Aided Geometric Design*”, pages 317–326, 1974
53. P.J. Barry and R. N. Goldman.“*A recursive evaluation algorithm for a class of catmull-rom splines*”.SIGGRAPH Computer Graphics, 22(4):199–204, 198
54. Cem Yuksel, Scott Schaefer, John Keyser, “*On the Parameterization of Catmull-Rom Curves*”, NSF grant CCF-0702409

/DFS/DETLINE

ブロックフォーマットのキーワード
爆発ライン[A,B]からの爆発材料の点火を可能にします。



図 *360:*

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/DFS/DETLINE/*detline_ID*/*unit_ID*									
X_A		Y_A		Z_A					
X_B		Y_B		Z_B					
T_{DET}		mat_ID_{DET}							

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
detline_ID	爆発ライン識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
X_A	ポイントA - X座標 デフォルト = 0.0（実数）	[m]
Y_A	ポイントA - Y座標 デフォルト = 0.0（実数）	[m]
Z_A	ポイントA - Z座標	[m]

フィールド	内容	**SI** 単位の例
	デフォルト = 0.0（実数）	
X_B	ポイントB - X座標 デフォルト = 0.0（実数）	[m]
Y_B	ポイントB - Y座標 デフォルト = 0.0（実数）	[m]
Z_B	ポイントB - Z座標 デフォルト = 0.0（実数）	[m]
T_{DET}	爆発時間 デフォルト = 0.0（実数）	[s]
mat_ID_{DET}	爆発時間別の関連爆発物番号 *= 0* すべての/MAT/LAW5 (JWL)材料則（爆発物）が爆発時間の影響を受けます。 （整数）	

コメント

1. 複数の爆発ラインを定義可能です。
2. 爆発時間が定義されていない場合は、/MAT/LAW5 (JWL)材料則によって瞬間的に爆発します。
3. 爆発時間は、Starter出力ファイルに用意されます（$I_{PRI} \geq 3$）。
4. 燃焼率は、時刻歴ファイルで/TH/BRICカードと*BFRAC*キーワードによって使用可能です。
5. 爆発速度は、JWL材料則から取り入れられます。

/DFS/DETLINE/NODE

ブロックフォーマットのキーワード
爆発ライン[A,B]からの爆発材料の点火を可能にします。



図 *361:*

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/DFS/DETLINE/NODE/*detline_ID*/*unit_ID*									
									$node\_ID_1$*1*
									$node\_ID_2$*2*
T_{DET}		*mat_ID*							

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
detline_ID	爆発ライン識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
$node\_ID_1$*1*	ポイントAの座標を定義する節点ID	
$node\_ID_2$*2*	ポイントBの座標を定義する節点ID	
T_{DET}	爆発時間 デフォルト = 0.0（実数）	
mat_ID	爆発時間別の関連爆発物番号	

フィールド	内容	**SI** 単位の例
	= 0 すべての/MAT/LAW5 (JWL)材料則（爆発物）が爆発時間の影響を受けます。 （整数）	

コメント

1. 複数の爆発ラインを定義可能です。
2. 爆発時間が定義されていない場合は、/MAT/LAW5 (JWL)材料則によって瞬間的に爆発します。
3. 爆発時間は、Starter出力ファイルに用意されます（$I_{PRI} \geq 3$）。
4. 燃焼率は、時刻歴ファイルで/TH/BRICカードと*BFRAC*キーワードによって使用可能です。
5. 爆発速度は、/MAT/LAW5 (JWL)材料則から取り入れられます。
6. A=Bの場合、爆発波は球形になります。
7. `/DFS/DETLINE/`で*node_ID*を設定する代わりに、座標を手動で設定することもできます。
8. *node_ID*$_1$*1*と*node_ID*$_2$*2*は必須です。

/DFS/DETPLAN

ブロックフォーマットのキーワード
平面爆発波を記述します。

N は伝播の方向です。爆発速度(*D*)は、JWL材料則から取り入れられます。発火時間は、基礎の点 Pを含む**N**に直交する平面上のT_{DET}に設定されます。

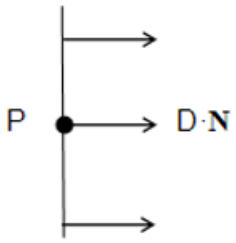


図 *362:*

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/DFS/DETPLAN/*detplan_ID*/*unit_ID*									
X_P		Y_P		Z_P		T_{DET}		mat_ID_{DET}	
N_X		N_Y		N_Z					

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
detplan_ID	起爆識別子 (整数、最大10桁)	
unit_ID	単位識別子 (整数、最大10桁)	
X_P	基礎の PのX座標 デフォルト = 0.0(実数)	[m]
Y_P	基礎の PのY座標 デフォルト = 0.0(実数)	[m]
Z_P	基礎の PのZ座標 デフォルト = 0.0(実数)	[m]

フィールド	内容	**SI** 単位の例
T_{DET}	爆発時間 デフォルト = 0.0（実数）	[s]
mat_ID_{DET}	爆発時間別の関連爆発物番号 *= 0* すべての/MAT/LAW5 (JWL)材料則（爆発物）が爆発時間の影響を受けます。 （整数）	
N_X	伝播方向のX座標 （実数）	[m]
N_Y	伝播方向のY座標 （実数）	[m]
N_Z	伝播方向のZ座標 （実数）	[m]

コメント

1. 爆発時間は、基礎の点Pを含む平面上のT_{DET}です。
2. タイプと発火時間の異なる複数の爆発を定義できます。
3. 爆発オプションが定義されていない場合は、すべてのJWL材料則によって瞬間的に爆発します。
4. 燃焼率は、時刻歴ファイルで/TH/BRICカードと*BFRAC*キーワードによって使用可能です。
5. 爆発時間はそれぞれのJWL要素に対して、Starter出力ファイルに書き出されることが可能です。出力フラグ$I_{PRI} \geq 3$ (/IOFLAG).

See Also

RD-E:4600 TNT円筒膨張試験

/DFS/DETPLAN/NODE

ブロックフォーマットのキーワード
平面爆発波を記述します。

N は伝播の方向です。爆発速度(*D*)は、JWL材料則から取り入れられます。発火時間は、基礎の点 Pを含む**N**に直交する平面上のT_{DET}に設定されます。

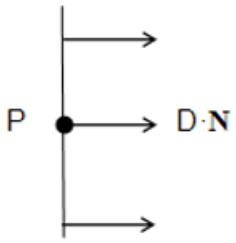


図 *363:*

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/DFS/DETPLAN/NODE/*detp_ID*/*unit_ID*									
						T_{DET}		*mat_ID*	*P_ID*
									N_ID

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
detp_ID	起爆識別子 (整数、最大10桁)	
unit_ID	単位識別子 (整数、最大10桁)	
P_ID	基礎の点Pの節点の識別子 デフォルトの節点Pは(0, 0, 0)(整数)	
T_{DET}	爆発時間 デフォルト = 0.0(実数)	
mat_ID	爆発時間別の関連爆発物番号	

フィールド	内容	**SI** 単位の例
	= 0 すべての/MAT/LAW5 (JWL)材料則（爆発物）が爆発時間の影響を受けます。 （整数）	
N_ID	法線ベクトル定義用の節点識別子 （整数）	

コメント

1. 爆発時間は、基礎の点Pを含む平面上のT_{DET}です。
2. タイプと発火時間の異なる複数の爆発を定義できます。
3. 爆発オプションが定義されていない場合は、すべてのJWL材料則によって瞬間的に爆発します。
4. 燃焼率は、時刻歴ファイルで/TH/BRICカードと*BFRAC*キーワードによって使用可能です。
5. 爆発時間はそれぞれのJWL要素に対して、Starter出力ファイルに書き出されることが可能です。出力フラグ$I_{PRI} \geq 3$ (/IOFLAG).

/DFS/DETPOINT

ブロックフォーマットのキーワード
爆発性材料則の爆発位置と発火時間を設定します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/DFS/DETPOINT/*detpoint_ID*/*unit_ID*									
X_{DET}		Y_{DET}		Z_{DET}		T_{DET}		mat_ID_{DET}	

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
detpoint_ID	ポイント爆発の識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
X_{DET}	X座標値 デフォルト = 0.0（実数）	[m]
Y_{DET}	Y座標値 デフォルト = 0.0（実数）	[m]
Z_{DET}	Z座標値 デフォルト = 0.0（実数）	[m]
T_{DET}	爆発時間 デフォルト = 0.0（実数）	[s]
mat_ID_{DET}	爆発時間別の関連爆発物番号 = *0*（デフォルト） すべての/MAT/LAW5 (JWL)材料則（爆発物）が爆発時間の影響を受けます。 （整数）	

コメント

1. 複数の爆発ポイントを定義可能です。
2. 爆発ポイントが定義されていない場合、JWL材料則が瞬間的に爆発します。
3. 爆発時間は、Starter出力ファイルに用意されます（$I_{PRI} \geq 3$）。
4. 燃焼率は、時刻歴ファイルで/TH/BRICカードと*BFRAC*キーワードによって使用可能です。

/DFS/DETPOINT/NODE

ブロックフォーマットのキーワード
爆発性材料則の爆発位置と発火時間を設定します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/DFS/DETPOINT/NODE/*detpoint_ID*/*unit_ID*									
						T_{DET}		*mat_ID*	$node\_ID_1$*1*

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
detpoint_ID	起爆識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
T_{DET}	爆発時間 デフォルト = 0.0（実数）	[s]
mat_ID	爆発時間別の関連爆発物番号 = *0*（デフォルト） すべての/MAT/LAW5 (JWL)材料則（爆発物）が爆発時間の影響を受けます。 （整数）	
$node\_ID_1$*1*	発火の座標を定義する節点識別子	

コメント

1. 複数の爆発ポイントを定義可能です。
2. 爆発ポイントが定義されていない場合、JWL材料則が瞬間的に爆発します。
3. 爆発時間は、Starter出力ファイルに用意されます（$I_{PRI} \geq 3$）。
4. 燃焼率は、時刻歴ファイルで/TH/BRICカードと*BFRAC*キーワードによって使用可能です。
5. *node_ID*は必須です。

/DFS/LASER

ブロックフォーマットのキーワード
レーザーと物質の相互作用を考慮に入れて、レーザー衝撃をモデル化できます。1

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/DFS/LASER/*laser_ID*/*unit_ID*									
S_{LAS}		fct_ID_{LAS}		S_{TAR}		fct_ID_{TAR}			
H_n		VC_p		K_0		R_d		K_S	
N_p	N_c								
IEL_1	IEL_2	IEL_3	IEL_4	IEL_5	IEL_6	IEL_7	IEL_8	IEL_9	IEL_{10}
IEL_{11}	同様	IEL_{Np}							

定義

フィールド	内容	SI単位の例
laser_ID	レーザーライン識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
S_{LAS}	レーザー強度のスケールファクター （実数）	
fct_ID_{LAS}	レーザー強度の時間関数番号 （実数）	
S_{TAR}	ターゲット吸収のスケールファクター （実数）	
fct_ID_{TAR}	ターゲット吸収の温度関数番号 （整数）	[K]
H_n	プラズマパラメータ $H_n = \frac{h \cdot \nu}{k_B}$	[K]

フィールド	内容	SI単位の例
	ここで、 ***h*** プランク定数 k_B ボルツマン定数 ***v*** レーザー周波数 （実数）	
VC_p	気化のエンタルピー （実数）	$\left[\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{kg}\cdot\mathrm{K}}\right]$
K_0	逆制動放射係数K_0 6 （実数）	$[\mathrm{m}^5]$
R_d	逆制動放射係数$\frac{R_d}{k_B}$ 6 （実数）	$[\mathrm{K}]$
K_S	蒸気での補足吸収 5 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{m}^5}{\mathrm{mole}^2}\right]$
N_p	レーザーとターゲットの間のプラズマ要素の数 （整数）	
N_c	ターゲット要素の番号 1 （整数）	
IEL_i	プラズマ要素のリスト（i=1,..., N_p） 3 （整数）	

コメント

1. レーザーと物質の相互作用には、さまざまな位相（固体、液体、および気体）を使用可能にする材料則が必要となります。また、高圧（数メガバール）および高温（10000Kを超える）で正しい挙動を示す必要があります。/MAT/LAW26 (SESAM) も使用する必要があります。
2. このオプションは、2次元解析でのみ使用できます。
3. プラズマ要素は、レーザーからターゲットへの順序で入力する必要があります。
4. レーザービームはターゲットに垂直であるとみなされます。
5. $K_S = 67000\left(\frac{\rho}{w_A}\right)^2$ は、K. Dareeのプラズマ点火モデルから取得されます。

6.

$$I = I_0 - \sum_{n_{laser}}^{n_{target}} I_{absorbed} \tag{1220}$$

$$I_{absorbed} = \left(1 - e^{-K\Delta x}\right) I \tag{1221}$$

$$K = \frac{4}{3}\sqrt{\frac{2\pi}{3k_B T}}\frac{n_e n_i Z^2 e_6}{hcm_e^{3/2}\nu^3}\left(1 - e^{-\frac{h\nu}{k_B T}}\right)gff = K_0\left(\frac{R_d}{h\nu}\right)^3\left(\frac{R_d}{k_B T}\right)^{1/2}\left(n_i^2 Z^3\right)\left(1 - e^{-\frac{h\nu}{k_B T}}\right)gff \tag{1222}$$

通常は、$K_0 = 9.468 \times 10^{-4}\text{m}^5$および$\frac{R_d}{k} = 157750\text{K}$です。

/DFS/WAV_SHA

ブロックフォーマットのキーワード
障害物を考慮に入れて爆発波の形状を生成できます。

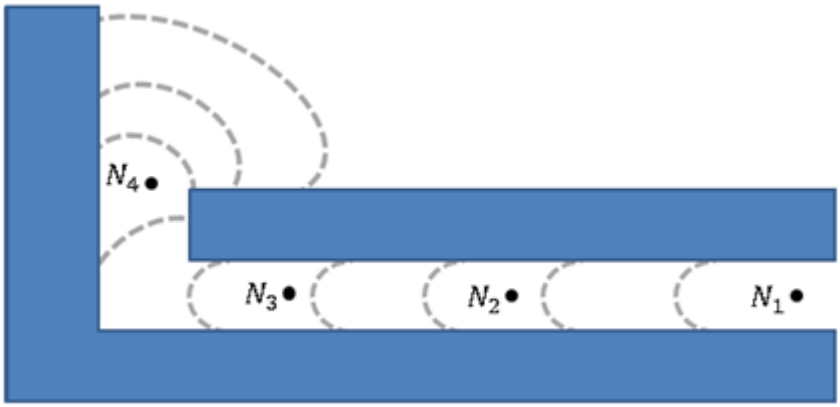


図 *364:*

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/DFS/WAV_SHA/*detline_ID*/*unit_ID*									
X_{DET}		Y_{DET}		Z_{DET}		T_{DET}		mat_ID_{DET}	*grnod_ID*

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
detline_ID	爆発ライン識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
X_{DET}	X座標値 （実数）	[m]
Y_{DET}	Y座標値 （実数）	[m]
Z_{DET}	Z座標値 （実数）	[m]

フィールド	内容	**SI** 単位の例
T_{DET}	爆発時間 デフォルト = 0.0（実数）	[s]
mat_ID_{DET}	爆発時間別の関連爆発物番号 = *0*（デフォルト） すべての/MAT/LAW5 (JWL)材料則（爆発物）が爆発時間の影響を受けます。 （整数）	
grnod_ID	ソート不可の節点グループの識別子 1 2 デフォルト = 0（整数）	

コメント

1. ソート不可の節点グループの識別子（/GRNOD/NODENS）を使用して、正しい順序で節点パスを指定する必要があります。これは必須です。
2. 爆発時間は、Starter出力ファイルに用意されます（$I_{PRI} \geq 3$）。
3. 燃焼率は、時刻歴ファイルで/TH/BRICカードとBFRACキーワードによって使用可能です。
4. 爆発速度は、/MAT/LAW5 (JWL)から取り入れられます。
5. 2次元モデリングのみと適合性があります。

ALE SPH

ブロックフォーマットのキーワード

/EBCS

RADIOSS基本境界条件セットを記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/EBCS/*type*/*ebcs_ID*/*unit_ID*									
ebcs_title									

タイプ：*GRADP0*、*PRES*、*VALVIN*、または*VALVOUT*

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
surf_ID									
C									
fct_ID_{pr}	$Fscale_{pr}$								
fct_ID_{rho}	$Fscale_{rho}$								
fct_ID_{en}	$Fscale_{en}$								
$l_c C$		r_1		r_2					

タイプ：*VEL*、

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
surf_ID									
C									
fct_ID_{vx}	$Fscale_{vx}$								
fct_ID_{vy}	$Fscale_{vy}$								
fct_ID_{vz}	$Fscale_{vz}$								
fct_ID_{rho}	$Fscale_{rho}$								
fct_ID_{en}	$Fscale_{en}$								

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
l_c		r_1		r_2					

タイプ: *NORMV*、

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
surf_ID									
C									
fct_ID_{vim}	$Fscale_{vim}$								
fct_ID_{rho}	$Fscale_{rho}$								
fct_ID_{en}	$Fscale_{en}$								
l_cC		r_1		r_2					

タイプ:*INIP*, *INIV*

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
surf_ID									
Rho		*C*		l_c					

定義

フィールド	内容	SI単位の例
type	基本境界条件のキーワード （使用可能なキーワードについては、EBCSタイプをご参照ください）	
ebcs_ID	基本境界条件の識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
ebcs_title	基本境界条件のタイトル （文字、最大100文字）	
surf_ID	サーフェス識別子	

フィールド	内容	SI単位の例
	（整数）	
C	音速。 デフォルト = 0（実数）	$\left[\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\right]$
fct_ID$_{pr}$	圧力用の関数$\mathrm{f}_{pr}(t)$識別子 **= 0** $P = Fscale_{pr}$ **= n** $P = Fscale_{pr} \cdot \mathrm{f}_{pr}(t)$ （整数）	
Fscale$_{pr}$	圧力スケールファクター デフォルト = 0（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
fct_ID$_{rho}$	密度の関数$\mathrm{f}_{rho}(t)$の識別子 **= 0** $\rho = Fscale_{rho}$ **= n** $\rho = Fscale_{rho} \cdot \mathrm{f}_{rho}(t)$ （整数）	
Fscale$_{rho}$	密度スケールファクター デフォルト = 0（実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
fct_ID$_{en}$	エネルギー用の関数$\mathrm{f}_{en}(t)$識別子 **= 0** $E = Fscale_{en}$ **= n** $E = Fscale_{en} \cdot \mathrm{f}_{en}(t)$ （整数）	
Fscale$_{en}$	エネルギースケールファクター デフォルト = 0（実数）	$[\mathrm{J}]$
l_c	特性長さ デフォルト = 0（実数）	$[\mathrm{m}]$
r_1	線形抵抗 6 デフォルト = 0（実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^2\mathrm{s}}\right]$

フィールド	内容	SI単位の例
r_2	2次抵抗 6 デフォルト = 0（実数）	$\left[\frac{kg}{m^3}\right]$
fct_ID_{vx}	X速度の関数$f_{VX}(t)$の識別子 **= 0** $V_X = Fscale_{VX}$ **= n** $V_X = Fscale_{VX} \cdot f_{VX}(t)$ （整数）	
$Fscale_{vx}$	X速度スケールファクター。 デフォルト = 0（実数）	$\left[\frac{kg}{m^3}\right]$
fct_ID_{vy}	Y速度の関数$f_{VY}(t)$識別子。 **= 0** $V_Y = Fscale_{VY}$ **= n** $V_Y = Fscale_{VY} \cdot f_{VY}(t)$ （整数）	
$Fscale_{vy}$	Y速度スケールファクター デフォルト = 0（実数）	$\left[\frac{m}{s}\right]$
fct_ID_{vz}	Z速度の関数$f_{VZ}(t)$の識別子 **= 0** $V_Z = Fscale_{VZ}$ **= n** $V_Z = Fscale_{VZ} \cdot f_{VZ}(t)$ （整数）	
$Fscale_{vz}$	Z速度スケールファクター デフォルト = 0（実数）	$\left[\frac{m}{s}\right]$
fct_ID_{vim}	強制速度の関数$f_{vim}(t)$の識別子 **= 0** $V = Fscale_{vim}$ **= n** $V = Fscale_{vim} \cdot f_{vim}(t)$ （整数）	
$Fscale_{vim}$	強制速度 デフォルト = 0（実数）	$\left[\frac{m}{s}\right]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
Rho	初期密度 デフォルト = 0(実数)	$\left[\frac{kg}{m^3}\right]$

EBCSタイプ

表 *23:* 要素の材料との適合性

タイプ	キーワード	内容
0	*GRADP0*	ゼロ圧力勾配。SPMD並列バージョンには使用不可
1	*PRES*	設定密度および圧力
2	*VALVIN*	流入バルブ(設定密度および圧力)
3	*VALVOUT*	流出バルブ(設定密度および圧力)
4	*VEL*	強制速度
5	*NORMV*	設定されている法線速度
6	*INIP*	初期圧力
7	*INIV*	初速度

コメント

1. 入力が汎用的な場合、事前の仮定は実行されていませんでした。そのため、基本境界がALEの一般仮定と一致していること(式が閉じていること)をユーザーが確認しなければならないという問題がありました。
2. 流体力学的二元材料液体ガス材料則(/MAT/LAW37 (BIPHAS))を基本境界条件と共に使用することは推奨されません。
3. 密度、圧力、エネルギーは、スケールファクタと時間関数に従って設定されます。関数番号が0の場合は、設定された密度、圧力、およびエネルギーが使用されます。
4. タイプが4より小さいまたは6と等しいEBCSはすべてサイレント境界(NRF)です:

$$\frac{\partial \mathbf{P}}{\partial t} = \rho c \frac{\partial \mathbf{V}_n}{\partial t} + c\frac{(\mathbf{P}_\infty - \mathbf{P})}{l_c} \qquad (1223)$$

遠距離場の圧力P_∞は時間関数を使用して設定されます。過渡圧力は、$\mathbf{P}_\infty$、局所速度場V、および出口面の法線から求めます:

ここで、l_cは特性長で、これを使用してカットオフ周波数f_cを次のように計算できます:

$$f_c = \frac{c}{2\pi . l_c} \qquad (1224)$$

5. 正の速度*fct_ID*$_{vim}$（例えば15 m/秒）を設定するには、-*fct_ID*$_{vim}$（例えば-15 m/秒）を入力する必要があります。
6. 抵抗圧力が計算され、現在の圧力に追加されます。

$$\mathbf{P}_{res} = \mathbf{r}_1 \cdot \mathbf{V}_n + \mathbf{r}_2 \cdot \mathbf{V}_n \cdot |\mathbf{V}_n| \qquad (1225)$$

これは、バルブによる摩擦損失のモデル化を目的としています。

/EBCS/FLUXOUT

ブロックフォーマットのキーワード
/MAT/LAW151と共に使用される流束出力の基本境界条件を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/EBCS/FLUXOUT/*ebcs_ID*									
ebcs_title									
surf_ID									

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
ebcs_ID	基本境界条件の識別子 （整数、最大10桁）	
ebcs_title	基本境界条件のタイトル （文字、最大100文字）	
surf_ID	サーフェス識別子 （整数）	

コメント

1. FLUXOUT境界条件は、/MAT/LAW151と適合性を有します。
2. FLUXOUTは、入力サーフェスの要素上の流束（質量、運動およびエネルギー流束）のゼロ法線微分を与えます。
3. これにより、出射流が超音速の場合の数値解の連続性が得られます。しかし、これは亜音速流での波の反射につながる可能性があります。

/EBCS/INLET

ブロックフォーマットのキーワード

`/MAT/LAW151`と共に使用される流入基本境界条件を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
`/EBCS/INLET`/*form*/*ebcs_ID*/*unit_ID*									
ebcs_title									
surf_ID	*vel_flag*								
fct_ID_{vx}	$Fscale_{vx}$		fct_ID_{vy}	$Fscale_{vy}$		fct_ID_{vz}	$Fscale_{vz}$		
fct_ID_{vf1}	$Fscale_{vf1}$		fct_ID_{rho1}	$Fscale_{rho1}$		$fct\_ID_{p\_e1}$	$Fscale_{p\_e1}$		
同様	同様		同様	同様		同様	同様		
fct_ID_{vfN}	$Fscale_{vfN}$		fct_ID_{rhoN}	$Fscale_{rhoN}$		$fct\_ID_{p\_eN}$	$Fscale_{p\_eN}$		

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
form	INLET境界条件の定式化 *VE* 右記を用いて密度とエネルギーを入力；$fct_ID_{p_e}$および$Fscale_{p_e}$ *VP* $fct_ID_{p_e}$および*Fscale*を用いて密度と圧力を入力 $_{p\_e}$	
ebcs_ID	基本境界条件の識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
ebcs_title	基本境界条件のタイトル （文字、最大100文字）	
surf_ID	サーフェス識別子 （整数）	
vel_flag	INLET境界の速度タイプ	

フィールド	内容	**SI** 単位の例
	= 0（デフォルト） *fct_ID*$_{vx}$および*Fscale*$_{vx}$に法線速度を入力 *=1* 速度の3成分を入力 （整数）	
fct_ID$_{vx}$	*vel_flag* =0の場合、関数$f_{VX}(t)$の識別子は法線速度。 *vel_flag* =1の場合、関数$f_{VX}(t)$の識別子はX速度。 **=-1** 速度は、他の定義された入力に基づき補間されます。 **=0** $V_X = Fscale_{VX}$。 **= n** $V_X = Fscale_{VX} \cdot f_{VX}(t)$。 （整数）	
Fscale$_{vx}$	*vel_flag* =0の場合、法線速度スケールファクター。 *vel_flag* =1の場合、X速度スケールファクター。 デフォルト = 0.0（実数）	$[\frac{m}{s}]$
fct_ID$_{vy}$	Y速度の関数$f_{VY}(t)$識別子。 **=-1** 速度は、他の定義された入力に基づき補間されます。 **=0** $V_Y = Fscale_{VY}$。 **= n** $V_Y = Fscale_{VY} \cdot f_{VY}(t)$。 （整数）	
Fscale$_{vy}$	Y速度スケールファクター デフォルト = 0（実数）	$[\frac{m}{s}]$
fct_ID$_{vz}$	Z速度の関数$f_{VZ}(t)$の識別子 **=-1** 速度は、他の定義された入力に基づき補間されます。 **=0** $V_Z = Fscale_{VZ}$。 **= n** $V_Z = Fscale_{VZ} \cdot f_{VZ}(t)$。	

フィールド	内容	SI 単位の例
	（整数）	
$Fscale_{vz}$	Z速度スケールファクター デフォルト = 0（実数）	$\left[\frac{m}{s}\right]$

各/MAT/LAW151サブ材料1からNまでについて、以下の行を繰り返します

フィールド	内容	SI 単位の例
fct_ID_{vf1}	体積率の関数$f_{vf}(t)$の識別子 **=-1** 体積率は、他の定義された入力に基づき補間されます。 **=0** $VolumeFraction = Fscale_{vf}$。 **= n** $Volume fraction = Fscale_{vf} \cdot f_{vf}(t)$。 （整数）	
$Fscale_{vf1}$	アルファスケールファクター デフォルト = 0（実数）	
fct_ID_{rho1}	密度の関数$f_{rho}(t)$の識別子 **=-1** 密度は、他の定義された入力に基づき補間されます。 **=0** $\rho = Fscale_{rho}$。 **= n** $\rho = Fscale_{rho} \cdot f_{rho}(t)$。 （整数）	
$Fscale_{rho1}$	密度スケールファクター デフォルト = 0（実数）	$\left[\frac{kg}{m^3}\right]$
$fct\_ID_{p\_e1}$	*form* =VEの場合、エネルギーの関数識別子$f_{p_e}(t)$。 *form* =VPの場合、圧力の関数識別子$f_{p_e}(t)$. **=-1** PまたはEは、他の定義された入力に基づき補間されます。 **=0** $P \text{ or } E = Fscale_{p\_e}$。	

フィールド	内容	**SI** 単位の例
	= n $P \text{ or } E = Fscale_{p\_e} \cdot \mathrm{f}_{p\_e}(t)$。 （整数）	
$Fscale_{p\_e1}$	*form* =VEの場合、エネルギースケールファクター *form* =VPの場合、圧力スケールファクター デフォルト = 0（実数）	$\left[\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\right]$

コメント

1. 入力が汎用的な場合、事前の仮定は実行されていませんでした。そのため、基本境界がALEの一般仮定と一致していること（式が閉じていること）をユーザーが確認しなければならないという問題がありました。
2. 密度、圧力、エネルギーは、スケールファクターと時間関数に従って設定されます。関数の番号が0である場合、スケールファクター入力は、密度、圧力またはエネルギーに与えられる定数として使用されます。
3. INLET境界条件は、`/MAT/LAW151`と適合性を有します。体積率、密度および圧力（定式化VPまたはVEに依存）についての流入関数は、`/MAT/LAW151`カード内に存在する各フェーズについて与えられなくてはなりません。
4. 体積率、速度、密度、圧力またはエネルギーを定義する関数のIDが-1に等しいと、対応する物理量はドメイン（ゼロ法線微分）の内側から補間されます。

/EBCS/MONVOL

ブロックフォーマットのキーワード
基本境界条件を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/EBCS/MONVOL/*ebcs_ID*									
surf_ID		*monvol_ID*	*Fscale*						

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
ebcs_ID	基本境界条件の識別子 （整数、最大10桁）	
surf_ID	モニター体積が含まれる流束を使用できるサーフェスの識別子 （整数）	
monvol_ID	流束の評価に使用するモニター体積の識別子 （整数）	
Fscale	スケールファクター。伝達流束はこの値分、増減されます。 デフォルト = 1.0（実数）	

コメント

1. 伝達サーフェスは、流体（ALEまたはEular）領域の外側のサーフェス上に存在する必要があります。
2. 流体領域の形状をモニター体積の形状と一致させる必要はありません。
3. このEBCS定式化はSPMD並列バージョンとは適合性がありません。

/EBCS/NRF

ブロックフォーマットのキーワード
与えられた境界サーフェスに適用されるALEまたはEULERフローのサイレント境界を定義します。

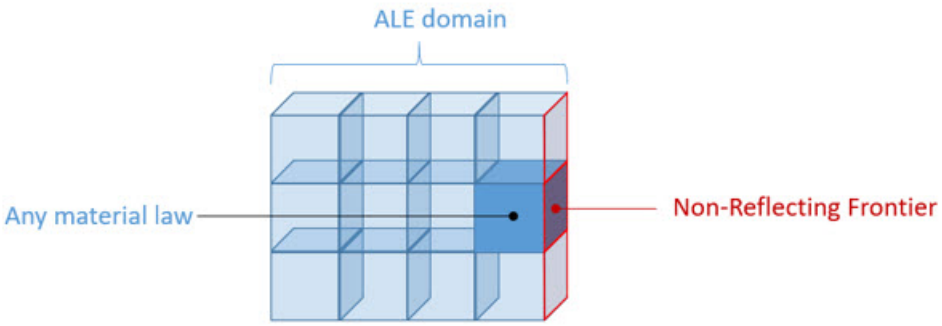


図 *365:*

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/EBCS/NRF/*ebcs_ID*/*unit_ID*									
ebcs_title									
surf_ID									

定義

フィールド	内容	SI単位の例
ebcs_ID	基本境界条件の識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
ebcs_title	基本境界条件のタイトル （文字、最大100文字）	
surf_ID	サーフェス識別子 （整数）	

コメント

1. このオプションは、ALEまたはEULERフロー、および任意の材料則に対応しています。

See Also

2022の新しいキーワード

/RWALL/THERM

ブロックフォーマットのキーワード
ALE剛壁を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/RWALL/THERM/*wall_ID*									
wall_title									

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
	Slide	$grnd\_ID_1$	$grnd\_ID_2$						
D_{search}		*fric*		ϕ					
X_M		Y_M		Z_M					
X_{M1}		Y_{M1}		Z_{M1}					
fct_ID_T		$Fscale_T$		*R*					

定義

フィールド	内容	SI単位の例
wall_ID	剛壁の識別子 （整数、最大10桁）	
wall_title	剛壁のタイトル （文字、最大100文字）	
Slide	スライディングフラグ。 **= 0** スライディング **= 1** タイド **= 2** 摩擦を伴うスライディング （整数）	
$grnd\_ID_1$	剛壁に追加するセカンダリ節点を定義する節点グループ （整数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
grnd_ID$_2$	剛壁から削除するセカンダリ節点を定義する節点グループ （整数）	
D_{search}	スレーブ節点検索の距離 （実数）	[m]
fric	摩擦 （実数）	
ϕ	直径 （実数）	[m]
X_M	MのX座標 （実数）	[m]
Y_M	MのY座標 （実数）	[m]
Z_M	MのZ座標 （実数）	[m]
X_{M1}	M1のX座標 （実数）	[m]
Y_{M1}	M1のY座標 （実数）	[m]
Z_{M1}	M1のZ座標 （実数）	[m]
fct_ID$_T$	壁の温度関数 （整数）	
Fscale$_T$	壁温度スケールファクター （実数）	[K]
R	熱抵抗R = d / K **d** 長さ **K** 熱伝導	$\left[\frac{m \cdot K}{W}\right]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（実数）	

コメント

1. /RWALL/THERMに使用できるのは、平面タイプの剛壁のみです。MとM1の座標は、平面の法線の定義に使用されます。

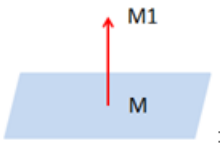


図 *366:*

2. 剛壁を定義するために使用される最初の入力フォーマットは、剛壁位置のポイントMの座標です。
3. 2番目の入力は、壁の外側に向いた法線方向を定義するポイントM1の座標です。
4. セカンダリ節点は、節点のリストや初期段階で壁からD_{search}の距離内にある節点として定義できます。

/SPH/INOUT

ブロックフォーマットのキーワード
SPH流入 / 流出条件を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/SPH/INOUT/*condition_ID*									
condition_name									
Ityp	*part_ID*	*surf_ID*	*Dist*		*node_ID*$_1$1	*node_ID*$_2$2	*node_ID*$_3$3	F_{cut}*CUT*	

surf_ID = 0、*node_ID*$_1$*1* = 0、*node_ID*$_2$*2* = 0および*node_ID*$_3$*3* = 0の場合のみ入力読み出し 22 23 24

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
X_M		Y_M		Z_M					
X_{M1}		Y_{M1}		Z_{M1}					
X_{M2}		Y_{M2}		Z_{M2}					

Ityp = 1 - 一般的な流入12 16

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
fct_ID_r	$Fscale_r$					fct_ID_E	$Fscale_E$		
fct_ID_{Vn}									

Ityp = 2 - 一般的な流出 17 18 19

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
			fct_ID_P	$Fscale_P$					
空白のフォーマット									

Ityp = 3 - サイレント境界(NRF) 19 20 21

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
			fct_ID_P	$Fscale_P$		l_c			

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
空白のフォーマット									

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
condition_ID	流入 / 流出条件の識別子 （整数、最大10桁）	
condition_name	流入 / 流出条件の名前 （文字、最大100文字）	
Ityp	条件タイプ 22 24 *=1* 一般的な流入。サーフェスはメッシュする必要があります。サーフェスIDのみを入力できます。 *=2* 一般的な流出 *=3* サイレント境界（NRF） *=4* Controlセクション質量流束の計測にのみ使用されるコントロールツール。 （整数）	
part_ID	パートの識別子は、関係するSPH粒子を条件別に定義するために使用します。 （整数）	
surf_ID	サーフェス識別子 （整数）	
Dist	粒子制御のためのサーフェスからの距離 （実数）	[m]
node_ID$_1$*1*	節点1のオプションID（*Itype* ≠ 1） （整数）	
node_ID$_2$*2*	節点2のオプションID（*Itype* ≠ 1）	

フィールド	内容	**SI** 単位の例
	（整数）	
node_ID$_3$*3*	節点3のオプションID（*Itype* ≠ 1） （整数）	
Fcut	オプションのカットオフ周波数（*Itype* ≠ 1） デフォルト = 0（実数）	
X_M	Mのオプションの X座標（*Itype* ≠ 1） （実数）	
Y_M	Mのオプションの Y座標（*Itype* ≠ 1） （実数）	
Z_M	Mのオプションの Z 座標（*Itype* ≠ 1） （実数）	
X_{M1}	M1のオプションの X座標（*Itype* ≠ 1） （実数）	
Y_{M1}	M1のオプションの Y座標（*Itype* ≠ 1） （実数）	
Z_{M1}	M1のオプションの Z 座標（*Itype* ≠ 1） （実数）	
X_{M2}	M2のオプションの X座標（*Itype* ≠ 1） （実数）	
Y_{M2}	M2のオプションの Y座標（*Itype* ≠ 1） （実数）	
Z_{M2}	M2のオプションの Z 座標（*Itype* ≠ 1） （実数）	
fct_ID$_r$	密度の関数$f_r(t)$の識別子 （整数）	
Fscale$_r$	密度スケールファクター デフォルト = 0.0（実数）	$\left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right]$

フィールド	内容	**SI** 単位の例
fct_ID_E	エネルギー用の関数$f_E(t)$識別子 （整数）	
$Fscale_E$	体積単位あたりのエネルギーのスケールファクター デフォルト = 0.0（実数）	$\left[\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{m}^3}\right]$
fct_ID_{Vn}	法線方向の速度関数$f_{Vn}(t)$の識別子 （整数）	
fct_ID_P	圧力用の関数$f_P(t)$識別子 （整数）	
$Fscale_P$	圧力スケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
l_c	特性長さ 21 （実数）	$[\mathrm{m}]$

コメント

1. サーフェスセグメントは、その法線ベクトルがドメインの内部を指すような向きとする必要があります。
2. サーフェスは固定する必要があります。
3. 流入条件の場合は、関連するパートに対して非アクティブな粒子を使用できる限り、そのパートに属する粒子が入力されます。条件に関係するパートに属する粒子の挙動は、サーフェスの正の側で流入サーフェスから*Dist*以内の距離にあるすべての粒子の条件の特徴に対して設定されます。
4. 流出条件の場合、条件に関係するパートに属する粒子の挙動は、サーフェスの負の側で流出サーフェスから*Dist*以内の距離にあるすべての粒子の条件の特徴に対して設定されます。流出しない粒子と相互作用しない粒子は非アクティブになります。
5. 流出条件によって非アクティブになった粒子は、同じパートに作用する流入条件によって流入に再利用できます。
6. 流出を使用する場合は、該当のSPHプロパティで*order* = -1とすることを推奨します。
7. 流出の場合、初期ネットに対して最大で2hの流出サーフェスへの距離を指定する必要があります（hは関連プロパティでのスムージング長です）。

   流入または流出の場合、流入または流出する粒子を制御するために、少なくとも距離2h以内の範囲で十分な距離を確保する必要があります。

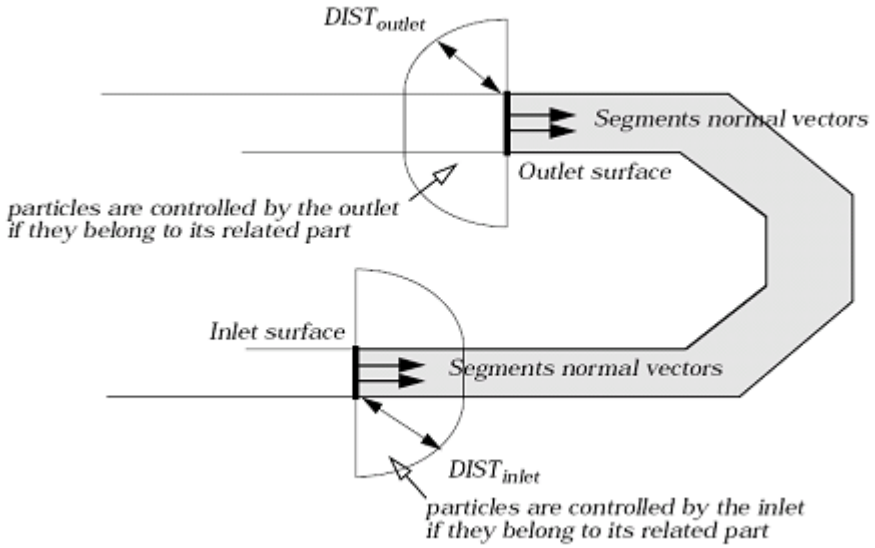


図 *367:* 流入/流出条件の構成の概要

8. 2つの流入 / 流出サーフェスおよび距離によって定義されるドメインは重ねないでください。
9. 流入と流出の両方において、粒子を最初に定義し、粒子のスムージング長の2倍以上の距離内でそれらの粒子を制御することを推奨します。
10. 流入 / 流出条件オプションをSPMD並列バージョンに使用できます。並列計算の保障（プロセッサーの数にかかわらず同じ数値結果が得られる）は流入条件では保障されません。
11. 条件に関係するパートに属する各流入粒子は、同じ質量m_p（パートに付属する形状プロパティで定義）を持っている必要があります。

    このパートに属する粒子は、次の式で表されるように、時間*t*の経過ごとにサーフェスセグメントの中心に流入します：

    $$m_p \geq \int_{t_{last}}^{t} \rho(t) \cdot S_i \cdot v(t) dt \qquad (1226)$$

    ここで、

S_i	セグメントの面積
$\rho(t)$ および $v(t)$	流入材料の密度および速度（行2および3）
t_{last}	このセグメントへの最後の流入時間

    規則的サーフェスメッシュを使用することを推奨します。
12. このパートに属する非アクティブな粒子を流入に使用できない場合はプログラムが停止するため、ユーザーはこのパートに対して非アクティブな粒子のより大きなセットを提供する必要があります。
13. 条件に関係するパートに属する粒子がサーフェスの正の側で*Dist*以内にある場合、その速度は行5で指定されたデータに対して設定されます。
14. fct_ID_r = 0の場合、流入粒子の密度は右記に設定されます：

    $$\rho_a = Fscale_r \qquad (1227)$$

    そうでなければ、

$$\rho_a = Fscale_r \cdot \mathrm{f}_r(t) \qquad (1228)$$

15. *fct_ID*$_E$ = 0の場合、流入粒子の体積単位あたりのエネルギーは$E_a = Fscale_E$に設定されます。その他の場合は、$E_a = Fscale_E \cdot \mathrm{f}_E(t)$。
16. 条件に関係するパートに属する粒子がサーフェスの負の側で*Dist*以内にある場合、その内圧は行6で指定されたデータに対して設定されます。
17. 流出しない粒子と相互作用しない場合、粒子は非アクティブになります。
18. *fct_ID*$_P$ = 0の場合、流出粒子の内圧は、流出サーフェスより上にある最も近い粒子の内圧に設定されます。その他の場合は、$Fscale_P \cdot \mathrm{f}_P(t)$に設定されます。
19. 条件に関係するパートに属する粒子がサーフェスの負の側で*Dist*以内にある場合、その内圧は以下の式に対して設定されます。

$$\frac{\partial \mathbf{P}}{\partial t} = \rho c \frac{\partial \mathbf{V}_n}{\partial t} + c\frac{(\mathbf{P}_\infty - \mathbf{P})}{2l_c} \qquad (1229)$$

20. *fct_ID*$_P$ = 0の場合、遠距離場の圧力$\mathbf{P}_\infty$は*Fscale*$_P$に設定されます。その他の場合は、*Fscale*$_P$*f*$_P$*(t)*に設定されます。
21. l_c は特性長で、これを使用してカットオフ周波数f_cを次のように計算できます：

$$f_c = \frac{c}{4 \cdot \pi \cdot l_c} \qquad (1230)$$

22. *Itype* = 2、3、または4の場合、サーフェスは、メッシュサーフェス（*surf_ID*D > 0）、3つの節点（*node_ID*$_1$*1* > 0、*node_ID*$_2$*2* > 0、および*node_ID*$_3$*3* > 0）、または3つの節点の座標（M、M1、およびM2）により定義できます。

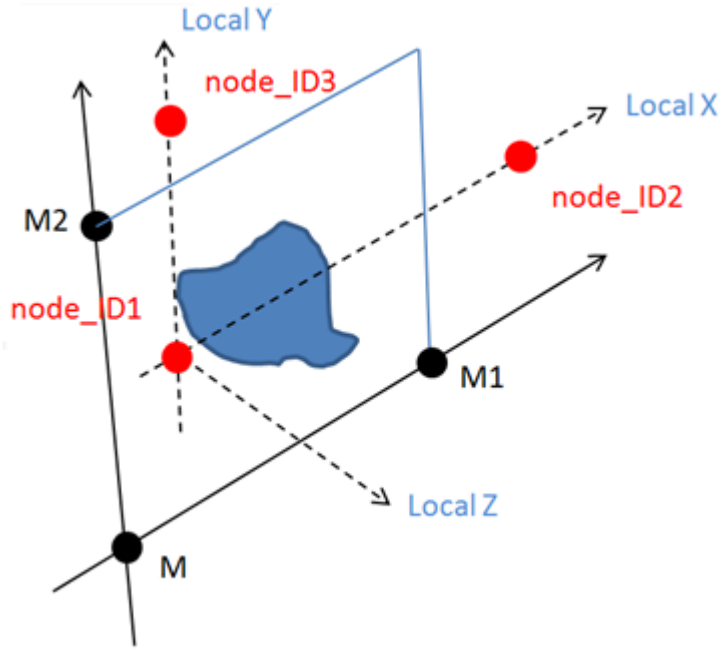


図 *368:*

23. *Itype* = 2、3または4、かつサーフェスが3つの座標で定義されている場合、そのサーフェスは固定されます。サーフェスがサーフェスIDまたは3つの節点で定義されている場合、そのサーフェスはシェル要素または節点の変位に従って動きます。

24. *Itype* = 2、3または4の場合、そのサーフェスを通る質量合計の計算が自動的に行われ、`/TH/SPH_FLOW`を使用してプロットすることができます。

See Also

RD-E:2200 着水

ALEおよびCFD制約

ブロックフォーマットのキーワード

/ALE/BCS

ブロックフォーマットのキーワード
ALE境界条件を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/ALE/BCS/*bcs_ID*									
bcs_title									
Grilag	*skew_ID*	*grnd_ID*							

定義

フィールド	内容	SI単位の例
bcs_ID	境界条件のブロック識別子 （整数、最大10桁）	
bcs_title	境界条件ブロックのタイトル （文字、最大100文字）	
Grilag	グリッド速度のコードとLagrangeコード *= 0* フリー自由度 *= 1* 固定自由度 - 節点は対応する方向（つまり、$W_i = V_i$）でラグランジアンになります。 （6つのブーリアン）	
skew_ID	スキューの識別子 （整数）	
grnd_ID	境界条件が適用される節点グループ （整数）	

グリッド速度のコードと**Lagrange**コード **Grilag**

(1)-1	(1)-2	(1)-3	(1)-4	(1)-5	(1)-6	(1)-7	(1)-8	(1)-9	(1)-10
			W_X	W_Y	W_Z		L_X	L_Y	L_Z

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
W_X	*W*のグリッド速度のコード$_X$ *= 0* フリー自由度 *= 1* 固定自由度 （ブーリアン）	
W_Y	*W*のグリッド速度のコード$_Y$ *= 0* フリー自由度 *= 1* 固定自由度 （ブーリアン）	
W_Z	*W*のグリッド速度のコード$_Z$ *= 0* フリー自由度 *= 1* 固定自由度 （ブーリアン）	
L_X	Lagrangeコード$W_X = V_X$ *= 0* フリー自由度 *= 1* 固定自由度 （ブーリアン）	
L_Y	Lagrangeコード$W_Y = V_Y$	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 0 フリー自由度 *= 1* 固定自由度 (ブーリアン)	
L_Z	Lagrangeコード$W_Z = V_Z$ *= 0* フリー自由度 *= 1* 固定自由度 (ブーリアン)	

コメント

1. ALE境界条件および従来型の境界条件(/BCS)で節点を制約する場合は、どちらの境界条件も同じスキューシステム(*skew_ID*)で設定する必要があります。
2. *grnd_ID*は必ず入力する必要があります。境界条件は、特定の節点グループに属している節点にのみ適用されます。
3. *Grilag*の詳細な入力フォーマットは上記のとおりです。3種類のコード(各方向に1つずつ)は、変数*Grilag*が使用する10文字フィールドで右詰めにする必要があります。

See Also

スキューとフレーム(/SKEW & /FRAME)
RD-E: 0600 燃料タンク
RD-E:1300 ショックチューブ
RD-E:3900 バイオメディカルバルブ
RD-E:4300 多項式EOSを用いた理想気体のモデル化

/ALE/LINK/VEL

ブロックフォーマットのキーワード
グリッド速度へのALEリンクを使用すると、指定した節点が、指定したメイングリッド速度にリンクされます。方向、または方向の組み合わせを指定できます。

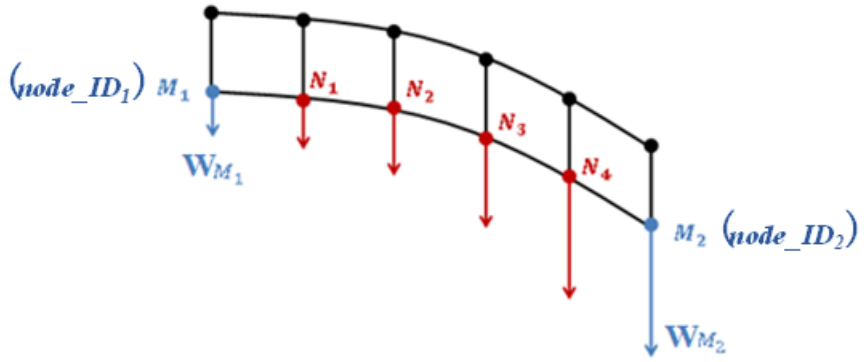


図 *369:*

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/ALE/LINK/VEL/*alelink_ID*									
alelink_title									
node_ID$_1$*1*	*node_ID*$_2$*2*	*grnod_ID*	*grid_dof*	*Iform*					
T_{start}*START*		T_{stop}*STOP*							

定義

フィールド	内容	SI単位の例
node_ID$_1$*1*	第1メイン節点番号 （整数、最大10桁）	
node_ID$_2$*2*	第2メイン節点番号 （整数、最大10桁）	
grnod_ID	ALEリンクが適用される節点グループ （整数、最大10桁）	
grid_dof	X、Y、Zの組み合わせ *=0* フリー自由度	

フィールド	内容	SI単位の例
	=1 固定自由度 （ブーリアン） （グリッド速度方向のコード：grid_dofを参照のこと）	
Iform	定式化フラグ *= 0*（線形） $\mathbf{W}_N = \mathbf{W}_{M1} + (\mathbf{W}_{M2} - \mathbf{W}_{M1})\frac{1}{N+1}$ *= 1*（最大） $\mathbf{W}_N = \mathbf{W}_{M1}$ 次の場合；$\lvert\mathbf{W}_{M1}\rvert > \lvert\mathbf{W}_{M2}\rvert$ $\mathbf{W}_N = \mathbf{W}_{M2}$ 次の場合；$\lvert\mathbf{W}_{M1}\rvert < \lvert\mathbf{W}_{M2}\rvert$ *= -1*（最小） $\mathbf{W}_N = \mathbf{W}_{M1}$ 次の場合；$\lvert\mathbf{W}_{M1}\rvert < \lvert\mathbf{W}_{M2}\rvert$ $\mathbf{W}_N = \mathbf{W}_{M2}$ 次の場合；$\lvert\mathbf{W}_{M1}\rvert > \lvert\mathbf{W}_{M2}\rvert$ （整数）	
T_{start}*START*	開始時間 （実数）	
T_{stop}*STOP*	停止時間 （実数）	

グリッド速度方向のコード：***grid_dof***

(1)-1	(1)-2	(1)-3	(1)-4	(1)-5	(1)-6	(1)-7	(1)-8	(1)-9	(1)-10
			W_X	W_Y	W_Z				

定義

フィールド	内容	SI単位の例
W_X	方向Xでのグリッド速度のコード *= 0* フリー自由度 *= 1* 固定自由度	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（ブーリアン）	
W_Y	方向Yでのグリッド速度のコード *= 0* フリー自由度 *= 1* 固定自由度 （ブーリアン）	
W_Z	方向Zでのグリッド速度のコード *= 0* フリー自由度 *= 1* 固定自由度 （ブーリアン）	

コメント

1. ALEリンクは、Engineでの計算の間のみ非アクティブ / アクティブにできます（/ALE/LINK/ONおよび/ALE/LINK/OFF）。
2. ALEリンクは、Engineの実行時に追加することもできます（Engine入力）。Radiossは、異なるALEリンクが同じ節点のためにStarterおよびEngineの両方で定義されている場合は、グリッド速度を重ね合わせます。
3. *grnd_ID*の入力は必須です。
4. 定式化0には、ソート不可の節点グループが必要となります（/GRNOD/NODENS）。

See Also
/ALE/LINK/VEL (Engine)

SPH制約

ブロックフォーマットのキーワード

/SPHBCS

ブロックフォーマットのキーワード
SPH対称条件を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/SPHBCS/*type*/*sphbcs_ID*									
sphbcs_title									
Dir	*frame_ID*	*grnd_ID*		*Ilev*					

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
type	対称条件のタイプ: スライド 材料は平面に沿って完全に滑ります。 タイド 材料は対称面に沿ってスライドできません。 (テキスト)	
sphbcs_ID	対称条件の識別子 (整数、最大10桁)	
sphbcs_title	対称条件のタイトル (文字、最大100文字)	
Dir	方向: **X** **Y** **Z** 2 (テキスト)	
frame_ID	参照フレームの識別子。固定する必要があります。	

フィールド	内容	**SI** 単位の例
	（整数）	
grnd_ID	運動学的境界条件補強のための節点グループ識別子 （整数）	
Ilev	定式化レベル *= 0* 対称面を通る実際の粒子が計算で徐々に考慮されなくなります。 *= 1* 実際の粒子は弾性衝撃方程式に従って対称面で反発します（SPH対称条件）。 （整数）	

コメント

1. SPH対称条件は、対称面に対して実際の粒子に対称的なゴースト粒子の自動生成により保証されます。
2. *Dir* = **X**, **Y**、**Z**

   条件は、フレームの原点を通り、フレームの局所方向*Dir*に直交する平面に対する対称条件です。

   粒子は、次の式のように正側の半分の空間に存在する必要があります：

   $$\mathbf{OP}\cdot\mathbf{n}\geq 0 \qquad (1231)$$

   ここで、

$\mathbf{O}$	フレームの原点
$\mathbf{n}$	フレームの局所方向*Dir*（図 370）。

3. フレームは固定する必要があります。
4. 質量の一貫性を保つため、対称面を初期ネットの平面（t =0の時点で対称面上にある粒子）と一致させることを推奨します。
5. 運動学的境界条件を補強するための節点グループ識別子は、複数のSPH対称条件を使用して軸対称または球対称条件をモデリングする際に便利です。SPH対称条件を使用して軸対称または球対称条件をモデリングする方法の詳細についてはSPH対称条件をご参照ください。

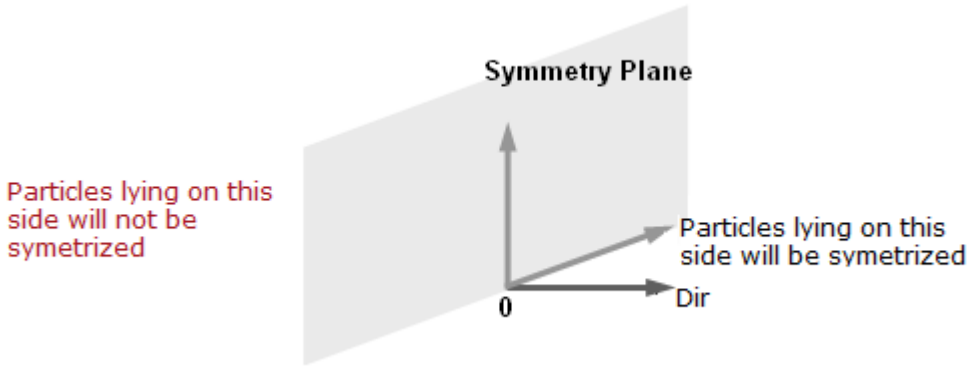


図 *370: SPH*対称条件の対称面

See Also

スキューとフレーム(/SKEW & /FRAME)

RD-E:1300 ショックチューブ

ツール

ブロックフォーマットのキーワード
このグループでは、座標変換、フレーム、スキュー、曲線などのツールを紹介します。

座標変換

ブロックフォーマットのキーワード
座標変換のタイプとその説明です。

コメント

1. /TRANSFORMの使用は、//SUBMODELとのみ合わせて使用することをお勧めします。
2. このフォーマットはモデルのどこでも使用できます。
3. 座標変換は、入力デックで定義されている順序に従って適用されます。
4. 同じ節点グループに複数の変換を適用することができます。
5. 変換は、節点グループの構築後に適用されます。
6. *grnd_ID*を介して節点グループに適用される変換は、節点座標のみを変換します。直交異方性材料の材料方向および初期速度や強制された動きといった境界条件は変換されません。完全な変換を行うには、/TRANSFORMカードが節点グループではなく//SUBMODELを参照している必要があります。

サポートされるキーワード

/TRANSFORM/MATRIX

ブロックフォーマットのキーワード
ユーザー定義の正規直交行列を使用すると、グループ節点の座標を全体参照座標系内で変換（回転、並進、および対称変換）できます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/TRANSFORM/MATRIX/*transform_ID*/*unit_ID*									
transform_title									
grnd_ID	M_{11}		M_{12}		M_{13}		T_x		*sub_ID*
	M_{21}		M_{22}		M_{23}		T_y		
	M_{31}		M_{32}		M_{33}		T_z		

定義

フィールド	内容	SI単位の例
transform_ID	変形識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
transform_title	変形のタイトル （文字、最大100文字）	
grnd_ID	節点グループの識別子 5 （整数）	
M_{ij}	正規直交行列の値 デフォルト = 0.0（実数）	
T_x	全体座標系のX軸方向に沿った並進 （実数）	[m]
T_y	全体座標系のY軸方向に沿った並進 （実数）	[m]

フィールド	内容	**SI**単位の例
T_z	全体座標系のZ軸方向に沿った並進 （実数）	[m]
sub_ID	サブモデル識別子 （整数）	

コメント

1. 変換された座標は、初期座標で乗算された行列に、T_x、T_y、T_zによって得られる全体並進を足したものです。

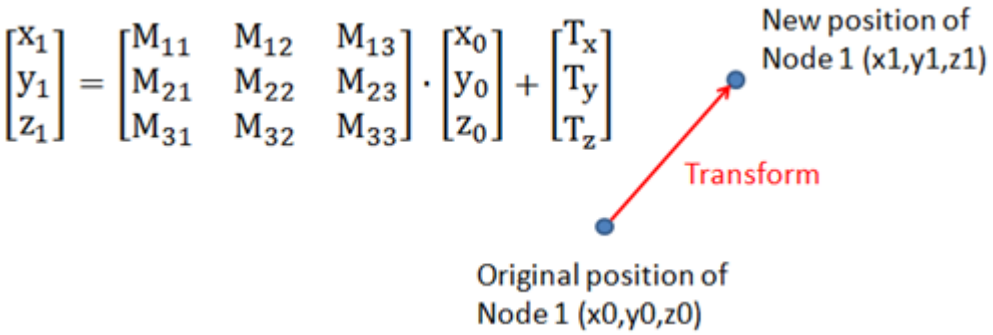


図 *371:*

この行列は正規直交であり、このオプションを使用して、座標の回転、並進、および対称変換が可能になりますが、スケーリングやせん断は可能になりません。

2. 変換は節点グループとサブモデルに同時に与えることはできません。
3. サブモデルに対して変形がなされた場合、このサブモデルの全てのオプションが変形されます。
4. ひとつの節点をサブモデルと節点グループの両方で変形させる事はできません。
5. *grnd_ID*を介して節点グループに適用される変換は、節点座標のみを変換します。直交異方性材料の材料方向および初期速度や強制された動きといった境界条件は変換されません。完全な変換を行うには、`/TRANSFORM`カードが節点グループではなく`//SUBMODEL`を参照している必要があります。

/TRANSFORM/POSITION

ブロックフォーマットのキーワード
変換と回転の3つの始点と3つの終点を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/TRANSFORM/POSITION/*transform_ID*/*unit_ID*									
transform_title									
grnd_ID	*node_ID*$_1$1	*node_ID*$_2$2	*node_ID*$_3$3	*node_ID*$_4$4	*node_ID*$_5$5	*node_ID*$_6$6			*sub_ID*
	X_point_1		*Y_point_1*		*Z_point_1*				
	X_point_2		*Y_point_2*		*Z_point_2*				
	X_point_3		*Y_point_3*		*Z_point_3*				
	X_point_4		*Y_point_4*		*Z_point_4*				
	X_point_5		*Y_point_5*		*Z_point_5*				
	X_point_6		*Y_point_6*		*Z_point_6*				

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
transform_ID	変換の識別子。 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
transform_title	変換のタイトル。 （文字、最大100文字）	
grnd_ID	節点グループの識別子 3 （整数）	
node_ID$_1$*1*	開始節点1。 （整数）	
node_ID$_2$*2*	開始節点2。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	
node_ID$_3$*3*	開始節点3。 （整数）	
node_ID$_4$*4*	終了節点4。 （整数）	
node_ID$_5$*5*	終了節点5。 （整数）	
node_ID$_6$*6*	終了節点6。 （整数）	
sub_ID	サブモデル識別子 （整数）	
X_point_1	ポイント1のX座標 （実数）	
Y_point_1	ポイント1のY座標 （実数）	
Z_point_1	ポイント1のZ座標 （実数）	
X_point_2	ポイント2のX座標 （実数）	
Y_point_2	ポイント2のY座標 （実数）	
Z_point_2	ポイント2のZ座標 （実数）	
X_point_3	ポイント3のX座標 （実数）	
Y_point_3	ポイント3のY座標 （実数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
Z_point_3	ポイント3のZ座標 （実数）	
X_point_4	ポイント4のX座標 （実数）	
Y_point_4	ポイント4のY座標 （実数）	
Z_point_4	ポイント4のZ座標 （実数）	
X_point_5	ポイント5のX座標 （実数）	
Y_point_5	ポイント5のY座標 （実数）	
Z_point_5	ポイント5のZ座標 （実数）	
X_point_6	ポイント6のX座標 （実数）	
Y_point_6	ポイント6のY座標 （実数）	
Z_point_6	ポイント6のZ座標 （実数）	

コメント

1. 3つの始点と3つの終点によって、回転と並進を可能にする変換が定義されます。これらの始点と終点は、節点または座標を使用して定義できます。

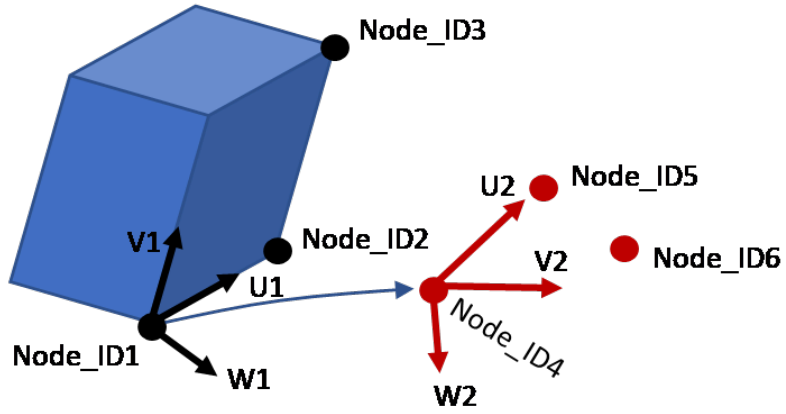


図 *372:*

2. 6つの*node_ID*が定義されている場合は、節点を使用して変換が定義され、座標の入力は使用されません。*node_ID*の入力が空白の場合は、X、Y、Zの座標入力を使用して変換が定義されます。
3. *grnd_ID*を介して節点グループに適用される変換は、節点座標のみを変換することに注意してください。直交異方性材料の材料方向および初期速度や強制された動きといった境界条件は変換されません。完全な変換を行うには、`/TRANSFORM`カードが節点グループではなく`//SUBMODEL`を参照している必要があります。
4. 変換は節点グループとサブモデルに同時に与えることはできません。
5. サブモデルに対して変換がなされた場合、このサブモデルのすべてのオプションが変換されます。
6. ひとつの節点をサブモデルと節点グループの両方で変換させる事はできません。

/TRANSFORM/ROT

ブロックフォーマットのキーワード
定義した軸、回転中心、および回転角度を中心にした節点グループの回転を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/TRANSFORM/ROT/*transform_ID*/*unit_ID*									
transform_title									
grnd_ID	*X_point_1*		*Y_point_1*		*Z_point_1*		*node_ID*$_1$*1*	*node_ID*$_2$*2*	*sub_ID*
	X_point_2		*Y_point_2*		*Z_point_2*		*Angle*		

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
transform_ID	変形識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
transform_title	変形のタイトル （文字、最大100文字）	
grnd_ID	節点グループの識別子 5 （整数）	
X_point_1	ポイント1のX座標 デフォルト = 0.0（実数）	
Y_point_1	ポイント1のY座標 デフォルト = 0.0（実数）	
Z_point_1	ポイント1のZ座標 デフォルト = 0.0（実数）	
node_ID$_1$*1*	節点識別子1 （整数）	

フィールド	内容	**SI** 単位の例
node_ID$_2$2	節点識別子2 （整数）	
sub_ID	サブモデル識別子 （整数）	
X_point_2	ポイント2のX座標 デフォルト = 0.0（実数）	
Y_point_2	ポイント2のY座標 デフォルト = 0.0（実数）	
Z_point_2	ポイント2のZ座標 デフォルト = 0.0（実数）	
Angle	回転角度の値（単位＝度） デフォルト = 0.0（実数）	[deg]

コメント

1. *node_ID$_1$1*と*node_ID$_2$2*が定義されると、回転は*node_ID$_1$1*と*node_ID$_2$2*で定義されたベクトル周りに行われます。回転の中心は*node_ID$_1$1*になります。節点を1つしか定義していない場合は、エラーメッセージが表示されます。

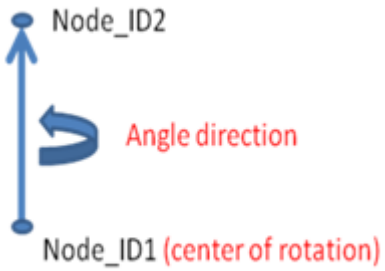


図 *373:*

それ以外の場合、回転は*point_1*と*point_2*で定義したベクトルを中心に行われます。回転の中心は*point_1*1になります。

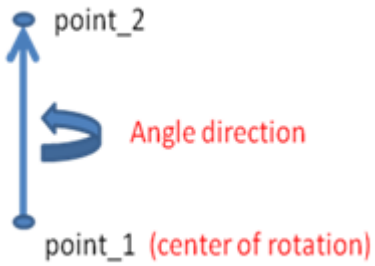


図 *374:*

2. 変換は節点グループとサブモデルに同時に与えることはできません。
3. サブモデルに対して変形がなされた場合、このサブモデルの全てのオプションが変形されます。
4. ひとつの節点をサブモデルと節点グループの両方で変換させる事はできません。
5. *grnd_ID*を介して節点グループに適用される変換は、節点座標のみを変換します。直交異方性材料の材料方向および初期速度や強制された動きといった境界条件は変換されません。完全な変換を行うには、`/TRANSFORM`カードが節点グループではなく`//SUBMODEL`を参照している必要があります。

/TRANSFORM/SCA

ブロックフォーマットのキーワード
定義したスケーリングの中心およびスケールファクタを使用して節点グループのスケーリングを定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/TRANSFORM/SCA/*transform_ID*/*unit_ID*									
transform_title									
grnd_ID	$Fscale_X$		$Fscale_Y$		$Fscale_Z$		$node\_ID_c$		

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
transform_ID	変形識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
transform_title	変形のタイトル （文字、最大100文字）	
grnd_ID	節点グループの識別子 4 （整数）	
$Fscale_X$	Xスケールファクター デフォルト = 0.0（実数）	
$Fscale_Y$	Yスケールファクター デフォルト = 0.0（実数）	
$Fscale_Z$	Zスケールファクター デフォルト = 0.0（実数）	
$node\_ID_c$	中心節点の識別子 （整数）	

コメント

1. 節点*node_ID*$_c$がスケーリングの中心です。
2. 節点*node_ID*$_c$を定義しなかった場合は、原点(0,0,0)がスケーリングの中心として使用されます。
3. スケーリングは全体フレームで行われます。
4. 節点グループに適用される変換は、節点座標のみを変換します。直交異方性材料の材料方向および初期速度や強制された動きといった境界条件は変換されません。

/TRANSFORM/SYM

ブロックフォーマットのキーワード
ベクトルで定義された平面に垂直な節点グループの対称移動を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/TRANSFORM/SYM/*transform_ID*/*unit_ID*									
transform_title									
grnd_ID	*X_point_1*		*Y_point_1*		*Z_point_1*		*node_ID*$_1$*1*	*node_ID*$_2$*2*	
	X_point_2		*Y_point_2*		*Z_point_2*				

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
transform_ID	変形識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
transform_title	変形のタイトル （文字、最大100文字）	
grnd_ID	節点グループの識別子 2 （整数）	
X_point_1	ポイント1のX座標 デフォルト = 0.0（実数）	
Y_point_1	ポイント1のY座標 デフォルト = 0.0（実数）	
Z_point_1	ポイント1のZ座標 デフォルト = 0.0（実数）	
node_ID$_1$*1*	節点識別子1 （整数）	

フィールド	内容	**SI** 単位の例
node_ID$_2$2	節点識別子2 （整数）	
X_point_2	ポイント2のX座標 デフォルト = 0.0（実数）	
Y_point_2	ポイント2のY座標 デフォルト = 0.0（実数）	
Z_point_2	ポイント2のZ座標 デフォルト = 0.0（実数）	

コメント

1. *node_ID$_1$1*と*node_ID$_2$2*が定義されると、*node_ID$_1$1*と*node_ID$_2$2*で定義されたベクトルに垂直な平面に対称形が作成されます。この平面には*node_ID$_1$1*が含まれます。節点を1つしか定義していない場合は、エラーメッセージが表示されます。

   それ以外の場合は、*point_1*と*point_2*で定義したベクトルに垂直な平面に対称形が作成されます。この平面には*point_1*が含まれます。
2. 節点グループに適用される変換は、節点座標のみを変換します。直交異方性材料の材料方向および初期速度や強制された動きといった境界条件は変換されません。

/TRANSFORM/TRA

ブロックフォーマットのキーワード
定義したベクトルを使用して節点グループの並進を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/TRANSFORM/TRA/*transform_ID*/*unit_ID*									
transform_title									
grnd_ID	*X_translation*		*Y_translation*		*Z_translation*		*node_ID*$_1$1	*node_ID*$_2$2	*sub_ID*

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
transform_ID	変形識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
transform_title	変形のタイトル （文字、最大100文字）	
grnd_ID	節点グループの識別子 5 （整数）	
X_translation	全体X軸上での並進値 デフォルト = 0.0（実数）	
Y_translation	全体Y軸上での並進値 デフォルト = 0.0（実数）	
Z_translation	全体Z軸上での並進値 デフォルト = 0.0（実数）	
node_ID$_1$1	節点識別子1 （整数）	
node_ID$_2$2	節点識別子2	

フィールド	内容	**SI** 単位の例
	（整数）	
sub_ID	サブモデル識別子 （整数）	

コメント

1. *node_ID*$_1$*1*と*node_ID*$_2$*2*が定義されると、並進はベクトル（*node_ID*$_1$*1*, *node_ID*$_2$*2*）で行われます。節点を1つしか定義していない場合は、エラーメッセージが表示されます。

   それ以外の場合は、X_translation、Y_translation、およびZ_translationに定義した値を使用して並進が実行されます。
2. 変換は節点グループとサブモデルに同時に与えることはできません。
3. サブモデルに対して変形がなされた場合、このサブモデルの全てのオプションが変形されます。
4. ひとつの節点をサブモデルと節点グループの両方で変形させる事はできません。
5. *grnd_ID*を介して節点グループに適用される変換は、節点座標のみを変換します。直交異方性材料の材料方向および初期速度や強制された動きといった境界条件は変換されません。完全な変換を行うには、`/TRANSFORM`カードが節点グループではなく`//SUBMODEL`を参照している必要があります。

フレーム

ブロックフォーマットのキーワード

/FRAME/FIX

ブロックフォーマットのキーワード
フレームを記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/FRAME/FIX/*frame_ID*/*unit_ID*									
frame_title									
O_x		O_y		O_z					
X_1		Y_1		Z_1					
X_2		Y_2		Z_2					

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
frame_ID	参照フレームの識別子。 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
frame_title	参照フレームのタイトル （文字、最大100文字）	
O_x	フレーム原点O'のX座標 （実数）	[m]
O_y	フレーム原点O'のY座標 （実数）	[m]
O_z	フレーム原点O'のZ座標 （実数）	[m]
X_1	右記のフレーム軸のX成分；$\mathbf{Y}'$	

フィールド	内容	**SI** 単位の例
	（実数）	
Y_1	右記のフレーム軸のY成分；$\mathbf{Y}'$ （実数）	
Z_1	右記のフレーム軸のZ成分；$\mathbf{Y}'$ （実数）	
X_2	右記の軸のX成分；$\mathbf{Z}''$ （実数）	
Y_2	右記の軸のY成分；$\mathbf{Z}'$ （実数）	
Z_2	右記の軸のZ成分；$\mathbf{Z}'$ （実数）	

コメント

1. 参照フレーム識別子は、すべてのスキュー識別子と異なる必要があります。
2. 参照フレームは固定され、その方向は$\mathbf{Y}'$および$\mathbf{Z}'$によって定義されます。任意の長さのベクトルを指定できます。
3. 入力は$\mathbf{Y}'$軸および$\mathbf{Z}'$軸ですが、X′軸は次のように計算されます：

$$\mathbf{X}' = \mathbf{Y}' \Lambda \mathbf{Z}' \tag{1232}$$

$\mathbf{Y}'$ は次のように再計算されます：

$$\mathbf{Y}'' = \mathbf{Z}' \Lambda \mathbf{X}' \tag{1233}$$

したがって、新しい参照フレームは$\mathbf{X}'$、$\mathbf{Y}''$、$\mathbf{Z}'$によって定義されます。

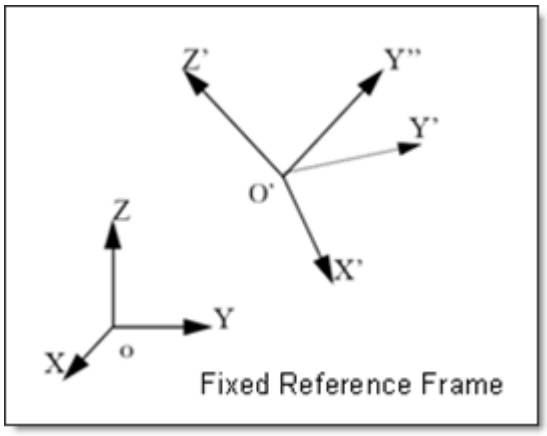


図 *375:*

See Also

スキューとフレーム(/SKEW & /FRAME)

RD-E:2100 カム

/FRAME/MOV

ブロックフォーマットのキーワード
移動フレームを記述します。参照フレームに対する相対的な移動です。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/FRAME/MOV/*frame_ID*									
frame_title									
node_ID$_1$*1*	*node_ID*$_2$*2*	*node_ID*$_3$*3*	*Dir*						

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
frame_ID	参照フレーム識別子は、すべてのスキュー識別子と異なる必要があります。 （整数、最大10桁）	
frame_title	参照フレームのタイトル （文字、最大100文字）	
node_ID$_1$*1*	節点識別子N_1 （整数）	
node_ID$_2$*2*	節点識別子N_2 （整数）	
node_ID$_3$*3*	節点識別子N_3 （整数）	
Dir	*X*、*Y*、*Z* N1 N2軸の局所方向を定義 デフォルト = X（テキスト）	

コメント

1. 移動参照フレームを$\Lambda_t(A, \mathbf{u}, \mathbf{v}, \mathbf{w})$とします。
2. 時間*t*ごとに、フレームの位置と方向を、元の位置$\mathbf{x}_A$および回転（方向）マトリックス$\mathbf{R}$によって決定します。
3. $\mathbf{w}$を、Λの瞬間回転速度とします。

4. 時間*t*ごとに、フレームを基準とするポイント*M*の局所座標系$\mathbf{x}_l$は、全体座標系の座標$\mathbf{x}_G$に以下のように関連付けられます:

$$\mathbf{x}_G = \mathbf{x}_A + \mathbf{R}\mathbf{x}_l \qquad (1234)$$

5. フレームを基準とする時間0と*t*間の*M*の相対変位$\mathbf{u}_l = \mathbf{x}_l - \mathbf{x}_l^0$は、全体座標系における変位に以下のように関連付けられます:

$$\mathbf{u}_G = \mathbf{u}_A + (\mathbf{R} - \mathbf{R}^0)\mathbf{x}_l + \mathbf{R}\mathbf{u}_l \qquad (1235)$$

6. フレームを基準にする*M*の相対速度は、全体座標系における速度に以下のように関連付けられます:

$$\mathbf{R}\mathbf{v}_l = \mathbf{v}_G - \mathbf{v}_e \qquad (1236)$$

ここで、$\mathbf{v}_e = \mathbf{v}_A + \boldsymbol{\omega} \times \mathbf{AM}$は、駆動速度、すなわち時間*t*における*M*に一致し、参照フレームに対して固定されたポイントの速度です。

7. フレーム*M*を基準にする*M*の相対加速度は、全体座標系における加速度に以下のように関連付けられます:

$$\mathbf{R}\boldsymbol{\gamma}_l = \boldsymbol{\gamma}_G - \boldsymbol{\gamma}_e - \boldsymbol{\gamma}_c \qquad (1237)$$

ここで、$\boldsymbol{\gamma}_e = \boldsymbol{\gamma}_A + {}^{d\boldsymbol{\omega}}/_{dt} \times \mathbf{AM} + \boldsymbol{\omega} \times (\boldsymbol{\omega} \times \mathbf{AM})$は駆動加速度で、$\boldsymbol{\gamma}_c = 2\boldsymbol{\omega} \times \mathbf{v}_{relative}$はコリオリカによる相対加速度です。

8. 移動参照フレームは、参照フレームの位置と方向が時間によって変化し、N_1、N_2、N_3によって定義されます。

軸定義は、*Dir*の入力に依存します。

- *Dir*=Xの場合

  node_ID$_1$*1*および*node_ID*$_2$*2*によって以下が定義されます: $\mathbf{X}'$

  node_ID$_1$*1*および*node_ID*$_3$*3*によって以下が定義されます: $\mathbf{Y}''$

  $$\mathbf{Z}' = \mathbf{X}' \Lambda \mathbf{Y}''$$
  $$\mathbf{Y}' = \mathbf{Z}' \Lambda \mathbf{X}'$$

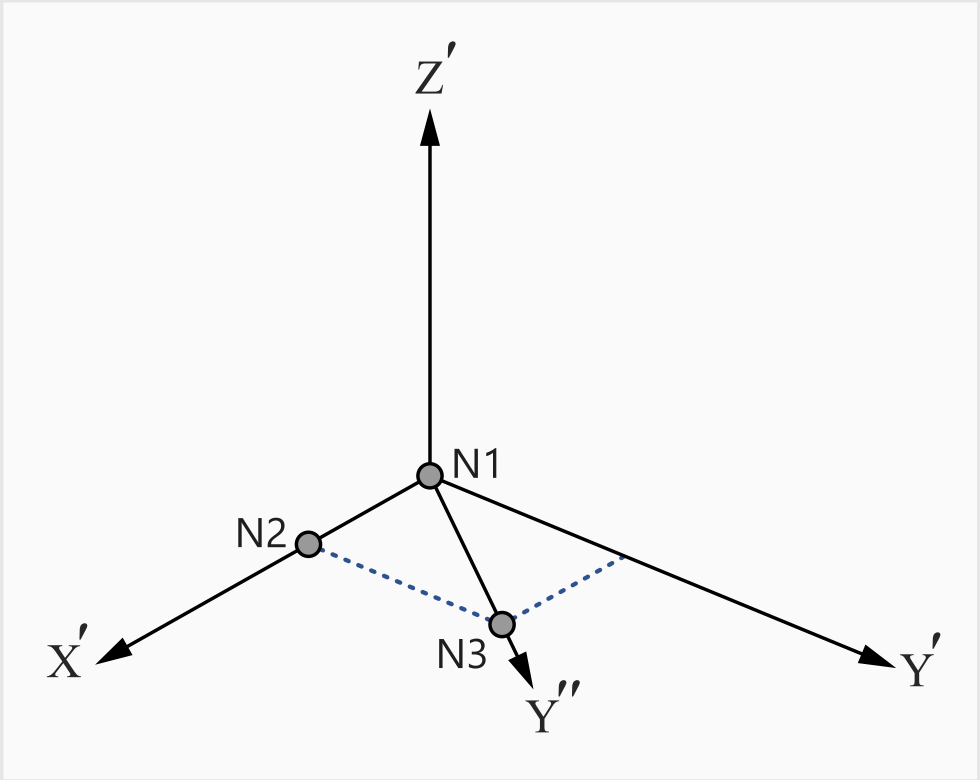


図 *376: Dir=X*を使用した移動座標系

- *Dir*=Yの場合

  node_ID$_1$*1*および*node_ID*$_2$*2*によって以下が定義されます: $\mathbf{Y'}$

  node_ID$_1$*1*および*node_ID*$_3$*3*によって以下が定義されます: $\mathbf{Z''}$

  $$\mathbf{X'} = \mathbf{Z''} \Lambda \mathbf{Y'}$$

  $$\mathbf{Z'} = \mathbf{X'} \Lambda \mathbf{Y'}$$

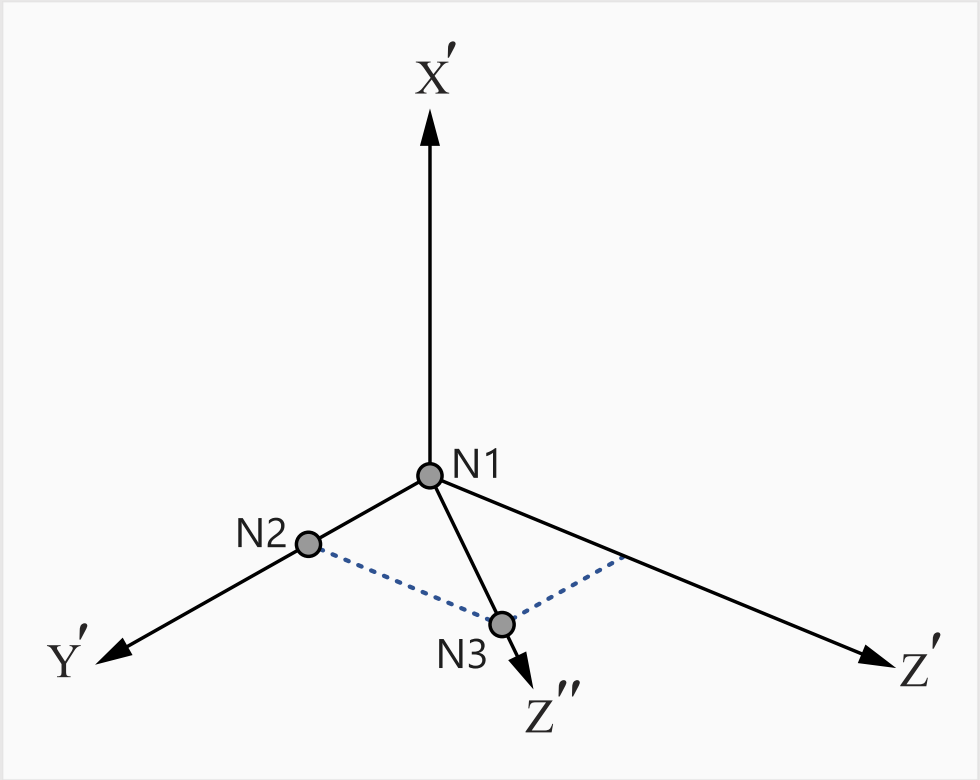


図 *377: Dir=Y*を使用した移動座標系

- *Dir*=Zの場合

  node_ID$_1$*1*および*node_ID*$_2$*2*によって以下が定義されます: $\mathbf{Z}'$

  node_ID$_1$*1*および*node_ID*$_3$*3*によって以下が定義されます: $\mathbf{X}''$

  $$\mathbf{Y}' = \mathbf{X}'' \Lambda \mathbf{Z}'$$

  $$\mathbf{X}' = \mathbf{Y}' \Lambda \mathbf{Z}'$$

  スキューは$\mathbf{X}'$、$\mathbf{Y}'$およびによって定義されます。$\mathbf{Z}'$

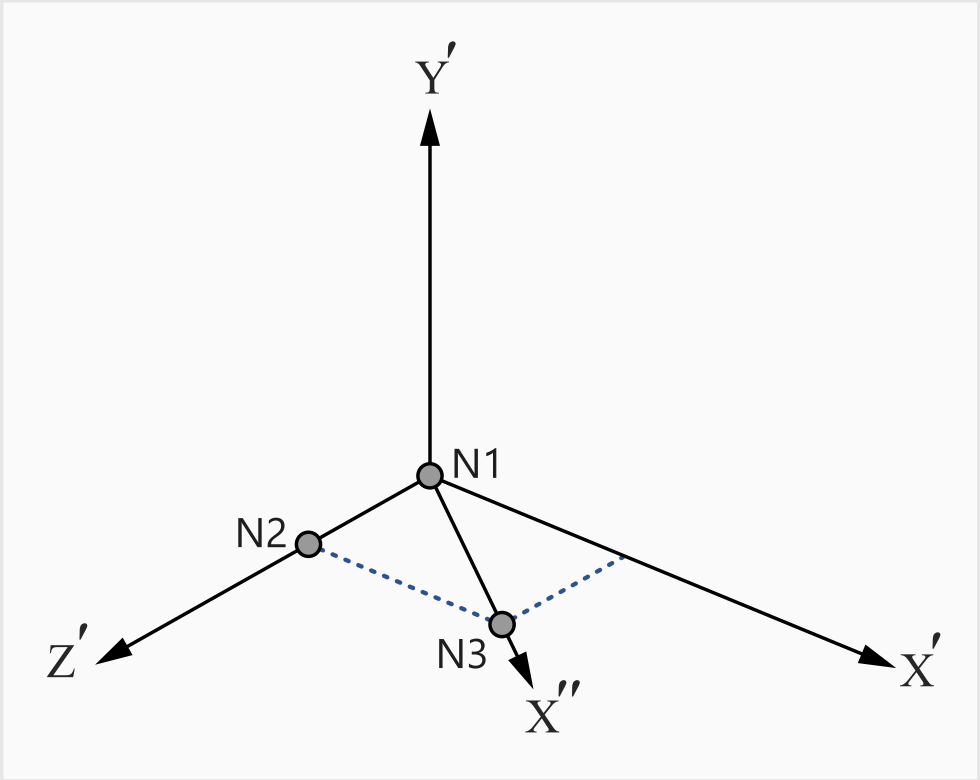


図 *378: Dir=Z*を使用した移動座標系

9. 2次元解析では、N_1とN_2が$\mathbf{Y}''$を定義します。

10. 参照フレーム識別子は、すべてのスキュー識別子と異なる必要があります。

See Also

スキューとフレーム（/SKEW & /FRAME）

/FRAME/MOV2

ブロックフォーマットのキーワード
移動フレームを記述します。参照フレームに対する相対的な移動です。移動フレーム定義は、/FRAME/MOVとは異なります。8

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/FRAME/MOV2/*frame_ID*									
frame_title									
node_ID$_1$1	*node_ID*$_2$2	*node_ID*$_3$3							

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
frame_ID	参照フレーム識別子は、すべてのスキュー識別子と異なる必要があります。 （整数、最大10桁）	
frame_title	参照フレームのタイトル （文字、最大100文字）	
node_ID$_1$1	節点識別子N_1 （整数）	
node_ID$_2$2	節点識別子N_2 （整数）	
node_ID$_3$3	節点識別子N_3 （整数）	

コメント

1. 移動参照フレームを$\Lambda_t(A, \mathbf{u}, \mathbf{v}, \mathbf{w})$とします。
2. 時間*t*ごとに、フレームの位置と方向を、元の位置x_Aおよび回転（方向）マトリックス$\mathbf{R}$によって決定します。
3. $\mathbf{w}$を、λの瞬間回転速度とします。
4. 時間*t*ごとに、フレームを基準とするポイント*M*の局所座標系$\mathbf{x}_l$は、全体座標系の座標$\mathbf{x}_G$に以下のように関連付けられます：

$$\mathbf{x}_G = \mathbf{x}_A + \mathbf{R}\mathbf{x}_l \qquad (1238)$$

5. フレームを基準とする時間0と*t*間の*M*の相対変位$\mathbf{u}_l = \mathbf{x}_l - \mathbf{x}_l^0$は、全体座標系における変位に以下のように関連付けられます:

$$\mathbf{u}_G = \mathbf{u}_A + (\mathbf{R} - \mathbf{R}^0)\mathbf{x}_l + \mathbf{R}\mathbf{u}_l \quad (1239)$$

6. フレームを基準にする*M*の相対速度は、全体座標系における速度に以下のように関連付けられます:

$$\mathbf{R}\mathbf{v}_l = \mathbf{v}_G - \mathbf{v}_e \quad (1240)$$

ここで、$\mathbf{v}_e = \mathbf{v}_A + \boldsymbol{\omega} \times \mathbf{AM}$は、駆動速度、すなわち時間*t*における*M*に一致し、参照フレームに対して固定されたポイントの速度です。

7. フレーム*M*を基準にする*M*の相対加速度は、全体座標系における加速度に以下のように関連付けられます:

$$\mathbf{R}\boldsymbol{\gamma}_l = \boldsymbol{\gamma}_G - \boldsymbol{\gamma}_e - \boldsymbol{\gamma}_c \quad (1241)$$

ここで、

$\boldsymbol{\gamma}_e = \boldsymbol{\gamma}_A + d\boldsymbol{\omega}/dt \times \mathbf{AM} + \boldsymbol{\omega} \times (\boldsymbol{\omega} \times \mathbf{AM})$
駆動加速度

$\boldsymbol{\gamma}_c = 2\boldsymbol{\omega} \times \mathbf{v}_{relative}$
コリオリカによる相対加速度

8. 移動参照フレームは、参照フレームの位置と方向が時間によって変化し、N_1、N_2、N_3によって定義されます。

フレームの原点は、N_1の位置によって定義されます。

node_ID$_1$*1*および*node_ID*$_2$*2*によって以下が定義されます: $\mathbf{Z}'$

node_ID$_1$*1*および*node_ID*$_3$*3*によって以下が定義されます: $\mathbf{X}''$

$$\mathbf{Y}' = \mathbf{Z}' \Lambda \mathbf{X}'' \quad (1242)$$

$$\mathbf{X}' = \mathbf{Y}' \Lambda \mathbf{Z}' \quad (1243)$$

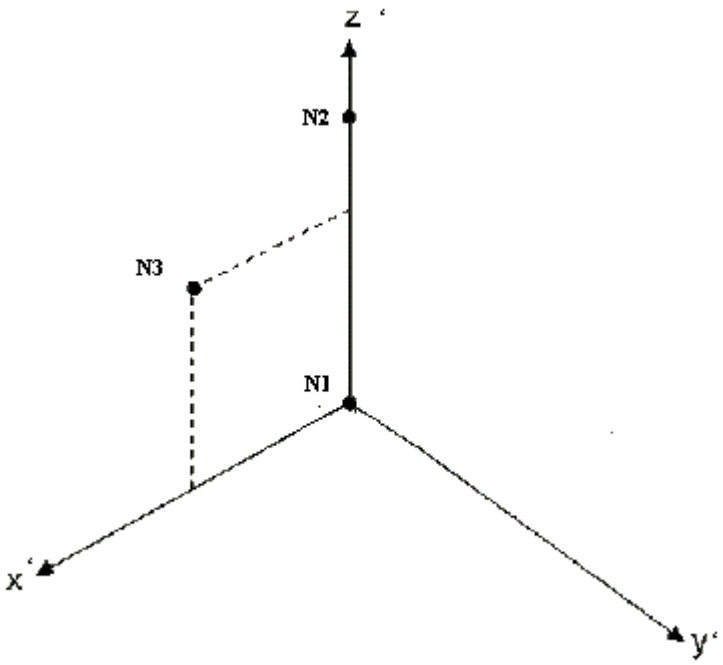


図 *379:*

参照フレーム識別子は、すべてのスキュー識別子と異なる必要があります。

See Also

スキューとフレーム（/SKEW & /FRAME）

/FRAME/NOD

ブロックフォーマットのキーワード
節点によって定義される移動フレームを記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/FRAME/NOD/*frame_ID*									
frame_title									
node_ID$_1$1	*node_ID*$_2$2	*node_ID*$_3$3							
X_1		Y_1		Z_1					
X_2		Y_2		Z_2					

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
frame_ID	参照フレームの識別子 （整数、最大10桁）	
frame_title	参照フレームのタイトル （文字、最大100文字）	
node_ID$_1$1	節点識別子N_1 （整数）	
node_ID$_2$2	節点識別子N_2 （整数）	
node_ID$_3$3	節点識別子N_3 （整数）	
X_1	右記のフレーム軸のX成分；$\mathbf{Y}'$ （実数）	
Y_1	右記のフレーム軸のY成分；$\mathbf{Y}'$ （実数）	
Z_1	右記のフレーム軸のZ成分；$\mathbf{Y}'$	

フィールド	内容	**SI** 単位の例
	（実数）	
X_2	右記の軸のX成分；$\mathbf{Z}'$ （実数）	
Y_2	右記の軸のY成分；$\mathbf{Z}'$ （実数）	
Z_2	右記の軸のZ成分；$\mathbf{Z}'$ （実数）	

コメント

1. *node_ID*$_2$*2* = 0または*node_ID*$_3$*3* = 0の場合、行4および5が読み込まれます。
2. *node_ID*$_2$*2* ≠ 0、および*node_ID*$_3$*3* ≠ 0の場合、フレームは移動フレームのように3節点によって定義されます。フレームは、原点とする*node_ID*$_1$*1*に厳密に結合されます。
3. *node_ID*$_2$*2* = 0および*node_ID*$_3$*3* = 0の場合、フレームは*node_ID*$_1$*1*によって定義され、その方向は、2つのベクトル（$\mathbf{Y}'$および$\mathbf{Z}'$）によって、固定フレームと同様に定義されます。
4. フレームの並進および回転は、*node_ID*$_1$*1*の変位および方向のみに依存します。

See Also

スキューとフレーム（/SKEW & /FRAME）

スキュー

ブロックフォーマットのキーワード

/SKEW/FIX

ブロックフォーマットのキーワード
固定スキューフレームを記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/SKEW/FIX/*skew_ID*/*unit_ID*									
skew_title									
Ox		*Oy*		*Oz*					
X_1		Y_1		Z_1					
X_2		Y_2		Z_2					

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
skew_ID	スキューの識別子 このIDは、すべてのフレーム（/FRAME/FIX）識別子と異なる必要があります。 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
skew_title	スキューのタイトル （文字、最大100文字）	
Ox	スキュー原点O'のX座標 （実数）	[m]
Oy	スキュー原点O'のY座標 （実数）	[m]
Oz	スキュー原点O'のZ座標	[m]

フィールド	内容	**SI** 単位の例
	（実数）	
X_1	スキュー$\mathbf{Y}'$軸のX成分 （実数）	
Y_1	スキュー$\mathbf{Y}'$軸のY成分 （実数）	
Z_1	スキュー$\mathbf{Y}'$軸のZ成分 （実数）	
X_2	スキュー$\mathbf{Z}'$軸のX成分 （実数）	
Y_2	スキュー$\mathbf{Z}'$軸のY成分 （実数）	
Z_2	スキュー$\mathbf{Z}'$軸のZ成分 （実数）	

コメント

1. 固定スキューでは、スキュー座標系は固定されており、$\mathbf{Y}'$と$\mathbf{Z}'$で定義します。任意の長さのベクトルを指定できます。
2. 固定スキューでは、入力は$\mathbf{Y}'$軸と$\mathbf{Z}'$軸で、$\mathbf{X}'$軸は次のように計算されます：

$$\mathbf{X}' = \mathbf{Y}' \wedge \mathbf{Z}' \tag{1244}$$

$\mathbf{Y}'$ は次のように再計算されます：

$$\mathbf{Y}'' = \mathbf{Z}' \wedge \mathbf{X}' \tag{1245}$$

3. 新しい固定スキューは$\mathbf{X}'$、$\mathbf{Y}''$、$\mathbf{Z}'$で定義されます。
4. スキュー原点O′は円筒座標系にあるスキューのある条件を定義する時に有用です。

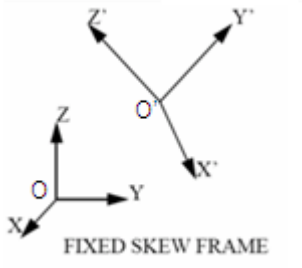


図 *380:*

See Also

スキューとフレーム（/SKEW & /FRAME）

RD-E：1300 ショックチューブ

RD-E：2300 ブレーキ

/SKEW/MOV

ブロックフォーマットのキーワード
移動局所座標系を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/SKEW/MOV/*skew_ID*									
skew_title									
node_ID$_1$*1*	*node_ID*$_2$*2*	*node_ID*$_3$*3*	*Dir*						

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
skew_ID	スキューの識別子 （整数、最大10桁）	
skew_title	スキューのタイトル （文字、最大100文字）	
node_ID$_1$*1*	節点識別子N_1*1* （整数）	
node_ID$_2$*2*	節点識別子N_2*2* （整数）	
node_ID$_3$*3*	節点識別子N_3*3* （整数）	
Dir	*X*、*Y*、*Z* N_1N_2軸の局所方向を定義 デフォルト = X（テキスト）	

コメント

1. 移動スキューは、3つの節点で定義された局所座標系を定義します。毎回、これらの節点の実際の位置に基づいて、スキューの実際の方向が計算し直されます。
2. 移動スキューでは、スキュー座標は移動し、節点識別子*node_ID*$_1$*1*、*node_ID*$_2$*2*、*node_ID*$_3$*3*で定義します。
   軸定義は、*Dir*の入力に依存します。

- *Dir*=Xの場合

  node_ID$_1$*1*および*node_ID*$_2$*2*によって以下が定義されます: $\mathbf{X}'$

  node_ID$_1$*1*および*node_ID*$_3$*3*によって以下が定義されます: $\mathbf{Y}''$

  $$\mathbf{Z}' = \mathbf{X}' \Lambda \mathbf{Y}''$$

  $$\mathbf{Y}' = \mathbf{Z}' \Lambda \mathbf{X}'$$

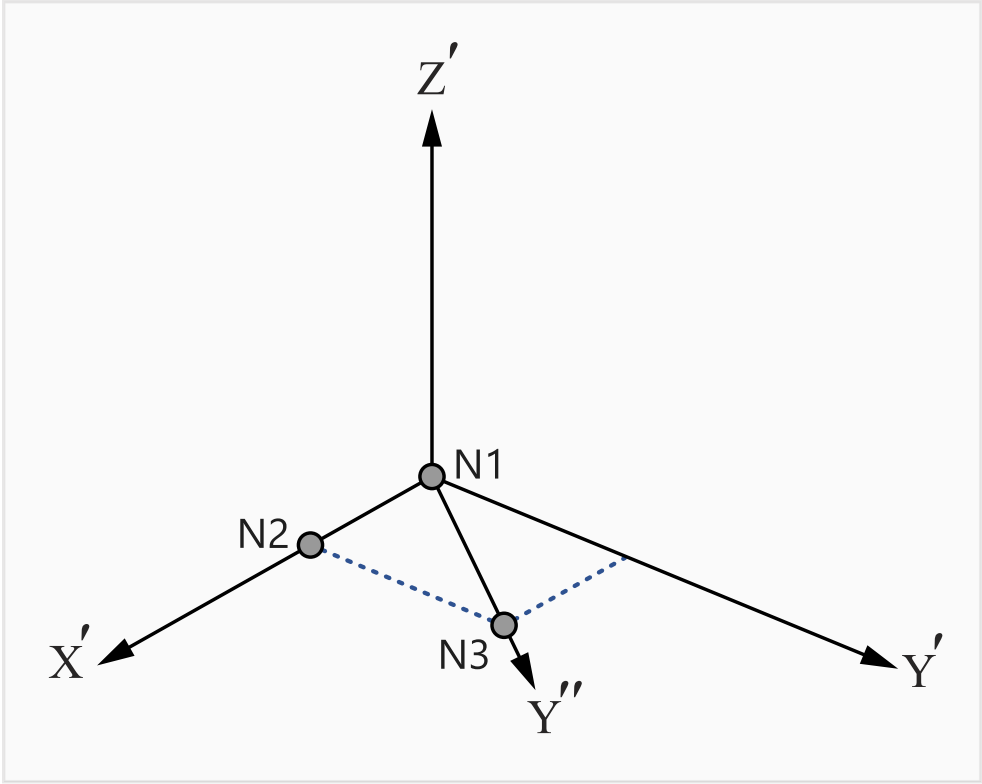


図 *381: Dir=X*を使用した移動座標系

- *Dir*=Yの場合

  node_ID$_1$*1*および*node_ID*$_2$*2*によって以下が定義されます: $\mathbf{Y}'$

  node_ID$_1$*1*および*node_ID*$_3$*3*によって以下が定義されます: $\mathbf{Z}''$

  $$\mathbf{X}' = \mathbf{Z}'' \Lambda \mathbf{Y}'$$

  $$\mathbf{Z}' = \mathbf{X}' \Lambda \mathbf{Y}'$$

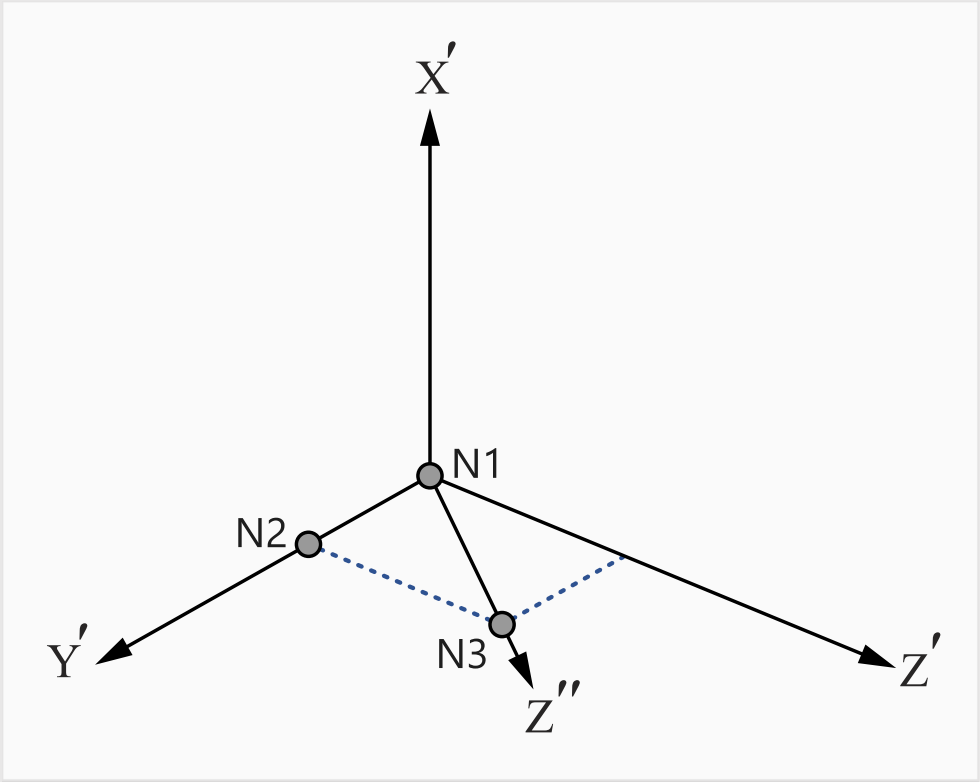


図 *382: Dir=Y*を使用した移動座標系

- *Dir*=Zの場合

  node_ID$_1$*1*および*node_ID*$_2$*2*によって以下が定義されます: $\mathbf{Z}'$

  node_ID$_1$*1*および*node_ID*$_3$*3*によって以下が定義されます: $\mathbf{X}''$

  $$\mathbf{Y}' = \mathbf{X}'' \Lambda \mathbf{Z}'$$

  $$\mathbf{X}' = \mathbf{Y}' \Lambda \mathbf{Z}'$$

  スキューは$\mathbf{X}'$、$\mathbf{Y}'$およびによって定義されます。$\mathbf{Z}'$

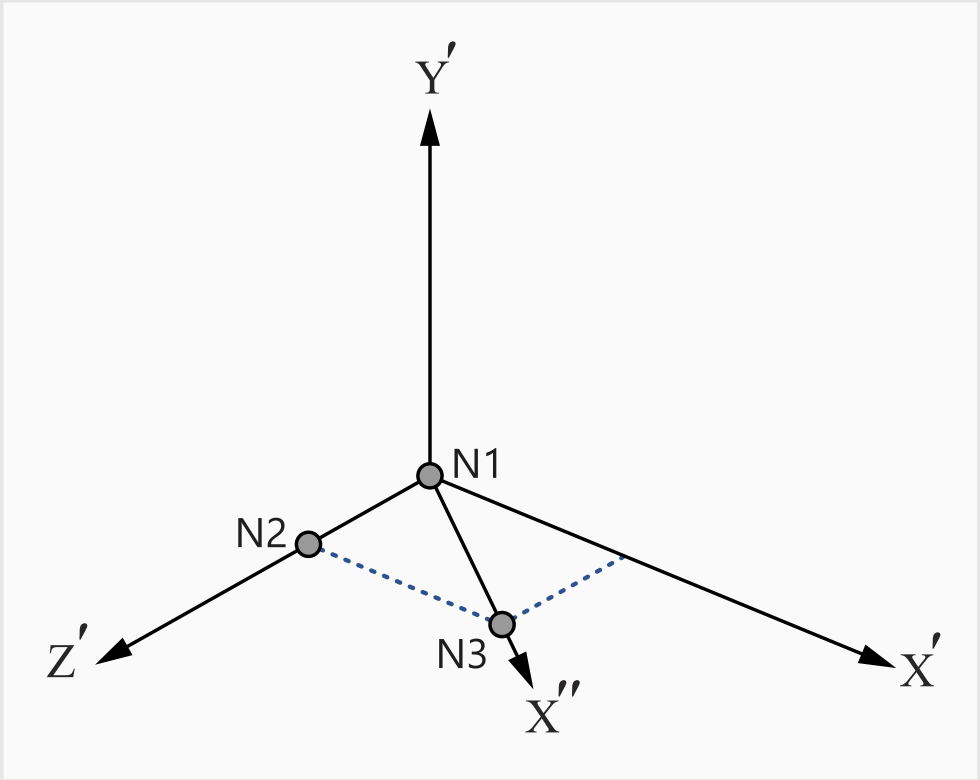


図 *383: Dir=Z*を使用した移動座標系

3. 円筒座標系内のスキューに関する条件を定義する時、円筒座標の軸が節点N1を通ると仮定されます。

See Also

スキューとフレーム（/SKEW & /FRAME）

/SKEW/MOV2

ブロックフォーマットのキーワード
移動局所座標系を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/SKEW/MOV2/*skew_ID*									
skew_title									
node_ID$_1$1	*node_ID*$_2$2	*node_ID*$_3$3							

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
skew_ID	スキューの識別子 （整数、最大10桁）	
skew_title	スキューのタイトル （文字、最大100文字）	
node_ID$_1$1	節点識別子N_1 （整数）	
node_ID$_2$2	節点識別子N_2 （整数）	
node_ID$_3$3	節点識別子N_3 （整数）	

コメント

1. 移動スキューは、3つの節点で定義された局所座標系を定義します。毎回、これらの節点の実際の位置に基づいて、スキューの実際の方向が計算し直されます。
2. 3次元では、スキューは次のように定義されます。

   node_ID$_1$1および*node_ID*$_2$2によって以下が定義されます：$\mathbf{Z}'$

   node_ID$_1$1および*node_ID*$_3$3によって以下が定義されます：$\mathbf{X}''$

$$\mathbf{Y}' = \mathbf{Z}' \Lambda \mathbf{X}'' \tag{1246}$$

$$\mathbf{X}' = \mathbf{Y}' \Lambda \mathbf{Z}' \tag{1247}$$

3. 円筒座標系内のスキューに関する条件を定義する時、円筒座標の軸が節点N_1を通ると仮定されます。

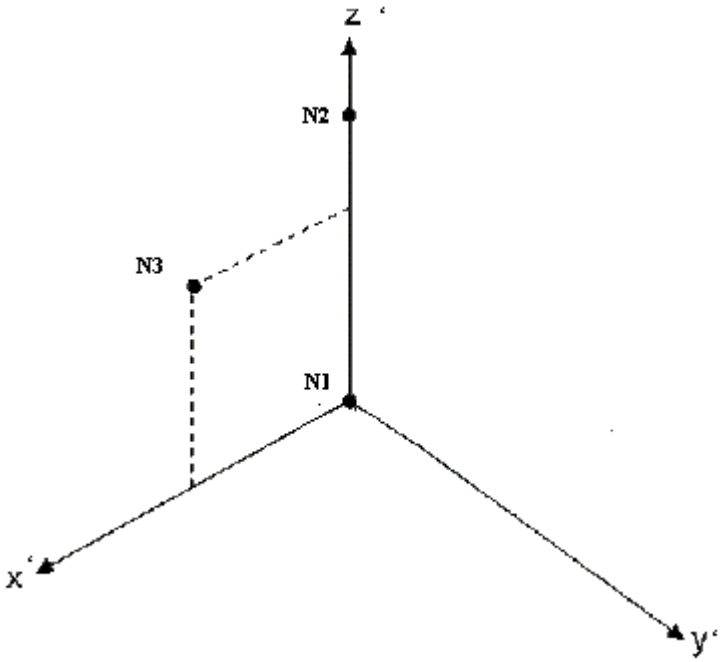


図 *384:*

See Also

スキューとフレーム（/SKEW & /FRAME）

シートベルト

ブロックフォーマットのキーワード

/RETRACTOR/SPRING

ブロックフォーマットのキーワード
材料/MAT/LAW114とプロパティ/PROP/TYPE23を使用して定義されたシートベルト用の1Dリトラクターを定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/RETRACTOR/SPRING/*retractor_ID*/*unit_ID*									
retractor_title									
El_ID	*node_ID*	*Elem_size*							
sens_ID$_1$*1*	*Pull_Lock*		*fct_ID*$_1$	*fct_ID*$_2$	*Yscale*$_1$		*Xscale*$_1$		
sens_ID$_2$*2*	*Typ_pre*	*Fmax*		*fct_ID*$_3$	*Yscale*$_2$		*Xscale*$_2$		

定義

フィールド	内容	SI単位の例
retractor_ID	リトラクターの識別子。 （整数）	
unit_ID	（オプション）単位の識別子。 （整数）	
retractor_title	リトラクターのタイトル。 （文字、最大100文字）	
El_ID	初期状態でリトラクターに結合されている要素のID。 （整数、最大10桁）	
node_ID	固定節点ID。1 （整数）	
Elem_size	解放される要素のターゲット要素サイズ。4 （実数）	[m]

フィールド	内容	**SI**単位の例
sens_ID$_1$*1*	リトラクターロック用センサーの識別子。3 （整数）	
Pull_Lock	ロック前に許可されているシートベルト解放量。6 （実数）	[m]
fct_ID$_1$	リトラクターがロックされている時の引き出し長さと載荷力スケールファクターの関係を定義する関数の識別子。5 （整数）	
fct_ID$_2$	リトラクターがロックされている時の引き出し長さと除荷力スケールファクターの関係を定義する関数の識別子。5 （整数）	
Yscale$_1$	リトラクター力。 *fct_ID*$_1$= 0の場合：一定の力（デフォルト = 0） *fct_ID*$_1$ ≠ 0の場合：*fct_ID*$_1$と*fct_ID*$_2$の縦軸スケールファクター（デフォルト = 1）。 （実数）	[N]
Xscale$_1$	関数*fct_ID*$_1$と*fct_ID*$_2$の横軸スケールファクター。 デフォルト = 1（実数）	[m]
sens_ID$_2$*2*	プリテンションのアクティブ化に使用されるセンサー識別子。7 （整数）	
Typ_pre	プリテンショナーのタイプ。8 *= 0* プリテンションなし。 *= 1* プリテンションは、引き込み長さと時間の関数で定義されます。 *= 2* プリテンションは、力と時間の関数またはリトラクター力のうち大きい方です。 *= 3* プリテンションは、力と時間の関数またはリトラクター力のうち大きい方、および*Pull_Lock*解放です。 *= 4* プリテンションは、力と時間の関数とリトラクター力の合計です。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 5 プリテンションは、エネルギーと時間の関数で定義されます。 デフォルト =（整数）	
Fmax	プリテンショナーロックのための最大リトラクター力（*Typ_pre* = 1と5の場合のみ）。 （実数）	[N]
fct_ID$_3$	プリテンションを時間の関数、力vs時間の関数、長さvs時間の関数、またはエネルギーvs時間の関数として定義する関数の識別子。8 （整数）	
Yscale$_2$	関数*fct_ID*$_3$の縦軸スケールファクター。 （実数）	[N]、[m]または[J]
Xscale$_2$	関数*fct_ID*$_3$の横軸スケールファクター。 （実数）	[s]

コメント

1. リトラクターは、最初にリトラクターに結合される1つのスプリングシートベルト要素と、リトラクターの位置の定義に使用される節点*node_ID*によって定義されます。要素*El_ID*は、最初に節点*node_ID*と同じ位置にある節点を有している必要があります。*node_ID*は、シートベルト要素の節点であってはいけません。
2. シートベルトスプリング要素は、実行時に解放されるように、リトラクター内に初期配置できます。これらの要素は自動的に検出され、リトラクターから解放されるまで非アクティブ化されます。シートベルトのこの部分は、要素*El_ID*に結合されている必要があり、これらの要素の節点は節点*node_ID*と同じ位置にある必要があります。
3. 初期リトラクター力は、*Yscale*$_1$によって定義する（*fct_ID*$_1$=0の場合）か、*fct_ID*$_1$(x=0) * *Yscale*$_1$の1つ目のポイントによって定義することができます。
4. リトラクターがロック解除されているときは、リトラクターにかかる力が一定になるように、リトラクター内の要素の基準長さが調整されます。
5. リトラクター内の要素サイズが*Elem_size*に達すると、新しい要素が解放されます。解放する要素がない場合、リトラクター内の最後の要素は増大し続けることができます。

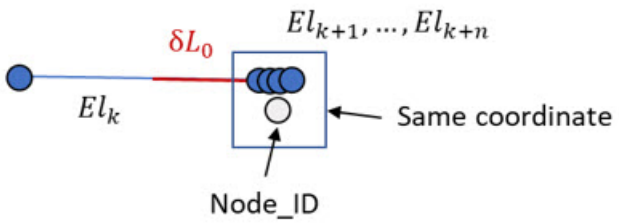


図 *385:*

6. センサー*sens_ID*$_1$*1*のアクティブ化後に、解放されたシートベルトの量が*Pull_Lock*の値に達すると、リトラクターはロックされます。
7. リトラクターがロックされているとき、リトラクターにかけられる力は*fct_ID*$_1$と*fct_ID*$_2$によって定義されます。力と引き出し長さの関係は次のとおりです:
   - 載荷の場合:

$$F_{retractor} = Yscale_1.fct\_ID_1\left(\frac{Locked\_pullout}{Xscale_1}\right) \quad (1248)$$

   - 除荷の場合:

$$F_{retractor} = Yscale_1.fct\_ID_2\left(\frac{Locked\_pullout}{Xscale_1}\right) \quad (1249)$$

8. センサー*sens_ID*$_2$*2*がアクティブ化されている場合、リトラクターはプリテンショナーとしても機能できます。リトラクターは、シートベルトをリトラクター内に引き込むための力をかけます:
   - *Typ_pre* = 1の場合:

     関数*fct_ID*$_3$は、引き込まれるシートベルトの長さを時間の関数として定義します。シートベルトにかかる力が大きくなりすぎないように、リトラクター内の力が*Fmax*に達すると、プリテンションが非アクティブになります。

$$F_{total} = Yscale_2.fct\_ID_3\left(\frac{t}{Xscale_2}\right) \quad (1250)$$

   - *Typ_pre* = 2の場合:

     関数*fct_ID*$_3$は、引き込み力を時間の関数として定義します。要素内の全体の力は、リトラクター力と*fct_ID*$_3$で定義されたプリテンション力のうち大きい方です。

$$F_{total} = \max\left[F_{retractor}, Yscale_3.fct\_ID_3(\frac{t}{Xscale_2})\right] \quad (1251)$$

   - *Typ_pre* = 3の場合:

     要素内の全体の力は、*Typ_pre* = 2の場合と同じですが、リトラクターがロックされる前に、シートベルトは*Pull_Lock*の値で解放されます。
   - *Typ_pre* = 4の場合:

     関数*fct_ID*$_3$は、引き込み力を時間の関数として定義します。要素内の全体の力は、リトラクター力と*fct_ID*$_3$によって定義されたプリテンション力の合計です。

$$F_{total} = F_{retractor} + Yscale_2.fct\_ID_3(\frac{t}{Xscale_2}) \quad (1252)$$

   - *Typ_pre* = 5の場合:

     関数*fct_ID*$_3$は、引き込みエネルギーを時間の関数として定義します。*Fmax*は、要素内の作用が過大にならず、*Fmax*の値に達したときに、プリテンションが非アクティブとなるように定義できます。引き込みエネルギーは次のように定義されます:

$$Yscale_2\left(fct\_ID_3\left(\frac{t}{Xscale_1}\right)\right) = \int_{t\_prentens}^{t}\left(F_{total}(t).\Delta_{pullin}(t)dt\right) \quad (1253)$$

   - プリテンションが非アクティブになると、リトラクターもロックされます。*fct_ID*$_1$と*fct_ID*$_2$の横軸は、プリテンションが非アクティブとなる力の値で開始されるようにシフトされます。

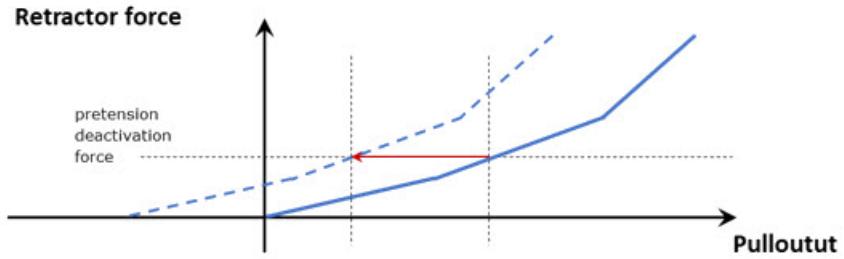


図 *386:*

9. スプリングシートベルト要素がリトラクター内にあるときは、粘性は非アクティブ化されます。
10. スプリング要素がリトラクターに結合される場合、その参照長さL_0は変更されます。引き込み時に、剛性が無限になり、時間ステップが小さくなりすぎることを防止するため、シートベルト材料内で定義された$L_{\min}$から計算された最大値が剛性に使用されます。

$$K = \frac{k}{\max(L_{\min}, L_0)} \tag{1254}$$

See Also
2022の新しいキーワード

/SLIPRING/SPRING

ブロックフォーマットのキーワード

/MAT/LAW114と/PROP/TYPE23を使用して定義されたシートベルト要素の1Dスリップリングを定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/SLIPRING/SPRING/*slipring_ID*/*unit_ID*									
slipring_title									
El_ID1	*El_ID2*	*node_ID*$_1$*1*	*node_ID*$_2$*2*	*sens_ID*	*Fl_flag*	*A*		*Ed_factor*	
fct_ID$_1$	*fct_ID*$_2$	*Fric_d*		*Xscale*$_1$		*Yscale*$_2$		*Xscale*$_2$	
fct_ID$_3$	*fct_ID*$_4$	*Fric_s*		*Xscale*$_3$		*Yscale*$_4$		*Xscale*$_4$	

定義

フィールド	内容	SI単位の例
slipring_ID	スリップリングの識別子。 （整数、最大10桁）	
unit_ID	（オプション）単位の識別子。 （整数、最大10桁）	
slipring_title	スリップリングのタイトル。 （文字、最大100文字）	
El_ID1	スリップリングの1つ目の要素のID。 （整数、最大10桁）	
El_ID2	スリップリングの2つ目の要素のID。 （整数、最大10桁）	
node_ID$_1$*1*	固定節点のID。 （整数、最大10桁）	
node_ID$_2$*2*	スリップリングの方向を示す節点のID（オプション）。 （整数、最大10桁）	
sens_ID	スリップリングをロックするために使用されるセンサーの識別子。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 0 スリップリングはロック解除されています。 （整数）	
Fl_flag	スライド方向を制御するフラグ *= 0*（デフォルト） 両方向に滑ります。 *= 1* *El_ID1*から*El_ID2*の方向にのみ滑ります。 *= 2* *El_ID2*から*El_ID1*の方向にのみ滑ります。 （整数）	
A	クーロン摩擦スケールファクター。 （実数）	
Ed_factor	クーロン摩擦の指数減衰係数。 （実数）	$\left[\frac{s}{m}\right]$
fct_ID_1	動的クーロン摩擦係数を時間の関数として定義する関数の識別子。 （整数）	
fct_ID_2	動的クーロン摩擦係数を垂直抗力の関数として定義する関数の識別子。 （整数）	
Fric_d	動的クーロン摩擦係数。 fct_ID_1 = 0の場合：一定の値（デフォルト = 0）。 fct_ID_1 > 0の場合：関数fct_ID_1の縦軸スケールファクター（デフォルト = 1）。 （実数）	
$Xscale_1$	関数fct_ID_1の横軸スケールファクター。 デフォルト = 1（実数）	
$Yscale_2$	関数fct_ID_2の縦軸スケールファクター。 デフォルト = 1（実数）	
$Xscale_2$	関数fct_ID_2の横軸スケールファクター。 デフォルト = 1（実数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
fct_ID$_3$	静的クーロン摩擦係数を時間の関数として定義する関数の識別子。 （整数）	
fct_ID$_4$	静的クーロン摩擦係数を垂直抗力の関数として定義する関数の識別子。 （整数）	[s]
Fric_s	静的クーロン摩擦係数。 *fct_ID*$_3$ = 0の場合：一定の値（デフォルト = 0）。 *fct_ID*$_3$ > 0の場合：関数*fct_ID*$_2$の縦軸スケールファクター（デフォルト = 1）。 （実数）	[N]
Xscale$_3$	関数*fct_ID*$_3$の横軸スケールファクター。 デフォルト = 1（実数）	
Yscale$_4$	関数*fct_ID*$_4$の縦軸スケールファクター。 デフォルト = 1（実数）	[s]
Xscale$_4$	関数*fct_ID*$_4$の横軸スケールファクター。 デフォルト = 1（実数）	[N]

コメント

1. スリップリングは、最初にスリップリングに結合される2つのスプリングシートベルト要素*El_ID1*、*El_ID2*によって定義され、節点*node_ID*$_1$*1*によってスリップリングの位置が決定されます。2つの要素*El_ID1*と*EL_ID2*の間の共通節点は、*node_ID*$_1$*1*と同じ座標である必要があります。
2. *node_ID*$_1$*1*と*node_ID*$_2$*2*は、シートベルトスプリングコンポーネントの節点であってはいけません。
3. デフォルトでは、スリップリングの回転軸は、$\overrightarrow{n_{def}}$（2つの結合された要素によって定義される平面の法線方向）によって定義されます。

   さらに、スリップリングの回転軸は、*node_ID*$_1$*1*と*node_ID*$_2$*2*の方向によって定義できます。*node_ID*$_1$*1*と*node_ID*$_2$*2*を結ぶ方向と$\overrightarrow{n_{def}}$が成す角度γを使用して摩擦が計算されます。

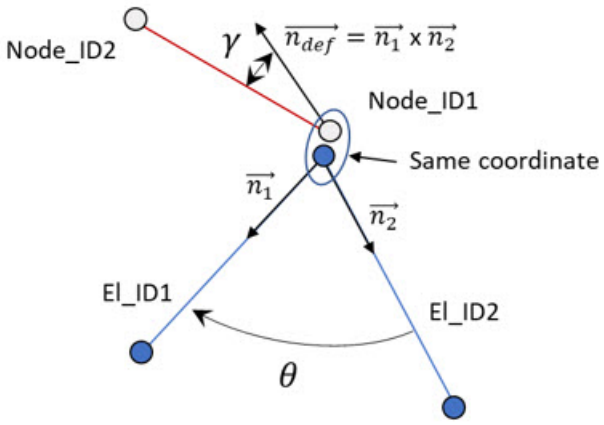


図 *387:*

4. クーロン摩擦係数は次のように計算されます：

$$\mu = (1 + A\gamma 2)\left(\mu_{dyn} + \left(\mu_{stat} - \mu_{dyn}\right)e^{-Ed\_factor|V_{rel}|}\right) \quad (1255)$$

ここで、

μ_{stat}	静止摩擦係数
μ_{dyn}	動摩擦係数
V_{rel}	相対滑り速度

これらはそれぞれ次のように計算されます：

$$\mu_{dyn} = Fric\_d.fct\_ID_1\left(\frac{t}{Xscale_1}\right) + Yscale_2.fct\_ID_2\left(\frac{Fn}{Xscale_2}\right) \quad (1256)$$

$$\mu_{stat} = Fric\_s.fct\_ID_3\left(\frac{t}{Xscale_3}\right) + Yscale_4.fct\_ID_4\left(\frac{Fn}{Xscale_4}\right) \quad (1257)$$

5. スリップリングがロック解除されているときに、流れ（*付き）後の力の差異が流れなしで得られた力の差異より小さい場合、スライドがアクティブ化され、それに応じて材料の流れδL_0が計算されます：

$|F_k{}^* - F_{k-1}{}^*| < |F_k - F_{k-1}|$ ここで、 $\frac{F_k^*}{F_{k-1}^*} = e^{\mu\theta.sign(F_k^* - F_{k-1}^*)}$

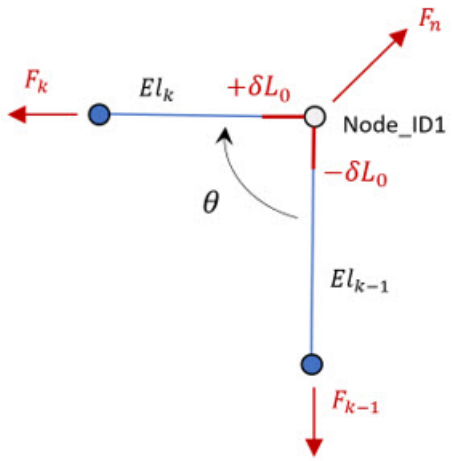


図 *388:*

6. スリップリングの2つのストランドの共通節点は、スリップリング*node_ID*$_1$*1*の固定節点に運動学的に結合されています。他の運動条件は、スリップリング内に入ることができるシートベルト要素のどの節点にも適用できません。
7. 1つのストランドの長さがゼロに達すると、スリップリングは更新されます。このストランドはスリップリングの反対側に再び現れ、その側にそれまで結合されていたストランドはスリップリングを離れます。同時に、新しいスプリングがスリップリング内に入り、移動したスプリングに取って代わります。固定節点の運動条件も、ストランドの新しい共通節点に切り替えられます。前の共通節点は、解放された要素の材料の流れと方向から計算された初速度で解放され、スリップリングの2つの方向$\vec{n_1}$および$\vec{n_2}$と角度θは、この更新によって変更されません。

$$\overrightarrow{V_{ini}} = \frac{\delta L_0}{dt}\vec{n_k} \qquad (1258)$$

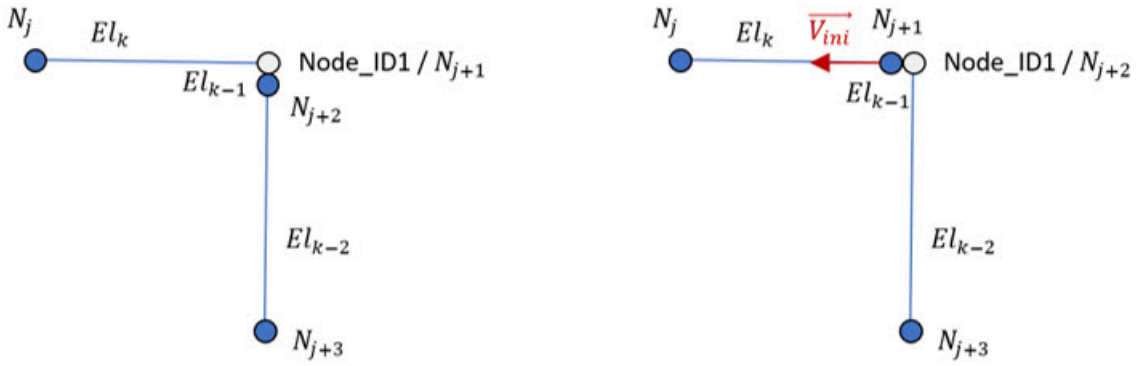


図 *389:*

8. 要素と時間ステップの安定性を確保するために、最大剛性値は、シートベルト材料(`/MAT/LAW114`)で定義された$L_{\min}$とスプリング要素の基準長さL_0から計算されます。

$$K = \frac{k}{\max(L_{\min}, L_0)} \qquad (1259)$$

9. スプリング要素がスリップリング内にあるときは、粘性は非アクティブ化されます。

See Also
2022の新しいキーワード

曲線

ブロックフォーマットのキーワード

/FUNC_2D

ブロックフォーマットのキーワード
スカラー値を定義する関数、またはR^2のサブセットに定義したベクトル値。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/FUNC_2D/*fct2d_ID*									
fct2d_title									
dim									

行ごとの各ポイント

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
X		*Y*		*Z1*		*Z2*		*Z3*	

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
fct2d_ID	2D関数の識別子（必須） （整数、最大10桁）	
fct2d_title	2D関数のタイトル （文字、最大100文字）	
dim	2D関数値の次元 **1** **2** **3**	
X	座標1 （実数）	
Y	座標2	

フィールド	内容	**SI** 単位の例
	（実数）	
Z1	1つ目の基準に沿った2D関数値	
Z2	2つ目の基準に沿った2D関数値。*dim*=2または*3*の場合にのみ使用される	
Z3	3つ目の基準に沿った2D関数値。*dim=3*の場合にのみ使用される	

例

```
/FUNC_2D/1
for density initialization
#       dim
          1
#                   X                   Y                  Z1
#             X-coord             Y-Coord             density
           0.00000000          0.00000000        109.00000000
           0.00195695          0.00000000        114.00000000
           0.00391389          0.00000000        111.00000000
           0.00587084          0.00000000        109.00000000
           0.00782779          0.00000000        114.00000000
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNC_2D/3
for velocity initialization
#       dim
          2
#                   X                   Y                  Z1                  Z2
#             X-coord             Y-Coord          velocity x          velocity y
           0.00097656          0.00097656         -0.00026680         -0.02174114
           0.00097656          0.00292969         -0.00080037         -0.02173459
           0.00097656          0.00488281         -0.00133382         -0.02172149
           0.00097656          0.00683594         -0.00186707         -0.02170185
           0.00097656          0.00878906         -0.00240003         -0.02167567
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#enddata
```

コメント

1. 関数には、任意の数のポイントを含めることができます。

/FUNCT

ブロックフォーマットのキーワード
関数を定義します（例えば、応力（Y軸）をひずみ（X軸）の関数として定義します）。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/FUNCT/*fct_ID*									
fct_title									
X		*Y*							

定義

フィールド	内容	SI単位の例
fct_ID	関数の識別子（必須） （整数、最大10桁）	
fct_title	関数のタイトル （文字、最大100文字）	
X	横軸値 （実数）	
Y	関数値 （実数）	

コメント

1. 関数には、任意の数のポイントを含めることができます。
2. 関数の範囲外で定義された横軸の値は、関数の最後の2点によって定義される傾きによって線形的に外挿されます。横軸値のリストは厳に大きくなければなりません（これは、横軸値を、以前の横軸値より大きくする必要があることを意味します）。
3. 関数とテーブルで同一の識別子を共有することはできません。
4. 関数を参照するオプションは、同様に1次元のテーブルを参照することができ、またその逆も可能です。

See Also

RD-E:1900 波動伝播
RD-E:2000 アイスキューブ
RD-E:2300 ブレーキ

/FUNCT_SMOOTH

ブロックフォーマットのキーワード
荷重とともに使用するスムーズステップ解析関数を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/FUNCT_SMOOTH/*fct_ID*									
fct_title									
Ascalex		*Fscaley*		*Ashiftx*		*Fshifty*			
X_1		Y_1							
X_2		Y_2							
etc.		etc.							
X_N		Y_N							

定義

フィールド	内容	SI単位の例
fct_ID	関数の識別子 （整数、最大10桁）	
fct_title	関数のタイトル （文字、最大100文字）	
Ascalex	横軸のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	
Fscaley	縦軸のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	
Ashiftx	横軸シフト値 デフォルト = 0.0（実数）	
Fshifty	縦軸シフト値 デフォルト = 0.0（実数）	
X_1	関数定義の最初の横軸	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	デフォルト = 0（実数）	
Y_1	関数定義の最初の縦軸 デフォルト = 0（実数）	
X_2	関数定義の2番目の横軸 （実数）	
Y_2	関数定義の2番目の縦軸 （実数）	
X_N	（オプション）N番目の横軸ポイント	
Y_N	（オプション）N番目の縦軸ポイント	

例

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT_SMOOTH/1
Displacement
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#            Ascalex             Fscaley             Ashiftx             Fshifty

#                   X                   Y
                    0                   0
                   .2                  60
                   .4                  20
                   .5                  70
                   .6                  70
                   .8                 0.0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
```

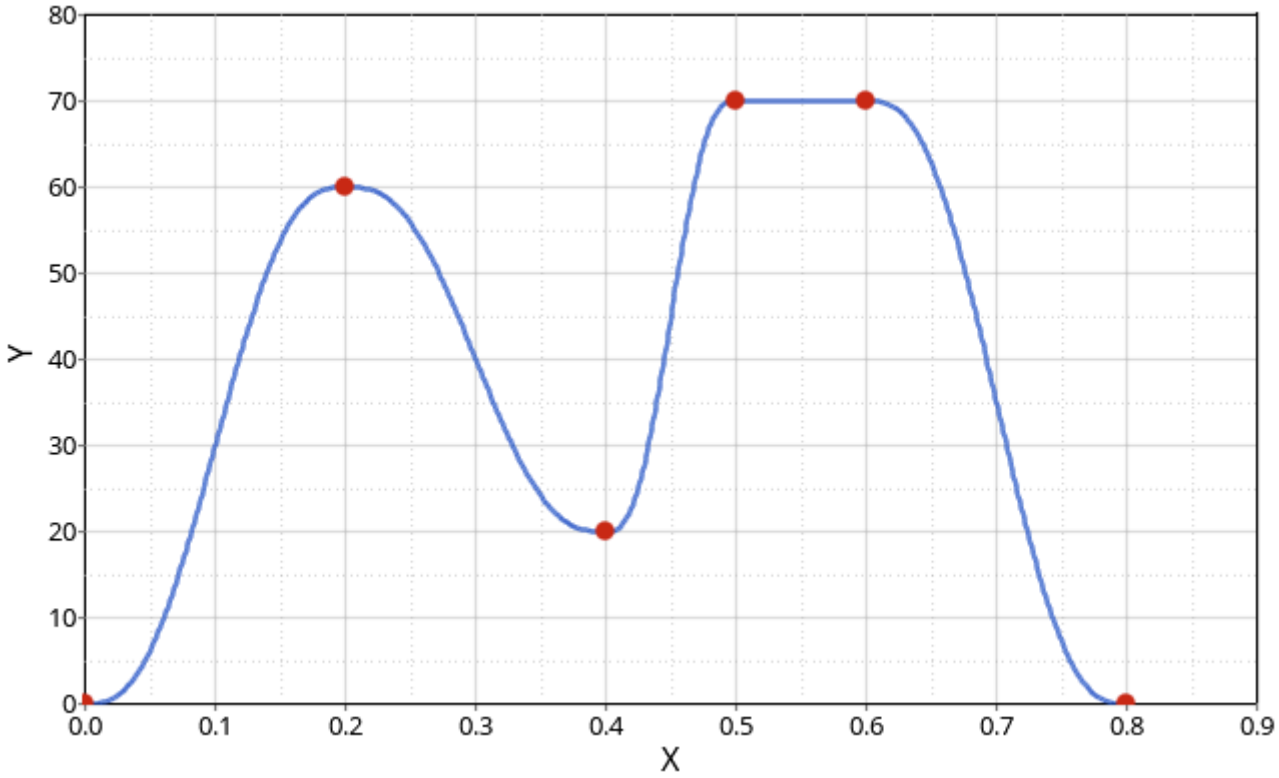


図 *390:* 入力に基づくスムーズステップ関数例

コメント

1. ポイント1および2は必須です。
2. 関数とテーブルで同一の識別子を共有することはできません。
3. この関数は、以下のオプションで使用できます：

   /IMPDISP、/IMPVEL、/IMPACC、/IMPDISP/FGEO、/IMPVEL/FGEO、/IMPVEL/LAGMUL、/PLOAD、/CLOAD、/GRAV、/IMPTEMP、および/IMPFLUX
4. X_1未満の横軸では、縦軸値はY_1です。
5. X_Nより大きい横軸では、縦軸値はY_Nです。
6. 関数は、次のように、まずスケーリングされてからシフトされます。

$$X_{new} = X_{old} \cdot Ascale_x + Ashift_x \qquad (1260)$$

$$Y_{new} = Y_{old} \cdot Fscale_y + Fshift_y \qquad (1261)$$

   ここで、X_{old}およびY_{old}は、関数からの値です。
7. 縦軸は、各タイムステップで計算され、スムーズな関数が得られます。
8. 関数は、以下のように、連続する2つの入力データ値iと$i+1$を使用して計算されます：

   If $x \le X_1$ then $y = Y_1$

   If $X_1 < x < X_N$ then $y = y_i + \left(y_{i+1} - y_i\right) d^3 \left(10 - 15d + 6d^2\right)$

   where, $d = \frac{x - x_i}{x_{i+1} - x_i}$

   If $x \ge X_N$ then $y = Y_N$

/MOVE_FUNCT

ブロックフォーマットのキーワード
関数のスケールとシフトを記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MOVE_FUNCT/*fct_ID*									
move_funct_title									
$Ascale_x$		$Fscale_y$		$Ashift_x$		$Fshift_y$			

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
fct_ID	関数の識別子 （整数、最大10桁）	
move_funct_title	移動関数のタイトル （文字、最大100文字）	
$Ascale_x$	横軸のスケールファクタ デフォルト = 1.0（実数）	
$Fscale_y$	縦軸のスケールファクタ デフォルト = 1.0（実数）	
$Ashift_x$	横軸シフト値 デフォルト = 0.0（実数）	
$Fshift_y$	縦軸シフト値 デフォルト = 0.0（実数）	

コメント

1. このオプションにリンクされた関数は、次のように、まずスケーリングされてからシフトされます。

$$X_{new} = X_{old} \cdot Ascale_x + Ashift_x \quad (1262)$$

$$Y_{new} = Y_{old} \cdot Fscale_y + Fshift_y \quad (1263)$$

ここで、X_{old}とY_{old}は関数*fct_ID*からの値。

2. 関数内の横軸値の最後のリストを大きくすることをお勧め推奨します（これは、関数内の横軸値を、以前の横軸値より大きくする必要があることを意味します）。

/TABLE/0

ブロックフォーマットのキーワード
データポイントを用いて4次元までの表を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/TABLE/0/*table_ID*									
table_title									
dimension	n_1	n_2	n_3	n_4					

dimension = 1の場合、最初 のエントリの値を入力します

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
X_1		X_2		同様					
同様									
		同様		X_{n1}					

dimension = 2の場合、2番目の追加の値を入力します

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Y_1		Y_2		同様					
同様									
		同様		Y_{n2}					

dimension = 3の場合、3番目の追加の値を入力します

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Z_1		Z_2		同様					
同様									
		同様		Z_{n3}					

dimension = 4の場合、4番目の追加の値を入力します

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
W_1		W_2		同様					
同様									
		同様		W_{n4}					

表T(X_i、Y_j、Z_k、W_l)の値を入力します

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
T_1		T_2		同様					
同様									
同様									
								T_k	

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
table_ID	表識別子 （整数、最大10桁）	
table_title	表タイトル （文字、最大100文字）	
dimension	エントリの総数 （整数 ≤ 4）	
n_1, ..., $n_{次元}$	エントリn1、...、$n_{次元}$の値の数 （整数）	
X_i	第1エントリの*ith*の値（1 ≤ i ≤ n_1） （実数）	
Y_j	第2エントリの*ith*の値（1 ≤ i ≤ n_2） （実数）	
Z_k	第3エントリの*ith*の値（1 ≤ i ≤ n_3）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（実数）	
W_I	第4エントリの*ith*の値（1 ≤ i ≤ n_4） （実数）	
T_k	表の*kth*の値（$1 \le k \le n_1 \cdot n_1 \cdot \cdot \cdot n_{dimension}$）。 （実数）	

例

dimension=1の場合、表の値の数*T*は$n_1 = 4$であり、表の値は：

$$T(X = 1.1) = 4$$
$$T(X = 1.2) = 5$$
$$T(X = 1.3) = 6$$
$$T(X = 1.4) = 7$$

dimension=2の場合、表の値の数*T*は$n_1 \cdot n_2 = 4 \times 4 = 16$であり、表の値の一部は：

$$T(X = 1.1, Y = 2.1) = 9 \qquad T(X = 1.1, Y = 2.2) = 13$$
$$T(X = 1.2, Y = 2.1) = 10 \qquad T(X = 1.2, Y = 2.2) = 14$$
$$T(X = 1.3, Y = 2.1) = 11 \qquad T(X = 1.3, Y = 2.2) = 15$$
$$T(X = 1.4, Y = 2.1) = 12 \qquad T(X = 1.4, Y = 2.2) = 16$$

```
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/TABLE/0/1003
table type 0 with dimension 1
#dimension        n1        n2        n3        n4
         1         4         0         0         0
#                  X
                 1.1               1.2               1.3               1.4
#                  T
                   4                 5                 6                 7
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/TABLE/0/1004
table type 0 with dimension 2
#dimension        n1        n2        n3        n4
         2         4         4         0         0
#                  X
                 1.1               1.2               1.3               1.4
#                  Y
                 2.1               2.2               2.3               2.4
#                  T
                   9                10                11                12                13
                  14                15                16                17                18
                  19                20                21                22                23
                  24
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#enddata
```

コメント

1. 関数とテーブルで同一の識別子を共有することはできません。
2. グリッド全体が入力です。N_1, ... $N_{dimension}$ は必須です。*dimension* =1の場合はN_1が必須で、*dimension*=2の場合はN_1とN_2が必須、以下同様となります。
3. 表の次元は、入力エントリの数と同じです。
4. エントリの入力値は、厳密に増加する必要があります。つまり、

   $X_1 < X_2 < \cdots < X_n$

   $Y_1 < Y_2 < \cdots < Y_n$

   $Z_1 < Z_2 < \cdots < Z_n$

   $W_1 < W_2 < \cdots < W_n$
5. 表の値は以下の順番で与えられる必要があります:
   - 最初のエントリの変数が最初
   - 2番目のエントリの変数が2番目
   - 次元のエントリの変数が最後

   例えば、3次元表と4つのエントリをX、Y、およびZで表すとすると、表の値は次の順序で入力する必要があります。

   $T(X_1, Y_1, Z_1)$、$T(X_2, Y_1, Z_1)$、...、$T(X_{n1}, Y_1, Z_1)$

   $T(X_1, Y_2, Z_1)$、$T(X_2, Y_2, Z_1)$、...、$T(X_{n1}, Y_{n2}, Z_1)$

   $T(X_1, Y_1, Z_2)$、$T(X_2, Y_1, Z_2)$、...、$T(X_{n1}, Y_1, Z_2)$

   $T(X_1, Y_2, Z_2)$、...、$T(X_{n1}, Y_2, Z_2)$、...、$T(X_{n1}, Y_{n2}, Z_2)$、...、$T(X_{n1}, Y_{n2}, Z_{n3})$

/TABLE/1

ブロックフォーマットのキーワード
関数および / またはデータポイントを用いて4次元までの表を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/TABLE/1/*table_ID*									
table_title									
dimension									

dimension=1の場合、/FUNCTと同様

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
X_1		Y_1							
同様		同様							
X_n		Y_n							

dimension=2の場合

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
fct_ID_1		A_1						*Scale_y1*	
同様		同様						同様	
fct_ID_n		A_n						*Scale_yn*	

dimension=3の場合

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
fct_ID_1		A_1		B_1				*Scale_y1*	
同様		同様		同様				同様	
fct_ID_n		A_n		B_n				*Scale_yn*	

dimension=4の場合

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
fct_ID$_1$		*A*$_1$		*B*$_1$		*C*$_1$		*Scale_y1*	
同様		同様		同様		同様		同様	
fct_ID$_n$		*A*$_n$		*B*$_n$		*C*$_n$		*Scale_yn*	

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
table_ID	表識別子 （整数、最大10桁）	
table_title	表タイトル （文字、最大100文字）	
dimension	エントリの総数 （整数 ≤ 4）	
X$_i$ - *X*$_n$	*i*th 横軸値（1 ≤ i ≤ n） （実数）	
Y$_i$ - *Y*$_n$	*i*th 縦軸値（1 ≤ i ≤ n） （実数）	
fct_ID$_i$	*i*th 関数識別子（1 ≤ i ≤ n） （実数）	
A$_i$	*i*th Aの値、*fct_ID*$_i$に対応（1 ≤ i ≤ n） デフォルト = 0（実数）	
B$_i$	*i*th Bの値、*fct_ID*$_i$に対応（1 ≤ i ≤ n） デフォルト = 0（実数）	
C$_i$	*i*th Cの値、*fct_ID*$_i$に対応（1 ≤ i ≤ n） デフォルト = 0（実数）	
Scale_yi	*i*番目の関数の横軸のスケールファクター（1 ≤ i ≤ n）	

フィールド	内容	**SI** 単位の例
	デフォルト = 1(実数)	

例

dimension=1の場合、実際は応力-塑性ひずみ曲線

X 塑性ひずみ

Y 応力

dimension=3の場合、塑性ひずみ、ひずみ速度および温度に応じて降伏応力が考慮される

/FUNCTでは

X 塑性ひずみ

Y 応力

/TABLEでは

Ai ひずみ速度

Bi 温度

```
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/TABLE/1/1007
table type 1 with dimension 1 (same like /FUNCT)
#DIMENSION
         1
#                   X                   T
                    0                   0
                  0.1                 210
                  0.2                 220
                  0.3                 225
                  0.5                 228
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/TABLE/1/1008
table type 1 with dimension 3
#DIMENSION
         3
#    FCT_ID                           Y                   Z
       4173                           1                 300                                     1
       4174                           5                 300                                   1.2
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/4173
New FUNCT 4713
#                   X                   Y
                    0                   0
                  0.1                 210
                  0.2                 220
                  0.3                 225
                  0.5                 228
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/FUNCT/4174
New FUNCT 4714
#                   X                   Y
                    0                   0
                  0.1                 210
                  0.2                 220
                  0.3                 225
                  0.5                 228
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#enddata
```

コメント

1. *dimension*=1の入力は関数/FUNCTの入力と同様です。
2. 関数とテーブルで同一の識別子を共有することはできません。
3. 参照される各関数は、または/FUNCTまたは/TABLE/1/*table_ID*および*dimension*=1を介して定義できます。
4. 関連する関数の横軸は、第1エントリと見なされます。次に、入力エントリ*A*、*B*、*C*が第2、3、4エントリと見なされます。
5. 関数は、エントリ*A*、*B*、*C*から考えられる組み合わせそれぞれに関連付ける必要があります。
6. 関数をエントリの組み合わせに関連付けるカードは任意の順序で入力できます。
7. 各関数には、その定義内で一意の間隔と任意の数の点を設定する必要があります。
8. 関数は、表内で参照されるすべての関数の横軸値の総数まで作成されます。各関数は、その最初の2つの点（それぞれの最後の2つの点）によって定義される傾きを使用して線形外挿されます。関数は、その2つの連続する点の間で線形補間されます。

SPH

ブロックフォーマットのキーワード

/SPH/RESERVE

ブロックフォーマットのキーワード
SPH予備粒子を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/SPH/RESERVE/*part_ID*									
Np									

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
part_ID	パート識別子 （整数、最大10桁）	
Np	粒子数 （整数）	

コメント

1. このオプションは/SPH/INOUTを使用する場合に便利です。これにより、識別子"*part_ID*"で指定したパートに関係する非アクティブな粒子が自動的に定義されます。
2. *Np*粒子および補助節点が生成されます。
3. SPMD並列バージョンでは、*Np*粒子および補助節点はそれぞれの SPMDドメインで生成されます。
4. これらの粒子は、time =0の時点では非アクティブです。非アクティブな粒子は他の粒子と相互作用しません（粒子の応力と内部エネルギーは0に設定されます）。
5. これらの粒子は、必要に応じ、流入条件によってアクティブ化するために提供されています。
6. オプション/SPH/RESERVEによって自動的に生成される粒子には、オプション/SPHCELで定義した粒子の最大識別子に1を足した識別子を最初の値とする識別子が設定されます。
7. オプション/SPH/RESERVEによって自動的に生成される補助節点には、オプション/NODEで定義した節点の最大識別子に1を足した識別子を最初の値とする識別子が設定されます。

その他のツール

ブロックフォーマットのキーワード

/ACTIV

ブロックフォーマットのキーワード
要素グループの非アクティブ化 / アクティブ化を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/ACTIV/*activ_ID*/*unit_ID*									
activ_title									
sens_ID	*grbric_ID*	*grquad_ID*	*grshel_ID*	*grtrus_ID*	*grbeam_ID*	*grspr_ID*	*grsh3n_ID*		I_{form}*FORM*

I_{form}*FORM* =2の場合挿入

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
T_{start}*START*		T_{stop}*STOP*							

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
activ_ID	要素非アクティブ化ブロックの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	（オプション）単位識別子 （整数、最大10桁）	
activ_title	要素非アクティブ化ブロックのタイトル （文字、最大100文字）	
sens_ID	センサーの識別子 （整数）	
grbric_ID	3次元ソリッド要素グループの識別子 （整数）	
grquad_ID	2次元ソリッド要素グループの識別子	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	
grshel_ID	シェル要素グループの識別子 （整数）	
grtrus_ID	トラス要素グループの識別子 （整数）	
grbeam_ID	ビーム要素グループの識別子 （整数）	
grspr_ID	スプリング要素グループの識別子 （整数）	
grsh3n_ID	3N シェル要素グループの識別子 （整数）	
I_{form}*FORM*	定式化フラグ = *1*（デフォルト） センサーがアクティブ（ON）になると、要素は非アクティブになります。 =*2* $T > T_{start}$ である際、または*sens_ID*が$T > T_{start} + T_{sensor}$のように定義されている場合、要素はアクティブになります。 $T > T_{stop}$である際、または*sens_ID*が$T > T_{stop} + T_{sensor}$のように定義されている場合、要素は非アクティブになります。 （整数）	
T_{start}*START*	I_{form}*FORM*=2のアクティブ化時間 （実数）	[s]
T_{stop}*STOP*	I_{form}*FORM*=2の非アクティブ化時間 デフォルト = 1.0E+30（実数）	[s]

コメント

1. I_{form}*FORM*= 1：センサーがアクティブ（ON）になると、指定したグループに属する要素はすべて非アクティブになります。これらの要素は削除されません。

   これらは、センサーが非アクティブになると、再度アクティブにすることができます。/SENSORの基準をご参照ください。

I_{form}*FORM*=2:

次の場合、指定したグループに属する要素はすべてアクティブになります:

- $T > T_{start}$
- またはAC$T > T_{start} + T_{sensor}$（センサーが与えられている際）

次の場合、指定したグループに属する要素はすべて非アクティブになります:

- $T > T_{stop}$
- またはAC$T > T_{stop} + T_{sensor}$（センサーが与えられている際）

ここで、T_{sensor}はセンサーのアクティブ化時間です。

2. 非アクティブとなった要素は、どの剛体にも属すことができません。

/ADMAS

ブロックフォーマットのキーワード
節点または節点グループに追加の非構造質量を割り当てます。オプションで、1つのパートまたはパートのグループに対する追加の非構造質量の合計(シェルおよびソリッドのみに適用)を定義したり、サーフェスに面質量を割り当てたりすることができます。その後、Radiossは面積(体積)重み付き分布を使用して、追加節点に基づく質量値を計算します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/ADMAS/*type*/*admas_ID*/*unit_ID*									
admas_title									

type = 0または1の場合

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Mass		*grnd_ID*							

type = 2の場合

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Mass/Area		*surf_ID*							

type = 3または4の場合

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Mass		*grpart_ID*	*IFLAG*						

type = 5の場合

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Mass1		*node_ID1*							
Mass2		*node_ID2*							
同様		同様							
MassN		*node_IDN*							

type = 6または7の場合、追加のリストが表示されます

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Mass1		*part_ID1*	*IFLAG*						
Mass2		*part_ID2*	*IFLAG*						
同様		同様	*IFLAG*						
MassN		*part_IDN*	*IFLAG*						

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
type	入力タイプ *= 0* 節点グループの各節点に質量が追加されます。 *= 1* 節点グループの各節点に質量 /Nが追加されます。 Nは節点グループ内の節点の合計数です。 *= 2* 質量 / 面積 - シェル領域に適用される追加の面質量。 *= 3* パートグループに分布される追加の質量。 *= 4* パートグループに分布される最終質量。2 *= 5* 質量はそれぞれの節点に追加されます。 *= 6* 付加質量はそれぞれのパートグループに分布されます。 *= 7* 最終質量はそれぞれのパートグループに分布されます。2	
admas_ID	付加質量ブロックの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子. （整数、最大10桁）	
admas_title	付加質量ブロックのタイトル （文字、最大100文字）	

フィールド	内容	**SI** 単位の例
Mass	追加質量。 （実数）	$[\mathrm{kg}]$
Mass/Area	単位面積あたりの付加質量 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^2}\right]$
grnd_ID	質量の追加先の節点グループ （整数）	
surf_ID	単位面積あたりの質量の追加先となるサーフェス （整数）	
grpart_ID	質量の追加先のパートグループ （整数）	
node_IDN	質量の追加先の節点 （整数）	
part_IDN	質量の追加先のパート （整数）	
IFLAG	パートの付加質量に対する面積重み付き分布と体積重み付き分布を切り替えるためのフラグ *= 0*（デフォルト） 体積重み付き分布（シェルおよびソリッドパート） *= 1* 面積重み付き分布（シェルパートのみ） （整数）	

コメント

1. このオプションは、2次元軸対称解析では使用できません。
2. 各節点の最終質量は構造質量よりも大きい必要があります。つまり、各節点の非構造質量はゼロより大きい必要があります。非構造質量を追加することによって節点の時間ステップが変化するため、要素の時間ステップは変化しません。
3. `/ADMAS`付加質量および最終質量を使用した場合、パートレベルおよび節点レベルに適用され、要素レベルには適用されません。
4. 質量の面積重み付き分布または体積重み付き分布は、コンポーネントの密度では考慮されません（パートグループに関連付けられます）。したがって、妥当な質量分布にするには、パートグループのコンポーネント内と同じ材料定義およびプロパティ定義にすることをお勧めします。

See Also

RD-E:1200 ジャンプする自転車

RD-E:1600 ダミーポジショニング

/ENCRYPT

ブロックフォーマットのキーワード
入力オプションのためのキーワード暗号化

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/ENCRYPT/*keyid*									
Header string1									
[keyid]Header string2									
[keyid]Header string3									
[keyid]Header string4									
[keyid]Header string5									

定義

フィールド	内容	SI単位の例
keyid	暗号化キーのID	
Header string1	暗号化文字列1 （文字、最大100文字）	
[keyid]Header string2	暗号化文字列2 （文字、最大100文字）	
[keyid]Header string3	暗号化文字列3 （文字、最大100文字）	
[keyid]Header string4	暗号化文字列4 （文字、最大100文字）	
[keyid]Header string5	暗号化文字列5 （文字、最大100文字）	

コメント

1. Altair Simulation FEAプリプロセッサは、暗号化*keyid*および文字列を生成するために使用される必要があります。
2. *keyid*はフォーマット%AB123を使用します。

ここで、AB= 任意の2つの文字、123=任意の3つの数（例：%TY583）

3. *keyid*は、ヘッダー文字列2 – 5の先頭で繰り返されます。
4. /ENCRYPTおよび/KEYは、同じモデル内で同一の*keyid*を使用できません。
5. 以下のエンティティがモデル内で暗号化されます：
   - 任意の材料（/MAT/...）
   - 任意の破壊モデル（/FAIL/...）
   - 任意の粘性モデル（/VISC/...）
   - 任意の状態方程式（/EOS/...）
   - 任意のプロパティ（/PROP/...）
   - 関数/FUNCTおよび/FUNCT_SMOOTH

/KEY

ブロックフォーマットのキーワード
Radiossは、/KEYオプションをサポートします。このフォーマットは、Altair Simulation FEAプリプロセッサによって作成されます。

コメント

1. Radiossには3つの暗号化アルゴリズムが用意されています。いずれのアルゴリズムでも暗号化キーは/KEYキーワードで定義されます。アルゴリズムの選択はキーフォーマットによって決まります:
   - フォーマット%SXxxx
     - 安全性のためにリザーブ(ダミー、モデルなど)、/MATおよび/PROPカードに関係
     - 特別な安全性ライセンスが必要
   - フォーマット%FUxxx
     - /FUNCTカードの暗号化に使用
     - ライセンス不要
   - その他のフォーマット: %XXXX, %xxxx
     - HyperWorksプリプロセッサによる材料カードとプロパティカードに使用可能
     - 標準のアルゴリズムを使用
     - ライセンス不要

   大文字のXは任意の英数字に置き換え可能で、小文字のxは0から9までの任意の数字に置き換え可能です。
2. 詳細については、*HyperCrash*ユーザーズガイドのEncrypt Materials and Properties (and Related Functions when Working in Radioss 5.x Mode)をご参照ください。

/LAGMUL

ブロックフォーマットのキーワード
Lagrange乗数オプションを記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/LAGMUL									
Lagmod	*Lagopt*	*Tol*		*Alpha*		*Alpha_s*			

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
Lagmod	共役勾配法の前処理アルゴリズム = *1*（デフォルト） Choleskyの前処理 = *2* 多項式の一次前処理 （整数）	
Lagopt	Lagrange乗数マトリックスのスケーリングオプション = *0*（デフォルト） スケーリングなし = *1* 対角スケーリング = *2* L2ノルムマトリックス （整数）	
Tol	収束基準 デフォルト = 1.E-11（実数）	
Alpha	反復シフトパラメーター デフォルト = 0.001（実数）	
Alpha_s	初期シフト値 デフォルト = 0.0（実数）	

コメント

1. *Tol*値は、Lagrange乗数によって処理される運動条件に対するソルバー精度のトレランスを定義します。

   /BCS/LAGMUL、/GJOINT、/IMPVEL/LAGMUL、Lagrange乗数法、/MPC、/RWALL/LAGMULおよび /RBODY/LAGMUL

2. と*Alpha_s*は、Choleskyの前処理でのみ使用され、マトリックスの因数分解速度および品質の最適化に使用できます。これらは、不完全な因数分解アルゴリズムの障害を回避するために対角マトリックスに追加されるパラメーターです。

3. Radiossソルバーの運動条件は、オプションとしてLagrange乗数法で処理することも可能です。

   これらの条件は、標準の運動条件とは適合性がなく、Starterでは、ユーザーが同じ節点に対して異なる解法を組み合わせようとすると、ワーニングが出力されます。

   それ以外の場合は、物理的な非適合性を除き、すべてのLagrange乗数条件と適合性があります。

/MADYMO/EXFEM

ブロックフォーマットのキーワード
交換FEMの定義を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MADYMO/EXFEM/*exfem_ID*									
exfem_title									
$part\_ID_1$	$part\_ID_2$	$part\_ID_3$							

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
exfem_ID	交換FEM識別子 （整数、最大10桁）	
exfem_title	交換FEMのタイトル （文字、最大100文字）	
$part\_ID_1$	パート識別子1 （整数）	
$part\_ID_2$	パート識別子2 （整数）	
$part\_ID_3$	パート識別子3 （整数）	

コメント

1. Madymoは、TNO Madymo BV社の登録商標です。
2. *exfem_ID*と*exfem_title*の両方をMadymoと交換することはできません。
3. Madymo入力ファイルでは、関連する節点IDの他に要素IDパートIDも使用することができます。これにより、これらのRadiossエンティティとMadymo MB等のFEモデルとの間の接触インターフェースを定義できます。これらのパートは、シェル、3節点シェル、または8節点ソリッドのパートである必要があります。
4. / MADYMO/LINKオプションでは、これらのパートに属する節点は一切使用できません。使用した場合、Radioss Starterでエラーが発生します。
5. 上記のパートに属する節点は、Madymoのインターフェースから接触力を受ける場合、TYPE2のインターフェースのセカンダリ節点にも、Radioss内の剛体のセカンダリ節点にもすることはできません。交換パートに属する節点

をTYPE2のインターフェースのセカンダリ節点または剛体のセカンダリ節点にした場合、Radioss Starterから警告が出力されます。

/SENSOR

ブロックフォーマットのキーワード
定義された特性に従ってオブジェクトをアクティブ化または非アクティブ化するために使用されるセンサーを記述します。

センサータイプ

タイプ	内容
TYPE0、TIME	開始時間
TYPE1、ACCE	加速度計
TYPE2、DIST	節点距離
TYPE3、SENS	*sens_ID*$_1$*1*でアクティブ化 *sens_ID*$_2$*2*で非アクティブ化
TYPE4、AND	センサー*sens_ID*$_1$*1*AND*sens_ID*$_1$*1*がONの場合、ON
TYPE5、OR	センサー*sens_ID*$_1$*1*OR*sens_ID*$_2$*2*がONの場合、ON
TYPE6、INTER	インターフェース接触によるセンサーのアクティブ化 / 非アクティブ化
TYPE7、RWALL	剛壁との接触によるセンサーのアクティブ化 / 非アクティブ化
TYPE8、NOT	*sens_ID*$_1$*1*がOFFの場合、ON
TYPE10、GAUGE	圧力ゲージ
TYPE11、RBODY	剛体力の基準によるセンサーのアクティブ化
TYPE12、SECT	断面力の基準によるセンサーのアクティブ化
TYPE13、WORK	仕事の基準によるセンサーのアクティブ化
TYPE14、ENERGY	パートまたはサブセット内部または運動エネルギー基準によるセンサーのアクティブ化
TYPE15, DIST_SURF	参照節点から平面またはサーフェスまでの最短距離
TYPE16, HIC	頭部傷害基準（HIC）
USER1、USER2、USER3	ユーザーセンサー

コメント

1. センサータイプのAND、OR、NOT、INTER、RWALL、RBODY、SECTは、センサーを使用するすべてのオプションと連携して機能します。
2. USER1、USER2、およびUSER3は、ユーザーが作成可能なセンサーです。

   入力フォーマットは、ユーザー指定のプログラムによって定義する必要があります。ユーザーセンサーのプログラミング方法の詳細については、Radioss ユーザーサブルーチンマニュアルをご参照ください。

サポートされているセンサー

/SENSOR/ACCE

ブロックフォーマットのキーワード
加速度計に従ってオブジェクトをアクティブ化または非アクティブ化するために使用されるセンサーを記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/SENSOR/ACCE/*sens_ID*/*unit_ID*									
sens_title									
T_{delay}*DELAY*									
N_{acc}									

N_{acc} > 0の場合：行あたりのN_{acc}加速度計基準を定義します：

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
accel_ID	*Dir*	Γ_{min}		T_{min}*MIN*					

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
sens_ID	センサーの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位の識別子（オプション） （整数、最大10桁）	
sens_title	センサータイトル。 （文字、最大100文字）	
T_{delay}*DELAY*	時間遅延。 （実数）	[s]
N_{acc}	加速度計の数（$N_{acc} \leq 6$）。 （整数）	
accel_ID	加速度計の識別子。 （整数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
Dir	方向。4 （テキスト）	
Γ_{min}	加速度の最小絶対値。 （実数）	$\left[\frac{m}{s^2}\right]$
T_{min}*MIN*	基準に達してアクティブになる前の最小継続時間。3 （実数）	$[s]$

コメント

1. センサーを使用して、エアバッグ、強制力、圧力、強制速度をアクティブにすることができます。
2. センサーを使用して、/ACTIVによって、ブリック、2Dソリッド、シェル、トラス、ビーム、スプリング、または3節点シェルの要素をアクティブまたは非アクティブにすることができます。
3. センサーは、加速度計のいずれかが、Γ_{min}を超える加速度を、T_{min}*MIN*を超える期間示した場合にアクティブになります（T_{sensor}*SENSOR*において）：

   $T_{sensor}SENSOR = T_{delay}DELAY + T_{min}MIN$

   このとき、T_{min}*MIN*（基準に達したときの時間）
4. *Dir*は加速方向を設定します：

   X X方向

   Y Y方向

   Z Z方向

   XY XY平面 $\left(\sqrt{\gamma_x^2+\gamma_y^2}\right)$

   YZ YZ平面 $\left(\sqrt{\gamma_y^2+\gamma_z^2}\right)$

   ZX ZX平面 $\left(\sqrt{\gamma_z^2+\gamma_x^2}\right)$

   XYZ 全体加速度 $\left(\sqrt{\gamma_x^2+\gamma_y^2+\gamma_z^2}\right)$

See Also

RD-E:1200 ジャンプする自転車

RD-E:2700 サッカーのシュート

RD-E:5500 ファンブレードの回転の初期設定と衝突

/SENSOR/AND_OR

ブロックフォーマットのキーワード
別のセンサーのブーリアンに従ってオブジェクトをアクティブ化または非アクティブ化するために使用されるセンサーを記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/SENSOR/*type*/*sens_ID*/*unit_ID*									
sens_title									
T_{delay}*DELAY*									
sens_ID$_1$*1*	*sens_ID*$_2$*2*								

定義

フィールド	内容	SI単位の例
type	センサータイプキーワード。 = *AND* センサー*sens_ID*$_1$*1*と*sens_ID*$_2$*2*がアクティブ化されている限り、センサーはアクティブ化されます。 = *OR* センサー*sens_ID*$_1$*1*または*sens_ID*$_2$*2*がアクティブ化されている限り、センサーはアクティブ化されます。	
sens_ID	センサーの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位の識別子（オプション） （整数、最大10桁）	
sens_title	センサータイトル。 （文字、最大100文字）	
T_{delay}*DELAY*	時間遅延。 （実数）	[s]
sens_ID$_1$*1*	アクティブ化センサー識別子IS1。 （整数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
sens_ID$_2$*2*	非アクティブ化センサー識別子IS2。 （整数）	

コメント

1. センサーを使用して、エアバッグ、強制力、圧力、強制速度をアクティブにすることができます。
2. センサーを使用して、/ACTIVによって、ブリック、2Dソリッド、シェル、トラス、ビーム、スプリング、または3節点シェルの要素をアクティブまたは非アクティブにすることができます。
3. センサータイプANDの場合：

   センサーは、センサー*sens_ID*$_1$*1*と*sens_ID*$_2$*2*の両方がアクティブになってから1サイクル後にアクティブになります。

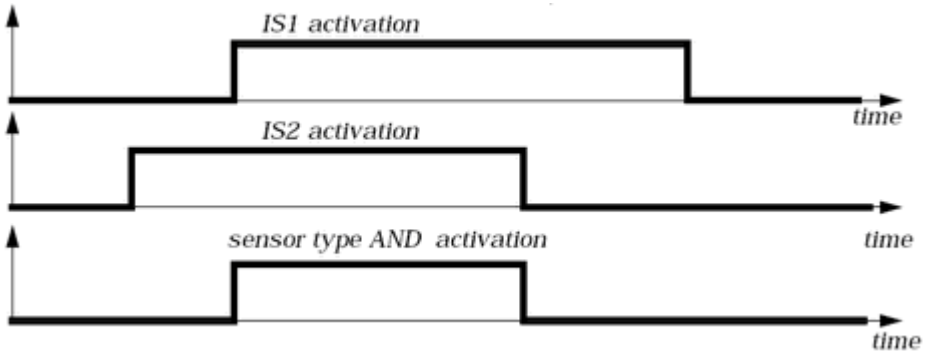


図 *391:*

4. センサータイプORの場合：

   センサーは、センサー*sens_ID*$_1$*1*がアクティブになってから1サイクル後、または*sens_ID*$_2$*2*のアクティブ後にアクティブになります。

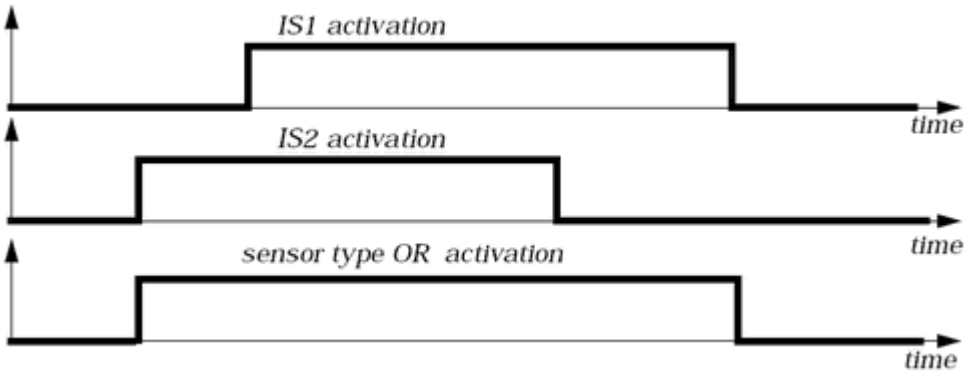


図 *392:*

See Also

RD-E:1200 ジャンプする自転車

RD-E:2700 サッカーのシュート

RD-E:5500 ファンブレードの回転の初期設定と衝突

/SENSOR/DIST

ブロックフォーマットのキーワード
距離に従ってオブジェクトをアクティブ化または非アクティブ化するために使用されるセンサーを記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/SENSOR/DIST/*sens_ID*/*unit_ID*									
sens_title									
T_{delay}*DELAY*									
node_ID$_1$*1*	*node_ID*$_2$*2*	D_{min}		D_{max}					

定義

フィールド	内容	SI単位の例
sens_ID	センサーの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位の識別子（オプション） （整数、最大10桁）	
sens_title	センサータイトル。 （文字、最大100文字）	
T_{delay}*DELAY*	時間遅延。 （実数）	[s]
node_ID$_1$*1*	節点識別子1 （整数）	
node_ID$_2$*2*	節点識別子2 （整数）	
D_{min}	最小距離。 デフォルト = -1E30（実数）	[m]
D_{max}	最大距離。	[m]

フィールド	内容	**SI**単位の例
	デフォルト = 1E30（実数）	

コメント

1. センサーを使用して、エアバッグ、強制力、圧力、強制速度をアクティブにすることができます。
2. センサーを使用して、/ACTIVによって、ブリック、2Dソリッド、シェル、トラス、ビーム、スプリング、または3節点シェルの要素をアクティブまたは非アクティブにすることができます。
3. センサータイプDISTの場合：
   - 節点距離*node_ID node_ID*$_2$*2*は次のように定義されます：
     $D_{min} < | node\_ID\ node\_ID_2 2 | < D_{max}$
   - 時間T_{sensor}*SENSOR*において、引張（$| node_ID\ node_ID_2 2 | > D_{max}$）で$D_{max}$に達するか、圧縮（$| node_ID\ node_ID_2 2 | < D_{min}$）で$D_{min}$に達した場合、センサーは時間$T_{sensor}$*SENSOR*でアクティブになります：
     $T_{sensor}SENSOR = T_{delay}DELAY + T_R$

See Also

RD-E:1200 ジャンプする自転車

RD-E:2700 サッカーのシュート

RD-E:5500 ファンブレードの回転の初期設定と衝突

/SENSOR/DIST_SURF

ブロックフォーマットのキーワード
参照節点から平面またはサーフェスまでの最短距離に従ってオブジェクトをアクティブ化または非アクティブ化するために使用されるセンサーを記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/SENSOR/DIST_SURF/*sens_ID*/*unit_ID*									
sens_title									
T_{delay}*DELAY*									
node_ID		*Node_1*	*Node_2*	*Node_3*					
D_{min}		D_{max}						T_{min}*MIN*	

定義

フィールド	内容	SI単位の例
sens_ID	センサーの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位の識別子（オプション） （整数、最大10桁）	
sens_title	センサータイトル。 （文字、最大100文字）	
node_ID	参照節点の識別子。 （整数）	
Node_1	平面サーフェス定義用の1つ目の節点。 （整数）	
Node_2	平面サーフェス定義用の2つ目の節点。 （整数）	
Node_3	平面サーフェス定義用の3つ目の節点。 （整数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
D_{min}	最小距離。 デフォルト = -1E30（実数）	$[\mathrm{m}]$
D_{max}	最大距離。 デフォルト = 1E30（実数）	$[\mathrm{m}]$
$T_{min}MIN$	基準に達してアクティブになる前の最小継続時間。3 （実数）	$[\mathrm{s}]$

コメント

1. センサーを使用して、エアバッグ、強制力、圧力、強制速度をアクティブにすることができます。
2. センサーを使用して、/ACTIVによって、ブリック、2Dソリッド、シェル、トラス、ビーム、スプリング、または3節点シェルの要素をアクティブまたは非アクティブにすることができます。
3. センサータイプDIST_SURFについては、センサーは、$T_{min}MIN$値の間に距離が$D < D_{\min}$または$D > D_{\max}$の場合にアクティブになります。

See Also

RD-E:1200 ジャンプする自転車

RD-E:2700 サッカーのシュート

RD-E:5500 ファンブレードの回転の初期設定と衝突

/SENSOR/ENERGY

ブロックフォーマットのキーワード
エネルギーに従ってオブジェクトをアクティブ化または非アクティブ化するために使用されるセンサーを記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/SENSOR/ENERGY/*sens_ID*/*unit_ID*									
sens_title									
T_{delay}*DELAY*									
part_ID	*subset_ID*								
IE_{min}		IE_{max}		KE_{min}		KE_{max}		T_{min}*MIN*	
IE_{tol}		IE_{time}		KE_{tol}		KE_{time}			

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
sens_ID	センサーの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位の識別子（オプション） （整数、最大10桁）	
sens_title	センサータイトル。 （文字、最大100文字）	
T_{delay}*DELAY*	時間遅延。 （実数）	[s]
part_ID	/SENSOR/ENERGYについてモニターされたパートの識別子 （整数）	
subset_ID	/SENSOR/ENERGYについてモニターされるサブセットの識別子（*part_ID*が定義されていない場合に使用されます）。 *part_ID*と*subset_ID*が定義されていない場合は、全体の内部エネルギーと運動エネルギーが使用されます。 （整数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
IE_{min}	最小パートまたはサブセット内部エネルギー デフォルト = 0（実数）	[J]
IE_{max}	最大パートまたはサブセット内部エネルギー デフォルト = 1E+30（実数）	[J]
KE_{min}	最小パートまたはサブセット運動エネルギー デフォルト = 0（実数）	[J]
KE_{max}	最大パートまたはサブセット運動エネルギー デフォルト = 1E+30（実数）	[J]
$T_{min}MIN$	基準に達してアクティブになる前の最小継続時間。5 （実数）	[s]
IE_{tol}	一定内部エネルギー定義のトレランス。 デフォルト = 0.05（実数）	
IE_{time}	一定内部エネルギーに達したときのアクティブ化の最小継続時間。 デフォルト = 1E+30（実数）	[s]
KE_{tol}	一定運動エネルギー定義のトレランス。 デフォルト = 0.05（実数）	
KE_{time}	一定運動エネルギーに達したときのアクティブ化の最小継続時間。 デフォルト = 1E+30（実数）	[s]

コメント

1. センサーを使用して、エアバッグ、強制力、圧力、強制速度をアクティブにすることができます。
2. センサーを使用して、/ACTIVによってこれらの要素をアクティブ化または非アクティブ化できます。
3. センサーを使用して、Engineキーワード`/ANIM/LSENSOR`または`/H3D/LSENSOR`により、特定の条件でアニメーションやh3dフレームを生成できます。
4. センサーを使用して、Engineキーワード`/STOP/LSENSOR`により、特定の条件でシミュレーションを終了できます。
5. センサータイプENERGYの場合：

   センサーは、定義されたパートまたはサブセットについて内部エネルギーまたは運動エネルギーが基準を満たすとアクティブ化されます。

   - 時間 > $T_{min}MIN$において、内部エネルギー < IE_{min}または内部エネルギー > IE_{max}
   - 時間 > $T_{min}MIN$において、運動エネルギー < KE_{min}または運動エネルギー > $KE_{max}T_{min}MIN$

- 内部エネルギーは、IE_{time}の間一定であり、トレランスはIE_{tol}
- 運動エネルギーは、KE_{time}の間一定であり、トレランスはKE_{tol}

6. IE_{tol}は、標準偏差を平均値で割った値として定義されます（どちらも、IE_{time}での指数平均に基づきます）。
7. KE_{tol}は、標準偏差を平均値で割った値として定義されます（どちらも、KE_{time}での指数平均に基づきます）。

See Also

RD-E:1200 ジャンプする自転車

RD-E:2700 サッカーのシュート

RD-E:5500 ファンブレードの回転の初期設定と衝突

/SENSOR/GAUGE

ブロックフォーマットのキーワード
圧力ゲージに従ってオブジェクトをアクティブ化または非アクティブ化するために使用されるセンサーを記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/SENSOR/GAUGE/*sens_ID*/*unit_ID*									
sens_title									
T_{delay}*DELAY*									
N_{gau}									

N_{gau} > 0の場合：行あたりのN_{gau}ゲージ基準を定義します：

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
gauge_ID		P_{min}*MIN*		T_{min}*MIN*					

定義

フィールド	内容	SI単位の例
sens_ID	センサーの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位の識別子（オプション） （整数、最大10桁）	
sens_title	センサータイトル。 （文字、最大100文字）	
T_{delay}*DELAY*	時間遅延。 （実数）	[s]
N_{gau}	ゲージの数（$N_{gau} \leq 6$）。 （整数）	
gauge_ID	ゲージの識別子 （整数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
P_{min}*MIN*	圧力の最小絶対値。 （実数）	[Pa]
T_{min}*MIN*	基準に達してアクティブになる前の最小継続時間。3 （実数）	[s]

コメント

1. センサーを使用して、エアバッグ、強制力、圧力、強制速度をアクティブにすることができます。
2. センサーを使用して、/ACTIVによって、ブリック、2Dソリッド、シェル、トラス、ビーム、スプリング、または3節点シェルの要素をアクティブまたは非アクティブにすることができます。
3. センサータイプGAUGEの場合：
   - センサーは、ゲージのいずれかが、P_{min}*MIN*を超える圧力を、T_{min}*MIN*を超える期間示した場合にアクティブになります（T_{start}*START*において）：

     T_{sensor}*SENSOR* = T_{delay}*DELAY* + T_{start}*START*
   - T_{start}*START*は圧力基準に達したときの時間です。

See Also

RD-E:1200 ジャンプする自転車

RD-E:2700 サッカーのシュート

RD-E:5500 ファンブレードの回転の初期設定と衝突

/SENSOR/HIC

ブロックフォーマットのキーワード
頭部傷害基準(HIC)に従ってオブジェクトをアクティブ化または非アクティブ化するために使用されるセンサーを記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/SENSOR/HIC/*sens_ID*/*unit_ID*									
sens_title									
T_{delay}*DELAY*									
accel_ID		*DIR*							
Period		*Value*		*Gravity*				T_{min}*MIN*	

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
sens_ID	センサーの識別子 (整数、最大10桁)	
unit_ID	単位の識別子(オプション) (整数、最大10桁)	
sens_title	センサータイトル。 (文字、最大100文字)	
T_{delay}*DELAY*	時間遅延。 (実数)	[s]
accel_ID	加速度計の識別子。 (整数)	
gauge_ID	ゲージの識別子 (整数)	
DIR	力の方向 =*R*(デフォルト) 合成	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	=*X* X方向 =*Y* Y方向 =*Z* Z方向 （整数）	
Period	HICの時間枠。 デフォルト = 0.036、SI単位の場合は[s]（実数）	[s]
Value	HICの限界値。 デフォルト = 1E20（実数）	[s]
Gravity	HICの時間枠。 デフォルト = 9.80665、SI単位の場合は$\left[\frac{m}{s^2}\right]$（実数）	$\left[\frac{m}{s^2}\right]$
T_{min}*MIN*	基準に達してアクティブになる前の最小継続時間。3 （実数）	[s]

コメント

1. センサーを使用して、エアバッグ、強制力、圧力、強制速度をアクティブにすることができます。
2. センサーを使用して、/ACTIVによって、ブリック、2Dソリッド、シェル、トラス、ビーム、スプリング、または3節点シェルの要素をアクティブまたは非アクティブにすることができます。
3. センサータイプHICの場合、基準は次のように計算されます：

$$HIC_{Period} = \max\left\{(t_2 - t_1)\left[\frac{1}{t_2 - t_1}\int_{t_1}^{t_2} a(t).dt\right]^{\frac{5}{2}}\right\} \qquad (1264)$$

ここで、$(t_2 - t_1) < Period$ and $a(t) = \frac{acceleration(t)}{gravity}$

センサーは、T_{min}*MIN*値の後に$HIC_{Period} > value$になると、アクティブになります。

See Also

RD-E:1200 ジャンプする自転車

RD-E:2700 サッカーのシュート

RD-E:5500 ファンブレードの回転の初期設定と衝突

/SENSOR/INTER

ブロックフォーマットのキーワード
インターフェース力に従ってオブジェクトをアクティブ化または非アクティブ化するために使用されるセンサーを記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/SENSOR/INTER/*sens_ID*/*unit_ID*									
sens_title									
T_{delay}*DELAY*									
int_ID	*DIR*	*Fmin*		*Fmax*		T_{min}*MIN*		F_{cut}*CUT*	

定義

フィールド	内容	SI単位の例
sens_ID	センサーの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位の識別子（オプション） （整数、最大10桁）	
sens_title	センサータイトル。 （文字、最大100文字）	
T_{delay}*DELAY*	時間遅延。 （実数）	[s]
int_ID	インターフェースまたはサブインターフェースの識別番号。 （整数）	
DIR	力の方向 = 空白 1つ目の力におけるアクティブ化 *=FN* 法線方向の力 *=FT* 接線方向の力	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	
Fmin	最小力。3 デフォルト = 0（実数、最大 20フィールド）	[N]
Fmax	最大力。3 デフォルト = 0（実数、最大 20フィールド）	[N]
T_{min}*MIN*	基準に達してアクティブになる前の最小継続時間。 （実数）	[s]
F_{cut}*CUT*	カットオフ周波数。 *≠ 0* 4ポールButterworthフィルターが使用されます。 （実数）	[Hz]

コメント

1. センサーを使用して、エアバッグ、強制力、圧力、強制速度をアクティブにすることができます。
2. センサーを使用して、/ACTIVによって、ブリック、2Dソリッド、シェル、トラス、ビーム、スプリング、または3節点シェルの要素をアクティブまたは非アクティブにすることができます。
3. センサータイプINTERの場合：

   接触がインターフェースで検知され、以下の力の基準を満足した時にセンサーはアクティブになります：

   - $F_{cont} < F_{\min}$ または$F_{cont} > F_{\max}$（時間T_{min}*MIN*の間に）

   *Dir*は力の方向を定義します：

FN	法線方向の力
TF	接線方向の力

   接触が失われた時センサーは非アクティブになります。

   T_{delay}*DELAY*（行3）と同じ期間衝突しなかった場合、センサーは非アクティブになります。

   1つのインターフェースまたはサブインターフェースに1つのセンサーが使用されます。タイプINTERのセンサーは複数使用できます。

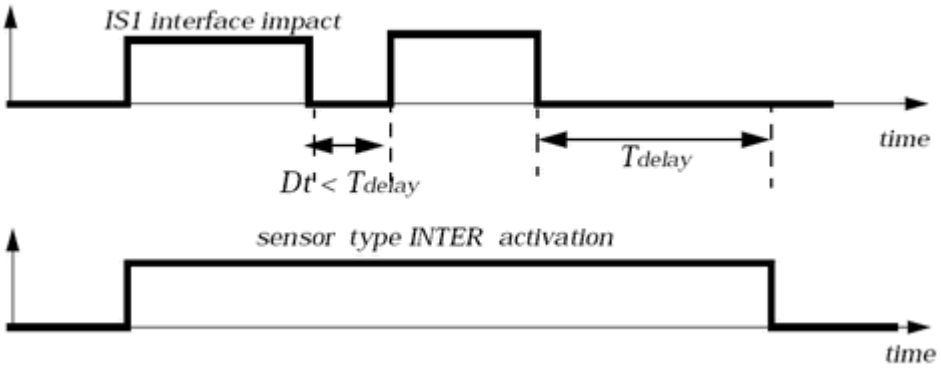


図 *393:*

4. クラス1000のSAEフィルタリングを得る場合、F_{cut}*CUT*の推奨値は1650 Hz（1.65 ms-1）です。フィルターを適用すると、局所的な力のピークによって力ベースのセンサーが誤ってアクティブにならないようにすることができます。これを回避するもう1つの方法として、T_{min}*MIN*に小さな値を使用する方法があります。

See Also

RD-E:1200 ジャンプする自転車

RD-E:2700 サッカーのシュート

RD-E:5500 ファンブレードの回転の初期設定と衝突

/SENSOR/NOT

ブロックフォーマットのキーワード
別のセンサーのブーリアンNOTに従ってオブジェクトをアクティブ化または非アクティブ化するために使用されるセンサーを記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/SENSOR/NOT/*sens_ID*/*unit_ID*									
sens_title									
T_{delay}*DELAY*									
sens_ID$_1$*1*									

定義

フィールド	内容	SI単位の例
sens_ID	センサーの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位の識別子（オプション） （整数、最大10桁）	
sens_title	センサータイトル。 （文字、最大100文字）	
T_{delay}*DELAY*	時間遅延。 （実数）	[s]
sens_ID$_1$*1*	アクティブ化センサー識別子IS1。 （整数）	

コメント

1. センサーを使用して、エアバッグ、強制力、圧力、強制速度をアクティブにすることができます。
2. センサーを使用して、/ACTIVによって、ブリック、2Dソリッド、シェル、トラス、ビーム、スプリング、または3節点シェルの要素をアクティブまたは非アクティブにすることができます。
3. センサータイプNOTの場合：

   センサーは、*sens_ID*$_1$*1*が非アクティブになってから1サイクル後にアクティブになります。

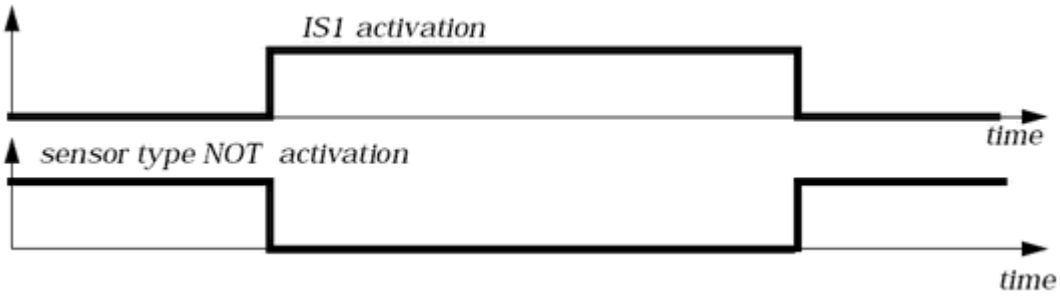


図 *394:*

See Also

RD-E:1200 ジャンプする自転車

RD-E:2700 サッカーのシュート

RD-E:5500 ファンブレードの回転の初期設定と衝突

/SENSOR/RBODY

ブロックフォーマットのキーワード
剛体力に従ってオブジェクトをアクティブ化または非アクティブ化するために使用されるセンサーを記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/SENSOR/RBODY/*sens_ID*/*unit_ID*									
sens_title									
T_{delay}*DELAY*									
rbody_ID	*DIR*	*Fmin*		*Fmax*		T_{min}*MIN*			

定義

フィールド	内容	SI単位の例
sens_ID	センサーの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位の識別子（オプション） （整数、最大10桁）	
sens_title	センサータイトル。 （文字、最大100文字）	
T_{delay}*DELAY*	時間遅延。 （実数）	[s]
rbody_ID	剛体の識別子 （整数、最大10桁）	
DIR	力の方向 空白 1つ目の力またはモーメントにおけるアクティブ化 *=TF* 全体の力 *= TM* 全体のモーメント	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	
Fmin	最小力。 デフォルト = 0（実数、最大 20フィールド）	[N]
Fmax	最大力。 デフォルト = 0（実数、最大 20フィールド）	[N]
T_{min}*MIN*	基準に達してアクティブになる前の最小継続時間。 （実数）	[s]

コメント

1. センサーを使用して、エアバッグ、強制力、圧力、強制速度をアクティブにすることができます。
2. センサーを使用して、/ACTIVによって、ブリック、2Dソリッド、シェル、トラス、ビーム、スプリング、または3節点シェルの要素をアクティブまたは非アクティブにすることができます。
3. センサータイプRBODYの場合：

   センサーは、剛体内の力が断面力が基準を満足した時にアクティブになります：

   - $F_{RBODY} < F_{\min}$ または$F_{RBODY} > F_{\max}$（時間T_{min}*MIN*の間に）

   *Dir*はモニターに出力される力またはモーメントを定義します：

TF	全体の力
TM	全体のモーメント

See Also

RD-E:1200 ジャンプする自転車
RD-E:2700 サッカーのシュート
RD-E:5500 ファンブレードの回転の初期設定と衝突

/SENSOR/RWALL

ブロックフォーマットのキーワード
剛壁力に従ってオブジェクトをアクティブ化または非アクティブ化するために使用されるセンサーを記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/SENSOR/RWALL/*sens_ID*/*unit_ID*									
sens_title									
T_{delay}*DELAY*									
rwall_ID	*DIR*	*Fmin*		*Fmax*		T_{min}*MIN*			

定義

フィールド	内容	SI単位の例
sens_ID	センサーの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位の識別子（オプション） （整数、最大10桁）	
sens_title	センサータイトル。 （文字、最大100文字）	
T_{delay}*DELAY*	時間遅延。 （実数）	[s]
DIR	力の方向 = 空白 1つ目の力におけるアクティブ化 =*FN* 法線方向の力 =*FT* 接線方向の力 =*X* X方向の力 =*Y* Y方向の力	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	=Z Z方向の力 （整数）	
Fmin	最小力。 デフォルト = 0（実数）	[N]
Fmax	最大力。 デフォルト = 0（実数）	[N]
T_{min}*MIN*	基準に達してアクティブになる前の最小継続時間。 （実数）	[s]

コメント

1. センサーを使用して、エアバッグ、強制力、圧力、強制速度をアクティブにすることができます。
2. センサーを使用して、/ACTIVによって、ブリック、2Dソリッド、シェル、トラス、ビーム、スプリング、または3節点シェルの要素をアクティブまたは非アクティブにすることができます。
3. センサータイプRWALLの場合：

   センサーは、剛壁が衝突してから1サイクル後にアクティブになります。

   1つの剛壁に1つのセンサーが使用されます。タイプRWALLのセンサーは複数使用できます。

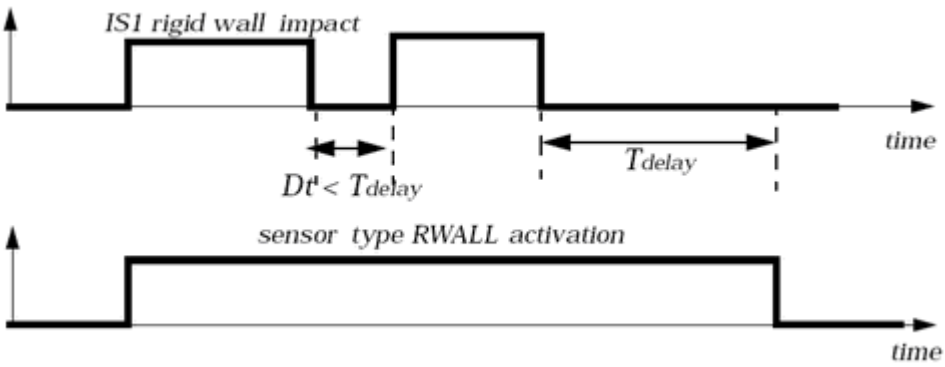


図 *395:*

接触が剛壁で検知され、以下の力の基準を満足した時にセンサーはアクティブになります：

- $F_{RWALL} < F_{\min}$ または$F_{RWALL} > F_{\max}$（時間T_{min}*MIN*の間に）

*Dir*は力の方向を定義します：

FN	法線方向の力
FT	接線方向の力
X	X方向の力

Y	Y方向の力
Z	Z方向の力

接触が失われた時センサーは非アクティブになります。

4. カベースのセンサー(RWALL)における力およびモーメント成分の制限値は正にも負にもできます。法線方向、接線方向、合計の力およびモーメント値は、常に正となります。

See Also

RD-E:1200 ジャンプする自転車

RD-E:2700 サッカーのシュート

RD-E:5500 ファンブレードの回転の初期設定と衝突

/SENSOR/SECT

ブロックフォーマットのキーワード
断面力に従ってオブジェクトをアクティブ化または非アクティブ化するために使用されるセンサーを記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/SENSOR/SECT/*sens_ID*/*unit_ID*									
sens_title									
T_{delay}*DELAY*									
sect_ID	*DIR*	*Fmin*		*Fmax*		T_{min}*MIN*			

定義

フィールド	内容	SI単位の例
sens_ID	センサーの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位の識別子（オプション） （整数、最大10桁）	
sens_title	センサータイトル。 （文字、最大100文字）	
T_{delay}*DELAY*	時間遅延。 （実数）	[s]
sect_ID	断面識別子 （整数、最大10桁）	
DIR	力の方向 空白 1つ目の力またはモーメントにおけるアクティブ化 *TF* 全体の力 *TM* 全体のモーメント *FN* 法線方向の力	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	FT 接線方向の力 *FX* X方向の力 *FY* Y方向の力 *FZ* Z方向の力 *MX* X方向のモーメント *MY* Y方向のモーメント *MZ* Z方向のモーメント （整数）	
Fmin	最小力。 デフォルト = 0（実数、最大 20フィールド）	[N]
Fmax	最大力。 デフォルト = 0（実数、最大 20フィールド）	[N]
T_{min}*MIN*	基準に達してアクティブになる前の最小継続時間。3 （実数）	[s]

コメント

1. センサーを使用して、エアバッグ、強制力、圧力、強制速度をアクティブにすることができます。
2. センサーを使用して、/ACTIVによって、ブリック、2Dソリッド、シェル、トラス、ビーム、スプリング、または3節点シェルの要素をアクティブまたは非アクティブにすることができます。
3. センサータイプSECTの場合：

   センサーは断面力が基準を満足した時にアクティブになります：

   - $F_{sect} < F_{\min}$ または$F_{sect} > F_{\max}$（時間T_{min}*MIN*の間に）

   *Dir*は力の方向を定義します：

TF	全体の力
TM	全体のモーメント
FN	法線方向の力

FT	接線方向の力
FX	X方向の力
FY	Y方向の力
FZ	Z方向の力
MX	X方向のモーメント
MY	Y方向のモーメント
MZ	Z方向のモーメント

4. カベースのセンサー(SECT)における力およびモーメント成分の制限値は正にも負にもできます。法線方向、接線方向、合計の力およびモーメント値は、常に正となります。

See Also

RD-E:1200 ジャンプする自転車

RD-E:2700 サッカーのシュート

RD-E:5500 ファンブレードの回転の初期設定と衝突

/SENSOR/SENS

ブロックフォーマットのキーワード
別のセンサーに従ってオブジェクトをアクティブ化または非アクティブ化するために使用されるセンサーを記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/SENSOR/SENS/*sens_ID*/*unit_ID*									
sens_title									
T_{delay}*DELAY*									
sens_ID$_1$*1*	*sens_ID*$_2$*2*								

定義

フィールド	内容	SI単位の例
sens_ID	センサーの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位の識別子（オプション） （整数、最大10桁）	
sens_title	センサータイトル。 （文字、最大100文字）	
T_{delay}*DELAY*	時間遅延。 （実数）	[s]
sens_ID$_1$*1*	アクティブ化センサー識別子IS1。 （整数）	
sens_ID$_2$*2*	非アクティブ化センサー識別子IS2。 （整数）	

コメント

1. センサーを使用して、エアバッグ、強制力、圧力、強制速度をアクティブにすることができます。
2. センサーを使用して、/ACTIVによって、ブリック、2Dソリッド、シェル、トラス、ビーム、スプリング、または3節点シェルの要素をアクティブまたは非アクティブにすることができます。

3. センサータイプSENSの場合：
   - センサーは、センサー*sens_ID*$_1$*1*がアクティブになってからアクティブになります。
   - 最小アクティブ化期間はT_{delay}*DELAY*で定義します。
   - T_{delay}*DELAY*後に、*sens_ID*$_2$*2*がアクティブになっていれば、センサーは非アクティブになります。
   - *sens_ID*$_2$*2*=0の場合、センサーはT_{delay}*DELAY*後に非アクティブになります。

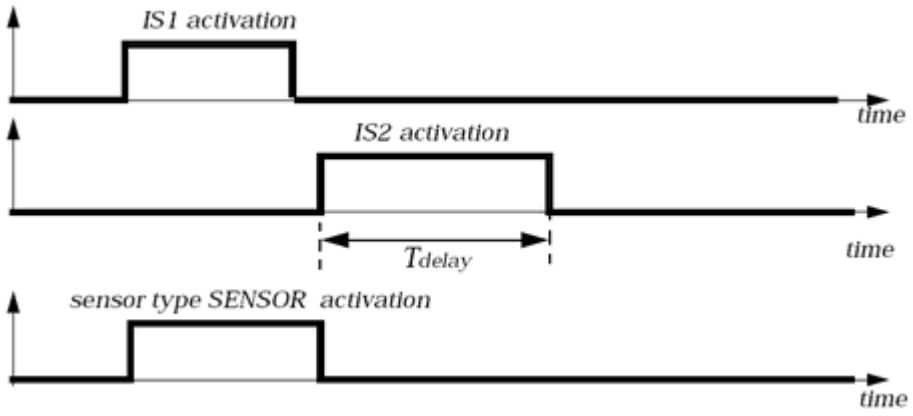


図 *396:*

See Also

RD-E:1200 ジャンプする自転車

RD-E:2700 サッカーのシュート

RD-E:5500 ファンブレードの回転の初期設定と衝突

/SENSOR/TIME

ブロックフォーマットのキーワード
時間遅延に従ってオブジェクトをアクティブ化または非アクティブ化するために使用されるセンサーを記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/SENSOR/TIME/*sens_ID*/*unit_ID*									
sens_title									
T_{delay}*DELAY*									

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
sens_ID	センサーの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位の識別子（オプション） （整数、最大10桁）	
sens_title	センサータイトル。 （文字、最大100文字）	
T_{delay}*DELAY*	時間遅延。 （実数）	[s]

コメント

1. センサーを使用して、エアバッグ、強制力、圧力、強制速度をアクティブにすることができます。
2. センサーを使用して、/ACTIVによって、ブリック、2Dソリッド、シェル、トラス、ビーム、スプリング、または3節点シェルの要素をアクティブまたは非アクティブにすることができます。
3. センサータイプTIMEの場合、センサーは時間遅延T_{delay}*DELAY*後にアクティブになります。カベースのセンサータイプRWALL、INTER、RBODY、WORKまたはSECTには、T_{delay}*DELAY*は適用できません。

See Also
RD-E:1200 ジャンプする自転車
RD-E:2700 サッカーのシュート
RD-E:5500 ファンブレードの回転の初期設定と衝突

/SENSOR/WORK

ブロックフォーマットのキーワード
仕事に従ってオブジェクトをアクティブ化または非アクティブ化するために使用されるセンサーを記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/SENSOR/WORK/*sens_ID*/*unit_ID*									
sens_title									
T_{delay}*DELAY*									
node_ID$_1$*1*	*node_ID*$_2$*2*	W_{max}		T_{min}*MIN*					
sect_ID	*int_ID*	*rbody_ID*	*rwall_ID*						

定義

フィールド	内容	SI単位の例
sens_ID	センサーの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位の識別子（オプション） （整数、最大10桁）	
sens_title	センサータイトル。 （文字、最大100文字）	
T_{delay}*DELAY*	時間遅延。 （実数）	[s]
node_ID$_1$*1*	節点識別子1 （整数）	
node_ID$_2$*2*	節点識別子2 （整数）	
W_{max}	最大仕事。 デフォルト = 0（実数）	[J]
T_{min}*MIN*	基準に達してアクティブになる前の最小継続時間。3	[s]

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（実数）	
sect_ID	断面識別子 （整数、最大10桁）	
int_ID	インターフェースまたはサブインターフェースの識別番号。 （整数）	
rwall_ID	剛壁の識別番号。 （整数）	
rbody_ID	剛体の識別子 （整数、最大10桁）	

コメント

1. センサーを使用して、エアバッグ、強制力、圧力、強制速度をアクティブにすることができます。
2. センサーを使用して、/ACTIVによって、ブリック、2Dソリッド、シェル、トラス、ビーム、スプリング、または3節点シェルの要素をアクティブまたは非アクティブにすることができます。
3. センサータイプWORKの場合：

   センサーは断面力が基準を満足した時にアクティブになります：

   $Work > Wmax$ during $T_{min}MIN$

   $$Work = \left|\int_x F(sect\_ID)dx\right| + \left|\int_x F(rbody\_ID)dx\right| + \left|\int_x F(int\_ID)dx\right| + \left|\int_x F(rwall\_ID)dx\right| \quad (1265)$$

   ここで、

x	*node_ID*$_1$1と*node_ID*$_2$2の間の距離
F(sect_ID)	選択された断面内の力
F(rbody_ID)	選択された剛体内の力
F(int_ID)	選択された接触インターフェース内の力
F(rwall_ID)	選択された剛壁内の力

   *sect_ID*が0の場合、$F(sect\_ID) = 0$

   *rbody_ID*が0の場合、$F(rbody\_ID) = 0$

   *int_ID*が0の場合、$F(int\_ID) = 0$

   *rwall_ID*が0の場合、$F(rwall\_ID) = 0$

   すべての力の仕事は方向N1-N2で計算され、常に正です。

node_ID$_2$*2*が定義されていない(0)場合、距離xは*node_ID*$_1$*1*の変位となります。

See Also

RD-E:1200 ジャンプする自転車

RD-E:2700 サッカーのシュート

RD-E:5500 ファンブレードの回転の初期設定と衝突

グループ（セット）

ブロックフォーマットのキーワード
このグループのキーワードは、節点、パート、要素、ラインまたはサーフェスのグループの選択方法を定義するために使用します。

グループ	キーワード	グループの選択
Element/Part	/GRBEAM	ビーム要素
	/GRBRIC	ソリッド要素
	/GRNOD	節点
	/GRPART	パート
	/GRQUAD	2次元ソリッド要素
	/GRSH3N	3節点シェル要素
	/GRSHEL	4節点シェル要素
	/GRSPRI	スプリング要素
	/GRTRIA	3節点シェル要素
	/GRTRUS	トラス要素
Boxes	/BOX/BOX	ボックス
	/BOX/CYLIN	円筒タイプのボックス
	/BOX/RECTA	長方形タイプのボックス
	/BOX/SPHER	球形タイプのボックス
Lines	/LINE/BOXまたは/LINE/BOX2	ボックスで選択されたライン
	/LINE/EDGE	サーフェスのエッジで選択されたライン
	/LINE/GRBEAM	ビームのグループで選択されたライン
	/LINE/GRSPRI	スプリングのグループで選択されたライン
	/LINE/GRTRUS	トラスのグループで選択されたライン
	/LINE/LINE	ラインで選択されたライン

グループ	キーワード	グループの選択
	/LINE/MAT	材料で選択されたライン
	/LINE/PART	パートで選択されたライン
	/LINE/PROP	プロパティセットで選択されたライン
	/LINE/SEG	セグメントで選択されたライン
	/LINE/SUBMODEL	サブモデルで選択されたライン
	/LINE/SUBSET	サブセットで選択されたライン
	/LINE/SURF	サーフェスで選択されたライン
Surfaces	/SURF/SEG	セグメントで選択されたサーフェス
	/SURF/SUBSET	シェルサブセットで選択されたサーフェス
	/SURF/SUBMODEL	サブモデルで選択されたサーフェス
	/SURF/PART	シェルパートで選択されたサーフェス
	/SURF/ELLIPS	3次元要素のグループで選択されたサーフェス
	/SURF/GRSHEL	シェルのグループで選択されたサーフェス
	/SURF/GRSH3N	3節点シェルのグループで選択されたサーフェス
	/SURF/MAT	シェル材料で選択されたサーフェス
	/SURF/PROP	シェルプロパティで選択されたサーフェス
	/SURF/SURF または /SURF/DSURF	サーフェスで選択されたサーフェス
	/SURF/BOXまたは/SURF/BOX2	ボックスで選択されたサーフェス
Surfaces (geometry)	/SURF/ELLIPS	超楕円体形状で選択されたサーフェス
	/SURF/MDELLIPS（廃止）	Madymo楕円体で選択されたサーフェス

グループ	キーワード	グループの選択
	/SURF/PLANE	無限平面で選択されたサーフェス

/GRBEAM

ブロックフォーマットのキーワード
ビームグループ

入力タイプのキーワード:ビームグループ

キーワード	入力のタイプ
/GRBEAM/BEAM	ビーム番号
/GRBEAM/BOXまたは**/GRBEAM/BOX2**	ボックス
/GRBEAM/GEN_INCR	インクリメントによりリストを生成
/GRBEAM/GENE	生成を伴うビームのリスト
/GRBEAM/GRBEAM	ビームグループ
/GRBEAM/MAT	材料
/GRBEAM/PART	パート
/GRBEAM/PROP	プロパティ
/GRBEAM/SUBMODEL	サブモデル
/GRBEAM/SUBSET	サブセット

コメント

1. ビームグループはビーム(のみ)のセットです。以下のリストによって定義することができます:
   - ビームID
   - グループを定義する最初と最後のビームID範囲を入力
   - サブセットまたはパート(リストされるサブセット / パートに属するすべてのビームソリッドが含まれます)
   - サブモデル(リストされるサブモデルで定義されたすべてのビームが含まれます)
   - プロパティセットまたは材料(プロパティタイプ / MIDが設定されたすべてのビームが含まれます)
   - ビームグループ
   - ボックス(定義されたボックス内のすべてのビームが含まれます)

/GRBEAM/BEAM

ブロックフォーマットのキーワード
ビーム番号グループを記述します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（任意の数の入力が可能、1行当たり10個まで）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRBEAM/BEAM/*grbeam_ID*/*unit_ID*									
grbeam_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
grbeam_ID	ビームグループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grbeam_title	ビームグループのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$,..., $item\_ID_n$	ビーム識別子のリスト （整数）	

コメント

1. *item_ID*が負の数値の場合、そのアイテム番号はグループから削除されます。

/GRBEAM/BOXまたは/GRBEAM/BOX2

ブロックフォーマットのキーワード
ボックス内に含まれるビームボックスグループを記述します。

フォーマット

*box_ID*は1つのみ使用可能です:

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRBEAM/BOX/*grbeam_ID*/*unit_ID*または/GRBEAM/BOX2/*grbeam_ID*/*unit_ID*									
grbeam_title									
box_ID									

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
grbeam_ID	ビームグループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grbeam_title	ビームグループのタイトル （文字、最大100文字）	
box_ID	BOXで定義されているボックスの識別子 ボックス （整数、最大10桁）	

コメント

1. タイプがBOXの場合、すべての節点がボックス内またはそのサーフェス上に存在するすべての要素が選択されます。

   タイプがBOX2の場合、ボックス内またはその外部サーフェス上に1つ以上の節点が存在するすべての要素が選択されます。

/GRBEAM/GEN_INCR

ブロックフォーマットのキーワード
範囲内の最初と最後のビームIDをユーザー定義のインクリメント値と共にリストすることにより、ビームのグループを生成します。

フォーマット

*first_ID*で始まるエンティティのリストを生成し、*Incr*毎に*first_ID*以降、*last_ID*までエンティティを含めます。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRBEAM/GEN_INCR/*grbeam_ID*/*unit_ID*									
grbeam_title									
first_ID	*last_ID*	*Incr*							

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
grbeam_ID	ビームグループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grbeam_title	ビームグループのタイトル （文字、最大100文字）	
first_ID	リスト内の最初のビーム要素の識別子 （整数）	
last_ID	リスト内の最後のビーム要素の識別子 （整数）	
Incr	*first_ID*から*last_ID*までのリスト生成のインクリメント値。 デフォルト = 1（整数）	

コメント

1. グループには、*first_ID*、*first_ID*+*Incr*、*first_ID*+2***Incr*、*first_ID*+3***Incr*, … *last_ID*までを含みます。
2. 複数の*first_ID*、*last_ID*および*Incr*行は、1つのブロック内に定義できます。

/GRBEAM/GENE

ブロックフォーマットのキーワード
範囲内の最初と最後の要素IDをリストすることにより、ビーム要素のグループを生成します。

フォーマット

リストごとに、最初と最後のビームを入力します（1行あたり最大で5つまで、任意の数のリストを入力できます）。*first_ID*と*last_ID*の間のすべてのビームが選択されます。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRBEAM/GENE/*grbeam_ID*/*unit_ID*									
grbeam_title									
$first\_ID_1$	$last\_ID_1$	$first\_ID_2$	$last\_ID_2$	$first\_ID_3$	$last\_ID_3$	$first\_ID_4$	$last\_ID_4$	$first\_ID_n$	$last\_ID_n$

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
grbeam_ID	ビームグループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grbeam_title	ビームグループのタイトル （文字、最大100文字）	
$first\_ID_1$, $last\_ID_1$,..., $first\_ID_n$, $last\_ID_n$	最初と最後のビームの識別子リスト （整数）	

/GRBEAM/GRBEAM

ブロックフォーマットのキーワード
その他のビームグループから選択されたビームグループを記述します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（任意の数の入力が可能、1行当たり10個まで）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRBEAM/GRBEAM/*grbeam_ID*/*unit_ID*									
grbeam_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
grbeam_ID	ビームグループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grbeam_title	ビームグループのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$,..., $item\_ID_n$	ビームグループ識別子のリスト （整数）	

コメント

1. *item_ID*が負の数値の場合、そのアイテム番号はグループから削除されます。

/GRBEAM/MAT

ブロックフォーマットのキーワード
指定された材料に属するビーム材料グループを記述します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（任意の数の入力が可能、1行当たり10個まで）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRBEAM/MAT/*grbeam_ID*/*unit_ID*									
grbeam_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
grbeam_ID	ビームグループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grbeam_title	ビームグループのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$,..., $item\_ID_n$	材料識別子のリスト （整数）	

コメント

1. *item_ID*が負の数値の場合、そのアイテム番号はグループから削除されます。

/GRBEAM/PART

ブロックフォーマットのキーワード
指定されたパートに属するビームパートグループを記述します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（任意の数の入力が可能、1行当たり10個まで）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRBEAM/PART/*grbeam_ID*/*unit_ID*									
grbeam_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
grbeam_ID	ビームグループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grbeam_title	ビームグループのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$,..., $item\_ID_n$	パート識別子のリスト （整数）	

コメント

1. *item_ID* が負の数値の場合、そのアイテム番号はグループから削除されます。

/GRBEAM/PROP

ブロックフォーマットのキーワード
指定されたプロパティに属するビームプロパティグループを記述します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（任意の数の入力が可能、1行当たり10個まで）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRBEAM/PROP/*grbeam_ID*/*unit_ID*									
grbeam_title									
item_ID$_1$	*item_ID*$_2$	*item_ID*$_3$	*item_ID*$_4$	*item_ID*$_5$	*item_ID*$_6$	*item_ID*$_7$	*item_ID*$_8$	*item_ID*$_9$	*item_ID*$_{10}$

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
grbeam_ID	ビームグループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grbeam_title	ビームグループのタイトル （文字、最大100文字）	
item_ID$_1$, *item_ID*$_2$,..., *item_ID*$_n$	プロパティ識別子のリスト （整数）	

コメント

1. *item_ID*が負の数値の場合、そのアイテム番号はグループから削除されます。

/GRBEAM/SUBMODEL

ブロックフォーマットのキーワード
指定されたサブモデルに属するビームサブモデルグループを記述します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（任意の数の入力が可能、1行当たり10個まで）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRBEAM/SUBMODEL/*grbeam_ID*/*unit_ID*									
grbeam_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
grbeam_ID	ビームグループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grbeam_title	ビームグループのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$,..., $item\_ID_n$	サブモデル識別子のリスト （整数）	

コメント

1. *item_ID*が負の数値の場合、そのアイテム番号はグループから削除されます。

/GRBEAM/SUBSET

ブロックフォーマットのキーワード
指定されたサブセットに属するビームサブセットグループを記述します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（任意の数の入力が可能、1行当たり10個まで）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRBEAM/SUBSET/*grbeam_ID*/*unit_ID*									
grbeam_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
grbeam_ID	ビームグループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grbeam_title	ビームグループのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$,..., $item\_ID_n$	サブセット識別子のリスト （整数）	

コメント

1. *item_ID*が負の数値の場合、そのアイテム番号はグループから削除されます。

/GRBRIC

ブロックフォーマットのキーワード
3次元ソリッドグループ

入力タイプのキーワード:**3**次元ソリッドグループ

キーワード	入力のタイプ
/GRBRIC/BOXまたは**/GRBRIC/BOX2**	ボックス
/GRBRIC/BRIC	3次元ソリッドの番号
/GRBRIC/GEN_INCR	インクリメントによりリストを生成
/GRBRIC/GENE	生成を伴う3次元ソリッドのリスト
/GRBRIC/GRBRIC	3次元ソリッドグループ
/GRBRIC/MAT	材料
/GRBRIC/PART	パート
/GRBRIC/PROP	プロパティ
/GRBRIC/SUBMODEL	サブモデル
/GRBRIC/SUBSET	サブセット

コメント

1. 3次元ソリッドグループは3次元ソリッド(のみ)のセットです。以下のリストによって定義することができます:
   - 3次元ソリッドID
   - グループを定義する最初と最後の3次元ソリッドID範囲を入力
   - サブセットまたはパート(リストされるサブセット / パートに属するすべての3次元ソリッドが含まれます)
   - サブモデル(リストされるサブモデルで定義されたすべての3次元ソリッドが含まれます)
   - プロパティセットまたは材料(プロパティタイプ / MIDが設定されたすべての3次元ソリッドが含まれます)
   - 3次元ソリッドグループ
   - ボックス(定義されたボックス内のすべての3次元ソリッドが含まれます)
2. 3次元ソリッドグループには、四面体および六面体を含めることができます。

/GRBRIC/BOXまたは/GRBRIC/BOX2

ブロックフォーマットのキーワード
ボックス内に含まれる3次元ソリッドボックスグループを記述します。

フォーマット

*box_ID*は1つのみ使用可能です:

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRBRIC/BOX/*grbric_ID*/*unit_ID* or /GRBRIC/BOX2/*grbric_ID*/*unit_ID*									
grbric_title									
box_ID									

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
grbric_ID	3次元ソリッドグループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grbric_title	3次元ソリッドグループのタイトル （文字、最大100文字）	
box_ID	右記で定義されているボックスの識別子: ボックス （整数、最大10桁）	

コメント

1. 3次元ソリッドグループには、四面体および六面体を含めることができます。
2. タイプがBOXの場合、すべての節点がボックス内またはそのサーフェス上に存在するすべての要素が選択されます。

   タイプがBOX2の場合、ボックス内またはその外部サーフェス上に1つ以上の節点が存在するすべての要素が選択されます。

/GRBRIC/BRIC

ブロックフォーマットのキーワード
3次元ソリッド番号のグループを記述します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（任意の数の入力が可能、1行当たり10個まで）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRBRIC/BRIC/*grbric_ID*/*unit_ID*									
grbric_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
grbric_ID	3次元ソリッドグループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grbric_title	3次元ソリッドグループのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$,...,*item_ID*	3次元ソリッド識別子のリスト （整数）	

コメント

1. *item_ID*が負の数値の場合、そのアイテム番号はグループから削除されます。
2. 3次元ソリッドグループには、四面体および六面体を含めることができます。

/GRBRIC/GEN_INCR

ブロックフォーマットのキーワード
範囲内の最初と最後の3次元ソリッドIDをユーザー定義のインクリメント値と共にリストすることにより、3次元ソリッドのグループを生成します。

フォーマット

*first_ID*で始まるエンティティのリストを生成し、*Incr*毎に*first_ID*以降、*last_ID*までエンティティを含めます。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRBRIC/GEN_INCR/*grbric_ID*/*unit_ID*									
grbric_title									
first_ID	*last_ID*	*Incr*							

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
grbric_ID	3次元ソリッドグループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grbric_title	3次元ソリッドグループのタイトル （文字、最大100文字）	
first_ID	リスト内の最初の3次元ソリッドの識別子 （整数）	
last_ID	リスト内の最後の3次元ソリッドの識別子 （整数）	
Incr	*first_ID*から*last_ID*までのリスト生成のインクリメント値。 デフォルト = 1（整数）	

コメント

1. グループには、*first_ID*、*first_ID*+*Incr*、*first_ID*+2***Incr*、*first_ID*+3***Incr*, … *last_ID*までを含みます。
2. 複数の*first_ID*、*last_ID*および*Incr*行は、1つのブロック内に定義できます。

/GRBRIC/GENE

ブロックフォーマットのキーワード
範囲内の最初と最後の要素IDをリストすることにより、ビーム要素のグループを生成します。

フォーマット

リストごとに、最初と最後のビームを入力します（1行あたり最大で5つまで、任意の数のリストを入力できます）。*first_ID*と*last_ID*の間のすべての3次元ソリッドが選択されます。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRBRIC/GENE/*grbric_ID*/*unit_ID*									
grbric_title									
$first\_ID_1$	$last\_ID_1$	$first\_ID_2$	$last\_ID_2$	$first\_ID_3$	$last\_ID_3$	$first\_ID_4$	$last\_ID_4$	$first\_ID_n$	$last\_ID_n$

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
grbric_ID	3次元ソリッドグループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grbric_title	3次元ソリッドグループのタイトル （文字、最大100文字）	
$first\_ID_1$, $last\_ID_1$,..., $first\_ID_n$, $last\_ID_n$	最初と最後の3次元ソリッドの識別子リスト （整数）	

/GRBRIC/GRBRIC

ブロックフォーマットのキーワード
その他の3次元ソリッドグループから選択された3次元ソリッドグループを記述します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（任意の数の入力が可能、1行当たり10個まで）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRBRIC/GRBRIC/*grbric_ID*/*unit_ID*									
grbric_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
grbric_ID	3次元ソリッドグループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grbric_title	3次元ソリッドグループのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$,...,*item_ID*	3次元ソリッドグループ識別子のリスト （整数）	

コメント

1. *item_ID*が負の数値の場合、そのアイテム番号はグループから削除されます。
2. 3次元ソリッドグループには、四面体および六面体を含めることができます。

/GRBRIC/MAT

ブロックフォーマットのキーワード
指定された材料に属する3次元ソリッド材料グループを記述します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（任意の数の入力が可能、1行当たり10個まで）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRBRIC/MAT/*grbric_ID*/*unit_ID*									
grbric_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
grbric_ID	3次元ソリッドグループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grbric_title	3次元ソリッドグループのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$,...,*item_ID*	材料識別子のリスト （整数）	

コメント

1. *item_ID*が負の数値の場合、そのアイテム番号はグループから削除されます。
2. 3次元ソリッドグループには、四面体および六面体を含めることができます。

/GRBRIC/PART

ブロックフォーマットのキーワード
指定されたパートに属する3次元ソリッドパートグループを記述します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（任意の数の入力が可能、1行当たり10個まで）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRBRIC/PART/*grbric_ID*/*unit_ID*									
grbric_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
grbric_ID	3次元ソリッドグループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grbric_title	3次元ソリッドグループのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$,...,*item_ID*	パート識別子のリスト （整数）	

コメント

1. *item_ID*が負の数値の場合、そのアイテム番号はグループから削除されます。
2. 3次元ソリッドグループには、四面体および六面体を含めることができます。

/GRBRIC/PROP

ブロックフォーマットのキーワード
指定されたプロパティに属する3次元ソリッドプロパティグループを記述します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（任意の数の入力が可能、1行当たり10個まで）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRBRIC/PROP/*grbric_ID*/*unit_ID*									
grbric_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
grbric_ID	3次元ソリッドグループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grbric_title	3次元ソリッドグループのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$,...,*item_ID*	プロパティ識別子のリスト （整数）	

コメント

1. *item_ID*が負の数値の場合、そのアイテム番号はグループから削除されます。
2. 3次元ソリッドグループには、四面体および六面体を含めることができます。

/GRBRIC/SUBMODEL

ブロックフォーマットのキーワード
指定されたサブモデルに属する3次元ソリッドサブモデルグループを記述します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（任意の数の入力が可能、1行当たり10個まで）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRBRIC/SUBMODEL/*grbric_ID*/*unit_ID*									
grbric_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
grbric_ID	3次元ソリッドグループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grbric_title	3次元ソリッドグループのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$,...,*item_ID*	サブモデル識別子のリスト （整数）	

コメント

1. *item_ID*が負の数値の場合、そのアイテム番号はグループから削除されます。
2. 3次元ソリッドグループには、四面体および六面体を含めることができます。

/GRBRIC/SUBSET

ブロックフォーマットのキーワード
指定されたサブセットに属する3次元ソリッドサブセットグループを記述します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（任意の数の入力が可能、1行当たり10個まで）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRBRIC/SUBSET/*grbric_ID*/*unit_ID*									
grbric_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
grbric_ID	3次元ソリッドグループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grbric_title	3次元ソリッドグループのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$,...,*item_ID*	サブセット識別子のリスト （整数）	

コメント

1. *item_ID*が負の数値の場合、そのアイテム番号はグループから削除されます。
2. 3次元ソリッドグループには、四面体および六面体を含めることができます。

/GRNOD

ブロックフォーマットのキーワード
節点グループ

入力タイプのキーワード:節点グループ

キーワード	入力のタイプ
/GRNOD/BOX	ボックス
/GRNOD/GEN_INCR	インクリメントによりリストを生成
/GRNOD/GENE	生成を伴う節点のリスト
/GRNOD/GRBEAM	ビームグループ
/GRNOD/GRBRIC	3次元ソリッドグループ
/GRNOD/GRNOD	節点グループ
/GRNOD/GRQUAD	2次元ソリッドグループ
/GRNOD/GRSHEL	4節点シェルグループ
/GRNOD/GRSH3N	3節点シェルグループ
/GRNOD/GRSPRI	スプリンググループ
/GRNOD/GRTRUS	トラスグループ
/GRNOD/LINE	ラングループのリスト
/GRNOD/MAT	材料
/GRNOD/NODE	節点のリスト
/GRNOD/NODENS	ソートされていない節点番号
/GRNOD/PART	パート
/GRNOD/PROP	プロパティ
/GRNOD/SUBMODEL	サブモデル
/GRNOD/SUBSET	サブセット
/GRNOD/SURF	サーフェス

コメント

1. 節点グループは節点のセットです。以下のリストによって明示的に定義することができます:
   - 節点
   - グループを定義する最初と最後の節点ID範囲を入力
   - サブモデル(リストされるサブモデルに属するすべての節点が含まれます)

- サブモデル（リストされるサブモデルで内で/NODEまたは/CNODEで定義されたすべての節点が含まれます）
- サブセットまたはパート（リストされるサブセット / パートに含まれるすべての節点が含まれます）
- プロパティセットまたは材料（プロパティタイプ / MIDが設定された要素に属するすべての節点が含まれます）
- 節点グループ
- 要素グループ（これらの要素に結合されたすべての節点が含まれます）
- ボックス（定義されたボックス内のすべての節点が含まれます）
- ソートされていない節点リスト（節点リストと同じだが、他のオプションのように数値順ではなく、入力順に格納される。/INTER/TYPE8および/XELEMオプションでのみ必要とされます）。

2. 節点グループは、剛壁、インターフェース、剛体のセカンダリ節点、または集中荷重や強制速度等の荷重がかけられる節点の定義に使用されます。

/GRNOD/BOX

ブロックフォーマットのキーワード
参照ボックスに含まれる節点グループを記述します。

フォーマット

*box_ID*は1つのみ使用可能です:

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRNOD/BOX/*grnd_ID*/*unit_ID*									
grnod_title									
box_ID									

定義

フィールド	内容	SI単位の例
grnd_ID	節点グループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grnd_title	節点グループのタイトル （文字、最大100文字）	
box_ID	右記で定義されているボックスの識別子: ボックス （整数、最大10桁）	

コメント

1. 節点グループは、剛壁、インターフェース、剛体のセカンダリ節点、または集中荷重や強制速度等の荷重がかけられる節点の定義に使用されます。
2. タイプがBOXの場合、ボックス内のすべての節点が選択されます。

/GRNOD/GEN_INCR

ブロックフォーマットのキーワード
範囲内の最初と最後の節点IDをユーザー定義のインクリメント値と共にリストすることにより、節点のグループを生成します。

フォーマット

*first_ID*で始まるエンティティのリストを生成し、*Incr*毎に*first_ID*以降、*last_ID*までエンティティを含めます。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRNOD/GEN_INCR/*grnd_ID*/*unit_ID*									
grnd_title									
first_ID	*last_ID*	*Incr*							

定義

フィールド	内容	SI単位の例
grnd_ID	節点グループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grnd_title	節点グループのタイトル （文字、最大100文字）	
first_ID	リスト内の最初の節点の識別子 （整数）	
last_ID	リスト内の最後の節点の識別子 （整数）	
Incr	*first_ID*から*last_ID*までのリスト生成のインクリメント値。 デフォルト = 1（整数）	

コメント

1. 節点グループは、剛壁、インターフェース、剛体のセカンダリ節点、または集中荷重や強制速度等の荷重がかけられる節点の定義に使用されます。
2. グループには、*first_ID*、*first_ID*+*Incr*、*first_ID*+2***Incr*、*first_ID*+3***Incr*, … *last_ID*までを含みます。

3. 複数の*first_ID*、*last_ID*および*Incr*行は、1つのブロック内に定義できます。

/GRNOD/GENE

ブロックフォーマットのキーワード
範囲内の最初と最後の節点IDをリストすることにより、節点のグループを生成します。

フォーマット

リストごとに、最初と最後の節点を入力します（1行あたり最大で5つまで、任意の数のリストを入力できます）。*first_ID*と*last_ID*を含む間のすべての要素が選択されます。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRNOD/GENE/*grnd_ID*/*unit_ID*									
grnd_title									
$first\_ID_1$	$last\_ID_1$	$first\_ID_2$	$last\_ID_2$	$first\_ID_3$	$last\_ID_3$	$first\_ID_4$	$last\_ID_4$	$first\_ID_5$	$last\_ID_5$

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
grnd_ID	節点グループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grnd_title	節点グループのタイトル （文字、最大100文字）	
$first\_ID_1$, $last\_ID_1$,...$first\_ID_n$ $last\_ID_n$	最初と最後の節点の識別子リスト （整数）	

コメント

1. 節点グループは、剛壁、インターフェース、剛体のセカンダリ節点、または集中荷重や強制速度等の荷重がかけられる節点の定義に使用されます。

/GRNOD/GRBEAM

ブロックフォーマットのキーワード
ビームグループから選択された節点グループを記述します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（1行あたり10個まで、任意の数の入力が可能です）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRNOD/GRBEAM/*grnd_ID*/*unit_ID*									
grnd_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	SI単位の例
grnd_ID	節点グループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grnd_title	節点グループのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$,..., $item\_ID_n$	ビームグループ識別子のリスト （整数）	

コメント

1. 節点グループは、剛壁、インターフェース、剛体のセカンダリ節点、または集中荷重や強制速度等の荷重がかけられる節点の定義に使用されます。
2. *item_ID*が正のGRBEAM番号である場合、参照されるビームグループに関連するすべての節点が節点グループに追加されます。
3. *item_ID*が負のGRBEAM番号である場合、参照されるビームグループに関連する節点が節点グループから削除されます。

/GRNOD/GRBRIC

ブロックフォーマットのキーワード
3次元ソリッドグループから選択された節点グループを記述します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（1行あたり10個まで、任意の数の入力が可能です）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRNOD/GRBRIC/*grnd_ID*/*unit_ID*									
grnd_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	SI単位の例
grnd_ID	節点グループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grnd_title	節点グループのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$,..., $item\_ID_n$	3次元ソリッドグループ識別子のリスト （整数）	

コメント

1. 節点グループは、剛壁、インターフェース、剛体のセカンダリ節点、または集中荷重や強制速度等の荷重がかけられる節点の定義に使用されます。
2. *item_ID*が正のGRBRIC番号である場合、参照される3次元ソリッドグループに関連するすべての節点が節点グループに追加されます。
3. *item_ID*が負のGRBRIC番号である場合、参照される3次元ソリッドグループに関連する節点が節点グループから削除されます。

/GRNOD/GRNOD

ブロックフォーマットのキーワード
その他の節点グループから選択された節点グループを記述します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（1行あたり10個まで、任意の数の入力が可能です）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRNOD/GRNOD/*grnd_ID*/*unit_ID*									
grnd_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	SI単位の例
grnd_ID	節点グループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grnd_title	節点グループのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$,..., $item\_ID_n$	節点グループ識別子のリスト （整数）	

コメント

1. 節点グループは、剛壁、インターフェース、剛体のセカンダリ節点、または集中荷重や強制速度等の荷重がかけられる節点の定義に使用されます。
2. *item_ID*が正のGRNOD番号である場合、参照される節点グループのすべての節点が結合された節点グループに追加されます。
3. *item_ID*が負のGRNOD番号である場合、参照される節点グループのすべての節点が結合された節点グループから削除されます。

/GRNOD/GRQUAD

ブロックフォーマットのキーワード
2次元ソリッドグループから選択された節点グループを記述します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（1行あたり10個まで、任意の数の入力が可能です）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRNOD/GRQUAD/*grnd_ID*/*unit_ID*									
grnd_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	SI単位の例
grnd_ID	節点グループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grnd_title	節点グループのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$,..., $item\_ID_n$	2次元ソリッドグループ識別子のリスト （整数）	

コメント

1. 節点グループは、剛壁、インターフェース、剛体のセカンダリ節点、または集中荷重や強制速度等の荷重がかけられる節点の定義に使用されます。
2. *item_ID*が正のGRQUAD番号である場合、参照される2次元ソリッドグループに関連するすべての節点が節点グループに追加されます。
3. *item_ID*が負のGRQUAD番号である場合、参照される2次元ソリッドグループに関連する節点が節点グループから削除されます。

/GRNOD/GRSHEL

ブロックフォーマットのキーワード
節点グループから選択された4節点シェルグループを記述します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（1行あたり10個まで、任意の数の入力が可能です）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRNOD/GRSHEL/*grnd_ID*/*unit_ID*									
grnd_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	SI単位の例
grnd_ID	節点グループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grnd_title	節点グループのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$,..., $item\_ID_n$	4節点シェルグループ識別子のリスト （整数）	

コメント

1. 節点グループは、剛壁、インターフェース、剛体のセカンダリ節点、または集中荷重や強制速度等の荷重がかけられる節点の定義に使用されます。
2. *item_ID*が正のGRSHEL番号である場合、参照される4節点シェルグループに関連するすべての節点が節点グループに追加されます。
3. *item_ID*が負のGRSHEL番号である場合、参照される4節点シェルグループに関連する節点が節点グループから削除されます。

/GRNOD/GRSH3N

ブロックフォーマットのキーワード
節点グループから選択された3節点シェルグループを記述します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（1行あたり10個まで、任意の数の入力が可能です）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRNOD/GRSH3N/*grnd_ID*/*unit_ID*									
grnd_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	SI単位の例
grnd_ID	節点グループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grnd_title	節点グループのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$,..., $item\_ID_n$	3節点シェルグループ識別子のリスト （整数）	

コメント

1. 節点グループは、剛壁、インターフェース、剛体のセカンダリ節点、または集中荷重や強制速度等の荷重がかけられる節点の定義に使用されます。
2. *item_ID*が正のGRSH3N番号である場合、参照される3節点シェルグループに関連するすべての節点が節点グループに追加されます。
3. *item_ID*が負のGRSH3N番号である場合、参照される3節点シェルグループに関連する節点が節点グループから削除されます。

/GRNOD/GRSPRI

ブロックフォーマットのキーワード
スプリンググループから選択された節点グループを記述します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（1行あたり10個まで、任意の数の入力が可能です）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRNOD/GRSPRI/*grnd_ID*/*unit_ID*									
grnd_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	SI単位の例
grnd_ID	節点グループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grnd_title	節点グループのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$,..., $item\_ID_n$	スプリンググループ識別子のリスト （整数）	

コメント

1. 節点グループは、剛壁、インターフェース、剛体のセカンダリ節点、または集中荷重や強制速度等の荷重がかけられる節点の定義に使用されます。
2. *item_ID*が正のGRSPRI番号である場合、参照されるスプリンググループに関連するすべての節点が節点グループに追加されます。
3. *item_ID*が負のGRSPRI番号である場合、参照されるスプリンググループに関連する節点が節点グループから削除されます。

/GRNOD/GRTRUS

ブロックフォーマットのキーワード
トラスグループから選択された節点グループを記述します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（1行あたり10個まで、任意の数の入力が可能です）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRNOD/GRTRUS/*grnd_ID*/*unit_ID*									
grnd_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	SI単位の例
grnd_ID	節点グループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grnd_title	節点グループのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$,..., $item\_ID_n$	トラスグループ識別子のリスト （整数）	

コメント

1. 節点グループは、剛壁、インターフェース、剛体のセカンダリ節点、または集中荷重や強制速度等の荷重がかけられる節点の定義に使用されます。
2. *item_ID*が正のGRTRUS番号である場合、参照されるトラスグループに関連するすべての節点が節点グループに追加されます。
3. *item_ID*が負のGRTRUS番号である場合、参照されるトラスグループに関連する節点が節点グループから削除されます。

/GRNOD/LINE

ブロックフォーマットのキーワード
ラインから選択された節点グループを記述します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（1行あたり10個まで、任意の数の入力が可能です）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRNOD/LINE/*grnd_ID*/*unit_ID*									
grnd_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	SI単位の例
grnd_ID	節点グループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grnd_title	節点グループのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$,..., $item\_ID_n$	ライングループ識別子のリスト （整数）	

コメント

1. 節点グループは、剛壁、インターフェース、剛体のセカンダリ節点、または集中荷重や強制速度等の荷重がかけられる節点の定義に使用されます。

/GRNOD/MAT

ブロックフォーマットのキーワード
材料から選択された節点グループを記述します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（1行あたり10個まで、任意の数の入力が可能です）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRNOD/MAT/*grnd_ID*/*unit_ID*									
grnd_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	SI単位の例
grnd_ID	節点グループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grnd_title	節点グループのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$,..., $item\_ID_n$	材料識別子のリスト （整数）	

コメント

1. 節点グループは、剛壁、インターフェース、剛体のセカンダリ節点、または集中荷重や強制速度等の荷重がかけられる節点の定義に使用されます。
2. *item_ID*が正のMAT番号である場合、参照される材料グループに関連するすべての節点が節点グループに追加されます。
3. *item_ID*が負のMAT番号である場合、参照される材料グループに関連する節点が節点グループから削除されます。

/GRNOD/NODE

ブロックフォーマットのキーワード
節点リストによる節点グループを記述します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（1行あたり10個まで、任意の数の入力が可能です）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRNOD/NODE/*grnd_ID*/*unit_ID*									
grnd_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	SI単位の例
grnd_ID	節点グループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grnd_title	節点グループのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$,..., $item\_ID_n$	節点識別子のリスト （整数）	

コメント

1. 節点グループは、剛壁、インターフェース、剛体のセカンダリ節点、または集中荷重や強制速度等の荷重がかけられる節点の定義に使用されます。

/GRNOD/NODENS

ブロックフォーマットのキーワード
節点リストによるソート不可の節点グループを記述します。

フォーマット

節点の番号を希望する順序で入力します（1行あたり10個まで、任意の数の入力が可能です）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRNOD/NODENS/*grnd_ID*/*unit_ID*									
grnd_title									
$node\_ID_1$	$node\_ID_2$	$node\_ID_3$	$node\_ID_4$	$node\_ID_5$	$node\_ID_6$	$node\_ID_7$	$node\_ID_8$	$node\_ID_9$	$node\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	SI単位の例
grnd_ID	節点グループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grnd_title	節点グループのタイトル （文字、最大100文字）	
$node\_ID_1$, $node\_ID_2$..., $node\_ID_{10}$	スレーブ節点識別子のリスト （整数）	

コメント

1. 節点グループは、剛壁、インターフェース、剛体のセカンダリ節点、または集中荷重や強制速度等の荷重がかけられる節点の定義に使用されます。
2. 節点はRadiossによってソートされず、入力された順序が維持されます。このオプションは、Type 8および/XELEMでのみ必要となります。

/GRNOD/PART

ブロックフォーマットのキーワード
パートから選択された節点グループを記述します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（1行あたり10個まで、任意の数の入力が可能です）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRNOD/PART/*grnd_ID*/*unit_ID*									
grnd_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	SI単位の例
grnd_ID	節点グループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grnd_title	節点グループのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$,..., $item\_ID_n$	パート識別子のリスト （整数）	

コメント

1. 節点グループは、剛壁、インターフェース、剛体のセカンダリ節点、または集中荷重や強制速度等の荷重がかけられる節点の定義に使用されます。
2. *item_ID*が正のPART番号である場合、参照されるパートグループに関連するすべての節点が節点グループに追加されます。
3. *item_ID*が負のPART番号である場合、参照されるパートグループに関連する節点が節点グループから削除されます。

/GRNOD/PROP

ブロックフォーマットのキーワード
プロパティから選択された節点グループを記述します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（1行あたり10個まで、任意の数の入力が可能です）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRNOD/PROP/*grnd_ID*/*unit_ID*									
grnd_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	SI単位の例
grnd_ID	節点グループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grnd_title	節点グループのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$,..., $item\_ID_n$	プロパティ識別子のリスト （整数）	

コメント

1. 節点グループは、剛壁、インターフェース、剛体のセカンダリ節点、または集中荷重や強制速度等の荷重がかけられる節点の定義に使用されます。
2. *item_ID*が正のPROP番号である場合、参照されるプロパティグループに関連するすべての節点が節点グループに追加されます。
3. *item_ID*が負のPROP番号である場合、参照されるプロパティグループに関連する節点が節点グループから削除されます。

/GRNOD/SUBMODEL

ブロックフォーマットのキーワード
サブモデルから選択された節点グループを記述します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（1行あたり10個まで、任意の数の入力が可能です）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRNOD/SUBMODEL/*grnd_ID*/*unit_ID*									
grnd_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	SI単位の例
grnd_ID	節点グループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grnd_title	節点グループのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$,..., $item\_ID_n$	サブモデル識別子のリスト （整数）	

コメント

1. 節点グループは、剛壁、インターフェース、剛体のセカンダリ節点、または集中荷重や強制速度等の荷重がかけられる節点の定義に使用されます。
2. *item_ID*が正のSUBMODEL番号である場合、参照されるサブモデルグループに関連するすべての節点が節点グループに追加されます。
3. *item_ID*が負のSUBMODEL番号である場合、参照されるサブモデルグループに関連するすべての節点が節点グループから削除されます。

/GRNOD/SUBSET

ブロックフォーマットのキーワード
サブセットから選択された節点グループを記述します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（1行あたり10個まで、任意の数の入力が可能です）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRNOD/SUBSET/*grnd_ID*/*unit_ID*									
grnd_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	SI単位の例
grnd_ID	節点グループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grnd_title	節点グループのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$,..., $item\_ID_n$	サブセット識別子のリスト （整数）	

コメント

1. 節点グループは、剛壁、インターフェース、剛体のセカンダリ節点、または集中荷重や強制速度等の荷重がかけられる節点の定義に使用されます。
2. *item_ID*が正のSUBSET番号である場合、参照されるサブセットグループに関連するすべての節点が節点グループに追加されます。
3. *item_ID*が負のSUBSET番号である場合、参照されるサブセットグループに関連する節点が節点グループから削除されます。

/GRNOD/SURF

ブロックフォーマットのキーワード
サーフェスから選択された節点グループを記述します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（1行あたり10個まで、任意の数の入力が可能です）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRNOD/SURF/*grnd_ID*/*unit_ID*									
grnd_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	SI単位の例
grnd_ID	節点グループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grnd_title	節点グループのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$,..., $item\_ID_n$	サーフェス識別子のリスト。 （整数）	

コメント

1. 節点グループは、剛壁、インターフェース、剛体のセカンダリ節点、または集中荷重や強制速度等の荷重がかけられる節点の定義に使用されます。

/GRPART

ブロックフォーマットのキーワード
パートグループを記述します。

入力タイプのキーワード：パートグループ

キーワード	入力のタイプ
/GRPART/GEN_INCR	インクリメントによりリストを生成
/GRPART/GENE	生成を伴うパートのリスト
/GRPART/GRPART	パートグループ
/GRPART/MAT	材料
/GRPART/PART	パート
/GRPART/PROP	プロパティ
/GRPART/SUBMODEL	サブモデル
/GRPART/SUBSET	サブセット

コメント

1. パートグループはパートのセットです。以下のリストによって定義することができます：
   - パート
   - サブセット（リストされるサブセットに属するすべてのパートが含まれます）
   - プロパティセットまたは材料（プロパティタイプ / MIDが設定されたすべてのパートが含まれます）
   - サブモデル（リストされるサブモデルで定義されたすべてのパートが含まれます）
   - パートグループ
   - グループを定義する最初と最後のパートID範囲を入力

/GRPART/GEN_INCR

ブロックフォーマットのキーワード
範囲内の最初と最後のパートIDをユーザー定義のインクリメント値と共にリストすることにより、パートのグループを生成します。

フォーマット

*first_ID*で始まるエンティティのリストを生成し、*Incr*毎に*first_ID*以降、*last_ID*までエンティティを含めます。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRPART/GEN_INCR/*grpart_ID*/*unit_ID*									
grpart_title									
first_ID	*last_ID*	*Incr*							

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
grpart_ID	パートグループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grpart_title	パートグループのタイトル （文字、最大100文字）	
first_ID	リスト内の最初のパートの識別子 （整数）	
last_ID	リスト内の最後のパートの識別子 （整数）	
Incr	*first_ID*から*last_ID*までのリスト生成のインクリメント値。 デフォルト = 1（整数）	

コメント

1. グループには、*first_ID*、*first_ID*+*Incr*、*first_ID*+2***Incr*、*first_ID*+3***Incr*, … *last_ID*までを含みます。
2. 複数の*first_ID*、*last_ID*および*Incr*行は、1つのブロック内に定義できます。

/GRPART/GENE

ブロックフォーマットのキーワード
範囲内の最初と最後のパートIDをリストすることにより、パートのグループを生成します。

フォーマット

リストごとに、最初と最後の節点を入力します（1行あたり最大で5つまで、任意の数のリストを入力できます）。*first_ID*と*last_ID*の間のすべての節点が選択されます。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRPART/GENE/*grpart_ID*/*unit_ID*									
grpart_title									
$first\_ID_1$	$last\_ID_1$	$first\_ID_2$	$last\_ID_2$	$first\_ID_3$	$last\_ID_3$	$first\_ID_4$	$last\_ID_4$	$first\_ID_5$	$last\_ID_5$

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
grpart_ID	パートグループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grpart_title	パートグループのタイトル （文字、最大100文字）	
$first\_ID_1$, $last\_ID_1$,...$first\_ID_n$ $last\_ID_n$	最初と最後のパートの識別子リスト （整数）	

/GRPART/GRPART

ブロックフォーマットのキーワード
その他のパートグループから選択されたパートグループを記述します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（1行あたり10個まで、任意の数の入力が可能です）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRPART/GRPART/*grpart_ID*									
grpart_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
grpart_ID	パートグループの識別子 （整数、最大10桁）	
grpart_title	パートグループのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$,..., $item\_ID_n$	パートグループ識別子のリスト （整数）	

コメント

1. *item_ID*が負の数値の場合、そのアイテム番号はグループから削除されます。

/GRPART/MAT

ブロックフォーマットのキーワード
指定された材料に属するパート材料グループを記述します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（1行あたり10個まで、任意の数の入力が可能です）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRPART/MAT/*grpart_ID*									
grpart_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
grpart_ID	パートグループの識別子 （整数、最大10桁）	
grpart_title	パートグループのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$,..., $item\_ID_n$	材料識別子のリスト （整数）	

コメント

1. *item_ID*が負の数値の場合、そのアイテム番号はグループから削除されます。

/GRPART/PART

ブロックフォーマットのキーワード
パートグループを記述します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（1行あたり10個まで、任意の数の入力が可能です）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRPART/PART/*grpart_ID*									
grpart_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
grpart_ID	パートグループの識別子 （整数、最大10桁）	
grpart_title	パートグループのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$,..., $item\_ID_n$	パート識別子のリスト （整数）	

コメント

1. *item_ID*が負の数値の場合、そのアイテム番号はグループから削除されます。

/GRPART/PROP

ブロックフォーマットのキーワード
指定されたプロパティに属するパートグループを記述します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（1行あたり10個まで、任意の数の入力が可能です）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRPART/PROP/*grpart_ID*									
grpart_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
grpart_ID	パートグループの識別子 （整数、最大10桁）	
grpart_title	パートグループのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$,..., $item\_ID_n$	プロパティ識別子のリスト （整数）	

コメント

1. *item_ID*が負の数値の場合、そのアイテム番号はグループから削除されます。

/GRPART/SUBMODEL

ブロックフォーマットのキーワード
指定されたサブモデルに属するパートグループを記述します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（1行あたり10個まで、任意の数の入力が可能です）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRPART/SUBMODEL/*grpart_ID*									
grpart_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
grpart_ID	パートグループの識別子 （整数、最大10桁）	
grpart_title	パートグループのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$,..., $item\_ID_n$	サブモデル識別子のリスト （整数）	

コメント

1. *item_ID*が負の数値の場合、そのアイテム番号はグループから削除されます。

/GRPART/SUBSET

ブロックフォーマットのキーワード
指定されたサブセットに属するパートグループを記述します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（1行あたり10個まで、任意の数の入力が可能です）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRPART/SUBSET/*grpart_ID*									
grpart_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
grpart_ID	パートグループの識別子 （整数、最大10桁）	
grpart_title	パートグループのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$,..., $item\_ID_n$	サブセット識別子のリスト （整数）	

コメント

1. *item_ID*が負の数値の場合、そのアイテム番号はグループから削除されます。

/GRQUAD

ブロックフォーマットのキーワード
2次元ソリッドグループを記述します。

入力タイプのキーワード：**2**次元ソリッドグループ

キーワード	入力のタイプ
/GRQUAD/BOXまたは**/GRQUAD/BOX2**	ボックス
/GRQUAD/GEN_INCR	インクリメントによりリストを生成
/GRQUAD/GENE	生成を伴う2次元ソリッドのリスト
/GRQUAD/GRQUAD	2次元ソリッドグループ
/GRQUAD/MAT	材料
/GRQUAD/PART	パート
/GRQUAD/PROP	プロパティ
/GRQUAD/QUAD	2次元ソリッドの番号
/GRQUAD/SUBMODEL	サブモデル
/GRQUAD/SUBSET	サブセット

コメント

1. 2次元ソリッドグループは2次元ソリッド（のみ）のセットです。以下のリストによって定義することができます：
   - 2次元ソリッドID
   - グループを定義する最初と最後の2次元ソリッドID範囲を入力
   - サブセットまたはパート（リストされるサブセット / パートに属するすべての2次元ソリッドが含まれます）
   - サブモデル（リストされるサブモデルで定義されたすべての2次元ソリッドが含まれます）
   - プロパティセットまたは材料（プロパティタイプ / MIDが設定されたすべての2次元ソリッドが含まれます）
   - 2次元ソリッドグループ
   - ボックス（定義されたボックス内のすべての2次元ソリッドが含まれます）

/GRQUAD/BOXまたは/GRQUAD/BOX2

ブロックフォーマットのキーワード
ボックス内に含まれる2次元ソリッドボックスグループを記述します。

フォーマット

*box_ID*は1つのみ使用可能です:

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRQUAD/BOX/*grquad_ID*/*unit_ID* or /GRQUAD/BOX2/*grquad_ID*/*unit_ID*									
grquad_title									
box_ID									

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
grquad_ID	2次元ソリッドグループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grquad_title	2次元ソリッドグループのタイトル （文字、最大100文字）	
box_ID	右記で定義されているボックスの識別子: ボックス （整数、最大10桁）	

コメント

1. タイプがBOXの場合、すべての節点がボックス内またはそのサーフェス上に存在するすべての要素が選択されます。

   タイプがBOX2の場合、ボックス内またはその外部サーフェス上に1つ以上の節点が存在するすべての要素が選択されます。

/GRQUAD/GEN_INCR

ブロックフォーマットのキーワード
範囲内の最初と最後の2次元ソリッドIDをユーザー定義のインクリメント値と共にリストすることにより、2次元ソリッドのグループを生成します。

フォーマット

*first_ID*で始まるエンティティのリストを生成し、*Incr*毎に*first_ID*以降、*last_ID*までエンティティを含めます。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRQUAD/GEN_INCR/*grquad_ID*/*unit_ID*									
grquad_title									
first_ID	*last_ID*	*Incr*							

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
grquad_ID	2次元ソリッドグループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grquad_title	2次元ソリッドグループのタイトル （文字、最大100文字）	
first_ID	リスト内の最初の2次元ソリッド要素の識別子 （整数）	
last_ID	リスト内の最後の2次元ソリッド要素の識別子 （整数）	
Incr	*first_ID*から*last_ID*までのリスト生成のインクリメント値。 デフォルト = 1（整数）	

コメント

1. グループには、*first_ID*、*first_ID*+*Incr*、*first_ID*+2***Incr*、*first_ID*+3***Incr*, … *last_ID*までを含みます。
2. 複数の*first_ID*、*last_ID*および*Incr*行は、1つのブロック内に定義できます。

/GRQUAD/GENE

ブロックフォーマットのキーワード
範囲内の最初と最後の要素IDをリストすることにより、2次元ソリッド要素のグループを生成します。

フォーマット

リストごとに、最初と最後の節点を入力します（1行あたり最大で5つまで、任意の数のリストを入力できます）。*first_ID*と*last_ID*の間のすべての節点が選択されます。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRQUAD/GENE/*grquad_ID*/*unit_ID*									
grquad_title									
$first\_ID_1$	$last\_ID_1$	$first\_ID_2$	$last\_ID_2$	$first\_ID_3$	$last\_ID_3$	$first\_ID_4$	$last\_ID_4$	$first\_ID_n$	$last\_ID_n$

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
grquad_ID	2次元ソリッドグループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grquad_title	2次元ソリッドグループのタイトル （文字、最大100文字）	
$first\_ID_1$, $last\_ID_1$,...$first\_ID_n$ $last\_ID_n$	最初と最後の2次元ソリッドの識別子リスト （整数）	

/GRQUAD/GRQUAD

ブロックフォーマットのキーワード
その他の2次元ソリッドグループから選択された2次元ソリッドグループを記述します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（任意の数の入力が可能、1行当たり10個まで）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRQUAD/GRQUAD/*grquad_ID*/*unit_ID*									
grquad_title									
item_ID$_1$	*item_ID*$_2$	*item_ID*$_3$	item_ID$_4$	*item_ID*$_5$	*item_ID*$_6$	*item_ID*$_7$	*item_ID*$_8$	*item_ID*$_9$	*item_ID*$_{10}$

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
grquad_ID	2次元ソリッドグループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grquad_title	2次元ソリッドグループのタイトル （文字、最大100文字）	
item_ID$_1$, *item_ID*$_2$,..., *item_ID*$_n$	2次元ソリッドグループ識別子のリスト （整数）	

コメント

1. *item_ID*が負の数値の場合、そのアイテム番号はグループから削除されます。

/GRQUAD/MAT

ブロックフォーマットのキーワード
指定された材料に属する2次元ソリッド材料グループを記述します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（任意の数の入力が可能、1行当たり10個まで）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRQUAD/MAT/*grquad_ID*/*unit_ID*									
grquad_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
grquad_ID	2次元ソリッドグループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grquad_title	2次元ソリッドグループのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$,..., $item\_ID_n$	材料識別子のリスト （整数）	

コメント

1. 1*item_ID*が負の数値の場合、そのアイテム番号はグループから削除されます。

/GRQUAD/PART

ブロックフォーマットのキーワード
指定されたパートに属する2次元ソリッドパートグループを記述します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（任意の数の入力が可能、1行当たり10個まで）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRQUAD/PART/*grquad_ID*/*unit_ID*									
grquad_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
grquad_ID	2次元ソリッドグループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grquad_title	2次元ソリッドグループのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$,..., $item\_ID_n$	パート識別子のリスト （整数）	

コメント

1. *item_ID*が負の数値の場合、そのアイテム番号はグループから削除されます。

/GRQUAD/PROP

ブロックフォーマットのキーワード
指定されたプロパティに属する2次元ソリッドプロパティグループを記述します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（任意の数の入力が可能、1行当たり10個まで）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRQUAD/PROP/*grquad_ID*/*unit_ID*									
grquad_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
grquad_ID	2次元ソリッドグループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grquad_title	2次元ソリッドグループのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$,..., $item\_ID_n$	プロパティ識別子のリスト （整数）	

コメント

1. *item_ID*が負の数値の場合、そのアイテム番号はグループから削除されます。

/GRQUAD/QUAD

ブロックフォーマットのキーワード
2次元ソリッド番号グループを記述します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（任意の数の入力が可能、1行当たり10個まで）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRQUAD/QUAD/*grquad_ID*/*unit_ID*									
grquad_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
grquad_ID	2次元ソリッドグループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grquad_title	2次元ソリッドグループのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$,..., $item\_ID_n$	2次元ソリッド識別子のリスト （整数）	

コメント

1. *item_ID*が負の数値の場合、そのアイテム番号はグループから削除されます。

/GRQUAD/SUBMODEL

ブロックフォーマットのキーワード
指定されたサブモデルに属する2次元ソリッドサブモデルグループを記述します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（任意の数の入力が可能、1行当たり10個まで）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRQUAD/SUBMODEL/*grquad_ID*/*unit_ID*									
grquad_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
grquad_ID	2次元ソリッドグループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grquad_title	2次元ソリッドグループのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$,..., $item\_ID_n$	サブモデル識別子のリスト （整数）	

コメント

1. *item_ID*が負の数値の場合、そのアイテム番号はグループから削除されます。

/GRQUAD/SUBSET

ブロックフォーマットのキーワード
指定されたサブセットに属する2次元ソリッドサブセットグループを記述します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（任意の数の入力が可能、1行当たり10個まで）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRQUAD/SUBSET/*grquad_ID*/*unit_ID*									
grquad_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
grquad_ID	2次元ソリッドグループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grquad_title	2次元ソリッドグループのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$,..., $item\_ID_n$	サブセット識別子のリスト （整数）	

コメント

1. *item_ID*が負の数値の場合、そのアイテム番号はグループから削除されます。

/GRSH3N

ブロックフォーマットのキーワード
3節点シェルグループを記述します。

入力タイプのキーワード:**3**節点シェルグループ

キーワード	入力のタイプ
/GRSH3N/BOXまたは**/GRSH3N/BOX2**	ボックス
/GRSH3N/GEN_INCR	インクリメントによりリストを生成
/GRSH3N/GENE	生成を伴う3節点シェルのリスト
/GRSH3N/GRSH3N	3節点シェルグループ
/GRSH3N/MAT	材料
/GRSH3N/PART	パート
/GRSH3N/PROP	プロパティ
/GRSH3N/SH3N	3節点シェルの番号
/GRSH3N/SUBMODEL	サブモデル
/GRSH3N/SUBSET	サブセット

コメント

1. 3節点シェルグループは3節点シェル(のみ)のセットです。以下のリストによって明示的に定義することができます:
   - 3節点シェルID
   - グループを定義する最初と最後の節点ID範囲を入力
   - サブセットまたはパート(リストされるサブセット / パートに属するすべての3節点シェルが含まれます)
   - サブモデル(リストされるサブモデルで定義されたすべての3節点シェルが含まれます)
   - プロパティセットまたは材料(プロパティタイプ / MIDが設定されたすべての3節点シェルが含まれます)
   - 3節点シェルグループ
   - ボックス(定義されたボックス内のすべての3節点シェルが含まれます)
2. 3節点シェルグループは、断面およびTH出力の定義に使用されます。
3. 3節点シェルグループに4節点シェル要素を含めることはできません(代わりに、/GRSHELを使用してください)

/GRSH3N/BOXまたは/GRSH3N/BOX2

ブロックフォーマットのキーワード
ボックス内に含まれる3節点シェルグループを記述します。

フォーマット

*box_ID*は1つのみ使用可能です:

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRSH3N/BOX/*grsh3n_ID*/*unit_ID*または/GRSH3N/BOX2/*grsh3n_ID*/*unit_ID*									
grsh3n_title									
box_ID									

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
grsh3n_ID	3節点シェルグループの識別子 (整数、最大10桁)	
unit_ID	単位識別子 (整数、最大10桁)	
grsh3n_title	3節点シェルグループのタイトル (文字、最大100文字)	
box_ID	右記で定義されているボックスの識別子: ボックス (整数、最大10桁)	

コメント

1. 3節点シェルグループに4節点シェル要素を含めることはできません(代わりに、/GRSHELを使用してください)
2. タイプがBOXの場合、すべての節点がボックス内またはそのサーフェス上に存在するすべての要素が選択されます。

   タイプが*BOX2*の場合、ボックス内またはその外部サーフェス上に1つ以上の節点が存在するすべての要素が選択されます。

/GRSH3N/GEN_INCR

ブロックフォーマットのキーワード
範囲内の最初と最後のsh3n（3節点シェル要素）IDをユーザー定義のインクリメント値と共にリストすることにより、sh3nのグループを生成します。

フォーマット

*first_ID*で始まるエンティティのリストを生成し、*Incr*毎に*first_ID*以降、*last_ID*までエンティティを含めます。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRSH3N/GEN_INCR/*grsh3n_ID*/*unit_ID*									
grsh3n_title									
first_ID	*last_ID*	*Incr*							

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
grsh3n_ID	sh3nグループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grsh3n_title	sh3nグループのタイトル （文字、最大100文字）	
first_ID	リスト内の最初の3節点シェル要素の識別子 （整数）	
last_ID	リスト内の最後の3節点シェル要素の識別子 （整数）	
Incr	*first_ID*から*last_ID*までのリスト生成のインクリメント値。 デフォルト = 1（整数）	

コメント

1. グループには、*first_ID*、*first_ID*+*Incr*、*first_ID*+2***Incr*、*first_ID*+3***Incr*, … *last_ID*までを含みます。
2. 複数の*first_ID*、*last_ID*および*Incr*行は、1つのブロック内に定義できます。

/GRSH3N/GENE

ブロックフォーマットのキーワード
範囲内の最初と最後の要素IDをリストすることにより、3節点要素のグループを生成します。

フォーマット

リストごとに、最初と最後の節点を入力します（1行あたり最大で5つまで、任意の数のリストを入力できます）。*first_ID*と*last_ID*の間のすべての節点が選択されます。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRSH3N/GENE/*grsh3n_ID*/*unit_ID*									
grsh3n_title									
$first\_ID_1$	$last\_ID_1$	$first\_ID_2$	$last\_ID_2$	$first\_ID_3$	$last\_ID_3$	$first\_ID_4$	$last\_ID_4$	$first\_ID_n$	$last\_ID_n$

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
grsh3n_ID	3節点シェルグループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grsh3n_title	3節点シェルグループのタイトル （文字、最大100文字）	
$first\_ID_1$, $last\_ID_1$,...$first\_ID_n$ $last\_ID_n$	最初と最後の3節点シェルの識別子リスト （整数）	

/GRSH3N/GRSH3N

ブロックフォーマットのキーワード
その他の3節点シェルグループから選択された3節点シェルグループを記述します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（任意の数の入力が可能、1行当たり10個まで）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRSH3N/GRSH3N/*grsh3n_ID*/*unit_ID*									
grsh3n_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
grsh3n_ID	3節点シェルグループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grsh3n_title	3節点シェルグループのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$,..., $item\_ID_n$	3節点シェルグループ識別子のリスト （整数）	

コメント

1. 3節点シェルグループに4節点シェル要素を含めることはできません（代わりに、/GRSHELを使用してください）

/GRSH3N/MAT

ブロックフォーマットのキーワード
指定された材料に属する3節点シェル材料グループを記述します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（任意の数の入力が可能、1行当たり10個まで）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRSH3N/MAT/*grsh3n_ID*/*unit_ID*									
grsh3n_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
grsh3n_ID	3節点シェルグループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grsh3n_title	3節点シェルグループのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$,..., $item\_ID_n$	材料識別子のリスト （整数）	

コメント

1. 3節点シェルグループに4節点シェル要素を含めることはできません（代わりに、/GRSHELを使用してください）
2. *item_ID*が負の数値の場合、そのアイテム番号はグループから削除されます。

/GRSH3N/PART

ブロックフォーマットのキーワード
指定されたパートに属する3節点シェルパートグループを記述します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（任意の数の入力が可能、1行当たり10個まで）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRSH3N/PART/*grsh3n_ID*/*unit_ID*									
grsh3n_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
grsh3n_ID	3節点シェルグループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grsh3n_title	3節点シェルグループのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$,..., $item\_ID_n$	パート識別子のリスト （整数）	

コメント

1. 3節点シェルグループに4節点シェル要素を含めることはできません（代わりに、/GRSHELを使用してください）
2. *item_ID*が負の数値の場合、そのアイテム番号はグループから削除されます。

/GRSH3N/PROP

ブロックフォーマットのキーワード
指定されたプロパティに属する3節点シェルグループを記述します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（任意の数の入力が可能、1行当たり10個まで）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRSH3N/PROP/*grsh3n_ID*/*unit_ID*									
grsh3n_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
grsh3n_ID	3節点シェルグループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grsh3n_title	3節点シェルグループのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$,..., $item\_ID_n$	プロパティ識別子のリスト （整数）	

コメント

1. 3節点シェルグループに4節点シェル要素を含めることはできません（代わりに、/GRSHELを使用してください）
2. *item_ID*が負の数値の場合、そのアイテム番号はグループから削除されます。

/GRSH3N/SH3N

ブロックフォーマットのキーワード
3節点シェルグループを記述します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（任意の数の入力が可能、1行当たり10個まで）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRSH3N/SH3N/*grsh3n_ID*/*unit_ID*									
grsh3n_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
grsh3n_ID	3節点シェルグループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grsh3n_title	3節点シェルグループのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$, …, $item\_ID_n$	3節点シェル要素識別子のリスト （整数）	

コメント

1. 3節点シェルグループに4節点シェル要素を含めることはできません（代わりに、/GRSHELを使用してください）
2. *item_ID*が負の数値の場合、そのアイテム番号はグループから削除されます。

/GRSH3N/SUBMODEL

ブロックフォーマットのキーワード
指定されたサブモデルに属する3節点シェルサブモデルグループを記述します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（任意の数の入力が可能、1行当たり10個まで）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRSH3N/SUBMODEL/*grsh3n_ID*/*unit_ID*									
grsh3n_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
grsh3n_ID	3節点シェルグループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grsh3n_title	3節点シェルグループのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$,..., $item\_ID_n$	サブモデル識別子のリスト （整数）	

コメント

1. 3節点シェルグループに4節点シェル要素を含めることはできません（代わりに、/GRSHELを使用してください）
2. *item_ID*が負の数値の場合、そのアイテム番号はグループから削除されます。

/GRSH3N/SUBSET

ブロックフォーマットのキーワード
指定されたサブセットに属する3節点シェルサブセットグループを記述します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（任意の数の入力が可能、1行当たり10個まで）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRSH3N/SUBSET/*grsh3n_ID*/*unit_ID*									
grsh3n_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
grsh3n_ID	3節点シェルグループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grsh3n_title	3節点シェルグループのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$,..., $item\_ID_n$	サブセット識別子のリスト （整数）	

コメント

1. 3節点シェルグループに4節点シェル要素を含めることはできません（代わりに、/GRSHELを使用してください）
2. *item_ID*が負の数値の場合、そのアイテム番号はグループから削除されます。

/GRSHEL

ブロックフォーマットのキーワード
シェルグループを記述します。

入力タイプのキーワード:シェルグループ

キーワード	入力のタイプ
/GRSHEL/BOXまたは/GRSHEL/BOX2	ボックス
/GRSHEL/GEN_INCR	インクリメントによりリストを生成
/GRSHEL/GENE	生成を伴うシェルのリスト
/GRSHEL/GRSHEL	シェルグループ
/GRSHEL/MAT	材料
/GRSHEL/PART	パート
/GRSHEL/PROP	プロパティ
/GRSHEL/SHEL	シェルの番号
/GRSHEL/SUBMODEL	サブモデル
/GRSHEL/SUBSET	サブセット

コメント

1. シェルグループは4節点シェル(のみ)のセットです。以下のリストによって明示的に定義することができます:
   - シェルID
   - グループを定義する最初と最後のシェルID範囲を入力
   - サブセットまたはパート(リストされるサブセット / パートに属するすべてのシェルが含まれます)
   - サブモデル(リストされるサブモデルで定義されたすべてのシェルが含まれます)
   - プロパティセットまたは材料(プロパティタイプ / MIDが設定されたすべてのシェルが含まれます)
   - シェルグループ
   - ボックス(定義されたボックス内のすべてのシェルが含まれます)
2. シェルグループは、断面およびTH出力の定義に使用されます。
3. シェルグループに3節点シェル要素を含めることはできません(代わりに、/GRSH3Nを使用してください)。

/GRSHEL/BOXまたは/GRSHEL/BOX2

ブロックフォーマットのキーワード
ボックス内に含まれるシェルボックスグループを記述します。

フォーマット

*box_ID*は1つのみ使用可能です:

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRSHEL/BOX/*grshell_ID*/*unit_ID*または/GRSHEL/BOX2/*grshell_ID*/*unit_ID*									
grshell_title									
box_ID									

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
grshell_ID	シェルグループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grshell_title	シェルグループのタイトル （文字、最大100文字）	
box_ID	右記で定義されているボックスの識別子: ボックス （整数、最大10桁）	

コメント

1. シェルグループに3節点シェル要素を含めることはできません（代わりに、/GRSH3Nを使用してください）。
2. タイプがBOXの場合、すべての節点がボックス内またはそのサーフェス上に存在するすべての要素が選択されます。

   タイプがBOX2の場合、ボックス内またはその外部サーフェス上に1つ以上の節点が存在するすべての要素が選択されます。

/GRSHEL/GEN_INCR

ブロックフォーマットのキーワード
範囲内の最初と最後のシェルIDをユーザー定義のインクリメント値と共にリストすることにより、シェルのグループを生成します。

フォーマット

*first_ID*で始まるエンティティのリストを生成し、*Incr*毎に*first_ID*以降、*last_ID*までエンティティを含めます。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRSHEL/GEN_INCR/*grshel_ID*/*unit_ID*									
grshel_title									
first_ID	*last_ID*	*Incr*							

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
grshel_ID	シェルグループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grshel_title	シェルグループのタイトル （文字、最大100文字）	
first_ID	リスト内の最初のシェル要素の識別子 （整数）	
last_ID	リスト内の最後のシェル要素の識別子 （整数）	
Incr	*first_ID*から*last_ID*までのリスト生成のインクリメント値。 デフォルト = 1（整数）	

コメント

1. グループには、*first_ID*、*first_ID*+*Incr*、*first_ID*+2***Incr*、*first_ID*+3***Incr*, … *last_ID*までを含みます。
2. 複数の*first_ID*、*last_ID*および*Incr*行は、1つのブロック内に定義できます。

/GRSHEL/GENE

ブロックフォーマットのキーワード
範囲内の最初と最後の要素IDをリストすることにより、4節点シェル要素のグループを生成します。

フォーマット

リストごとに、最初と最後の節点を入力します（1行あたり最大で5つまで、任意の数のリストを入力できます）。*first_ID*と*last_ID*の間のすべての節点が選択されます。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRSHEL/GENE/*grshell_ID*/*unit_ID*									
grshell_title									
$first\_ID_1$	$last\_ID_1$	$first\_ID_2$	$last\_ID_2$	$first\_ID_3$	$last\_ID_3$	$first\_ID_4$	$last\_ID_4$	$first\_ID_n$	$last\_ID_n$

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
grshell_ID	シェルグループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grshell_title	シェルグループのタイトル （文字、最大100文字）	
$first\_ID_1$, $last\_ID_1$,...$first\_ID_n$ $last\_ID_n$	最初と最後の4節点シェルの識別子リスト （整数）	

/GRSHEL/GRSHEL

ブロックフォーマットのキーワード
その他のシェルグループから選択されたシェルグループを記述します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（任意の数の入力が可能、1行当たり10個まで）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRSHEL/GRSHEL/*grshell_ID*/*unit_ID*									
grshell_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
grshell_ID	シェルグループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grshell_title	シェルグループのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$,..., $item\_ID_n$	シェルグループ識別子のリスト （整数）	

コメント

1. シェルグループに3節点シェル要素を含めることはできません（代わりに、/GRSH3Nを使用してください）。

/GRSHEL/MAT

ブロックフォーマットのキーワード
指定された材料に属するシェル材料グループを記述します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（任意の数の入力が可能、1行当たり10個まで）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRSHEL/MAT/*grshell_ID*/*unit_ID*									
grshell_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
grshell_ID	シェルグループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grshell_title	シェルグループのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$,..., $item\_ID_n$	材料識別子のリスト （整数）	

コメント

1. シェルグループに3節点シェル要素を含めることはできません（代わりに、/GRSH3Nを使用してください）。
2. *item_ID*が負の数値の場合、そのアイテム番号はグループから削除されます。

/GRSHEL/PART

ブロックフォーマットのキーワード
指定されたパートに属するシェルパートグループを記述します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（任意の数の入力が可能、1行当たり10個まで）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRSHEL/PART/*grshell_ID*/*unit_ID*									
grshell_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
grshell_ID	シェルグループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grshell_title	シェルグループのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$,..., $item\_ID_n$	パート識別子のリスト （整数）	

コメント

1. シェルグループに3節点シェル要素を含めることはできません（代わりに、/GRSH3Nを使用してください）。
2. *item_ID*が負の数値の場合、そのアイテム番号はグループから削除されます。

/GRSHEL/PROP

ブロックフォーマットのキーワード
指定されたプロパティに属するシェルプロパティグループを記述します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（任意の数の入力が可能、1行当たり10個まで）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRSHEL/PROP/*grshell_ID*/*unit_ID*									
grshell_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
grshell_ID	シェルグループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grshell_title	シェルグループのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$,..., $item\_ID_n$	プロパティ識別子のリスト （整数）	

コメント

1. シェルグループに3節点シェル要素を含めることはできません（代わりに、/GRSH3Nを使用してください）。
2. *item_ID*が負の数値の場合、そのアイテム番号はグループから削除されます。

/GRSHEL/SHEL

ブロックフォーマットのキーワード
シェル番号グループを記述します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（任意の数の入力が可能、1行当たり10個まで）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRSHEL/SHEL/*grshell_ID*/*unit_ID*									
grshell_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
grshell_ID	シェルグループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grshell_title	シェルグループのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$,..., $item\_ID_n$	シェル要素識別子のリスト （整数）	

コメント

1. シェルグループに3節点シェル要素を含めることはできません（代わりに、/GRSH3Nを使用してください）。
2. *item_ID*が負の数値の場合、そのアイテム番号はグループから削除されます。

/GRSHEL/SUBMODEL

ブロックフォーマットのキーワード
指定されたサブモデルに属するシェルサブモデルグループを記述します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（任意の数の入力が可能、1行当たり10個まで）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRSHEL/SUBMODEL/*grshell_ID*/*unit_ID*									
grshell_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
grshell_ID	シェルグループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grshell_title	シェルグループのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$,..., $item\_ID_n$	サブモデル識別子のリスト （整数）	

コメント

1. シェルグループに3節点シェル要素を含めることはできません（代わりに、/GRSH3Nを使用してください）。
2. *item_ID*が負の数値の場合、そのアイテム番号はグループから削除されます。

/GRSHEL/SUBSET

ブロックフォーマットのキーワード
指定されたサブセットに属するシェルサブセットグループを記述します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（任意の数の入力が可能、1行当たり10個まで）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRSHEL/SUBSET/*grshell_ID*/*unit_ID*									
grshell_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
grshell_ID	シェルグループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grshell_title	シェルグループのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$,..., $item\_ID_n$	サブセット識別子のリスト （整数）	

コメント

1. シェルグループに3節点シェル要素を含めることはできません（代わりに、/GRSH3Nを使用してください）。
2. *item_ID*が負の数値の場合、そのアイテム番号はグループから削除されます。

/GRSPRI

ブロックフォーマットのキーワード
スプリンググループを記述します。

入力タイプのキーワード:スプリンググループ

キーワード	入力のタイプ
/GRSPRI/BOXまたは**/GRSPRI/BOX2**	ボックス
/GRSPRI/GEN_INCR	インクリメントによりリストを生成
/GRSPRI/GENE	生成を伴うスプリングのリスト
/GRSPRI/GRSPRI	スプリンググループ
/GRSPRI/MAT	材料
/GRSPRI/PART	パート
/GRSPRI/PROP	プロパティ
/GRSPRI/SPRI	スプリングの番号
/GRSPRI/SUBMODEL	サブモデル
/GRSPRI/SUBSET	サブセット

コメント

1. スプリンググループはスプリング(のみ)のセットです。以下のリストによって定義することができます:
   - スプリングID
   - サブセットまたはパート(リストされるサブセット / パートに属するすべてのスプリングが含まれます)
   - グループを定義する最初と最後のスプリングID範囲を入力
   - サブモデル(リストされるサブモデルで定義されたすべてのスプリングが含まれます)
   - プロパティセットまたは材料(プロパティタイプ / MIDが設定されたすべてのスプリングが含まれます)
   - スプリンググループ
   - ボックス(定義されたボックス内のすべてのスプリングが含まれます)

/GRSPRI/BOXまたは/GRSPRI/BOX2

ブロックフォーマットのキーワード
ボックス内に含まれるスプリングボックスグループを記述します。

フォーマット

*box_ID*は1つのみ使用可能です:

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRSPRI/BOX/*grspring_ID*/*unit_ID*または/GRSPRI/BOX2/*grspring_ID*/*unit_ID*									
grspring_title									
box_ID									

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
grspring_ID	スプリンググループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grspring_title	スプリンググループのタイトル （文字、最大100文字）	
box_ID	右記で定義されているボックスの識別子: ボックス （整数、最大10桁）	

コメント

1. シェルグループに3節点シェル要素を含めることはできません（代わりに、/GRSH3Nを使用してください）。
2. タイプがBOXの場合、すべての節点がボックス内またはそのサーフェス上に存在するすべての要素が選択されます。

   タイプがBOX2の場合、ボックス内またはその外部サーフェス上に1つ以上の節点が存在するすべての要素が選択されます。

/GRSPRI/GEN_INCR

ブロックフォーマットのキーワード
範囲内の最初と最後のスプリングIDをユーザー定義のインクリメント値と共にリストすることにより、スプリングのグループを生成します。

フォーマット

*first_ID*で始まるエンティティのリストを生成し、*Incr*毎に*first_ID*以降、*last_ID*までエンティティを含めます。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRSPRI/GEN_INCR/*grspri_ID*/*unit_ID*									
grspri_title									
first_ID	*last_ID*	*Incr*							

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
grspri_ID	スプリンググループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grspri_title	スプリンググループのタイトル （文字、最大100文字）	
first_ID	リスト内の最初のスプリング要素の識別子 （整数）	
last_ID	リスト内の最後のスプリング要素の識別子 （整数）	
Incr	*first_ID*から*last_ID*までのリスト生成のインクリメント値。 デフォルト = 1（整数）	

コメント

1. グループには、*first_ID*、*first_ID*+*Incr*、*first_ID*+2***Incr*、*first_ID*+3***Incr*, … *last_ID*までを含みます。
2. 複数の*first_ID*、*last_ID*および*Incr*行は、1つのブロック内に定義できます。

/GRSPRI/GENE

ブロックフォーマットのキーワード
範囲内の最初と最後の要素IDをリストすることにより、スプリング要素のグループを生成します。

フォーマット

リストごとに、最初と最後の節点を入力します（1行あたり最大で5つまで、任意の数のリストを入力できます）。*first_ID*と*last_ID*の間のすべての節点が選択されます。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRSPRI/GENE/*grspri_ID*/*unit_ID*									
grspri_title									
$first\_ID_1$	$last\_ID_1$	$first\_ID_2$	$last\_ID_2$	$first\_ID_3$	$last\_ID_3$	$first\_ID_4$	$last\_ID_4$	$first\_ID_n$	$last\_ID_n$

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
grspri_ID	スプリンググループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grspri_title	スプリンググループのタイトル （文字、最大100文字）	
$first\_ID_1$, $last\_ID_1$,...$first\_ID_n$ $last\_ID_n$	最初と最後のスプリングの識別子リスト （整数）	

/GRSPRI/GRSPRI

ブロックフォーマットのキーワード
その他のスプリンググループから選択されたスプリンググループを記述します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（任意の数の入力が可能、1行当たり10個まで）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRSPRI/GRSPRI/*grspring_ID*/*unit_ID*									
grspring_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
grspring_ID	スプリンググループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grspring_title	スプリンググループのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$,... $item\_ID_n$	スプリンググループ識別子のリスト （整数）	

コメント

1. *item_ID*が負の数値の場合、そのアイテム番号はグループから削除されます。

/GRSPRI/MAT

ブロックフォーマットのキーワード
指定された材料に属するスプリング材料グループを記述します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（任意の数の入力が可能、1行当たり10個まで）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRSPRI/MAT/*grspring_ID*/*unit_ID*									
grspring_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
grspring_ID	スプリンググループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grspring_title	スプリンググループのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$,... $item\_ID_n$	材料識別子のリスト （整数）	

コメント

1. *item_ID*が負の数値の場合、そのアイテム番号はグループから削除されます。

/GRSPRI/PART

ブロックフォーマットのキーワード
指定されたパートに属するスプリングパートグループを記述します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（任意の数の入力が可能、1行当たり10個まで）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRSPRI/PART/*grspring_ID*/*unit_ID*									
grspring_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
grspring_ID	スプリンググループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grspring_title	スプリンググループのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$,... $item\_ID_n$	パート識別子のリスト （整数）	

コメント

1. *item_ID*が負の数値の場合、そのアイテム番号はグループから削除されます。

/GRSPRI/PROP

ブロックフォーマットのキーワード
指定されたプロパティに属するスプリングプロパティグループを記述します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（任意の数の入力が可能、1行当たり10個まで）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRSPRI/PROP/*grspring_ID*/*unit_ID*									
grspring_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
grspring_ID	スプリンググループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grspring_title	スプリンググループのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$,... $item\_ID_n$	プロパティ識別子のリスト （整数）	

コメント

1. *item_ID*が負の数値の場合、そのアイテム番号はグループから削除されます。

/GRSPRI/SPRI

ブロックフォーマットのキーワード
スプリンググループを記述します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（任意の数の入力が可能、1行当たり10個まで）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRSPRI/SPRI/*grspring_ID*/*unit_ID*									
grspring_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
grspring_ID	スプリンググループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grspring_title	スプリンググループのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$,... $item\_ID_n$	スプリング要素識別子のリスト （整数）	

コメント

1. *item_ID*が負の数値の場合、そのアイテム番号はグループから削除されます。

/GRSPRI/SUBMODEL

ブロックフォーマットのキーワード
指定されたサブモデルに属するスプリングサブモデルグループを記述します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（任意の数の入力が可能、1行当たり10個まで）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRSPRI/SUBMODEL/*grspring_ID*/*unit_ID*									
grspring_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
grspring_ID	スプリンググループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grspring_title	スプリンググループのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$,... $item\_ID_n$	サブモデル識別子のリスト （整数）	

コメント

1. *item_ID*が負の数値の場合、そのアイテム番号はグループから削除されます。

/GRSPRI/SUBSET

ブロックフォーマットのキーワード
指定されたサブセットに属するスプリングサブセットグループを記述します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（任意の数の入力が可能、1行当たり10個まで）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRSPRI/SUBSET/*grspring_ID*/*unit_ID*									
grspring_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
grspring_ID	スプリンググループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grspring_title	スプリンググループのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$,... $item\_ID_n$	サブセット識別子のリスト （整数）	

コメント

1. *item_ID*が負の数値の場合、そのアイテム番号はグループから削除されます。

/GRTRIA

ブロックフォーマットのキーワード
3節点ソリッド要素のグループを記述します。

入力タイプのキーワード：**2D**ソリッド三角形グループ

キーワード	入力のタイプ
/GRTRIA/BOXまたは**/GRTRIA/BOX2**	ボックス識別子からの三角形
/GRTRIA/GEN_INCR	インクリメントによりリストを生成
/GRTRIA/GENE	生成を伴う三角形（識別子の範囲）
/GRTRIA/GRTRIA	他のグループの識別子を用いた三角形
/GRTRIA/MAT	材料識別子からの三角形
/GRTRIA/PART	パート識別子からの三角形
/GRTRIA/PROP	プロパティ識別子からの三角形
/GRTRIA/SUBMODEL	サブモデル識別子からの三角形
/GRTRIA/SUBSET	サブセット識別子からの三角形
/GRTRIA/TRIA	/TRIA識別子

コメント

1. 2Dソリッド三角形は/TRIA要素（のみ）のセットです。他のタイプの要素は含むことができません。

/GRTRIA/BOXまたは/GRTRIA/BOX2

ブロックフォーマットのキーワード
ボックスの内側にある三角形(/TRIA)に基づきグループを定義します。

フォーマット

*box_ID*は1つのみ使用可能です:

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRTRIA/BOX/*grtria_ID*/*unit_ID*または/GRTRIA/BOX2/*grtria_ID*/*unit_ID*									
grtria_title									
box_ID									

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
grtria_ID	グループの識別子 (整数、最大10桁)	
unit_ID	単位識別子 (整数、最大10桁)	
grtria_title	グループのタイトル (文字、最大100文字)	
box_ID	右記で定義されているボックスの識別子: ボックス (整数、最大10桁)	

コメント

1. 2Dソリッド三角形グループは、2次元ソリッド要素を含むことができません(代わりに/GRQUADを使用します)。
2. タイプが*BOX*の場合、すべての節点がボックス内またはそのサーフェス上に存在するすべての要素が選択されます。

   タイプが*BOX2*の場合、ボックス内またはその外部サーフェス上に1つ以上の節点が存在するすべての要素が選択されます。

/GRTRIA/GEN_INCR

ブロックフォーマットのキーワード
範囲内の最初と最後の三角形IDをユーザー定義のインクリメント値と共にリストすることにより、三角形のグループを生成します。

フォーマット

*first_ID*で始まるエンティティのリストを生成し、*Incr*毎に*first_ID*以降、*last_ID*までエンティティを含めます。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRTRIA/GEN_INCR/*grtria_ID*/*unit_ID*									
grtria_title									
first_ID	*last_ID*	*Incr*							

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
grtria_ID	2Dソリッド三角形グループ識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grtria_title	2Dソリッド三角形グループタイトル （文字、最大100文字）	
first_ID	リスト内の最初の2Dソリッド三角形要素の識別子 （整数）	
last_ID	リスト内の最後の2Dソリッド三角形要素の識別子 （整数）	
Incr	*first_ID*から*last_ID*までのリスト生成のインクリメント値。 デフォルト = 1（整数）	

コメント

1. グループには、*first_ID*、*first_ID*+*Incr*、*first_ID*+2***Incr*、*first_ID*+3***Incr*, … *last_ID*までを含みます。
2. 複数の*first_ID*、*last_ID*および*Incr*行は、1つのブロック内に定義できます。

/GRTRIA/GENE

ブロックフォーマットのキーワード
範囲内の最初と最後の要素IDをリストすることにより、三角形(/TRIA)のグループを生成します。

フォーマット

リストごとに、最初と最後の三角形識別子を入力します(1行あたり最大で5つまで、任意の数のリストを入力できます)。識別子が*first_ID*と*last_ID*の間にあるすべての2Dソリッド三角形(/TRIA)が選択されます。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRTRIA/GENE/*grtria_ID*/*unit_ID*									
grtria_title									
$first\_ID_1$	$last\_ID_1$	$first\_ID_2$	$last\_ID_2$	$first\_ID_3$	$last\_ID_3$	$first\_ID_4$	$last\_ID_4$	$first\_ID_n$	$last\_ID_n$

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
grtria_ID	グループの識別子 (整数、最大10桁)	
unit_ID	単位識別子 (整数、最大10桁)	
grtria_title	グループのタイトル (文字、最大100文字)	
$first\_ID_1$, $last\_ID_1$,...$first\_ID_n$ $last\_ID_n$	最初と最後の三角形の識別子リスト (整数)	

/GRTRIA/GRTRIA

ブロックフォーマットのキーワード
既存の三角形のグループをリストする三角形(/TRIA)のグループを構築します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します(任意の数の入力が可能、1行当たり10個まで)。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRTRIA/GRTRIA/*grtria_ID*/*unit_ID*									
grtria_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
grtria_ID	グループの識別子 (整数、最大10桁)	
unit_ID	単位識別子 (整数、最大10桁)	
grtria_title	グループのタイトル (文字、最大100文字)	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$,..., $item\_ID_n$	2Dソリッド三角形に基づくグループ識別子のリスト (整数)	

コメント

1. 2Dソリッド三角形グループは、2次元ソリッド要素を含むことができません(代わりに/GRQUADを使用します)。

/GRTRIA/MAT

ブロックフォーマットのキーワード
三角形(/TRIA)のグループが、与えられた材料識別子に従って構築されます。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します(任意の数の入力が可能、1行当たり10個まで)。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRTRIA/MAT/*grtria_ID*/*unit_ID*									
grtria_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
grtria_ID	グループの識別子 (整数、最大10桁)	
unit_ID	単位識別子 (整数、最大10桁)	
grtria_title	グループのタイトル (文字、最大100文字)	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$,..., $item\_ID_n$	材料識別子のリスト (整数)	

コメント

1. 2Dソリッド三角形グループは、2次元ソリッド要素を含むことができません(代わりに/GRQUADを使用します)。
2. *item_ID*が負の数値の場合、そのアイテム番号はグループから削除されます。

/GRTRIA/PART

ブロックフォーマットのキーワード
三角形(/TRIA)のグループが、与えられたPART識別子に従って構築されます。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します(任意の数の入力が可能、1行当たり10個まで)。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRTRIA/PART/*grtria_ID*/*unit_ID*									
grtria_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
grtria_ID	グループの識別子 (整数、最大10桁)	
unit_ID	単位識別子 (整数、最大10桁)	
grtria_title	グループのタイトル (文字、最大100文字)	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$,..., $item\_ID_n$	パート識別子のリスト (整数)	

コメント

1. 2Dソリッド三角形グループは、2次元ソリッド要素を含むことができません(代わりに/GRQUADを使用します)。
2. *item_ID*が負の数値の場合、そのアイテム番号はグループから削除されます。

/GRTRIA/PROP

ブロックフォーマットのキーワード
三角形(/TRIA)のグループが、与えられたプロパティ識別子に基づき構築されます。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します(任意の数の入力が可能、1行当たり10個まで)。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRTRIA/PROP/*grtria_ID*/*unit_ID*									
grtria_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
grtria_ID	グループの識別子 (整数、最大10桁)	
unit_ID	単位識別子 (整数、最大10桁)	
grtria_title	グループのタイトル (文字、最大100文字)	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$,..., $item\_ID_n$	プロパティ識別子のリスト (整数)	

コメント

1. 2Dソリッド三角形グループは、2次元ソリッド要素を含むことができません(代わりに/GRQUADを使用します)。
2. *item_ID*が負の数値の場合、そのアイテム番号はグループから削除されます。

/GRTRIA/SUBMODEL

ブロックフォーマットのキーワード
サブモデル識別子を与えることによって三角形(/TRIA)のグループを構築します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します(任意の数の入力が可能、1行当たり10個まで)。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRTRIA/SUBMODEL/*grtria_ID*/*unit_ID*									
grtria_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
grtria_ID	グループの識別子 (整数、最大10桁)	
unit_ID	単位識別子 (整数、最大10桁)	
grtria_title	グループのタイトル (文字、最大100文字)	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$,..., $item\_ID_n$	サブモデル識別子のリスト (整数)	

コメント

1. 2Dソリッド三角形グループは、2次元ソリッド要素を含むことができません(代わりに/GRQUADを使用します)。
2. *item_ID*が負の数値の場合、そのアイテム番号はグループから削除されます。

/GRTRIA/SUBSET

ブロックフォーマットのキーワード
サブセット識別子に属する三角形(/TRIA)のグループを構築します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します(任意の数の入力が可能、1行当たり10個まで)。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRTRIA/SUBSET/*grtria_ID*/*unit_ID*									
grtria_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
grtria_ID	グループの識別子 (整数、最大10桁)	
unit_ID	単位識別子 (整数、最大10桁)	
grtria_title	グループのタイトル (文字、最大100文字)	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$,..., $item\_ID_n$	サブセット識別子のリスト (整数)	

コメント

1. 2Dソリッド三角形グループは、2次元ソリッド要素を含むことができません(代わりに/GRQUADを使用します)。
2. *item_ID*が負の数値の場合、そのアイテム番号はグループから削除されます。

/GRTRIA/TRIA

ブロックフォーマットのキーワード
直接三角形識別子を与えることによって三角形(/TRIA)のグループを構築します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します(任意の数の入力が可能、1行当たり10個まで)。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRTRIA/TRIA/*grtria_ID*/*unit_ID*									
grtria_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
grtria_ID	グループの識別子 (整数、最大10桁)	
unit_ID	単位識別子 (整数、最大10桁)	
grtria_title	グループのタイトル (文字、最大100文字)	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$, …, $item\_ID_n$	三角形識別子のリスト (整数)	

コメント

1. 2Dソリッド三角形グループは、2次元ソリッド要素を含むことができません(代わりに/GRQUADを使用します)。
2. *item_ID*が負の数値の場合、そのアイテム番号はグループから削除されます。

/GRTRUS

ブロックフォーマットのキーワード
トラスグループを記述します。

入力タイプのキーワード:トラスグループ

キーワード	入力のタイプ
/GRTRUS/BOXまたは/GRTRUS/BOX2	ボックス
/GRTRUS/GEN_INCR	インクリメントによりリストを生成
/GRTRUS/GENE	生成を伴うトラスのリスト
/GRTRUS/GRTRUS	トラスグループ
/GRTRUS/MAT	材料
/GRTRUS/PART	パート
/GRTRUS/PROP	プロパティ
/GRTRUS/SUBMODEL	サブモデル
/GRTRUS/SUBSET	サブセット
/GRTRUS/TRUS	トラスの番号

コメント

1. トラスグループはトラス(のみ)のセットです。以下のリストによって定義することができます:
   - トラスID
   - グループを定義する最初と最後のトラスID範囲を入力
   - サブセットまたはパート(リストされるサブセット / パートに属するすべてのトラスが含まれます)
   - サブモデル(リストされるサブモデルで定義されたすべてのトラスが含まれます)
   - プロパティセットまたは材料(プロパティタイプ / MIDが設定されたすべてのトラスが含まれます)
   - トラスグループ
   - ボックス(定義されたボックス内のすべてのトラスが含まれます)

/GRTRUS/BOXまたは/GRTRUS/BOX2

ブロックフォーマットのキーワード
ボックス内に含まれるトラスボックスグループを記述します。

フォーマット

*box_ID*は1つのみ使用可能です:

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRTRUS/BOX/*grtruss_ID*/*unit_ID*または/GRTRUS/BOX2/*grtruss_ID*/*unit_ID*									
grtruss_title									
box_ID									

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
grtruss_ID	トラスグループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grtruss_title	トラスグループのタイトル （文字、最大100文字）	
box_ID	右記で定義されているボックスの識別子: ボックス （整数、最大10桁）	

コメント

1. タイプが*BOX*の場合、すべての節点がボックス内またはそのサーフェス上に存在するすべての要素が選択されます。

   タイプがBOX2の場合、ボックス内またはその外部サーフェス上に1つ以上の節点が存在するすべての要素が選択されます。

/GRTRUS/GEN_INCR

ブロックフォーマットのキーワード
範囲内の最初と最後のトラスIDをユーザー定義のインクリメント値と共にリストすることにより、トラスのグループを生成します。

フォーマット

*first_ID*で始まるエンティティのリストを生成し、*Incr*毎に*first_ID*以降、*last_ID*までエンティティを含めます。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRTRUS/GEN_INCR/*grtrus_ID*/*unit_ID*									
grtrus_title									
first_ID	*last_ID*	*Incr*							

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
grtrus_ID	トラスグループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grtrus_title	トラスグループのタイトル （文字、最大100文字）	
first_ID	リスト内の最初のトラス要素の識別子 （整数）	
last_ID	リスト内の最後のトラス要素の識別子 （整数）	
Incr	*first_ID*から*last_ID*までのリスト生成のインクリメント値。 デフォルト = 1（整数）	

コメント

1. グループには、*first_ID*、*first_ID*+*Incr*、*first_ID*+2***Incr*、*first_ID*+3***Incr*, … *last_ID*までを含みます。
2. 複数の*first_ID*、*last_ID*および*Incr*行は、1つのブロック内に定義できます。

/GRTRUS/GENE

ブロックフォーマットのキーワード
範囲内の最初と最後の要素IDをリストすることにより、トラス要素のグループを生成します。

フォーマット

リストごとに、最初と最後の節点を入力します（1行あたり最大で5つまで、任意の数のリストを入力できます）。*first_ID*と*last_ID*の間のすべての節点が選択されます。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRTRUS/GENE/*grtrus_ID*/*unit_ID*									
grtrus_title									
$first\_ID_1$	$last\_ID_1$	$first\_ID_2$	$last\_ID_2$	$first\_ID_3$	$last\_ID_3$	$first\_ID_4$	$last\_ID_4$	$first\_ID_n$	$last\_ID_n$

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
grtrus_ID	トラスグループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grtrus_title	トラスグループのタイトル （文字、最大100文字）	
$first\_ID_1$, $last\_ID_1$,...$first\_ID_n$ $last\_ID_n$	最初と最後のトラスの識別子リスト （整数）	

/GRTRUS/GRTRUS

ブロックフォーマットのキーワード
その他のトラスグループから選択されたトラスグループを記述します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（任意の数の入力が可能、1行当たり10個まで）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRTRUS/GRTRUS/*grtruss_ID*/*unit_ID*									
grtruss_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
grtruss_ID	トラスグループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grtruss_title	トラスグループのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$,... $item\_ID_n$	トラスグループ識別子のリスト （整数）	

コメント

1. *item_ID*が負の数値の場合、そのアイテム番号はグループから削除されます。

/GRTRUS/MAT

ブロックフォーマットのキーワード
指定された材料に属するトラス材料グループを記述します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（任意の数の入力が可能、1行当たり10個まで）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRTRUS/MAT/grtruss_ID/unit_ID									
grtruss_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
grtruss_ID	トラスグループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grtruss_title	トラスグループのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$,... $item\_ID_n$	材料識別子のリスト （整数）	

コメント

1. *item_ID*が負の数値の場合、そのアイテム番号はグループから削除されます。

/GRTRUS/PART

ブロックフォーマットのキーワード
指定されたパートに属するトラスパートグループを記述します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（任意の数の入力が可能、1行当たり10個まで）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRTRUS/PART/grtruss_ID/unit_ID									
grtruss_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
grtruss_ID	トラスグループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grtruss_title	トラスグループのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$,... $item\_ID_n$	パート識別子のリスト （整数）	

コメント

1. *item_ID*が負の数値の場合、そのアイテム番号はグループから削除されます。

/GRTRUS/PROP

ブロックフォーマットのキーワード
指定されたプロパティに属するトラスプロパティグループを記述します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（任意の数の入力が可能、1行当たり10個まで）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRTRUS/PROP/*grtruss_ID*/*unit_ID*									
grtruss_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
grtruss_ID	トラスグループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grtruss_title	トラスグループのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$,... $item\_ID_n$	プロパティ識別子のリスト （整数）	

コメント

1. *item_ID*が負の数値の場合、そのアイテム番号はグループから削除されます。

/GRTRUS/SUBMODEL

ブロックフォーマットのキーワード
指定されたサブモデルに属するトラスサブモデルグループを記述します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（任意の数の入力が可能、1行当たり10個まで）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRTRUS/SUBMODEL/*grtruss_ID*/*unit_ID*									
grtruss_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
grtruss_ID	トラスグループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grtruss_title	トラスグループのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$,... $item\_ID_n$	サブモデル識別子のリスト （整数）	

コメント

1. *item_ID*が負の数値の場合、そのアイテム番号はグループから削除されます。

/GRTRUS/SUBSET

ブロックフォーマットのキーワード
指定されたサブセットに属するトラスサブセットグループを記述します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（任意の数の入力が可能、1行当たり10個まで）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRTRUS/SUBSET/*grtruss_ID*/*unit_ID*									
grtruss_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
grtruss_ID	トラスグループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grtruss_title	トラスグループのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$,... $item\_ID_n$	サブセット識別子のリスト （整数）	

コメント

1. *item_ID*が負の数値の場合、そのアイテム番号はグループから削除されます。

/GRTRUS/TRUS

ブロックフォーマットのキーワード
トラスグループを記述します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（任意の数の入力が可能、1行当たり10個まで）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GRTRUS/TRUS/*grtruss_ID*/*unit_ID*									
grtruss_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
grtruss_ID	トラスグループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
grtruss_title	トラスグループのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$,... $item\_ID_n$	トラス識別子のリスト （整数）	

コメント

1. *item_ID*が負の数値の場合、そのアイテム番号はグループから削除されます。

/SET

ブロックフォーマットのキーワード
他のエンティティから参照できる一般的なエンティティセットを定義します。

このセットは、要素、節点、セグメント、パートなどのさまざまなタイプのエンティティを組み合わせて構成できます。各エンティティタイプは*Key*で定義し、それに続いて*item_ID*のリストを記述します。別の*Key*とそれに対応する*item_ID*を記述することで、別のエンティティを追加できます。同じ*Key*エンティティについて、複数の$item_ID_n$個の行を繰り返して記述できます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/SET/*set_type*/*set_ID*									
set_title									
Key_OP_1	$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$
	$item\_ID_{11}$	$item\_ID_{12}$	$item\_ID_{13}$	同様	同様	$item\_ID_n$			
Key_OP_2	$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$
	$item\_ID_{11}$	$item\_ID_{12}$	$item\_ID_{13}$	同様	同様	$item\_ID_n$			
Key_OP_n	$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	同様					

Key_OP =SEGの場合はサーフェスセグメントを定義します。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
SEG	seg_Id_n	$node\_ID_1$	$node\_ID_2$	$node\_ID_3$	$node\_ID_4$				

OP = Gの場合は、最初のID、最後のID、インクリメントIDを使用して、このセットが生成されます。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Key_G	$first\_ID_1$	$last\_ID_2$	$Incr_{1-2}$	$first\_ID_3$	$last\_ID_4$	$Incr_{3-4}$	$first\_ID_5$	$last\_ID_6$	$Incr_{5-6}$

Key = BOXであるか、*OP* = Bで*SHELL_B*などである場合はボックス識別子が列挙されます。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Key_B	box_ID_1	box_ID_2	box_ID_3	box_ID_4	box_ID_5	box_ID_6	box_ID_7	box_ID_8	box_ID_9

Key = ALLである場合は何のエンティティも記述されません。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
ALL	BLANK								

定義

フィールド	内容	SI単位の例
set_type	セットタイプ。 *GENERAL* 一般的なセットの定義。 *COLLECT* Radioss Starterで自動アセンブルする一般的なセット。同じIDを持つすべての/SET/COLLECTが1つにマージされます。/SET/COLLECT IDは、//SUBMODELで定義されている場合、オフセットされません。	
set_ID	セット識別子。 /GRNOD、/GRElement、/SURF、/LINE、または/GRPARTのグループエンティティIDの識別子と同じにすることはできません。 （整数、最大10桁）	
set_title	セットのタイトル。 （文字、最大100文字）	
Key	読み取るエンティティを定義するキーワード。1 *ALL* すべてのモデル *BEAM* ビーム要素IDのリスト *BOX* 5 ボックスIDのリスト。ボックスの中にすべての節点が存在するエンティティを追加します。 *BOX2* 5 ボックスIDのリスト。ボックスの中に節点が1つ以上存在するエンティティを追加します。 *NODE* 節点IDのリスト *PART* パート（コンポーネント）のリスト	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	QUAD 4節点2Dソリッド要素IDのリスト *RBODY* 剛体IDのリスト *SEG* サーフェス要素またはライン要素のリスト *SET* 一般セットのリスト *SETCOL* セットタイプCOLLECTのリスト *SH3N* 3節点シェル要素IDのリスト *SHELL* 4節点シェル要素IDのリスト *SOLID* 任意のタイプの3Dソリッド要素IDのリスト *SPRING* スプリング要素IDのリスト *SUBS* サブセットのリスト *SUBM* サブモデルIDのリスト *TRIA* 3節点2Dソリッド要素IDのリスト *TRUSS* トラス要素IDのリスト	
OP	オプションのキー接尾辞。 *= A* パート、サブセット、サブモデル、またはボックスのすべてのファセットとすべてのエッジ *= B* *box_ID*で定義されたボックスに存在するエンティティを追加します。 *= C* *box_ID*で定義されたボックス内部に節点を1つ以上持つエンティティを追加します。 *= D* セットからエンティティを削除します。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= E パート、サブセット、サブモデル、またはボックスの外部ファセットまたは外部エッジにあるパート、サブセット、サブモデルまたはボックス、および節点の外部ファセットのみまたは外部エッジのみ *= G* 2つのアイテムIDの間にあるエンティティのリスト、およびその間のインクリメントを生成します。 *= I* エンティティのリストと以前に読み込んだエンティティの両方に属します。8 *= O* サーフェスセグメントの法線方向を反転し、このセットにエンティティを追加します。	
item_ID$_1$, *item_ID*$_2$,... *item_ID*$_n$	エンティティ識別子のリスト。 （整数）	
seg_ID$_n$	セグメント識別子。 （整数）	
node_ID$_1$*1*	セグメント定義の節点識別子1。 （整数）	
node_ID$_2$*2*	セグメント定義の節点識別子2。 （整数）	
node_ID$_3$*3*	セグメント定義の節点識別子3（ラインセグメントでは不要） （整数）	
node_ID$_4$*4*	セグメント定義の節点識別子4（ラインセグメントまたは3節点の/SH3N三角形セグメントでは不要） （整数）	
first_ID$_1$, *last_ID*$_2$	*first_ID*$_1$から*last_ID*$_2$まで*Incr*$_{1\text{-}2}$のインクリメントで存在するエンティティのリスト （整数）	
Incr$_{1\text{-}2}$, *Incr*$_{3\text{-}4}$, ...	*first_ID*から$_1$*last_ID*$_2$までのリスト生成に使用するインクリメント値 デフォルト = 1（整数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
box_ID$_n$	*Key*=BOXまたはBOX2の場合、あるいは*OP*= BまたはCの場合に使用するボックス識別子。	

キータイプ

互換性に関する次の表に従って、複数のオプションを組み合わせることができます。

キー	エンティティ入力							
		A	**B**	**C**	**D**	**E**	**G**	**I**	**O**
ALL	すべてのモデル								
BEAM	ビーム要素		√	√	√		√	√	
BOX	ボックスの内部に定義したすべてのエンティティ	√			√	√	√	√	
BOX2	ボックスの中に存在する1つ以上の節点を使用して定義したすべてのエンティティ	√			√	√	√	√	
NODE	節点		√	√	√		√	√	
RBODY	剛体		√		√		√		
PART	パート	√			√	√	√	√	√
QUAD	4節点2Dソリッド要素		√	√	√		√	√	
SEG	サーフェスセグメントまたはラインセグメント				√		√	√	
SET	エンティティのセット				√		√	√	
SETCOL	COLLECTセットタイプエンティティ				√		√	√	
SH3N	3節点シェル要素		√	√	√		√	√	√
SHELL	4節点シェル要素		√	√	√		√	√	√
SOLID	あらゆる3Dソリッド要素		√	√	√		√	√	

キー	エンティティ入力							
		A	**B**	**C**	**D**	**E**	**G**	**I**	**O**
SPRING	スプリング要素		√	√	√		√	√	
SUBS	サブセット	√			√	√	√	√	√
SUBM	サブモデル	√			√	√	√	√	√
TRIA	3節点2Dソリッド要素		√	√	√		√	√	
TRUSS	トラス要素		√	√	√		√	√	

キー	説明
PART	デフォルトの抽出オプションを使用してパートを追加します。
PART_D	パートを削除します（ソリッドパートにあるすべてのセグメントや、すべてのエッジ）。
PART_GAまたは**PART_AG**	生成オプションを使用してパート（すべてのセグメントとすべてのエッジ）を追加します。
SHELL_GOまたは**SHELL_OG**	生成によってシェル要素を追加し、その法線方向を反転します。

コメント

1. 定義した*KEY_OP*には、*item_ID*をIDとする複数の行を入力できます。これは、このブロックに対してブロックとエンティティの抽出操作を実行することを定義します。*OP*=Eオプションを使用すると、このブロックで定義したエンティティから外部セグメントまたは外部エッジが抽出されます。
2. *set_ID*は、/GRNOD、/GRElement、/SURF、/LINE、/GRPARTのどのグループIDとも異なる識別子とする必要があります。
3. /GRNOD、/GRElement、/SURF、/LINE、/GRPARTを参照しているあらゆるエンティティで、/SETの*set_ID*を参照できます。

   その例として、/IMPDISP、/CLOAD、/INTER/TYPE7、/SECTがあります。
4. 存在しない*item_ID*$_i$または*box_ID*$_i$は無視され、Starter出力ファイルに警告メッセージが出力されます。
5. *Key*=BOXまたは*OP*=Bの場合、エンティティのすべての節点は、このセットに追加するエンティティのボックスの中に存在する必要があります。

   Key=BOX2または*OP*=Cの場合、エンティティの1つ以上の節点が、このセットに追加するエンティティのボックスの中に存在する必要があります。
6. セットがキーワードによって参照されている場合は、参照先のエンティティ（節点、サーフェス、ライン、または要素）が自動的にセットから抽出されます。以下に例を挙げます。

   ソリッド要素：デフォルトでは、3Dソリッド要素と2Dソリッド要素から外部セグメントまたは外部エッジのみが抽出されます。キーオプション*OP*=Aを使用すると、すべてのセグメントとエッジを取得できます。

シェル要素：デフォルトですべてのエッジが抽出されます。キーオプション*OP*=Eを使用するとフリーエッジのみを取得できます。

節点：デフォルトで、このセットからすべての節点が抽出されます。キーオプション*OP*=Eを使用すると、シェル要素のフリーエッジにあるソリッド要素または節点の外部セグメントから節点のみを取得できます。

7. セットタイプCOLLECTの識別子（ID）または*Key*=SETCOLを使用してリストされ定義されている識別子（ID）は、オフセット値が定義されている`//SUBMODEL`で定義されている場合、オフセットされません。

8. 交差操作の例：

```
#---1----|----2----|----3----|----4----|----…
/SET/GENERAL/5
Intersections
SET               1         2
SET_I             3         4
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5…
```

最終 結果：(1 U 2) ∩ (3 U 4)

9. エンティティは自動的に次のように抽出されます。

必要なセット	内容
節点セット、`/GRNOD`	*OP=A*（デフォルト） 選択したエンティティのすべての節点。 *OP= E* 各*Key*ブロックで定義しているソリッド要素の外部フェイスにある節点。 各*Key*ブロックで定義しているシェル要素のフリーエッジにある節点。 他の要素のすべての節点。
要素セット、`/GRelement`	選択したエンティティのすべての要素。
サーフェス、`/SURF`	*OP=E*（デフォルト） 各*Key*ブロックで定義しているソリッド要素の外部フェイスのみ。 シェル要素のすべてのセグメント。 *OP=A* ソリッド要素のすべてのセグメント（外部および内部） シェル要素のすべてのセグメント。
ライン、`/LINE`	デフォルト 各*Key*ブロックで定義しているソリッド要素の外部フェイスにあるエッジのみ。 シェル要素のすべてのエッジ。 ビーム要素、トラス要素、およびスプリング要素のすべてのエッジ。 *OP=A* ソリッド要素のすべてのエッジ（外部および内部） シェル要素のすべてのエッジ。 ビーム要素、トラス要素、およびスプリング要素のすべてのエッジ。 *OP= E* 各*Key*ブロックで定義しているソリッド要素の外部フェイスにあるエッジのみ。

必要なセット	内容
	各*Key*ブロックで定義しているシェル要素にあるフリーエッジのみ。 ビーム要素、トラス要素、およびスプリング要素のフリーエッジ。

ボックス

ブロックフォーマットのキーワード

入力タイプのキーワード：ボックス

キーワード	入力のタイプ
/BOX/BOX	複雑なボックス定義
/BOX/RECTA	ボックスタイプ - 矩形
/BOX/CYLIN	ボックスタイプ - 円筒
/BOX/SPHER	ボックスタイプ - 球

コメント

1. ボックスは以下の目的で使用されます。
   - 簡単なグループ定義（/GRBEAM、/GRBRIC、/GRNOD、/GRQUAD、/GRSH3N、/GRSHEL、/GRSPRI、/GRTRUS、ライン、サーフェス）– ボックス内のすべてのエンティティが含まれます。
   - 複雑なボックス定義（/BOX/BOXをご参照ください）。

/BOX/BOX

ブロックフォーマットのキーワード
事前定義されたボックスのリストの組み合わせによるボックスを記述します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（任意の数の入力が可能、1行当たり10個まで）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/BOX/BOX/*box_ID*									
box_title									
box_ID_1	box_ID_2	box_ID_3	box_ID_4	box_ID_5	box_ID_6	box_ID_7	box_ID_8	box_ID_9	box_ID_{10}

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
box_ID	ボックスの識別子 （整数、最大10桁）	
box_title	ボックスグループのタイトル （文字、最大100文字）	
box_ID_1, box_ID_2, … box_ID_n	ボックス識別子のリスト （整数、最大10桁）	

コメント

1. ボックス（/BOX/BOX）は、ボックス識別子のリストによって定義されます。
2. リスト内の*box_ID*には正または負の整数を使用できます（ボックスの加算および減算のブーリアン演算）。

/BOX/CYLIN

ブロックフォーマットのキーワード
エンティティ選択用円筒ボックスを記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/BOX/CYLIN/*box_ID*/*unit_ID*									
box_title									
N1	*N2*		*Diameter*						
X_{p1}		Y_{p1}		Z_{p1}					
X_{p2}		Y_{p2}		Z_{p2}					

定義

フィールド	内容	SI単位の例
box_ID	ボックスの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
box_title	ボックスのタイトル （文字、最大100文字）	
N1	節点識別子 （整数、最大10桁）	
N2	節点識別子 （整数、最大10桁）	
Diameter	円筒の直径 （実数）	
X_{p1}	ポイント*P1*の*X*座標 （実数）	
Y_{p1}	ポイント*P1*の*Y*座標	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（実数）	
Z_{p1}	ポイント*P1*の*Z*座標 （実数）	
X_{p2}	ポイント*P2*の*X*座標 （実数）	
Y_{p2}	ポイント*P2*の*Y*座標 （実数）	
Z_{p2}	ポイント*P2*の*Z*座標 （実数）	

節点N1とN2のペア、つまりポイントP1とP2のペアを使用して有限円筒の軸を定義します。

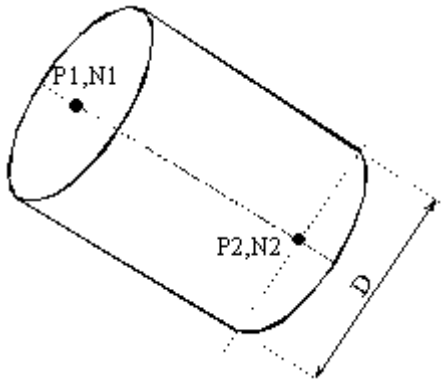


図 *397:*

コメント

1. 上記で定義されているボックス（CYLIN）は下記に使用されます。
   - 簡単なグループ定義（/GRBEAM、/GRBRIC、/GRNOD、/GRQUAD、/GRSH3N、/GRSHEL、/GRSPRI、/GRTRUS、ライン、サーフェス） – ボックス内のすべてのエンティティが含まれます。
   - 複雑なボックス定義（/BOX/BOXをご参照ください）。

/BOX/RECTA

ブロックフォーマットのキーワード
エンティティ選択用矩形ボックスを記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/BOX/RECTA/*box_ID*/*unit_ID*									
box_title									
N1	*N2*	*skew_ID*							
X_{p1}		Y_{p1}		Z_{p1}					
X_{p2}		Y_{p2}		Z_{p2}					

定義

フィールド	内容	SI単位の例
box_ID	ボックスの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
box_title	ボックスのタイトル （文字、最大100文字）	
N1	節点識別子 （整数、最大10桁）	
N2	節点識別子 （整数、最大10桁）	
skewID	固定スキューの識別子ボックスエッジをスキュー方向に揃える場合にのみ使用されます。 （整数、最大10桁）	
X_{p1}	ポイント*P1*の*X*座標（*N1*が定義されていない場合のみ使用されます。） （実数）	
Y_{p1Y}	ポイント*P1*の*Y*座標（*N1*が定義されていない場合のみ使用されます。）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（実数）	
Z_{p1}	ポイント*P1*の*Z*座標（*N1*が定義されていない場合のみ使用されます。） （実数）	
X_{p2}	ポイント*P2*の*X*座標（*N2*が定義されていない場合のみ使用されます。） （実数）	
Y_{p2}	ポイント*P2*の*Y*座標（*N2*が定義されていない場合のみ使用されます。） （実数）	
Z_{p2}	ポイント*P2*の*Z*座標（*N2*が定義されていない場合のみ使用されます。） （実数）	

定義されたスキューにエッジが揃ったボックスを構築するには、節点N1とN2のペア、つまりポイントP1とP2のペアが使用されます。

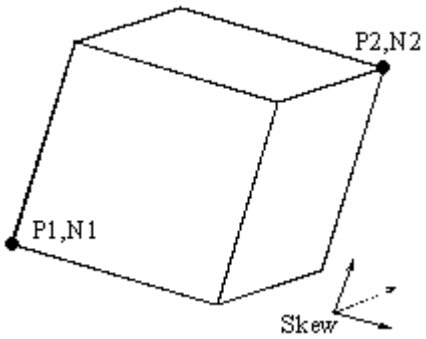


図 *398:*

コメント

1. 上記で定義されているボックス（RECTA）は下記に使用されます。
   - 簡単なグループ定義（/GRBEAM、/GRBRIC、/GRNOD、/GRQUAD、/GRSH3N、/GRSHEL、/GRSPRI、/GRTRUS、ライン、サーフェス） – ボックス内のすべてのエンティティが含まれます。
   - 複雑なボックス定義（/BOX/BOXをご参照ください）。

/BOX/SPHER

ブロックフォーマットのキーワード
エンティティ選択用球状ボックスを記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/BOX/SPHER/*box_ID*/*unit_ID*									
box_title									
N1			*Diameter*						
X_{p1}		Y_{p1}		Z_{p1}					

定義

フィールド	内容	SI単位の例
box_ID	ボックスの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
box_title	ボックスのタイトル （文字、最大100文字）	
N1	節点識別子 （整数、最大10桁）	
Diameter	球の直径 （実数）	
X_{p1}	ポイント*P1*の*X*座標 （実数）	
Y_{p1}	ポイント*P1*の*Y*座標 （実数）	
Z_{p1}	ポイント*P1*の*Z*座標 （実数）	

節点N1、つまりポイントP1を使用して球の中心を定義します。

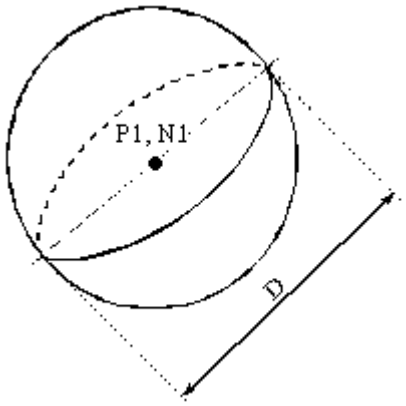


図 *399:*

コメント

1. 上記で定義されているボックス（SPHER）は下記に使用されます。
   - 簡単なグループ定義（/GRBEAM、/GRBRIC、/GRNOD、/GRQUAD、/GRSH3N、/GRSHEL、/GRSPRI、/GRTRUS、ライン、サーフェス） – ボックス内のすべてのエンティティが含まれます。
   - 複雑なボックス定義（/BOX/BOXをご参照ください）。

ライン

ブロックフォーマットのキーワード

入力タイプのキーワード

キーワード	入力のタイプ
/LINE/SEG	セグメント
/LINE/SUBSET	サブセット
/LINE/SUBMODEL	サブモデル
/LINE/PART	パート
/LINE/MAT	材料
/LINE/PROP	プロパティ
/LINE/GRTRUS	トラスのグループ
/LINE/GRBEAM	ビームのグループ
/LINE/GRSPRI	スプリングのグループ
/LINE/LINE	ライン
/LINE/SURF	サーフェス
/LINE/EDGE	サーフェスのエッジ
/LINE/BOXまたは**/LINE/BOX2**	ボックス

コメント

1. ラインは2節点のセグメントとして定義できます。
   - セグメントの結合性を使用して明示的に定義
   - ボックスを使用
   - サブセット、パート、プロパティ、または材料を使用した定義（これらのエンティティに属するトラスおよびビームは、すべてラインの定義に使用されます）
   - サブモデルを使用した定義（指定のサブモデルで定義されたパートに属するトラス、ビームおよびスプリングは、すべてラインの定義に使用されます）
   - トラス、ビームまたはスプリングのグループを使用した定義
   - サーフェスを使用した定義（サーフェスのすべてのラインが使用されます）
   - エッジを使用した定義（サーフェスのエッジが使用されます）
   - 他のラインとの定義

/LINE/BOXまたは/LINE/BOX2

ブロックフォーマットのキーワード
ボックス内部のライン定義

フォーマット

*box_ID*は1つのみ使用可能です。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/LINE/BOX/*line_ID*/*unit_ID*または/LINE/BOX2/*line_ID*/*unit_ID*									
line_title									
box_ID									

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
line_ID	ライングループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
line_title	ライングループのタイトル （文字、最大100文字）	
box_ID	右記で定義されているボックスの識別子：ボックス （整数、最大10桁）	

コメント

1. ラインは、2次元解析のインターフェース、および3次元解析のインターフェースTYPE8、TYPE11およびTYPE20の定義に使用されます。
2. すべての節点は、シェル、3次元ソリッド、三角形シェル、トラスまたはビーム要素のいずれかに属している必要があります。
3. タイプがBOXの場合、すべての節点がボックス内またはそのサーフェス上に存在するすべての要素が選択されます。

   タイプがBOX2の場合、ボックス内またはその外部サーフェス上に1つ以上の節点が存在するすべての要素が選択されます。

/LINE/EDGE

ブロックフォーマットのキーワード
ラインとして与えられたサーフェスから選択されたエッジ

フォーマット

選択したサーフェスを入力します（1行あたり10個まで、任意の数の入力が可能です）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/LINE/EDGE/*line_ID*/*unit_ID*									
line_title									
$surf\_ID_1$	$surf\_ID_2$	$surf\_ID_3$	$surf\_ID_4$	$surf\_ID_5$	$surf\_ID_6$	$surf\_ID_7$	$surf\_ID_8$	$surf\_ID_9$	$surf\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
line_ID	ライングループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
line_title	ライングループのタイトル （文字、最大100文字）	
$surf\_ID_1$, $surf\_ID_2$, ... $surf\_ID_n$	サーフェス識別子のリスト。 （整数）	

コメント

1. ラインは、2次元解析のインターフェース、および3次元解析のインターフェースTYPE8、TYPE11およびTYPE20の定義に使用されます。
2. すべての節点は、シェル、3次元ソリッド、三角形シェル、トラスまたはビーム要素のいずれかに属している必要があります。

/LINE/GRBEAM

ブロックフォーマットのキーワード
その他のビームグループから選択されたラインの定義。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（1行あたり10個まで、任意の数の入力が可能です）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/LINE/GRBEAM/*line_ID*/*unit_ID*									
line_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
line_ID	ライングループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
line_title	ライングループのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$, ... $item\_ID_n$	ビームグループ識別子のリスト （整数）	

コメント

1. ラインは、2次元解析のインターフェース、および3次元解析のインターフェースTYPE8、TYPE11およびTYPE20の定義に使用されます。
2. すべての節点は、シェル、3次元ソリッド、三角形シェル、トラスまたはビーム要素のいずれかに属している必要があります。

/LINE/GRSPRI

ブロックフォーマットのキーワード
その他のスプリンググループから選択されたラインの定義。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（1行あたり10個まで、任意の数の入力が可能です）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/LINE/GRSPRI/*line_ID*/*unit_ID*									
line_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
line_ID	ライングループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
line_title	ライングループのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$, ... $item\_ID_n$	スプリンググループ識別子のリスト （整数）	

コメント

1. ラインは、2次元解析のインターフェース、および3次元解析のインターフェースTYPE8、TYPE11およびTYPE20の定義に使用されます。
2. すべての節点は、シェル、3次元ソリッド、三角形シェル、トラスまたはビーム要素のいずれかに属している必要があります。

/LINE/GRTRUS

ブロックフォーマットのキーワード
その他のトラスグループから選択されたラインの定義。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（1行あたり10個まで、任意の数の入力が可能です）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/LINE/GRTRUS/line_ID/unit_ID									
line_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
line_ID	ライングループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
line_title	ライングループのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$, ... $item\_ID_n$	トラスグループ識別子のリスト （整数）	

コメント

1. ラインは、2次元解析のインターフェース、および3次元解析のインターフェースTYPE8、TYPE11およびTYPE20の定義に使用されます。
2. すべての節点は、シェル、3次元ソリッド、三角形シェル、トラスまたはビーム要素のいずれかに属している必要があります。

/LINE/LINE

ブロックフォーマットのキーワード
その他のライングループから選択されたラインの定義。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（1行あたり10個まで、任意の数の入力が可能です）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/LINE/LINE/*line_ID*/*unit_ID*									
line_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
line_ID	ライングループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
line_title	ライングループのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$, ... $item\_ID_n$	ライングループ識別子のリスト （整数）	

コメント

1. ラインは、2次元解析のインターフェース、および3次元解析のインターフェースTYPE8、TYPE11およびTYPE20の定義に使用されます。
2. すべての節点は、シェル、3次元ソリッド、三角形シェル、トラスまたはビーム要素のいずれかに属している必要があります。

/LINE/MAT

ブロックフォーマットのキーワード
与えられた材料に属するラインを定義します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（1行あたり10個まで、任意の数の入力が可能です）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/LINE/MAT/*line_ID*/*unit_ID*									
line_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
line_ID	ライングループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
line_title	ライングループのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$, ... $item\_ID_n$	材料識別子のリスト （整数）	

コメント

1. ラインは、2次元解析のインターフェース、および3次元解析のインターフェースTYPE8、TYPE11およびTYPE20の定義に使用されます。
2. すべての節点は、シェル、3次元ソリッド、三角形シェル、トラスまたはビーム要素のいずれかに属している必要があります。
3. /LINEの入力タイプがSUBSET、PART、MATまたはPROPの場合は、トラス、ビームおよびスプリングの要素のみが考慮されます。

/LINE/PART

ブロックフォーマットのキーワード
与えられたパートに属するラインを定義します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（1行あたり10個まで、任意の数の入力が可能です）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/LINE/PART/*line_ID*/*unit_ID*									
line_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
line_ID	ライングループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
line_title	ライングループのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$, ... $item\_ID_n$	パート識別子のリスト （整数）	

コメント

1. ラインは、2次元解析のインターフェース、および3次元解析のインターフェースTYPE8、TYPE11およびTYPE20の定義に使用されます。
2. すべての節点は、シェル、3次元ソリッド、三角形シェル、トラスまたはビーム要素のいずれかに属している必要があります。
3. /LINEの入力タイプがSUBSET、PART、MATまたはPROPの場合は、トラス、ビームおよびスプリングの要素のみが考慮されます。

/LINE/PROP

ブロックフォーマットのキーワード
与えられたプロパティに属するラインを定義します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（1行あたり10個まで、任意の数の入力が可能です）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/LINE/PROP/*line_ID*/*unit_ID*									
line_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
line_ID	ライングループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
line_title	ライングループのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$, ... $item\_ID_n$	プロパティ識別子のリスト （整数）	

コメント

1. ラインは、2次元解析のインターフェース、および3次元解析のインターフェースTYPE8、TYPE11およびTYPE20の定義に使用されます。
2. すべての節点は、シェル、3次元ソリッド、三角形シェル、トラスまたはビーム要素のいずれかに属している必要があります。
3. /LINEの入力タイプがSUBSET、PART、MATまたはPROPの場合は、トラス、ビームおよびスプリングの要素のみが考慮されます。

/LINE/SEG

ブロックフォーマットのキーワード
ラインセグメントの定義。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/LINE/SEG/*line_ID*/*unit_ID*									
line_title									
seg_ID_1	$node\_ID_1$	$node\_ID_2$							
seg_ID_2	$node\_ID_1$	$node\_ID_2$							
同様	同様	同様							
seg_ID_n	$node\_ID_1$	$node\_ID_2$							

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
line_ID	ライングループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
line_title	ライングループのタイトル （文字、最大100文字）	
seg_ID_1, seg_ID_2, seg_ID_n,	セグメント識別子のリスト（オプション） （整数）	
$node\_ID_1$	セグメント用の節点識別子1 （整数）	
$node\_ID_2$	セグメント用の節点識別子2 （整数）	

コメント

1. ラインは、2次元解析のインターフェース、および3次元解析のインターフェースTYPE8、TYPE11およびTYPE20の定義に使用されます。
2. すべての節点は、シェル、3次元ソリッド、三角形シェル、トラスまたはビーム要素のいずれかに属している必要があります。

/LINE/SUBMODEL

ブロックフォーマットのキーワード
与えられたサブモデルに属するラインを定義します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（1行あたり10個まで、任意の数の入力が可能です）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/LINE/SUBMODEL/*line_ID*/*unit_ID*									
line_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
line_ID	ライングループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
line_title	ライングループのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$,$item\_ID_2$, $item\_ID_n$	サブモデル識別子のリスト （整数）	

コメント

1. ラインは、2次元解析のインターフェース、および3次元解析のインターフェースTYPE8、TYPE11およびTYPE20の定義に使用されます。
2. すべての節点は、シェル、3次元ソリッド、三角形シェル、トラスまたはビーム要素のいずれかに属している必要があります。

/LINE/SUBSET

ブロックフォーマットのキーワード
与えられたサブセットに属するラインを定義します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（1行あたり10個まで、任意の数の入力が可能です）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/LINE/SUBSET/*line_ID*/*unit_ID*									
line_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
line_ID	ライングループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
line_title	ライングループのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$,$item\_ID_2$, $item\_ID_n$	サブセット識別子のリスト （整数）	

コメント

1. ラインは、2次元解析のインターフェース、および3次元解析のインターフェースTYPE8、TYPE11およびTYPE20の定義に使用されます。
2. すべての節点は、シェル、3次元ソリッド、三角形シェル、トラスまたはビーム要素のいずれかに属している必要があります。
3. /LINEの入力タイプがSUBSET、PART、MATまたはPROPの場合は、トラス、ビームおよびスプリングの要素のみが考慮されます。

/LINE/SURF

ブロックフォーマットのキーワード
与えられたサーフェスに属するラインを定義します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（1行あたり10個まで、任意の数の入力が可能です）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/LINE/SURF/*line_ID*/*unit_ID*									
line_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
line_ID	ライングループの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
line_title	ライングループのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$,$item\_ID_2$, $item\_ID_n$	サーフェス識別子のリスト。 （整数）	

コメント

1. ラインは、2次元解析のインターフェース、および3次元解析のインターフェースTYPE8、TYPE11およびTYPE20の定義に使用されます。
2. すべての節点は、シェル、3次元ソリッド、三角形シェル、トラスまたはビーム要素のいずれかに属している必要があります。

サーフェス

ブロックフォーマットのキーワード

入力タイプのキーワード

キーワード	入力のタイプ
/SURF/SEG	セグメント
/SURF/SUBSET	シェルサブセット
/SURF/SUBMODEL	サブモデル
/SURF/PART	シェルパート
/SURF/ELLIPS	3次元要素のグループ
/SURF/GRSHEL	シェルのグループ
/SURF/GRSH3N	3節点シェルのグループ
/SURF/MAT	シェル材料
/SURF/PROP	シェルプロパティ
/SURF/SURF または **/SURF/DSURF**	サーフェス
/SURF/BOXまたは**/SURF/BOX2**	ボックス

幾何学的サーフェス

キーワード	入力のタイプ
/SURF/ELLIPS	超楕円体
/SURF/PLANE	無限平面

コメント

1. サーフェスは、3節点セグメントまたは4節点セグメントのセットです。下記のように定義することができます。
   - セグメントの結合性を使用して明示的に定義
   - ボックスを使用
   - サブセットまたはパートによって(これらのエンティティに属しているすべての3節点シェルと4節点シェルがサーフェスの定義に使用されます)
   - サブモデルによって(指定したサブモデル内のパートに属しているすべての3節点シェルと4節点シェルがサーフェスの定義に使用されます)
   - プロパティまたは材料によって(これらのエンティティに属しているすべての3節点シェルと4節点シェルがサーフェスの定義に使用されます)
   - シェルグループによって
   - 他のサーフェスを使用して

2. すべての節点が、シェル要素、ブリック要素、または三角形シェル要素に属している必要があります。形シェル要素に属している必要があります。
3. Madymoサーフェスを使用してサーフェスを定義することはできません。

/SURF/BOXまたは/SURF/BOX2

ブロックフォーマットのキーワード
ボックス内部のサーフェスを記述します。

フォーマット

ボックスは1つしか使用できません。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/SURF/BOX/*surf_ID*/*unit_ID*または/SURF/BOX2/*surf_ID*/*unit_ID*									
surf_title									
box_ID									

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
surf_ID	サーフェス識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
surf_title	サーフェスのタイトル （文字、最大100文字）	
box_ID	右記で定義されているボックスの識別子：ボックス （整数、最大10桁）	

コメント

1. すべての節点が、シェル要素、ブリック要素、または三角形シェル要素に属している必要があります。
2. Madymoサーフェスを使用してサーフェスを定義することはできません。
3. 超楕円体を別のタイプのサーフェスに関連付けることによってサーフェスを定義することはできません。
4. タイプがBOXの場合は、ボックス内部またはその外部サーフェス上にある節点すべてが含まれるソリッド、シェル、および3節点シェルによって支持されたすべてのセグメントが選択されます（ソリッド要素上に配置されたセグメントは考慮されません）。

   タイプがBOX2の場合は、ボックス内部またはそのサーフェス上にある節点が1つ以上含まれるすべてのセグメントが選択されます。

*/SURF/BOX/ALL*または*/SURF/BOX2/ALL*

ブロックフォーマットのキーワード
ボックス内部のサーフェスを記述します（内部セグメントを含む）。

フォーマット

*box_ID*は1つのみ使用可能です：

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/SURF/BOX/ALL/*surf_ID*/*unit_ID*または/SURF/BOX2/ALL/*surf_ID*/*unit_ID*									
surf_title									
box_ID									

定義

フィールド	内容	SI単位の例
surf_ID	サーフェス識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
surf_title	サーフェスのタイトル （文字、最大100文字）	
box_ID	右記で定義されているボックスの識別子：ボックス （整数、最大10桁）	

コメント

1. フォーマットは、対応するオプション/SURF/*type*/*surf_ID*と同じです。
2. BOXの入力フォーマット：
   - 3節点と4節点シェルで作られたセグメントは同様にして/SURF/*type*/*surf_ID*でも選択可能で、セグメント内部の体積のあるパート（内部セグメント）は同様に除外されます。
3. タイプがBOXの場合は、ボックス内部またはその外部サーフェス上にある節点すべてが含まれるソリッド、シェル、および3節点シェルによって支持されたすべてのセグメントが選択されます（ソリッド要素上に配置されたセグメントは考慮されません）。

   タイプがBOX2の場合は、ボックス内部またはそのサーフェス上にある節点が1つ以上含まれるすべてのセグメントが選択されます。

*/SURF/BOX/EXT*または*/SURF/BOX2/EXT*

ブロックフォーマットのキーワード
ボックス内部のサーフェスを記述します（内部セグメントを除く）。

フォーマット

*box_ID*は1つのみ使用可能です：

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/SURF/BOX/EXT/*surf_ID*/*unit_ID*または/SURF/BOX2/EXT/*surf_ID*/*unit_ID*									
surf_title									
box_ID									

定義

フィールド	内容	SI単位の例
surf_ID	サーフェス識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
surf_title	サーフェスのタイトル （文字、最大100文字）	
box_ID	右記で定義されているボックスの識別子：ボックス （整数、最大10桁）	

コメント

1. フォーマットは、対応するオプション/SURF/*type*/*surf_ID*と同じです。
2. BOXの入力フォーマット：
   - 外表面は、すべてのソリッドから構築されます（内表面は考慮されません）。
   - 3節点と4節点シェルで作られたセグメントは同様にして/SURF/*type*/*surf_ID*でも選択可能で、セグメント内部の体積のあるパート（内部セグメント）は同様に含まれます。
3. タイプがBOXの場合は、ボックス内部またはその外部サーフェス上にある節点すべてが含まれるソリッド、シェル、および3節点シェルによって支持されたすべてのセグメントが選択されます（ソリッド要素上に配置されたセグメントは考慮されません）。
   - タイプがBOX2の場合は、ボックス内部またはそのサーフェス上にある節点が1つ以上含まれるすべてのセグメントが選択されます。

/SURF/DSURF

ブロックフォーマットのキーワード
サーフェス定義を記述します。/SURF/SURFと同じ動作ですが、負のIDが使用された場合を除きます（コメント4）。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（任意の数の入力が可能、フォーマットあたり10個まで）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/SURF/DSURF/*surf_ID*/*unit_ID*									
surf_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	SI単位の例
surf_ID	サーフェス識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
surf_title	サーフェスのタイトル （文字、最大100文字）	
item_IDi	サーフェス識別子のリスト。 負の場合、サーフェスが削除されます。 （整数）	

コメント

1. すべての節点が、シェル要素、ブリック要素、または三角形シェル要素に属している必要があります。
2. Madymoサーフェスを使用してサーフェスを定義することはできません。
3. 超楕円体を別のタイプのサーフェスに関連付けることによってサーフェスを定義することはできません。
4. /SURF/SURFと同じオプションですが、負のIDが使用された場合を除きます。

```
/SURF/DSURF/3
Title
1 -2
```

サーフェス3 = サーフェス1 – サーフェス2（サーフェス2が削除されます）

/SURF/ELLIPS

ブロックフォーマットのキーワード
超楕円体サーフェス定義を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/SURF/ELLIPS/*surf_ID*/*unit_ID*									
surf_title									
skew_ID	*n*								
X_c		Y_c		Z_c					
a		*b*		*c*					

定義

フィールド	内容	SI単位の例
surf_ID	サーフェス識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
surf_title	サーフェスのタイトル （文字、最大100文字）	
skew_ID	サーフェスの初期方向を定義するスキュー識別子 （整数）	
n	超楕円体の次数2以上にする必要があります。 デフォルト = 2（整数）	
X_c	中心座標 （実数）	
Y_c	中心座標 （実数）	
Z_c	中心座標	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（実数）	
a	半軸長 （実数）	
b	半軸長 （実数）	
c	半軸長 （実数）	

コメント

1. 超楕円体の方程式は次のとおりです。

$$\left|\frac{x-x_c}{a}\right|^n+\left|\frac{y-y_c}{b}\right|^n+\left|\frac{z-z_c}{c}\right|^n=1 \qquad (1266)$$

2. 球体の場合です。

   ここで、n=2、さらに、a=b=c=r。

/SURF/GRBRIC/EXT

ブロックフォーマットのキーワード
3次元要素グループからの外部サーフェス選択を記述します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（任意の数の入力が可能、フォーマットあたり10個まで）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/SURF/GRBRIC/EXT/*surf_ID*/*unit_ID*									
surf_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
surf_ID	サーフェス識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
surf_title	サーフェスのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$,... $item\_ID_n$	3次元ソリッドグループ識別子のリスト （整数）	

コメント

1. Madymoサーフェスを使用してサーフェスを定義することはできません。
2. 超楕円体を別のタイプのサーフェスに関連付けることによってサーフェスを定義することはできません。

/SURF/GRBRIC/FREE

ブロックフォーマットのキーワード
3次元要素グループからの自由サーフェス選択を記述します。自由サーフェスは、他のどの3次元要素にも結合されていない外部サーフェスです。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（任意の数の入力が可能、フォーマットあたり10個まで）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/SURF/GRBRIC/FREE/*surf_ID*/*unit_ID*									
surf_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
surf_ID	サーフェス識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
surf_title	サーフェスのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$,... $item\_ID_n$	3次元ソリッドグループ識別子のリスト （整数）	

コメント

1. 自由サーフェスは、他のどの3次元要素にも結合されていない外部サーフェスです。

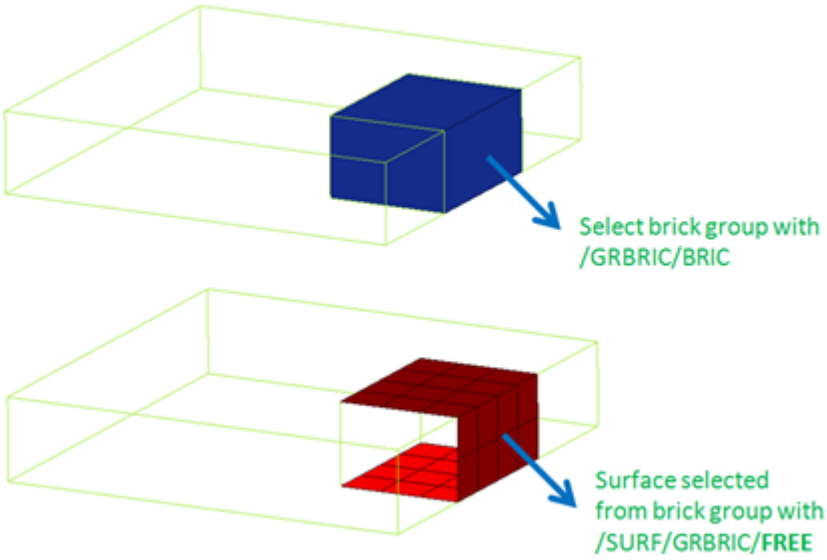


図 *400:*

2. Madymoサーフェスを使用してサーフェスを定義することはできません。
3. 超楕円体を別のタイプのサーフェスに関連付けることによってサーフェスを定義することはできません。

/SURF/GRSH3N

ブロックフォーマットのキーワード
3節点シェルグループから選択されたサーフェスを記述します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（任意の数の入力が可能、フォーマットあたり10個まで）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/SURF/GRSH3N/*surf_ID*/*unit_ID*									
surf_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
surf_ID	サーフェス識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
surf_title	サーフェスのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$, ... $item\_ID_n$	3節点シェルグループ識別子のリスト *item_ID*が負の場合、サーフェス法線が反転されます。 （整数）	

コメント

1. すべての節点が、シェル要素、ブリック要素、または三角形シェル要素に属している必要があります。
2. Madymoサーフェスを使用してサーフェスを定義することはできません。
3. 超楕円体を別のタイプのサーフェスに関連付けることによってサーフェスを定義することはできません。

/SURF/GRSHEL

ブロックフォーマットのキーワード
シェルグループから選択されたサーフェスを記述します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（任意の数の入力が可能、フォーマットあたり10個まで）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/SURF/GRSHEL/*surf_ID*/*unit_ID*									
surf_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
surf_ID	サーフェス識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
surf_title	サーフェスのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$, ... $item\_ID_n$	シェルグループ識別子のリスト *item_ID*が負の場合、サーフェス法線が反転されます。 （整数）	

コメント

1. すべての節点が、シェル要素、ブリック要素、または三角形シェル要素に属している必要があります。
2. Madymoサーフェスを使用してサーフェスを定義することはできません。
3. 超楕円体を別のタイプのサーフェスに関連付けることによってサーフェスを定義することはできません。

/SURF/MAT

ブロックフォーマットのキーワード
指定された材料に属する材料サーフェスを記述します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（任意の数の入力が可能、フォーマットあたり10個まで）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/SURF/MAT/*surf_ID*/*unit_ID*									
surf_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
surf_ID	サーフェス識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
surf_title	サーフェスのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$, ... $item\_ID_n$	材料識別子のリスト 4 （整数）	

コメント

1. すべてのサーフェスセグメントは2次元要素（シェル要素または三角形シェル要素）に属している必要があります。/SURF/MATの1D要素は無視されます。3次元要素を使用する場合は、追加のキーワードを指定する必要があります。/SURF/MAT/EXTと/SURF/MAT/ALLをご参照ください。
2. Madymoサーフェスを使用してサーフェスを定義することはできません。
3. 超楕円体を別のタイプのサーフェスに関連付けることによってサーフェスを定義することはできません。
4. *item_ID*が負の場合、サーフェス法線が反転されます。

/SURF/MAT/ALL

ブロックフォーマットのキーワード
指定された材料に属する材料サーフェスを記述します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（任意の数の入力が可能、フォーマットあたり10個まで）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/SURF/MAT/ALL/*surf_ID*/*unit_ID*									
surf_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
surf_ID	サーフェス識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
surf_title	サーフェスのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$, ... $item\_ID_n$	材料識別子のリスト （整数）	

コメント

1. フォーマットは、対応するオプション/SURF/*type*/*surf_ID*と同じです。
2. ソリッド要素の場合、サーフェスセグメントは、リストされている*item_ID*に属するソリッド要素の各フェイスに作成されます。

   3節点シェルと4節点シェルから構築されたセグメントは、/SURF/*type*/*surf_ID*を使用した場合と同様に選択されます。

/SURF/MAT/EXT

ブロックフォーマットのキーワード
指定された材料に属する外部材料サーフェスを記述します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（任意の数の入力が可能、フォーマットあたり10個まで）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/SURF/MAT/EXT/*surf_ID*/*unit_ID*									
surf_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	SI単位の例
surf_ID	サーフェス識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
surf_title	サーフェスのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$, ... $item\_ID_n$	材料識別子のリスト （整数）	

コメント

1. フォーマットは、対応するオプション/SURF/*type*/*surf_ID*と同じです。
2. SUBSET、SUBMODEL、PART、MATおよびPROPの入力フォーマット:
   - 外表面は、サブセット、サブモデル、またはパートに属しているソリッド、あるいは材料またはプロパティを使用しているソリッドのセットから構築されます。これらの表面によって支持されているセグメントがサーフェスに追加されます。
   - 3節点シェルと4節点シェルから構築されたセグメントは、/SURF/*type*/*surf_ID*を使用した場合と同様に選択されます。

/SURF/PART

ブロックフォーマットのキーワード
指定されたパートに属するパートサーフェスを記述します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（任意の数の入力が可能、フォーマットあたり10個まで）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/SURF/PART/*surf_ID*/*unit_ID*									
surf_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
surf_ID	サーフェス識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
surf_title	サーフェスのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$, ... $item\_ID_n$	パート識別子のリスト 4 （整数）	

コメント

1. すべてのサーフェスセグメントは2次元要素（シェル要素または三角形シェル要素）に属している必要があります。/SURF/PARTの1D要素は無視されます。3次元要素を使用する場合は、追加のキーワードを指定する必要があります。/SURF/PART/EXTと/SURF/PART/ALLをご参照ください。
2. Madymoサーフェスを使用してサーフェスを定義することはできません。
3. 超楕円体を別のタイプのサーフェスに関連付けることによってサーフェスを定義することはできません。
4. *item_ID*が負の場合、サーフェス法線が反転されます。

/SURF/PART/ALL

ブロックフォーマットのキーワード
指定されたパートに属するパートサーフェスを記述します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（任意の数の入力が可能、フォーマットあたり10個まで）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/SURF/PART/ALL/*surf_ID*/*unit_ID*									
surf_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
surf_ID	サーフェス識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
surf_title	サーフェスのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$, ... $item\_ID_n$	パート識別子のリスト （整数）	

コメント

1. フォーマットは、対応するオプション/SURF/*type*/*surf_ID*と同じです。
2. ソリッド要素の場合、サーフェスセグメントは、リストされている*item_ID*に属するソリッド要素の各フェイスに作成されます。

   3節点シェルと4節点シェルから構築されたセグメントは、/SURF/*type*/*surf_ID*を使用した場合と同様に選択されます。

/SURF/PART/EXT

ブロックフォーマットのキーワード
指定されたパートに属する外部パートサーフェスを記述します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（任意の数の入力が可能、フォーマットあたり10個まで）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/SURF/PART/EXT/*surf_ID*/*unit_ID*									
surf_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
surf_ID	サーフェス識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
surf_title	サーフェスのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$, ... $item\_ID_n$	パート識別子のリスト （整数）	

コメント

1. フォーマットは、対応するオプション/SURF/*type*/*surf_ID*と同じです。
2. SUBSET、SUBMODEL、PART、MATおよびPROPの入力フォーマット:
   - 外表面は、サブセット、サブモデル、またはパートに属しているソリッド、あるいは材料またはプロパティを使用しているソリッドのセットから構築されます。これらの表面によって支持されているセグメントがサーフェスに追加されます。
   - 3節点シェルと4節点シェルから構築されたセグメントは、/SURF/*type*/*surf_ID*を使用した場合と同様に選択されます。

/SURF/PLANE

ブロックフォーマットのキーワード
法線ベクトルMM1で定義される無限平面サーフェスを記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/SURF/PLANE/*surf_ID*/*unit_ID*									
surf_title									
X_M		Y_M		Z_M					
X_{M1}		Y_{M1}		Z_{M1}					

定義

フィールド	内容	SI単位の例
surf_ID	サーフェス識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
surf_title	サーフェスのタイトル （文字、最大100文字）	
X_M	*M*の*X*座標（法線ベクトルの終端） （実数）	[m]
Y_M	*M*の*Y*座標（法線ベクトルの終端） （実数）	[m]
Z_M	*M*の*Z*座標（法線ベクトルの終端） （実数）	[m]
X_{M1}	*M1*の*X*座標（法線ベクトルの先端） （実数）	[m]
Y_{M1}	*M1*の*Y*座標（法線ベクトルの先端） （実数）	[m]

フィールド	内容	**SI**単位の例
Z_{M1}	*M1*の*Z*座標（法線ベクトルの先端） （実数）	[m]

コメント

1. 無限平面PLANEは法線ベクトルMM1（Mは平面に属する）で定義されます。

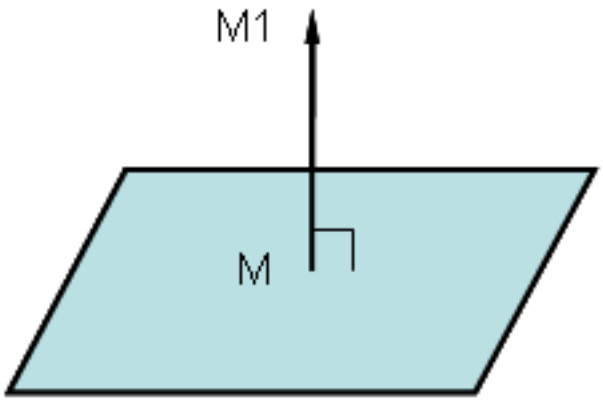


図 *401:*

/SURF/PROP

ブロックフォーマットのキーワード
指定されたプロパティに属するプロパティサーフェスを記述します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（任意の数の入力が可能、フォーマットあたり10個まで）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/SURF/PROP/*surf_ID*/*unit_ID*									
surf_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
surf_ID	サーフェス識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
surf_title	サーフェスのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$, ... $item\_ID_n$	プロパティ識別子のリスト 4 （整数）	

コメント

1. すべてのサーフェスセグメントは2次元要素（シェル要素または三角形シェル要素）に属している必要があります。/SURF/PROPの1D要素は無視されます。3次元要素を使用する場合は、追加のキーワードを指定する必要があります。/SURF/PROP/EXTと/SURF/PROP/ALLをご参照ください。
2. Madymoサーフェスを使用してサーフェスを定義することはできません。
3. 超楕円体を別のタイプのサーフェスに関連付けることによってサーフェスを定義することはできません。
4. *item_ID*が負の場合、サーフェス法線が反転されます。

/SURF/PROP/ALL

ブロックフォーマットのキーワード
指定されたプロパティに属するプロパティサーフェスを記述します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（任意の数の入力が可能、フォーマットあたり10個まで）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/SURF/PROP/ALL/*surf_ID*/*unit_ID*									
surf_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
surf_ID	サーフェス識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
surf_title	サーフェスのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$, ... $item\_ID_n$	プロパティ識別子のリスト （整数）	

コメント

1. フォーマットは、対応するオプション/SURF/*type*/*surf_ID*と同じです。
2. ソリッド要素の場合、サーフェスセグメントは、リストされている*item_ID*に属するソリッド要素の各フェイスに作成されます。

   3節点シェルと4節点シェルから構築されたセグメントは、/SURF/*type*/*surf_ID*を使用した場合と同様に選択されます。

/SURF/PROP/EXT

ブロックフォーマットのキーワード
指定されたプロパティに属する外部プロパティサーフェスを記述します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（任意の数の入力が可能、フォーマットあたり10個まで）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/SURF/PROP/EXT/*surf_ID*/*unit_ID*									
surf_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
surf_ID	サーフェス識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
surf_title	サーフェスのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$, ... $item\_ID_n$	プロパティ識別子のリスト （整数）	

コメント

1. フォーマットは、対応するオプション/SURF/*type*/*surf_ID*と同じです。
2. SUBSET、SUBMODEL、PART、MATおよびPROPの入力フォーマット:
   - 外表面は、サブセット、サブモデル、またはパートに属しているソリッド、あるいは材料またはプロパティを使用しているソリッドのセットから構築されます。これらの表面によって支持されているセグメントがサーフェスに追加されます。
   - 3節点シェルと4節点シェルから構築されたセグメントは、/SURF/*type*/*surf_ID*を使用した場合と同様に選択されます。

/SURF/SEG

ブロックフォーマットのキーワード
サーフェスセグメント定義を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/SURF/SEG/*surf_ID*/*unit_ID*									
surf_title									
seg_ID_1	$node_ID_1$1	$node_ID_2$2	$node_ID_3$3	$node_ID_4$4					
seg_ID_2	$node_ID_1$1	$node_ID_2$2	$node_ID_3$3	$node_ID_4$4					
同様	同様	同様	同様	同様					
seg_ID_n	$node_ID_1$1	$node_ID_2$2	$node_ID_3$3	$node_ID_4$4					

2次元および軸対称解析のためのフォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
seg_ID_1	$node_ID_1$1	$node_ID_2$2							
seg_ID_2	$node_ID_1$1	$node_ID_2$2							
同様	同様	同様							
seg_ID_n	$node_ID_1$1								

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
surf_ID	サーフェス識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
surf_title	サーフェスのタイトル （文字、最大100文字）	
seg_ID_1, seg_ID_2, seg_ID_n,	セグメントの識別子（オプション）	

フィールド	内容	**SI** 単位の例
	（整数）	
node_ID$_1$*1*	節点識別子1 （整数）	
node_ID$_2$*2*	節点識別子2 （整数）	
node_ID$_3$*3*	節点識別子3 （整数）	
node_ID$_4$*4*	節点識別子4（三角形要素の場合はオプション） （整数）	

コメント

1. サーフェスは、3次元解析のインターフェースと圧力荷重を定義するために使用されます。
2. 三角形要素の場合は、*node_ID*$_4$*4*を省略できます。
3. シェル要素入力データを"カット＆ペースト"してセグメントを入力できます。
4. すべての節点が、シェル要素、ブリック要素、または三角形シェル要素に属している必要があります。形シェル要素に属している必要があります。
5. Madymoサーフェスを使用してサーフェスを定義することはできません。
6. 超楕円体を別のタイプのサーフェスに関連付けることによってサーフェスを定義することはできません。

/SURF/SUBMODEL

ブロックフォーマットのキーワード
指定されたサブモデルに属するサブモデルサーフェスを記述します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（任意の数の入力が可能、フォーマットあたり10個まで）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/SURF/SUBMODEL/*surf_ID*/*unit_ID*									
surf_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
surf_ID	サーフェス識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
surf_title	サーフェスのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$,... $item\_ID_n$	サブモデル識別子のリスト 4 （整数）	

コメント

1. すべてのサーフェスセグメントは2次元要素（シェル要素または三角形シェル要素）に属している必要があります。/SURF/SUBMODELの1D要素は無視されます。3次元要素を使用する場合は、追加のキーワードを指定する必要があります。/SURF/MAT/EXTと/SURF/MAT/ALLをご参照ください。
2. Madymoサーフェスを使用してサーフェスを定義することはできません。
3. 超楕円体を別のタイプのサーフェスに関連付けることによってサーフェスを定義することはできません。
4. *item_ID*が負の場合、サーフェス法線が反転されます。

/SURF/SUBMODEL/ALL

ブロックフォーマットのキーワード
指定されたサブモデルに属するサブモデルサーフェスを記述します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（任意の数の入力が可能、フォーマットあたり10個まで）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/SURF/SUBMODEL/ALL/*surf_ID*/*unit_ID*									
surf_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
surf_ID	サーフェス識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
surf_title	サーフェスのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$,... $item\_ID_n$	サブモデル識別子のリスト （整数）	

コメント

1. フォーマットは、対応するオプション/SURF/*type*/*surf_ID*と同じです。
2. ソリッド要素の場合、サーフェスセグメントは、リストされている*item_ID*に属するソリッド要素の各フェイスに作成されます。

   3節点シェルと4節点シェルから構築されたセグメントは、/SURF/*type*/*surf_ID*を使用した場合と同様に選択されます。

/SURF/SUBMODEL/EXT

ブロックフォーマットのキーワード
指定されたサブモデルに属する外部サーフェスを記述します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（任意の数の入力が可能、フォーマットあたり10個まで）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/SURF/SUBMODEL/EXT/*surf_ID*/*unit_ID*									
surf_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
surf_ID	サーフェス識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
surf_title	サーフェスのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$,... $item\_ID_n$	サブモデル識別子のリスト （整数）	

コメント

1. フォーマットは、対応するオプション/SURF/*type*/*surf_ID*と同じです。
2. SUBSET、SUBMODEL、PART、MATおよびPROPの入力フォーマット:
   - 外表面は、サブセット、サブモデル、またはパートに属しているソリッド、あるいは材料またはプロパティを使用しているソリッドのセットから構築されます。これらの表面によって支持されているセグメントがサーフェスに追加されます。
   - 3節点シェルと4節点シェルから構築されたセグメントは、/SURF/*type*/*surf_ID*を使用した場合と同様に選択されます。

/SURF/SUBSET

ブロックフォーマットのキーワード
指定されたサブセットに属するサブセットサーフェスを記述します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（任意の数の入力が可能、フォーマットあたり10個まで）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/SURF/SUBSET/*surf_ID*/*unit_ID*									
surf_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
surf_ID	サーフェス識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
surf_title	サーフェスのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$,... $item\_ID_n$	サブセット識別子のリスト 4 （整数）	

コメント

1. すべてのサーフェスセグメントは2次元要素（シェル要素または三角形シェル要素）に属している必要があります。/SURF/SUBSETの1D要素は無視されます。3次元要素を使用する場合は、追加のキーワードを指定する必要があります。/SURF/SUBSET/EXTと/SURF/SUBSET/ALLをご参照ください。
2. Madymoサーフェスを使用してサーフェスを定義することはできません。
3. 超楕円体を別のタイプのサーフェスに関連付けることによってサーフェスを定義することはできません。
4. *item_ID*が負の場合、サーフェス法線が反転されます。

/SURF/SUBSET/ALL

ブロックフォーマットのキーワード
指定されたサブセットに属するサブセットサーフェスを記述します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（任意の数の入力が可能、フォーマットあたり10個まで）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/SURF/SUBSET/ALL/*surf_ID*/*unit_ID*									
surf_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
surf_ID	サーフェス識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
surf_title	サーフェスのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$,... $item\_ID_n$	サブセット識別子のリスト （整数）	

コメント

1. フォーマットは、対応するオプション/SURF/*type*/*surf_ID*と同じです。
2. ソリッド要素の場合、サーフェスセグメントは、リストされている*item_ID*に属するソリッド要素の各フェイスに作成されます。

   3節点シェルと4節点シェルから構築されたセグメントは、/SURF/*type*/*surf_ID*を使用した場合と同様に選択されます。

/SURF/SUBSET/EXT

ブロックフォーマットのキーワード
指定されたサブセットに属する外部サブセットサーフェスを記述します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（任意の数の入力が可能、フォーマットあたり10個まで）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/SURF/SUBSET/EXT/*surf_ID*/*unit_ID*									
surf_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	SI単位の例
surf_ID	サーフェス識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
surf_title	サーフェスのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$,... $item\_ID_n$	サブセット識別子のリスト （整数）	

コメント

1. フォーマットは、対応するオプション/SURF/*type*/*surf_ID*と同じです。
2. SUBSET、SUBMODEL、PART、MATおよびPROPの入力フォーマット:
   - 外表面は、サブセット、サブモデル、またはパートに属しているソリッド、あるいは材料またはプロパティを使用しているソリッドのセットから構築されます。これらの表面によって支持されているセグメントがサーフェスに追加されます。
   - 3節点シェルと4節点シェルから構築されたセグメントは、/SURF/*type*/*surf_ID*を使用した場合と同様に選択されます。

/SURF/SURF

ブロックフォーマットのキーワード
その他のサーフェスから選択されたサーフェスを記述します。

フォーマット

選択したアイテムの番号を入力します（任意の数の入力が可能、フォーマットあたり10個まで）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/SURF/SURF/*surf_ID*/*unit_ID*									
surf_title									
$item\_ID_1$	$item\_ID_2$	$item\_ID_3$	$item\_ID_4$	$item\_ID_5$	$item\_ID_6$	$item\_ID_7$	$item\_ID_8$	$item\_ID_9$	$item\_ID_{10}$

定義

フィールド	内容	SI単位の例
surf_ID	サーフェス識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
surf_title	サーフェスのタイトル （文字、最大100文字）	
$item\_ID_1$, $item\_ID_2$,... $item\_ID_n$	サーフェス識別子のリスト。4 （整数）	

コメント

1. すべての節点が、シェル要素、ブリック要素、または三角形シェル要素に属している必要があります。
2. Madymoサーフェスを使用してサーフェスを定義することはできません。
3. 超楕円体を別のタイプのサーフェスに関連付けることによってサーフェスを定義することはできません。
4. *item_ID*が負の場合、サーフェス法線が反転されます。

```
/SURF/SURF/3
Title
1. -2
```

サーフェス3 = サーフェス1 – サーフェス2（サーフェス2の法線が反転されます）

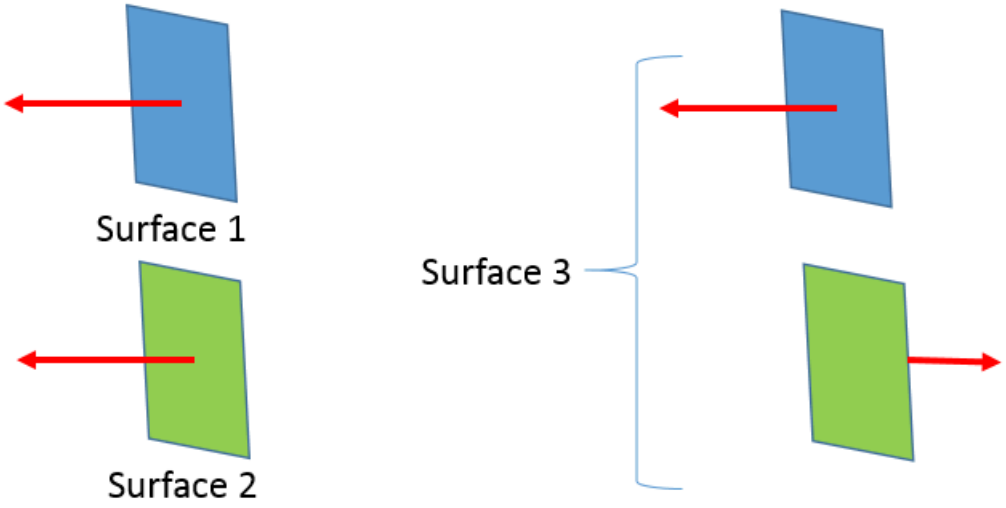


図 *402:*

アダプティブメッシング

ブロックフォーマットのキーワード
アダプティブメッシングは、要素を分割して形状をより適切に記述するために、金属成形で使用されます。/ADMESH/GLOBALと/ADMESH/SETは、SPMD計算では使用できません。

/ADMESH/GLOBAL

ブロックフォーマットのキーワード
アダプティブメッシングのグローバルパラメータを定義します。このキーワードはSPMDでの計算には利用できません。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/ADMESH/GLOBAL									
Levelmax	*ladmrule*	*Time delay*		*Idt*					

定義

フィールド	内容	SI単位の例
Levelmax	最大レベル （整数）	
ladmrule	ルール2から1に対する強制フラグ 2 **= 0** なし **= 1** あり （整数）	
Time delay	アダプティブメッシングを2回チェックする間のタイムインターバル（角度または板厚のエラー基準を使用） （実数）	[s]
Idt	粗いメッシュに基づく時間ステップフラグ。5 6 **= 0** なし **= 1** はい - Radioss Engineで節点時間ステップ/DT/Eltyp/Iflagを使用する必要があります。 （整数）	

コメント

1. 要素のサブ区分の最大レベル*Levelmax*は、/ADMESH/SETでアダプティブと宣言したパート全体において同じです。

   元のメッシュの要素は、レベル0の要素に対応します。
2. *Iadmrule*を1に設定すると、アダプティブ再メッシング処理は、アダプティブと宣言したパート内にある2つの隣接要素間におけるレベルの差が1を超えないことを保証します。

   1以外に設定すると、2つの隣接要素間のレベル差は制御されず、1より大きくなる場合があります。
3. Time delayフィールドでは、アダプティブメッシングに対して実行される2回のチェック間のタイムインターバルを定義します（チェックには/ADMESH/SETの角度または板厚のエラー基準が使用されます）。これらの基準の詳細については、/ADMESH/SETをご参照ください。
4. 状態ファイルを使用してアダプティブパートの状態を復元するマルチステージ解析の場合、このキーワードは該当パートをアダプティブにするために必須です。Iadmruleおよび*Time delay*の値はステージごとに変更できますが、*Levelmax*の値は直前のステージの値と同じにする必要があります。
5. *Idt*を1に設定した場合、サイクル時間ステップは、現状の細かいメッシュではなく粗いメッシュを基準にするため大きくなります。そのため、結果の精度が低くなる可能性があります。
6. アダプティブメッシングでは、節点IDとシェルIDは、900000000未満に制限されます。

See Also

陰解法の機能と互換性

/ADMESH/SET

ブロックフォーマットのキーワード
パート内のアダプティブメッシングの基準を定義します。このキーワードはSPMDでの計算には利用できません。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/ADMESH/SET/*adset_ID*									
adset_title									
Angle Criterion		*Inilev*	*Thkerr*						
ID_1	ID_2								

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
adset_ID	アダプティブメッシングのセットのブロック識別子 （整数、最大10桁）	
adset_title	アダプティブメッシングのセットのブロック名 （文字、最大100文字）	
Angle Criterion	メッシュの調整における角度基準 3 （実数）	[deg]
Inilev	調整の初期レベル **>0** 時間0における対応するパートの要素を*Inilev*に相当するレベルまで分割します。 （整数）	
Thkerr	推定板厚誤差に基づく基準 4 （実数）	[m]
ID_1, ID_2	このセット内でアダプティブメッシングの宣言が行われたパートのID。 （整数、フォーマットごとに最大10桁）	

コメント

1. それぞれが異なる角度基準等を使用する複数のパートセットをアダプティブとして宣言することができます。

2. アダプティブとして宣言するパートは、4節点のシェル要素または3節点のシェル要素を含み、3角形のDKT18およびDKT_S3の定式化以外の任意のシェル要素定式化を使用できます。
3. *Angle Criterion*（度数）によって、2つの隣接する要素間の最大角度が定義されます。この角度に達すると、要素は再分割されます。

   要素の法線は、節点の平均化された法線に照らして下記のようにチェックされます：

   - 要素の法線を最大レベルで計算し、正規化します。
   - 節点の平均化された法線を次のように計算します。

$$\mathbf{N}_i = \sum_e \frac{\mathbf{N}_e}{\|\mathbf{N}_e\|} \qquad (1267)$$

   - 節点の法線を正規化します。
   - 最大レベルではないアクティブ要素のそれぞれについて、その法線と節点における法線との間の角度を計算します。この角度が定義された基準より大きい場合、その要素を分割します。

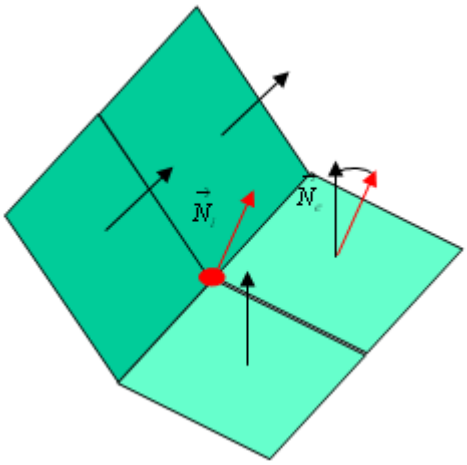


図 *403:*

4. *Thkerr* > 0の場合、板厚の誤差推定は下記のように計算されます：

   節点板厚を次のように計算します：

$$\bar{t} = \frac{\sum_k A(E_k(n))t(E_k(n))}{\sum_k A(E_k(n))} \qquad (1268)$$

   ここで、$A(E_k(n))$と$t(E_k(n))$は、節点nを含む要素$E_k(n)$の面積と厚みです。

   次に、各要素の板厚誤差Eを、次の式を使用して評価します：

$$e_t = \frac{1}{A_E}\int_{A_E}\left|\frac{t-\bar{t}}{t}\right| \qquad (1269)$$

   板厚誤差が基準*Thkerr*より大きい場合、その要素を分割します。
5. 角度および板厚の誤差基準のチェックは、/ADMESH/GLOBALで指定された"Time delay"フォーマットを介して定義された頻度でのみ実行されます。
6. 基準*Angle criterion*および*Thkerr*は、個別にまたは組み合わせて使用することができます。

7. アダプティブメッシングでは、節点IDとシェルIDは、900000000未満に制限されます。

See Also

陰解法の機能と互換性

/ADMESH/STATE/SH3N

ブロックフォーマットのキーワード
アダプティブメッシングを使用したマルチステージ解析における3節点シェルの状態を説明します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/ADMESH/STATE/SH3N									
sh3n_ID	*sh3n_ID*$_1$	*sh3n_ID*$_2$	*sh3n_ID*$_3$	*sh3n_ID*$_4$	*Actlev*	*IMapping*			

定義

フィールド	内容	SI単位の例
sh3n_ID	3節点シェルの識別子 （整数）	
sh3n_ID$_1$	第1の子の識別子 4 （整数）	
sh3n_ID$_2$	第2の子の識別子 （整数）	
sh3n_ID$_3$	第3の子の識別子 （整数）	
sh3n_ID$_4$	第4の子の識別子 （整数）	
Actlev	3節点シェル*sh3n_ID*の実際のレベル 6 （整数）	
IMapping	このステージの開始時点におけるマッピングもしくは削除のフラグ 8 *= -1* 3節点シェルおよびすべての派生シェルを削除します。 *= 0* 要素の削除はなく、前のステージで既にアクティブであった場合を除き、より深いレベルでの要素のアクティブ化も行われません。したがって、要素が前のステージでアクティブであればアクティブのままに、非アクティブであれば非アクティブのままになります。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 1 それまでアクティブ化されていなかった一部の3節点シェルを、より深いレベルでアクティブにします。このより深いレベルでのアクティブ化により、このステージの開始時点でフィールドのマッピング（応力、その他）が行われます。 （整数）	

コメント

1. アダプティブメッシュのマルチステージ解析において、このキーワードは必須です。アダプティブメッシュの階層的データ構造を取り込むことにより、アダプティビティを使用して、第1ステージの後に第2ステージを実行することが可能になります。
2. このブロックは、Radioss Engineの/STATE/DTオプションを使用して作成できます。
3. レベル0から*Levelmax*（/ADMESH/GLOBALで指定）までの、アダプティブメッシュの完全な階層的データ構造を提供する必要があります。
4. 3節点の*sh3n_ID*の子は、下記の順序で指定する必要があります。ここでは、3節点の*sh3n_ID*の結合性を (N1, N2, N3) と想定します。

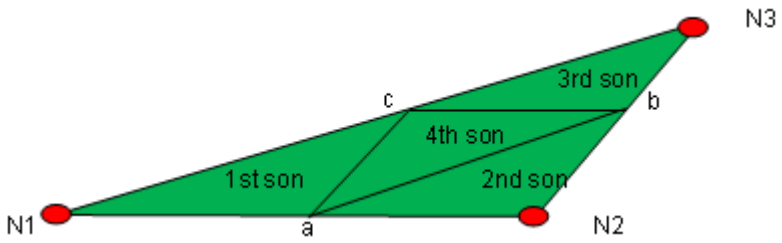


図 *404:*

5. 4つの子の結合性は、オプションの/SH3N/*part_ID*を使用して以下の順序で指定する必要があります。

   第1の子 = (N1, a , c)N1は第1の子の第1節点で、第1の子は親*sh3n_ID*と同じように方向付けられます

   第2の子 = (a, N2, b)N2は第2の子の第2節点で、第2の子は親*sh3n_ID*と同じように方向付けられます

   第3の子 = (c, b, N3)N3は第3の子の第3節点で、第3の子は親*sh3n_ID*と同じように方向付けられます

   第4の子 = (b, c, a)
6. *Actlev*は：

   Actlev= レベル（前のステージで3節点シェルがアクティブであった場合）、つまり前のステージにおける3節点シェルの実際のレベルです（レベルは、0から/ADMESH/GLOBAL）で指定された*Levelmax*値まであります）。

   Actlev = −(level+1)（前のステージで3節点シェルがアクティブでなかった場合）
7. 完全な応力テンソル、ひずみテンソルは、/INISHE/STRS_F/GLOBまたは/INISH3/STRS_F/GLOBおよび/INISHE/STRA_Fまたは/INISH3/STRA_Fを使用して、前のステージのアクティブな3節点シェルすべて（*Actlec* ≥ 0）に対して提供されます。
8. フラグ*IMapping*を使用すると、ユーザーは前のステージより深いレベルで一部の3節点シェルの削除やアクティブ化を強制することができます。

9. アダプティブメッシングでは、節点IDとシェルIDは、900000000未満に制限されます。

See Also

陰解法の機能と互換性

/ADMESH/STATE/SHELL

ブロックフォーマットのキーワード
アダプティブメッシングにおけるシェルの状態を説明します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/ADMESH/STATE/SHELL									
shell_ID	*shell_ID*$_1$	*shell_ID*$_2$	*shell_ID*$_3$	*shell_ID*$_4$	*Actlev*	*IMapping*			

定義

フィールド	内容	SI単位の例
shell_ID	シェル識別子 （整数）	
shell_ID$_1$	子SWの識別子 4 （整数）	
shell_ID$_2$	子SEの識別子 （整数）	
shell_ID$_3$	子NEの識別子 （整数）	
shell_ID$_4$	子NWの識別子 （整数）	
Actlev	シェルの実際のレベル 6 （整数）	
IMapping	このステージの開始時点におけるマッピングもしくは削除のフラグ 8 *= -1* シェルおよびすべての派生シェルを削除します。 *= 0* 要素の削除はなく、前のステージで既にアクティブであった場合を除き、より深いレベルでの要素のアクティブ化も行われません。したがって、要素が前のステージでアクティブであればアクティブのままに、非アクティブであれば非アクティブのままになります。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 1 それまでアクティブ化されていなかった一部のシェルを、より深いレベルでアクティブにします。このより深いレベルでのアクティブ化により、このステージの開始時点でフィールドのマッピング（応力、その他）が行われます。 （整数）	

コメント

1. アダプティブメッシュのマルチステージ解析において、このオプションは必須です。アダプティブメッシュの階層的データ構造を取り込むことにより、アダプティビティを使用して、第1ステージの後に第2ステージを実行することが可能になります。
2. このブロックは、Radioss Engineの/STATE/DTオプションを使用して作成できます。
3. レベル0から*Levelmax*（/ADMESH/GLOBALで指定）までの、アダプティブメッシュの完全な階層的データ構造を提供する必要があります。
4. *shell_ID*の子は下記の順序で指定する必要があります。ここでは、*shell_ID*の結合性を (N1, N2, N3, N4) と想定します。

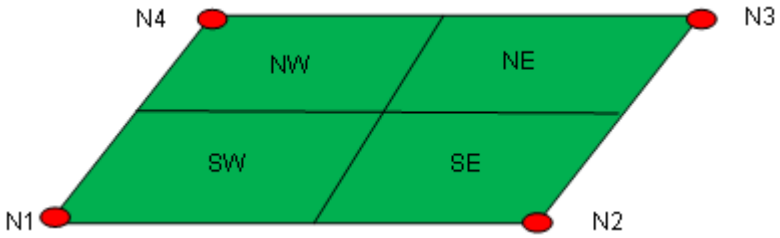


図 *405:*

5. 4つの子の結合性は、オプションの/SHELL/*part_ID*を使用して以下の順序で指定する必要があります。

   SW = (N1, .., .., ..)N1は子SWの第1節点で、SWは親*shell_ID*と同じように方向付けられます

   SE = (.., N2, .., ..)N2は子SEの第2節点で、SEは親*shell_ID*同じように方向付けられます

   NE = (.., .., N3, ..)N3は子NEの第3節点で、NEは親*shell_ID*と同じように方向付けられます

   NW = (.., .., .., N4) N4は子NWの第4節点で、NWは親*shell_ID*と同じように方向付けられます
6. *Actlev*は：

   Actlev = レベル（前のステージでシェルがアクティブであった場合）、つまり前のステージにおける3節点シェルの実際のレベルです（レベルは、0から/ADMESH/GLOBAL）で指定された*Levelmax*値まであります）。

   Actlev = -(level+1)（前のステージでシェルがアクティブでなかった場合）。
7. 完全な応力テンソル、ひずみテンソルは、/INISHE/STRS_F/GLOBまたは/INISH3/STRS_F/GLOBおよび/INISHE/STRA_Fまたは/INISH3/STRA_Fを使用して、前のステージのアクティブなシェルすべて（*Actlec* ≥ 0）に対して提供されます。
8. フラグ*IMapping*を使用すると、ユーザーは前のステージより深いレベルで一部のシェルの削除やアクティブ化を強制することができます。

9. アダプティブメッシングでは、節点IDとシェルIDは、900000000未満に制限されます。

See Also

陰解法の機能と互換性

出力データベース

ブロックフォーマットのキーワード
このグループでは、さまざまな要素グループ、断面出力、またはゲージ出力の時刻歴出力を記述します。

グループ	キーワード	セーブされるオブジェクト	変数 / 内容
時刻歴応答		グローバル変数	*IE, KE, TE, TTE, DTE, RKE, CE, HE, EFW, XMOM, YMOM, ZMOM, MASS, DT, SIE, TER, DTE_REL, VX, VY, VZ*
	/TH/SUBS	サブセット	*IE, KE, XMOM, YMOM, ZMOM, MASS, HE* *TURBKE, XCG, YCG, ZCG, XXMOM, YYMOM, ZZMOM* *IXX, IYY, IZZ, IXY, IYZ, IZX, RIE, KERB, RKERB, RKE*
	/TH/PART	パート	IE、KE、XMOM、YMOM、ZMOM、MASS、HE TURBKE、XCG、YCG、ZCG、XXMOM、YYMOM、ZZMO IXX、IYY、IZZ、IXY、IYZ、IZX、RIE、KERB、RKERB、R
	/TH/NODE	節点	*DX, DY, DZ, VX, VY, VZ, AX, AY, AZ* *VRX, VRY, VRZ, ARX, ARY, ARZ, X, Y, Z, TEMP* *REACX, REACY, REACZ, REACXX, REACYY, REACZZ*
	/TH/SHEL	4節点シェル	*F1, F2, F12, Q1, Q2, M1, M2, M12, IEM, IEB, OFF, THIC, EMIN, EMAX, EPSD, E1, E2, E12, SH1, SH2, K1, K2, K12, USRi (i=1,60)* *USRII_JJ (II=1,60; JJ=1,99), USRII_JKK (II=1,60; J=1,4; KK=1,99)* *SX_JJ, SY_JJ, SXY_JJ, SYZ_JJ, SZX_JJ (JJ=1,99)*
	/TH/SH3N	3節点シェル	*F1, F2, F12, Q1, Q2, M1, M2, M12, IEM, IEB, OFF, THIC, EMIN, EMAX, EPSD, E1, E2, E12, SH1, SH2, K1, K2, K12, USRi (i=1,60)* *USRII_JJ (II=1,60; JJ=1,99), USRII_JKK (II=1,60; J=1,4; KK=1,99)* *SX_JJ, SY_JJ, SXY_JJ, SYZ_JJ, SZX_JJ (JJ=1,99)*
	/TH/BRIC	ソリッド	*OFF, SX, SY, SZ, SXY, SYZ, SXZ, LSX, LSY, LSZ, LSXY, LSYZ, LSXZ, IE, DENS, BULK, VOL, PLAS, TEMP, PLSR, DAM1, DAM2, DAM3, DAM4, DAM5, DAMA, SA1, SA2, SA3, CR, CAP, K0, RK, TD,*

グループ	キーワード	セーブされるオブジェクト	変数 / 内容
			EFIB, ISTA, VPLA, BFRAC, WPLA, SFIB, EPSXX, EPSYY, EPSZZ, EPSXY, EPSXZ, EPSYZ *SXi, SYi, SZi, SXYi, SYZi, SXZi (i=1,8)* *LSXi, LSYi, LSZi, LSXYi, LSYZi, LSXZi (i=1,8), USRi (i=1,60)* *SXijk, SYijk, SZijk, SXYijk, SYZijk, SXZijk, EPijk (i=1,3; j=1,9; k=1,3)* *SXiUk, SYiUk, SZiUk, SXYiUk, SXZiUk, SYZiUk, EPiUk (i=1,3; k=1,3)* *SXiDk, SYiDk, SZiDk, SXYiDk, SXZiDk, SYZiDk, EPiDk (i=1,3; k=1,3)* *USR1_ijk, USR2_ijk, USR3_ijk, USR4_ijk, USR5_ijk, USR6_ijk, USR7_ijk, USR8_ijk, USR9_ijk (i=1,3; j=1,9; k=1,3)* *E11_ik_j, E12_ik_j, E13_ik_j, E22_ik_j, E23_ik_j, E33_ik_j (i=1,3; k=1,3; j=1,200)* *S11_ik_j, S12_ik_j, S13_ik_j, S22_ik_j, S23_ik_j, S33_ik_j (i=1,3; k=1,3; j=1,200)*
	/TH/QUAD	2次元ソリッド要素	*OFF, SX, SY, SZ, SXY, SYZ, SXZ, IE, DENS, BULK, VOL, PLAS, TEMP, PLSR, DAM1, DAM2, DAM3, DAM4, DAM5, DAMA, SA1, SA2, SA3, CR, CAP, K0, RK, TD, EFIB, ISTA, VPLA, BFRAC, WPLA, SFIB* *LSX, LSY, LSZ, LSXY, LSXZ, LSYZ*
	/TH/BEAM	ビーム	*OFF, F1, F2, F3, M1, M2, M3, IE*
	/TH/TRUSS	トラス	*OFF, F, IE, A, L, PLAS*
	/TH/SPRING	スプリング	*OFF, FX, FY, FZ, MX, MY, MZ, LX, LY, LZ, RX, RY, RZ, IE, F1, F2*
	/TH/NSTRAND	マルチストランド	*OFF, FX, LX, IE*
	/TH/ACCEL	加速度計	*AX, AY, AZ, WX, WY, WZ*
	/TH/SECTIO	断面	*FNX, FNY, FNZ, FTX, FTY, FTZ, M1, M2, M3, WORK, WORKR, FX_error, MX_error, MX, MY, MZ, F1, F2, F3, CX, CY, CZ*
	/TH/CYL_JO	円筒ジョイント	*FX, FY, FZ, MX, MY, MZ, F, M*
	/TH/MONVOL	モニター体積	*MASS, VOL, P, A, T, AO, UO, AC, UC, CP, CV, GAMA*

グループ	キーワード	セーブされるオブジェクト	変数 / 内容
		エアバッグ	*AO1, BO1, UO1, MO1, HO1* *AO2, BO2, UO2, MO2, HO2* *AO3, BO3, UO3, MO3, HO3* *AO4, BO4, UO4, MO4, HO4* *AO5, BO5, UO5, MO5, HO5* *AO6, BO6, UO6, MO6, HO6* *AO7, BO7, UO7, MO7, HO7* *AO8, BO8, UO8, MO8, HO8* *AO9, BO9, UO9, MO9, HO9* *AO10, BO10, UO10, MO10, HO10*
	/TH/RWALL	剛壁	*FNX, FNY, FNZ, FTX, FTY, FTZ*
	/TH/RBODY	剛体	*FX, FY, FZ, MX, MY, MZ, RX, RY, RZ, FXI, FYI, FZI, MXI, MYI, MZI*
	/TH/FXBODY	弾性体	*IE, KE, EFW, DE*
	/TH/GAUGE	ゲージ	*P, IE, DENS*
	/TH/INTER	インターフェース	*FNX, FNY, FNZ, FTX, FTY, FTZ, SFW*（インターフェースタイプ14と15のみ） 以下の変数は、インターフェースタイプ7、インターフェースタイプ10、およびそれらのサブインターフェース（/INTER/SUB）専用です。 *|FNX|, |FNY|, |FNZ|, ||FN||, |FX|, |FY|, |FZ|, ||F||, MX, MY, MZ*
	/TH/FRAME	フレーム	*OX, OY, OZ, R11, R12, R13, R21, R22, R23, R31, R32, R33* *VX, VY, VZ, VRX, VRY, VRZ, AX, AY, AZ, ARX, ARY, ARZ*
	/TH/MODE	弾性体局所モード	*D, V, A*
時刻歴（パート定義）	/THPART/GRBEAM	ビームグループ	*IE, KE, XMOM, YMOM, ZMOM, MASS, HE* *TURBKE, XCG, YCG, ZCG, XXMOM, YYMOM, ZZMOM* *IXX, IYY, IZZ, IXY, IYZ, IZX, RIE, KERB, RKERB, RKE*

グループ	キーワード	セーブされるオブジェクト	変数 / 内容
	/THPART/GRBIC	3次元ソリッドグループ	*IE, KE, XMOM, YMOM, ZMOM, MASS, HE* *TURBKE, XCG, YCG, ZCG, XXMOM, YYMOM, ZZMOM* *IXX, IYY, IZZ, IXY, IYZ, IZX, RIE, KERB, RKERB, RKE*
	/THPART/GRQUAD	2次元ソリッドグループ	*IE, KE, XMOM, YMOM, ZMOM, MASS, HE* *TURBKE, XCG, YCG, ZCG, XXMOM, YYMOM, ZZMOM* *IXX, IYY, IZZ, IXY, IYZ, IZX, RIE, KERB, RKERB, RKE*
	/THPART/GRSH3N	3節点シェルグループ	*IE, KE, XMOM, YMOM, ZMOM, MASS, HE* *TURBKE, XCG, YCG, ZCG, XXMOM, YYMOM, ZZMOM* *IXX, IYY, IZZ, IXY, IYZ, IZX, RIE, KERB, RKERB, RKE*
	/THPART/GRSHEL	シェルグループ	*IE, KE, XMOM, YMOM, ZMOM, MASS, HE* *TURBKE, XCG, YCG, ZCG, XXMOM, YYMOM, ZZMOM* *IXX, IYY, IZZ, IXY, IYZ, IZX, RIE, KERB, RKERB, RKE*
	/THPART/GRSPRI	スプリンググループ	*IE, KE, XMOM, YMOM, ZMOM, MASS, HE* *TURBKE, XCG, YCG, ZCG, XXMOM, YYMOM, ZZMOM* *IXX, IYY, IZZ, IXY, IYZ, IZX, RIE, KERB, RKERB, RKE*
	/THPART/GRTRUS	トラスグループ	*IE, KE, XMOM, YMOM, ZMOM, MASS, HE* *TURBKE, XCG, YCG, ZCG, XXMOM, YYMOM, ZZMOM* *IXX, IYY, IZZ, IXY, IYZ, IZX, RIE, KERB, RKERB, RKE*
その他の出力データベース	/ACCEL	ノード	節点およびスキューシステムを使用して加速度計を定義するために使用します。

グループ	キーワード	セーブされるオブジェクト	変数 / 内容
	/CLUSTER	3次元ソリッドまたはスプリング	ポスト処理と破壊制御のための3次元ソリッド要素またはスプリング要素のアセンブリの力とモーメントを出力するために使用します。
	/GAUGE	節点またはシェル	圧力ゲージを定義するために使用します。
	/GAUGE/SPH	節点またはシェル	SPH圧力ゲージを定義するために使用します。
	/INTER/SUB	節点、サーフェス、またはインターフェースのグループ。	サブインターフェースの接触力を出力するために使用します。
	/SECT	3次元ソリッド、シェル、トラス、スプリング。三角形またはビームのグループ。	特定の断面の力とモーメントを出力するために使用します。
	/SECT/CIRCLE	3次元ソリッド、シェル、トラス、スプリング。三角形またはビームのグループ。	円で定義された断面の力とモーメントを出力するために使用します。
	/SECT/PARAL	3次元ソリッド、シェル、トラス、スプリング。三角形またはビームのグループ。	平行四辺形で定義された断面の力とモーメントを出力するために使用します。

時刻歴応答

ブロックフォーマットのキーワード
出力要求の時刻歴を記述します。

Tファイルで時刻歴データを取得するには、(時間周波数)を含む/TFILEまたは/@TFILEを ΔT_{his} Radioss Engineで定義する必要があります。

次の表に、使用可能なキーワードと変数を示します。

TH出力キーワードと変数

キーワード	セーブされるオブジェクト	変数
	グローバル変数	*IE, KE, TE, TTE, DTE, RKE, CE, HE, EFW, XMOM, YMOM, ZMOM, MASS, DT, SIE, TER, DTE_REL, VX, VY, VZ, CE_ELAST, CE_FRIC, CE_DAMP*
/TH/ACCEL	加速度計	*AX, AY, AZ, WX, WY, WZ*
/TH/BEAM	ビーム	*OFF, F1, F2, F3, M1, M2, M3, IE*
/TH/BRIC	ソリッド	*OFF, SX, SY, SZ, SXY, SYZ, SXZ, LSX, LSY, LSZ, LSXY, LSYZ, LSXZ, IE, DENS, BULK, VOL, PLAS, TEMP, PLSR, DAM1, DAM2, DAM3, DAM4, DAM5, DAMA, SA1, SA2, SA3, CR, CAP, K0, RK, TD, EFIB, ISTA, VPLA, BFRAC, WPLA, SFIB, EPSXX, EPSYY, EPSZZ, EPSXY, EPSXZ, EPSYZ* *SXi, SYi, SZi, SXYi, SYZi, SXZi (i=1,8)* *LSXi, LSYi, LSZi, LSXYi, LSYZi, LSXZi (i=1,8), USRi (i=1,60)* *SXijk, SYijk, SZijk, SXYijk, SYZijk, SXZijk, EPijk (i=1,3; j=1,9; k=1,3)* *SXiUk, SYiUk, SZiUk, SXYiUk, SXZiUk, SYZiUk, EPiUk (i=1,3; k=1,3)* *SXiDk, SYiDk, SZiDk, SXYiDk, SXZiDk, SYZiDk, EPiDk (i=1,3; k=1,3)* *USR1_ijk, USR2_ijk, USR3_ijk, USR4_ijk, USR5_ijk, USR6_ijk, USR7_ijk, USR8_ijk, USR9_ijk (i=1,3; j=1,9; k=1,3)* *E11_ik_j, E12_ik_j, E13_ik_j, E22_ik_j, E23_ik_j, E33_ik_j (i=1,3; k=1,3; j=1,200)* *S11_ik_j, S12_ik_j, S13_ik_j, S22_ik_j, S23_ik_j, S33_ik_j (i=1,3; k=1,3; j=1,200)*
/TH/CYL_JO	円筒ジョイント	*FX, FY, FZ, MX, MY, MZ, F, M*
/TH/FRAME	フレーム	*OX, OY, OZ, R11, R12, R13, R21, R22, R23, R31, R32, R33* *VX, VY, VZ, VRX, VRY, VRZ, AX, AY, AZ, ARX, ARY, ARZ*

キーワード	セーブされるオブジェクト	変数
/TH/FXBODY	弾性体	*IE, KE, EFW, DE*
/TH/GAUGE	ゲージ	*P, IE, DENS*
/TH/INTER	インターフェース	*FNX, FNY, FNZ, FTX, FTY, FTZ, SFW*（インターフェースタイプ14と15のみ） 以下の変数は、インターフェースタイプ7、インターフェースタイプ10、およびそれらのサブインターフェース（/INTER/SUB）専用です。 *|FNX|, |FNY|, |FNZ|, ||FN||, |FX|, |FY|, |FZ|, ||F||, MX, MY, MZ*
/TH/MODE	弾性体局所モード	*D, V, A*
/TH/MONVOL	モニター体積 エアバッグ	*MASS, VOL, P, A, T, AO, UO, AC, UC, CP, CV, GAMA* *AO1, BO1, UO1, MO1, HO1* *AO2, BO2, UO2, MO2, HO2* *AO3, BO3, UO3, MO3, HO3* *AO4, BO4, UO4, MO4, HO4* *AO5, BO5, UO5, MO5, HO5* *AO6, BO6, UO6, MO6, HO6* *AO7, BO7, UO7, MO7, HO7* *AO8, BO8, UO8, MO8, HO8* *AO9, BO9, UO9, MO9, HO9* *AO10, BO10, UO10, MO10, HO10*
/TH/NODE	節点	*DX, DY, DZ, VX, VY, VZ, AX, AY, AZ* *VRX, VRY, VRZ, ARX, ARY, ARZ, X, Y, Z, TEMP* *REACX, REACY, REACZ, REACXX, REACYY, REACZZ*
/TH/NSTRAND	マルチストランド	*OFF, FX, LX, IE*
/TH/PART	パート	*IE, KE, XMOM, YMOM, ZMOM, MASS, HE* *TURBKE, XCG, YCG, ZCG, XXMOM, YYMOM, ZZMOM* *IXX, IYY, IZZ, IXY, IYZ, IZX, RIE, KERB, RKERB, RKE*
/TH/QUAD	2次元ソリッド要素	*OFF, SX, SY, SZ, SXY, SYZ, SXZ, IE, DENS, BULK, VOL, PLAS, TEMP, PLSR, DAM1, DAM2, DAM3, DAM4, DAM5, DAMA, SA1, SA2, SA3, CR, CAP, K0, RK, TD, EFIB, ISTA, VPLA, BFRAC, WPLA, SFIB* *LSX, LSY, LSZ, LSXY, LSXZ, LSYZ*

キーワード	セーブされるオブジェクト	変数
/TH/RBODY	剛体	*FX, FY, FZ, MX, MY, MZ, RX, RY, RZ, FXI, FYI, FZI, MXI, MYI, MZI*
/TH/RWALL	剛壁	*FNX, FNY, FNZ, FTX, FTY, FTZ*
/TH/SECTIO	断面	*FNX, FNY, FNZ, FTX, FTY, FTZ, M1, M2, M3, WORK, WORKR, FX_error, MX_error, MX, MY, MZ, F1, F2, F3, CX, CY, CZ*
/TH/SH3N	3節点シェル	*F1, F2, F12, Q1, Q2, M1, M2, M12, IEM, IEB, OFF, THIC, EMIN, EMAX, EPSD, E1, E2, E12, SH1, SH2, K1, K2, K12, USRi (i=1,60)* *USRII_JJ (II=1,60; JJ=1,99), USRII_JKK (II=1,60; J=1,4; KK=1,99)* *SX_JJ, SY_JJ, SXY_JJ, SYZ_JJ, SZX_JJ (JJ=1,99)*
/TH/SHEL	4節点シェル	*F1, F2, F12, Q1, Q2, M1, M2, M12, IEM, IEB, OFF, THIC, EMIN, EMAX, EPSD, E1, E2, E12, SH1, SH2, K1, K2, K12, USRi (i=1,60)* *USRII_JJ (II=1,60; JJ=1,99), USRII_JKK (II=1,60; J=1,4; KK=1,99)* *SX_JJ, SY_JJ, SXY_JJ, SYZ_JJ, SZX_JJ (JJ=1,99)*
/TH/SPH_FLOW	SPH流入 / 流出条件	FLOW
/TH/SPRING	スプリング	*OFF, FX, FY, FZ, MX, MY, MZ, LX, LY, LZ, RX, RY, RZ, IE, F1, F2*
/TH/SUBS	サブセット	*IE, KE, XMOM, YMOM, ZMOM, MASS, HE* *TURBKE, XCG, YCG, ZCG, XXMOM, YYMOM, ZZMOM* *IXX, IYY, IZZ, IXY, IYZ, IZX, RIE, KERB, RKERB, RKE*
/TH/TRUSS	トラス	*OFF, F, IE, A, L, PLAS*
SPH_FLOW	SPH流入 / 流出条件	*FLOW*

グローバル変数の出力

- *IE*:全体内部エネルギー
- *KE*:全体運動エネルギー
- *TE*:全エネルギー $TE = IE + KE$
- *TER*:回転全エネルギー: $TER = IE + KE + RKE$
- *TTE*:並進全エネルギー: $TTE = IE + KE + RKE + CE + HE$
- *DTE*:デルタ全エネルギー: $DTE = TTE - EFW$
- $DTE\_REL = \frac{TTE - EFW}{TTE}$

- *RKE*:全体回転運動エネルギー
- *CE*:全体接触エネルギー = *CE_ELAST* + *CE_FRIC* + *CE_DAMP*
- *CE_ELAST*:弾性接触エネルギー。接触したペナルティスプリングに蓄えられる回復可能エネルギー。
- *CE_FRIC*:摩擦接触エネルギー
- *CE_DAMP*:減衰接触エネルギーインターフェースTYPE2、10、18、21、23、および25のみ計算されます
- *HE*:全体アワグラスエネルギー 5
- *EFW*:全体外部仕事量
- *XMOM*:全体参照フレーム内の*X*方向の全体運動量
- *YMOM*:全体参照フレーム内の*Y*方向の全体運動量
- *ZMOM*:全体参照フレーム内の*Z*方向の全体運動量
- *MASS*:集中質量および`/DT/NODA/CST`の使用からのマススケーリングが原因で追加された質量を含めた構造の全体質量
- *DT*:時間ステップ
- *SIE*:全体スプリング内部エネルギー
- *VX*: *X*速度
- *VY*: *Y*速度
- *VZ*: *Z*速度

コメント

1. グローバル変数は必ず書き込まれるため、リクエストする必要はありません。
2. 変数名は左詰めにする必要があります。
3. 2次元軸対称計算では、エネルギーはラジアン単位で定義されます。
4. グローバル内部エネルギーには、すべての材料内部エネルギーとグローバルスプリング内部エネルギーが含まれますが、スプリング回転内部エネルギーは含まれません。
5. シェル要素I_{shell}*SHELL* = 1 – 4およびI_{sh3n}*SH3N* = 1、2、ソリッド要素I_{solid}*SOLID* = 1、2について、全体アワグラスエネルギー出力には摂動アワグラスエネルギーのみが含まれます。I_{shell}*SHELL* = 12、24およびI_{sh3n}*SH3N* = 30、31からの数値減衰は、全体アワグラスエネルギーに含まれませんが、`/TH/PART`、アワグラスエネルギー出力で出力されることが可能です。
6. オプションの/i*TH*(ここで、i = *A*～*I*)を使用して、さまざまな頻度と変数を含む追加の時刻歴ファイル(`Runname_run#_i.thy`)を生成できます。これらのオプションでは、接頭辞(`/ATH`、`/BTH`、...)が付加されますが、それ以外は//*TH*オプションと同じキーワードフォーマットと変数が使用されます。これらの追加ファイルにデータを書き出す頻度は、Radiossエンジンオプションの/ATFILEで定義します。

サポートされるキーワード

/TH/ACCEL

ブロックフォーマットのキーワード
加速度計の時刻歴を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/TH/ACCEL/*thgroup_ID*									
thgroup_name									
var_ID_1	var_ID_2	var_ID_3	var_ID_4	var_ID_5	var_ID_6	var_ID_7	var_ID_8	var_ID_9	var_ID_{10}
Obj_ID_1	Obj_ID_2	Obj_ID_3	Obj_ID_4	Obj_ID_5	Obj_ID_6	Obj_ID_7	Obj_ID_8	Obj_ID_9	Obj_ID_{10}

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
thgroup_ID	*TH*グループの識別子 （整数、最大10桁）	
thgroup_name	*TH*グループ名 （文字、最大100文字）	
var_ID_1, ...*n*	*TH*向けに保存される変数（下の表をご参照ください） （文字、最大8文字）	
Obj_ID_1, ...*n*	保存するオブジェクトの識別子 （整数）	

TH出力キーワードと変数

キーワード	保存される オブジェクト	変数
ACCEL	*Accelerometer*	*AX, AY, AZ, WX, WY, WZ*

可能な変数 **-** パート **2**

キーワード	変数グループ	保存される**TH**変数
ACCEL	*DEF*	*AX, AY, AZ*

キーワード	変数グループ	保存されるTH変数
	W	*WX, WY, WZ*

加速度計の出力

- *AX*: *X*方向の加速度
- *AY*: *Y*方向の加速度
- *AZ*: *Z*方向の加速度
- *WX*: *X*方向の加速度積分
- *WY*: *Y*方向の加速度積分
- *WZ*: *Z*方向の加速度積分

  γ_gを全体スキューシステムで表わした節点の加速度ベクトルとし、γ_sを移動スキューに投影される節点の加速度ベクトルとします。

  v_gを全体スキューシステムで表わした節点の速度ベクトルとし、v_sを移動スキューに投影される節点の速度ベクトルとします。

  $\mathbf{R}(t)$を時間tにおけるスキューの方向マトリックスとします。すると、以下の式が成り立ちます:

$$\gamma_s = \mathbf{R}(t) \cdot \gamma_g \tag{1270}$$

$$\mathbf{v}_s = \mathbf{R}(t) \cdot \mathbf{v}_g \tag{1271}$$

  v_sを時間に対して微分すると、以下の式が導き出されます:

$$\frac{d\mathbf{v}_s}{dt} = \frac{d\mathbf{R}}{dt}\mathbf{v}_g + \mathbf{R}\frac{d\mathbf{v}_g}{dt} = \frac{d\mathbf{R}}{dt}\mathbf{v}_g + \mathbf{R}\gamma_g = \frac{d\mathbf{R}}{dt}\mathbf{v}_g + \gamma_s \tag{1272}$$

  これにより、移動スキューに投影される節点の速度v_sの算出は、移動スキューに投影される節点の加速度 γ_sと同等の結果が得られないことがわかります。

  加速度計の出力に使用できるベクトル*WX*、*WY*、*WZ*は以下のように表されます:

$$\mathbf{w} = \int_0^t \gamma_s(u)du \tag{1273}$$

  この出力への微分により、加速度計で使用されフィルター加速度*AX*、*AY*、*AZ*を計算する4ポールButterworthとは別のフィルターとして積分 / 微分が機能し、移動スキューに投影される節点加速度γ_sの値が得られます。

コメント

1. 使用可能な出力は上の2つの表に示されています。

   最初の表にはTH変数が示されています。TH変数が要求されると、この変数が書き込まれます。

   2番目の表には変数グループが示されています。変数グループが要求されると、関連するすべてのTH変数がただちに書き込まれます。

/TH/BEAM

ブロックフォーマットのキーワード
ビームの時刻歴を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/TH/BEAM/*thgroup_ID*									
thgroup_name									
var_ID_1	var_ID_2	var_ID_3	var_ID_4	var_ID_5	var_ID_6	var_ID_7	var_ID_8	var_ID_9	var_ID_{10}
elem_ID		*elem_name*							

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
thgroup_ID	*TH*グループの識別子 （整数、最大10桁）	
thgroup_name	*TH*グループ名 （文字、最大100文字）	
var_ID_1, ...*n*	*TH*向けに保存される変数（下の表をご参照ください） （文字、最大8文字）	
elem_ID	要素識別子 （整数）	
elem_name	時刻歴に表示する要素の名前 （整数、最大80文字）	

TH出力キーワードと変数

キーワード	保存される オブジェクト	変数
BEAM	*Beams*	*OFF, F1, F2, F3, M1, M2, M3, IE*

可能な変数 - パート 2

キーワード	変数グループ	保存されるTH変数
BEAM	*DEF*	*OFF, F1, F2, F3, M1, M2, M3, IE*

可能な材料則と出力

出力	材料則
OFF: 非アクティブ化用要素フラグ 2	/PLAS_PREDEF, 1, 2, 44
F1: 方向1の垂直力	/PLAS_PREDEF, 1, 2, 44
F2: 方向2のせん断力	/PLAS_PREDEF, 1, 2, 44
F3: 方向3のせん断力	/PLAS_PREDEF, 1, 2, 44
M1: ねじりモーメント	/PLAS_PREDEF, 1, 2, 44
M2: 方向2の曲げモーメント	/PLAS_PREDEF, 1, 2, 44
M3: 方向3の曲げモーメント	/PLAS_PREDEF, 1, 2, 44
IE: 内部エネルギー	/PLAS_PREDEF, 1, 2, 44

コメント

1. 使用可能な名前は上の2つの表に示されています。

   最初の表には*TH*変数が示されています。*TH*変数が要求されると、この変数が書き込まれます。

   2番目の表にはその他の変数グループが示されています。変数グループが要求されると、関連するすべての*TH*変数がただちに書き込まれます。
2. OFF:
   - 0.0: 削除された要素
   - 1.0: アクティブな要素
   - 2.0(シェル / ソリッド): 小ひずみを用いてアクティブな要素
   - 負の値-1/-2は要素が剛体中で待機中の場合
3. 要素削除前の数サイクル中に複数の中間値が見つかることがあります(数サイクル中にオフになる漸減は、倍数因子として応力に適用されます。この結果、応力は徐々に消滅し、10サイクル以内に要素が削除されます)。このプロセスは、すべてではなく一部の要素タイプにのみ適用されます。

/TH/BRIC

ブロックフォーマットのキーワード
3次元ソリッドの時刻歴を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/TH/BRIC/*thgroup_ID*									
thgroup_name									
var_ID$_1$	*var_ID*$_2$	*var_ID*$_3$	*var_ID*$_4$	*var_ID*$_5$	*var_ID*$_6$	*var_ID*$_7$	*var_ID*$_8$	*var_ID*$_9$	*var_ID*$_{10}$
elem_ID		*elem_name*							

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
thgroup_ID	*TH*グループの識別子 （整数、最大10桁）	
thgroup_name	*TH*グループ名 （文字、最大100文字）	
var_ID$_1$, ...*n*	*TH*向けに保存される変数（TH変数をご参照ください） （文字、最大8文字）	
elem_ID	要素識別子 （整数）	
elem_name	時刻歴に表示する要素の名前 （整数、最大80文字）	

TH変数

ソリッド要素のための変数グループがリストされます。変数グループが要求されると、関連するすべてのTH変数がただちに書き込まれます。

キーワード	変数グループ	保存される**TH**変数
BRIC	*DEF*	OFF、SX、SY、SZ、SXY、SYZ、SXZ、IE、DENS、PLAS、TEMP
	STRESS	SX、SY、SZ、SXY、SYZ、SXZ

キーワード	変数グループ	保存される**TH**変数
	LOCSTRS	LSX、LSY、LSZ、LSXY、LSYZ、LSXZ
	EPS_ik_j	E11_ik_j、E12_ik_j、E13_ik_j、E22_ik_j、E23_ik_j、E33_ik_j(i=1,3; k=1,3; j=1,200)
	SIG_ik_j	S11_ik_j、S12_ik_j、S13_ik_j、S22_ik_j、S23_ik_j、S33_ik_j(i=1,3; k=1,3; j=1,200)
	STRAIN	EPSXX、EPSYY、EPSZZ、EPSXY、EPSZX、EPSYZ
	LOCSTRN	LEPSX、LEPSY、LEPSZ、LEPSXY、LEPSZX、LEPSYZ

3次元ソリッドの出力

3次元ソリッドの出力	定義	要素または定式化に有効	可能な材料則
OFF:	非アクティブ化用要素フラグ 2	すべての要素	すべての材料
SX、SY、SZ、SXY、SYZ、SXZ:	全体座標系の応力成分。複数の積分点がある要素についての平均化された結果。	すべての要素タイプおよび定式化。	すべての材料
LSX、LSY、LSZ、LSXY、LSY	局所座標系の応力成分。複数の積分点がある要素についての平均化された結果。 1	すべての要素 (I_{frame}*FRAME* =2) ソリッドプロパティでI_{frame}*FRAME* =1の場合、応力は全体座標系です。	すべての材料
SXi、SYi、SZi、SXYi、SYZi、およびSXZi(i=1,4):	全体座標系の積分点ごとの応力成分。	/TETRA10および2次元/TETRA4、I_{tetra}*TETRA* =1	すべての材料
SXijk、SYijk、SZijk、SXYijk j=1、2、3、..9; k=1、2、3)	全体座標系の積分点ごとの応力成分。	/BRIC20、/SHEL16 /BRICK、I_{solid}*SOLID* = 14、15、17	すべての材料
SXiUk、SYiUk、SZiUk、SXY k=1、3): SXiDk、SYiDk、SZiDk、SXY k=1、3)	上部スキン(U)と下部スキン(D)における全体座標系の積分点ごとの応力成分。	/BRIC20、/SHEL16	すべての材料

3次元ソリッドの出力	定義	要素または定式化に有効	可能な材料則
SIG_ik_j（i=1-3; k=1、3; j=1、200、jは板厚内の積分点）	局所座標系の積分点ごとの応力成分。	複合厚肉シェルのプロパティ、/PROP/TYPE22	すべての材料
EPSXX、EPSYY、EPSZZ、E	全体座標系のひずみ成分。複数の積分点がある要素についての平均化された結果。	すべての要素	すべての材料
LEPSX、LEPSY、LEPSZ、LE	局所座標系のひずみ成分。複数の積分点がある要素についての平均化された結果。1	すべての要素（I_{frame}*FRAME* =2） ソリッドプロパティでI_{frame}*FRAME* =1の場合、応力は全体座標系です。	すべての材料
EPSXi、EPSYi、EPSZi、EPS（i=1、4）:	全体座標系の積分点ごとのひずみ成分。	/TETRA10および2次元/TETRA4、I_{tetra}*TETRA* =1	すべての材料
EPSXijk、EPSYijk、EPSZijk（i=1、3; j=1、9; k=1、3）	全体座標系の積分点ごとのひずみ成分。	/BRIC20、/SHEL16 /BRICK、I_{solid}*SOLID* = 14、15、17	すべての材料
EPS_ik_j(i=1、3; k=1、3; j=1、200、jは板厚内の積分点）	局所座標系の積分点ごとのひずみ成分。	複合厚肉シェルのプロパティ、/PROP/TYPE22	すべての材料
EPiUk(i=1、3; k=1、3) EPiDk(i=1、3; k=1、3)	上部スキン(U)と下部スキン(D)上の積分点ごとの塑性ひずみ。	/BRIC20、/SHEL16	PLAS_PREDEF、2、3、4、5、6、10、1
PLAS	塑性ひずみ	すべての要素	/ PLAS_PREDEF、2、3、4、5、6、10、1
Epijk(i=1、3; j=1、9; k=1、3)	それぞれの積分点での塑性ひずみ。	/BRIC20、/SHEL16 /BRICK、I_{solid}*SOLID* = 14、15、17	/ PLAS_PREDEF、2、3、4、5、6、10、1
IE	内部エネルギー密度(初期要素体積あたりの内部エネルギー)	すべての要素	/ PLAS_PREDEF、1、2、3、4、5、6、10
DENS	密度	すべての要素	0、PLAS_PREDEF、1、2、3、4、5、6、
QVIS	人工粘性(疑似粘性)	すべての要素	PLAS_PREDEF、1、2、3、4、5、6、10

3次元ソリッドの出力	定義	要素または定式化に有効	可能な材料則
VOL	体積	すべての要素	0 PLAS_PREDEF、1、2、3、4、5、6、10
TEMP	温度	すべての要素	4, 6, 11, 71
PLSR	相当塑性ひずみ速度	すべての要素	PLAS_PREDEF、2、4、16、26、29、3
DAMi（i=1、3）	方向iの引張損傷	すべての要素	25
DAM4	Tsai Wu降伏関数を使った方向1の引張損傷	すべての要素	25
DAM5	方向23の引張損傷	すべての要素	25
EFIB	繊維ひずみ	すべての要素	14
WPLA	塑性仕事	すべての要素	14
SFIB	繊維内の応力	すべての要素	14
DAMA	損傷の和	すべての要素	24
SAi、（i=1、3）	方向iの強化応力	すべての要素	24
CR	開口亀裂量	すべての要素	24
CAP	キャップパラメータ	すべての要素	24
K0	塑性パラメータ	すべての要素	24
VPLA	相当体積塑性ひずみ	すべての要素	10、21、102
RK	乱流エネルギー	すべての要素	6, 11
TD	乱流散逸	すべての要素	6, 11
ISTA	相状態	すべての要素	16
BFRAC	燃焼率	すべての要素	5, 51
AUX1、AUX2、AUX3	ユーザー変数	すべての要素	29、30、31、37、38、40、42、44、46
USRi（i=1、60）		すべての要素	28、29、30、31、33、34、35、36、37
USR1_ijk、USR2_ijk、USR j=1、9； k=1、3）	これらのオプションは、各積分点における材料ユーザーの法則のユーザー変数に対する出力です。節点が16個および20個の3次元ソリッドで使用できます。	/BRIC20、/SHEL16	28、29、30、31、33、34、35、36、37

3次元ソリッドの出力	定義	要素または定式化に有効	可能な材料則
VX, VY, VZ	速度	すべての要素	51, 151
SSP	音速	すべての要素	51, 151
MACH	Mach数	すべての要素	51, 151

コメント

1. 局所スキュー

   局所座標系は、等方性則の場合は共回転の座標系を意味します。

   局所座標系は、直交異方性則（法則14、24、または28）の場合は直交異方性の座標系を意味します。

2. 非アクティブ化用要素フラグの出力値、OFF:

0.0	削除された要素
1.0	アクティブな要素
2.0（シェル **/** ソリッド）	小ひずみを用いてアクティブな要素
負の値**-1/-2**	要素が剛体中で待機中の場合

   要素削除前の数サイクル中に複数の中間値が見つかることがあります（数サイクル中にオフになる漸減は、倍数因子として応力に適用されます。この結果、応力は徐々に消滅し、10サイクル以内に要素が削除されます）。このプロセスは、すべてではなく一部の要素タイプにのみ適用されます。

/TH/CLUSTER

ブロックフォーマットのキーワード
スポット溶接クラスタの時刻歴出力を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/TH/CLUSTER/*thgroup_ID*									
thgroup_name									
var_ID_1	var_ID_2	var_ID_3	var_ID_4	var_ID_5	var_ID_6	var_ID_7	var_ID_8	var_ID_9	var_ID_{10}
Obj_ID_1	Obj_ID_2	Obj_ID_3	Obj_ID_4	Obj_ID_5	Obj_ID_6	Obj_ID_7	Obj_ID_8	Obj_ID_9	Obj_ID_{10}

内容

フィールド	内容	**SI**単位の例
thgroup_ID	*TH*グループの識別子 （整数、最大10桁）	
thgroup_name	*TH*グループ名 （文字、最大100文字）	
var_ID_1, ...*n*	*TH*向けに保存される変数（下の表をご参照ください） （文字、最大8文字）	
Obj_ID_1, ...*n*	保存するオブジェクトの識別子 （整数）	

TH出力キーワードと変数

キーワード	保存される オブジェクト	変数
CLUSTER	スポット溶接クラスタ	*FX, FY, FZ, MX, MY, MZ, FS, FN, MS, MN, FAIL*

可能な変数 - パート 2

キーワード	変数グループ	保存されるTH変数
CLUSTER	*DEF* *FLOC*	*FX, FY, FZ, MX, MY, MZ, FAIL* *FS, FN, MS, MN*

クラスタ用出力

変数	定義
FX	全体座標X方向の力
FY	全体座標Y方向の力
FZ	全体座標Z方向の力
MX	全体座標X方向のモーメント
MY	全体座標Y方向のモーメント
MZ	全体座標Z方向のモーメント
FS	せん断力（ローカルの方向1と2の合成力）
FN	垂直力（ローカルの方向3の絶対力値）
MS	曲げモーメント（ローカルの方向1と2の合成モーメント）
MN	ねじりモーメント（ローカルの方向3のモーメント）
FAIL	減衰係数

コメント

1. スポット溶接クラスタは/CLUSTERカードで定義します。
2. *FAIL*変数の出力には、`/CLUSTER`でパラメータI_{fail}*FAIL*=1を使用します。
3. 使用可能な名前は上の2つの表に示されています。

   最初の表にはTH変数が示されています。TH変数が要求されると、この変数が書き込まれます。

   2番目の表にはその他の変数グループが示されています。変数グループが要求されると、関連するすべてのTH変数がただちに書き込まれます。

/TH/CYL_JO

ブロックフォーマットのキーワード
円筒ジョイントの時刻歴を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/TH/CYL_JO/*thgroup_ID*									
thgroup_name									
var_ID_1	var_ID_2	var_ID_3	var_ID_4	var_ID_5	var_ID_6	var_ID_7	var_ID_8	var_ID_9	var_ID_{10}
Obj_ID_1	Obj_ID_2	Obj_ID_3	Obj_ID_4	Obj_ID_5	Obj_ID_6	Obj_ID_7	Obj_ID_8	Obj_ID_9	Obj_ID_{10}

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
thgroup_ID	*TH*グループの識別子 （整数、最大10桁）	
thgroup_name	*TH*グループ名 （文字、最大100文字）	
var_ID_1, ...*n*	*TH*向けに保存される変数（下の表をご参照ください） （文字、最大8文字）	
Obj_ID_1, ...*n*	保存するオブジェクトの識別子 （整数）	

TH出力キーワードと変数

キーワード	保存される オブジェクト	変数
CYL_JO	円筒ジョイント	*FX, FY, FZ, MX, MY, MZ*

可能な変数 - パート 2

キーワード	変数グループ	保存されるTH変数
CYL_JO	*DEF*	*FX, FY, FZ, MX, MY, MZ*
	F	*FX, FY, FZ*
	M	*MX, MY, MZ*

ジョイントの出力

- *FX*: *X*方向の力
- *FY*: *Y*方向の力
- *FZ*: *Z*方向の力
- *MX*: *X*方向のモーメント
- *MY*: *Y*方向のモーメント
- *MZ*: *Z*方向のモーメント
- *F*: 力の大きさ
- *M*: モーメントの大きさ

コメント

1. 使用可能な名前は上の2つの表に示されています。

   最初の表にはTH変数が示されています。TH変数が要求されると、この変数が書き込まれます。

   2番目の表にはその他の変数グループが示されています。変数グループが要求されると、関連するすべてのTH変数がただちに書き込まれます。

/TH/FRAME

ブロックフォーマットのキーワード
フレームの時刻歴を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/TH/FRAME/*thgroup_ID*									
thgroup_name									
var_ID_1	var_ID_2	var_ID_3	var_ID_4	var_ID_5	var_ID_6	var_ID_7	var_ID_8	var_ID_9	var_ID_{10}
Obj_ID_1	Obj_ID_2	Obj_ID_3	Obj_ID_4	Obj_ID_5	Obj_ID_6	Obj_ID_7	Obj_ID_8	Obj_ID_9	Obj_ID_{10}

定義

フィールド	内容	SI単位の例
thgroup_ID	*TH*グループの識別子 （整数、最大10桁）	
thgroup_name	*TH*グループ名 （文字、最大100文字）	
var_ID_1, ...*n*	*TH*向けに保存される変数（下の表をご参照ください） （文字、最大8文字）	
Obj_ID_1, ...*n*	保存するオブジェクトの識別子 （整数）	

TH出力キーワードと変数

キーワード	保存される オブジェクト	変数
FRAME	フレーム	*OX, OY, OZ, R11, R12, R13, R21, R22, R23, R31, R32, R33* *VX, VY, VZ, VRX, VRY, VRZ, AX, AY, AZ, ARX, ARY, ARZ*

可能な変数 - パート 2

キーワード	変数グループ	保存されるTH変数
FRAME	*DEF*	*OX, OY, OZ, R11, R12, R13, R21, R22, R23, R31, R32, R33, VX, VY, VZ, VRX, VRY, VRZ*
	O+R	*OX, OY, OZ, R11, R12, R13, R21, R22, R23, R31, R32, R33*
	V+VR	*VX, VY, VZ, VRX, VRY, VRZ*
	A+AR	*AX, AY, AZ, ARX, ARY, ARZ*

フレームの出力

- *OX*、*OY*、*OZ*: フレーム原点の座標
- *R11*、*R12*、*R13*、*R21*、*R22*、*R23*、*R31*、*R32*、*R33*: 方向マトリックスの成分
- *VX*、*VY*、*VZ*: 並進速度の成分
- *VRX*、*VRY*、*VRZ*: 瞬間回転速度の成分
- *AX*、*AY*、*AZ*: 並進加速度の成分
- *ARX*、*ARY*、*ARZ*: 瞬間回転加速度の成分

コメント

1. 使用可能な名前は上の2つの表に示されています。

   最初の表にはTH変数が示されています。TH変数が要求されると、この変数が書き込まれます。

   2番目の表にはその他の変数グループが示されています。変数グループが要求されると、関連するすべてのTH変数がただちに書き込まれます。

/TH/FXBODY

ブロックフォーマットのキーワード
弾性体の時刻歴を出力します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/TH/FXBODY/*thgroup_ID*									
thgroup_name									
var_ID_1	var_ID_2	var_ID_3	var_ID_4	var_ID_5	var_ID_6	var_ID_7	var_ID_8	var_ID_9	var_ID_{10}
$fxbd\_ID_1$	$fxbd\_ID_2$	$fxbd\_ID_3$	$fxbd\_ID_4$	$fxbd\_ID_5$	$fxbd\_ID_6$	$fxbd\_ID_7$	$fxbd\_ID_8$	$fxbd\_ID_9$	$fxbd\_ID_{10}$
$fxbd\_ID_n$									

定義

フィールド	内容	SI単位の例
thgroup_ID	*TH*グループの識別子 （整数、最大10桁）	
thgroup_name	*TH*グループ名 （文字、最大100文字）	
var_ID_1, ...*n*	*TH*向けに保存される変数（下の表をご参照ください） （文字、最大8文字）	
fxbd_ID	モードが属する弾性体の識別子 （整数）	

TH出力キーワードと変数

キーワード	保存される オブジェクト	変数
FXBODY	弾性体	*IE, KE, EFW, DE*

可能な変数 - パート 2

キーワード	変数グループ	保存されるTH変数
FXBODY	*DEF*	*IE, KE, EFW*

弾性体の出力

IE	内部エネルギー
KE	運動エネルギー
EFW	加えられる力の仕事量
DE	減衰エネルギー

コメント

1. 使用可能な名前は上の2つの表に示されています。

   最初の表にはTH変数が示されています。TH変数が要求されると、この変数が書き込まれます。

   2番目の表にはその他の変数グループが示されています。変数グループが要求されると、関連するすべてのTH変数がただちに書き込まれます。

/TH/GAUGE

ブロックフォーマットのキーワード
ゲージの時刻歴を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/TH/GAUGE/*thgroup_ID*									
thgroup_name									
var_ID_1	var_ID_2	var_ID_3	var_ID_4	var_ID_5	var_ID_6	var_ID_7	var_ID_8	var_ID_9	var_ID_{10}
Obj_ID_1	Obj_ID_2	Obj_ID_3	Obj_ID_4	Obj_ID_5	Obj_ID_6	Obj_ID_7	Obj_ID_8	Obj_ID_9	Obj_ID_{10}

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
thgroup_ID	*TH*グループの識別子 （整数、最大10桁）	
thgroup_name	*TH*グループ名 （文字、最大100文字）	
var_ID_1, ...*n*	*TH*向けに保存される変数（下の表をご参照ください） （文字、最大8文字）	
Obj_ID_1, ...*n*	保存するオブジェクトの識別子 （整数）	

TH出力キーワードと変数

キーワード	保存される オブジェクト	変数
GAUGE	ゲージ	*P, IE, DENS*

可能な変数 - パート 2

キーワード	変数グループ	保存される**TH**変数
GAUGE	*DEF*	*P*

ゲージの出力

- *P*: 圧力
- *IE*: 内部エネルギー
- *DENS*: 密度

コメント

1. 使用可能な名前は上の2つの表に示されています。

   最初の表には*TH*変数が示されています。*TH*変数が要求されると、この変数が書き込まれます。

   2番目の表にはその他の変数グループが示されています。変数グループが要求されると、関連するすべての*TH*変数がただちに書き込まれます。

   内部エネルギー(IE)は*SPH*には使用できません。

/TH/INTER

ブロックフォーマットのキーワード
インターフェースの時刻歴を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/TH/INTER/*thgroup_ID*									
thgroup_name									
var_ID_1	var_ID_2	var_ID_3	var_ID_4	var_ID_5	var_ID_6	var_ID_7	var_ID_8	var_ID_9	var_ID_{10}
Obj_ID_1	Obj_ID_2	Obj_ID_3	Obj_ID_4	Obj_ID_5	Obj_ID_6	Obj_ID_7	Obj_ID_8	Obj_ID_9	Obj_ID_{10}

定義

フィールド	内容	SI単位の例
thgroup_ID	*TH*グループの識別子 （整数、最大10桁）	
thgroup_name	*TH*グループ名 （文字、最大100文字）	
var_ID_1, ...*n*	*TH*向けに保存される変数（下の表をご参照ください） （文字、最大8文字）	
Obj_ID_1, ...*n*	保存するオブジェクトの識別子 （整数）	

TH出力キーワードと変数

キーワード	保存される オブジェクト	変数
INTER	インターフェース	*FNX*, *FNY*, *FNZ*, *FTX*, *FTY*, *FTZ*, and *SFW*. *|FNX|*, *|FNY|*, *|FNZ|*, *||FN||*, *|FX|*, *|FY|*, *|FZ|*, *||F||*, *MX*, *MY*, *MZ* これらの力の変数の絶対値は、インターフェースタイプ/INTER/TYPE7、/INTER/TYPE10、/INTER/TYPE11、/INTER/TYPE19、/INTER/TYPE24、/INTER/TYPE25、およびそれらのサブインターフェース（/INTER/SUB）専用です： *QFRIC*は、インターフェースTYPE7とTYPE21で有効です。

キーワード	保存される オブジェクト	変数
		CE_ELAST, *CE_FRIC*, *CE_DAMP*

可能な変数グループ - パート **2**

キーワード	変数グループ	保存される**TH**変数
INTER	*DEF*	*FNX*, *FNY*, *FNZ*, *FTX*, *FTY*, *FTZ*
	FN	*FNX*, *FNY*, *FNZ*
	FT	*FTX*, *FTY*, *FTZ*
	|FN|	*|FNX|*, *|FNY|*, *|FNZ|*, *||FN||*
	|F|	*|FX|*, *|FY|*, *|FZ|*, *||F||*

インターフェースの出力

- *CE_ELAST*:弾性接触エネルギー。接触したペナルティスプリングに蓄えられる回復可能エネルギー。`/TH/VERS/2021`の場合のみ出力。
- *CE_FRIC*:摩擦接触エネルギー`/TH/VERS/2021`の場合のみ出力。
- *CE_DAMP*:減衰接触エネルギーインターフェースTYPE2、10、18、21、23、および25のみ計算されます。`/TH/VERS/2021`の場合のみ出力。2
- *FNX*: *X*方向の垂直力
- *FNY*: *Y*方向の垂直力
- *FNZ*: *Z*方向の垂直力
- *FTX*: *X*方向の接線力
- *FTY*: *Y*方向の接線力
- *FTZ*: *Z*方向の接線力
- *|FNX|*: 接触力のX成分の垂直力の絶対値

$$\sum|\mathrm{FNX}(S, m)| \qquad (1274)$$

$\mathrm{FNX}(S, m)$ は、セカンダリ節点Sによってメインセグメントmにかかる垂直接触力のX成分です。

- *|FNY|*: 接触力のY成分の垂直力の絶対値
- *|FNZ|*: 接触力のZ成分の垂直力の絶対値
- *|FX|*: 接触力のX成分の絶対値

$$\sum|\mathrm{FX}(S, m)| \qquad (1275)$$

$\mathrm{FX}(S, m)$ は、セカンダリ節点Sによってメインセグメントmにかかる接触力のX成分です。

- *|FY|*: 接触力のY成分の絶対値
- *|FZ|*: 接触力のZ成分の絶対値

- *MX*: 全体座標系のX軸の周りのモーメント
- *MY*: 全体座標系のY軸の周りのモーメント
- *MZ*: 全体座標系のZ軸の周りのモーメント
- *QFRIC*: 摩擦エネルギーから生成される熱
- *SFW*: インターフェースに沿った力の仕事量です。インターフェースTYPE14とTYPE15でのみ使用可能です。

コメント

1. 使用可能な名前は上の2つの表に示されています。
   - 最初の表にはTH変数が示されています。TH変数が要求されると、この変数が書き込まれます。
   - 2番目の表にはその他の変数グループが示されています。変数グループが要求されると、関連するすべてのTH変数がただちに書き込まれます。
2. 減衰エネルギーは、インターフェースTYPE2、10、18、21、23、および25のみ計算されます。したがって、そのほかのインターフェースは、全体接触エネルギーにおいて考慮されません。弾性エネルギーや摩擦エネルギーと比較して減衰エネルギーは、小さいので、この点についてはあまり重要ではありません。

/TH/MONVOL

ブロックフォーマットのキーワード
モニター体積の時刻歴を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/TH/MONVOL/*thgroup_ID*									
thgroup_I									
var_ID_1	var_ID_2	var_ID_3	var_ID_4	var_ID_5	var_ID_6	var_ID_7	var_ID_8	var_ID_9	var_ID_{10}
Obj_ID_1	Obj_ID_2	Obj_ID_3	Obj_ID_4	Obj_ID_5	Obj_ID_6	Obj_ID_7	Obj_ID_8	Obj_ID_9	Obj_ID_{10}

定義

フィールド	内容	SI単位の例
thgroup_ID	*TH*グループの識別子 （整数、最大10桁）	
thgroup_name	*TH*グループ名 （文字、最大100文字）	
var_ID_1, ...*n*	*TH* 向けに保存される変数（下の表をご参照ください） （文字、最大8文字）	
Obj_ID_1, ...*n*	保存するオブジェクトの識別子 （整数）	

TH出力キーワードと変数

キーワード	保存されるオブジェクト	変数
MONV	モニター体積 エアバッグ	*MASS, VOL, P, A, T, AO, UO, AC, UC, CP, CV, GAMA, DTBAG, NFV, MASS-IN, ENTHA-IN, ENER-INT, WORK, UPCRIT* *AO1, BO1, UO1, MO1, HO1* *AO2, BO2, UO2, MO2, HO2* *AO3, BO3, UO3, MO3, HO3* *AO4, BO4, UO4, MO4, HO4* *AO5, BO5, UO5, MO5, HO5*

キーワード	保存されるオブジェクト	変数
		AO6, BO6, UO6, MO6, HO6 *AO7, BO7, UO7, MO7, HO7* *AO8, BO8, UO8, MO8, HO8* *AO9, BO9, UO9, MO9, HO9* *AO10, BO10, UO10, MO10, HO10*

可能な変数 **-** パート **2**

キーワード	変数グループ	保存される**TH**変数
MONV	*DEF*	*MASS*, *VOL*, *P*, *A*, *T*, *AO*, *UO*, *DTBAG*, *NFV* + 既存のベントホールおよび多孔サーフェスの出力変数
	GAS *OUT1* *OUT2* *OUT3* *OUT4* *OUT5* *OUT6* *OUT7* *OUT8* *OUT9* *OUT10*	*CP, CV, GAMA* *AO1, BO1, UO1, MO1, HO1* *AO2, BO2, UO2, MO2, HO2* *AO3, BO3, UO3, MO3, HO3* *AO4, BO4, UO4, MO4, HO4* *AO5, BO5, UO5, MO5, HO5* *AO6, BO6, UO6, MO6, HO6* *AO7, BO7, UO7, MO7, HO7* *AO8, BO8, UO8, MO8, HO8* *AO9, BO9, UO9, MO9, HO9* *AO10, BO10, UO10, MO10, HO10*

モニター体積の出力

- *MASS*: 質量
- *VOL*: 体積
- *P*: 圧力
- *A*: 面積
- *T*: 温度
- *AO*: 排気面積
- *UO*: 排気速度
- *AC*: 多室型エアバッグのコミュニケーションサーフェスの面積
- *UC*: 多室型エアバッグのコミュニケーションサーフェスを通した気体速度
- *CP*: 一定圧での質量単位あたりの平均熱容量

- *CV*: 一定容量での質量単位あたりの平均熱容量
- *GAMA*: *CP/CV*
- *DTBAG*: *FVM*安定時間ステップ
- *NFV*: 有限体積の数

$$c_p = \frac{\left[\sum_i m^{(i)} c_{pi}(T)\right]}{\left[\sum_i m^{(i)}\right]},\ c_v = \frac{\left[\sum_i m^{(i)} c_{vi}(T)\right]}{\left[\sum_i m^{(i)}\right]},\ \gamma = \frac{\left[\sum_i m^{(i)} c_{pi}(T)\right]/\left[\sum_i m^{(i)}\right]}{\left[\sum_i m^{(i)} c_{vi}(T)\right]/\left[\sum_i m^{(i)}\right]} = \frac{c_p}{c_v} \quad (1276)$$

ここで、

$m^{(i)}$	特定の時点におけるエアバッグ内のi^{th}(i番目)の気体の質量。
$c_{pi}(T)$	エアバッグの実際の温度におけるi^{th}(i番目)の気体に関する一定圧での質量単位あたりの熱容量。
$c_{vi}(T)$	エアバッグの実際の温度におけるi^{th}(i番目)の気体に関する一定容量での質量単位あたりの熱容量。

- *MASS-IN*: 注入される質量の合計
- *ENTHA-IN*:内部エネルギー。
- *WORK*: FVM pressure force work。
- *UPCRIT*:平均圧力に対する有限体積圧力の標準偏差の比率であるFVMから均等圧力への切り替えの圧力基準
- *AO1*(それぞれ2、3、4、5、6、7、8、9、10): 衝撃を受けないサーフェス上のベントホールまたは多孔サーフェスn1(それぞれ2、3、4、5、6、7、8、9、10)の開口排気面積
- *BO1*(それぞれ2、3、4、5、6、7、8、9、10): 衝撃を受けるサーフェス上のベントホールまたは多孔サーフェスn1(それぞれ2、3、4、5、6、7、8、9、10)の開口排気面積
- *UO1* (それぞれ2、3、4、5、6、7、8、9、10): ベントホールまたは多孔サーフェスn1(それぞれ2、3、4、5、6、7、8、9、10)の流出速度
- *MO1*(それぞれ2、3、4、5、6、7、8、9、10): ベントホールまたは多孔サーフェスn1(それぞれ2、3、4、5、6、7、8、9、10)の流出質量
- *HO1*(それぞれ2、3、4、5、6、7、8、9、10): ベントホールまたは多孔サーフェスn1(それぞれ2、3、4、5、6、7、8、9、10)の流出エンタルピー

コメント

1. 使用可能な名前は上の2つの表に示されています。

   最初の表には*TH*変数が示されています。*TH*変数が要求されると、この変数が書き込まれます。

   2番目の表にはその他の変数グループが示されています。変数グループが要求されると、関連するすべての*TH*変数がただちに書き込まれます。

/TH/NODE

ブロックフォーマットのキーワード
節点の時刻歴を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/TH/NODE/*thgroup_ID*									
thgroup_name									
var_ID$_1$	*var_ID*$_2$	*var_ID*$_3$	*var_ID*$_4$	*var_ID*$_5$	*var_ID*$_6$	*var_ID*$_7$	*var_ID*$_8$	*var_ID*$_9$	*var_ID*$_{10}$
node_ID	*skew_ID*または*frame_ID*	*node_name*							

定義

フィールド	内容	SI単位の例
thgroup_ID	*TH*グループの識別子 （整数、最大10桁）	
thgroup_name	*TH*グループ名 （文字、最大100文字）	
var_ID$_1$, ...*n*	*TH*向けに保存される変数（下の表をご参照ください） （文字、最大8文字）	
node_ID	節点識別子 （整数）	
*skew_ID*または*frame_ID*	時刻歴プロット用のスキューシステムまたは参照フレーム 3 4 デフォルトは全体システム（整数）	
node_name	時刻歴に表示する節点の名前 （文字、最大80文字）	

TH出力キーワードと変数

キーワード	保存される オブジェクト	変数
NODE	*Nodes*	*DX, DY, DZ, VX, VY, VZ, AX, AY, AZ* *VRX, VRY, VRZ, ARX, ARY, ARZ, X, Y, Z, TEMP* *REACX, REACY, REACZ, REACXX, REACYY, REACZZ* *DRX, DRY, DRZ, DX_iii, DY_iii, DZ_iii*

可能な変数 **-** パート **2**

キーワード	変数グループ	保存される**TH**変数
NODE	*DEF*	*DX, DY, DZ, VX, VY, VZ*
	D	*DX, DY, DZ*
	V	*VX, VY, VZ*
	A	*AX, AY, AZ*
	VR	*VRX, VRY, VRZ*
	AR	*ARX, ARY, ARZ*
	XYZ	*X, Y, Z*

節点の出力

- *X*: *X* 座標値
- *Y*: *Y*座標値
- *Z*: *Z*座標値
- *DX*: *X*変位
- *DY*: *Y*変位
- *DZ*: *Z*変位
- *VX*: *X*速度
- *VY*: *Y*速度
- *VZ*: *Z*速度
- *AX*: *X*加速度
- *AY*: *Y*加速度
- *AZ*: *Z*加速度
- *VRX*: *X*回転速度
- *VRY*: *Y*回転速度
- *VRZ*: *Z*回転速度
- *ARX*: *X*回転加速度

- *ARY*: *Y*回転加速度
- *ARZ*: *Z*回転加速度
- *REACX*: 節点上の*X*反力
- *REACY*: 節点上の*Y*反力
- *REACZ*: 節点上の*Z*反力
- *REACXX*: 節点上の*XX*反作用モーメント
- *REACYY*: 節点上の*YY*反作用モーメント
- *REACZZ*: 節点上の*ZZ*反作用モーメント
- *TEMP*:節点温度
- *DRX*: *X*回転
- *DRY*: *Y*回転
- *DRZ*: *Z*回転
- *DX_iii*: X方向における層間iii相対変位
- *DY_iii*: Y方向における層間iii相対変位
- *DZ_iii*: Z方向における層間iii相対変位

コメント

1. 同じ/TH/NODEグループ内に同じ節点を複数含めることはできません。このような場合、Radioss Starterからエラーメッセージが出力されます。同じ節点を複数出力するには、複数のスキューシステムで複数の/TH/NODEグループを使用します。
2. 使用可能な名前は上の2つの表に示されています。

   最初の表には*TH*変数が示されています。*TH*変数が要求されると、この変数が書き込まれます。

   2番目の表にはその他の変数グループが示されています。変数グループが要求されると、関連するすべての*TH*変数がただちに書き込まれます。
3. スキューシステムを指定すると、全体座標系に対する節点の座標、変位、線速度と角速度、および線加速度と角加速度がスキューシステムに投影されます。
4. 参照フレームを指定すると、フレームに対する節点の局所座標、相対変位、相対線速度と相対角速度、および相対線加速度と相対角加速度が出力されます。
5. 反力 REACX、REACY、REACZと反力モーメントREACXX、REACYY、REACZZは強制速度、変位、加速度と、境界条件が作用している節点で出力されます。
6. DRX、DRY、DRZ出力は、回転自由度のある節点に対してのみ使用できます(シェル要素に属している節点など)。回転はラジアンで出力され、実際の節点位置を通る対応する全体軸周りの節点の回転を表します。剛体のセカンダリ節点の場合、出力は、実際のメイン節点位置を通る対応する全体軸周りのメイン節点の回転を表します。
7. DX_iii、DY_iii、およびDZ_iiiは、*plyxfem*定式化でのみ使用可能です。

/TH/NSTRAND

ブロックフォーマットのキーワード
マルチストランド要素の時刻歴を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/TH/NSTRAND/*thgroup_ID*									
thgroup_name									
var_ID_1	var_ID_2	var_ID_3	var_ID_4	var_ID_5	var_ID_6	var_ID_7	var_ID_8	var_ID_9	var_ID_{10}
xelem_ID									
xelem_nb	*xelem_usr*	*xelem_name*							

定義

フィールド	内容	SI単位の例
thgroup_ID	*TH*グループの識別子 （整数、最大10桁）	
thgroup_name	*TH*グループ名 （文字、最大100文字）	
var_ID_1, ...*n*	*TH*向けに保存される変数（下の表をご参照ください） （文字、最大8文字）	
xelem_ID	マルチストランド要素の識別子 （整数）	
xelem_nb	マルチストランド要素のストランド順序番号 （整数）	
xelem_usr	ユーザーが指定したストランドの識別子 4 （整数）	
xelem_name	マルチストランド要素の名前 4 （文字、最大80文字）	

TH出力キーワードと変数

キーワード	保存される オブジェクト	変数
NSTRAND	マルチストランド	*OFF, FX, LX, IE*

可能な変数 **-** パート **2**

キーワード	変数グループ	保存される**TH**変数
NSTRAND	*DEF*	*OFF, FX, LX, IE*

NSTRANDの出力

- *OFF*: 非アクティブ化 5
- *FX*と*LX*は局所フレームで指定します。
- *IE*: 内部エネルギー

コメント

1. 使用可能な名前は上の2つの表に示されています。

   最初の表には*TH*変数が示されています。*TH*変数が要求されると、この変数が書き込まれます。

   2番目の表にはその他の変数グループが示されています。変数グループが要求されると、関連するすべての*TH*変数がただちに書き込まれます。
2. グループで使用できるnstrand要素は1つだけです。
3. 1つのグループ内で2つの*xelem_usr*に等しい値を設定しないでください。
4. 時間歴には*xelem_usr*と*xelem_name*が両方表示されます。
5. OFF:
   - 0.0: 削除された要素
   - 1.0: アクティブな要素
   - 2.0(シェル / ソリッド): 小ひずみを用いてアクティブな要素
   - 負の値-1/-2は要素が剛体中で待機中の場合

   要素削除前の数サイクル中に複数の中間値が見つかることがあります(数サイクル中にオフになる漸減は、倍数因子として応力に適用されます。この結果、応力は徐々に消滅し、10サイクル以内に要素が削除されます)。このプロセスは、すべてではなく一部の要素タイプにのみ適用されます。

/TH/PART

ブロックフォーマットのキーワード
パートの時刻歴を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/TH/PART/*thgroup_ID*									
thgroup_name									
var_ID$_1$	*var_ID*$_2$	*var_ID*$_3$	*var_ID*$_4$	*var_ID*$_5$	*var_ID*$_6$	*var_ID*$_7$	*var_ID*$_8$	*var_ID*$_9$	*var_ID*$_{10}$
Obj_ID$_1$	*Obj_ID*$_2$	*Obj_ID*$_3$	*Obj_ID*$_4$	*Obj_ID*$_5$	*Obj_ID*$_6$	*Obj_ID*$_7$	*Obj_ID*$_8$	*Obj_ID*$_9$	*Obj_ID*$_{10}$

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
thgroup_ID	*TH*グループの識別子 （整数、最大10桁）	
thgroup_name	*TH* グループ名 （文字、最大100文字）	
var_ID$_1$, ...*n*	TH向けに保存される変数（下の表をご参照ください） （文字、最大8文字）	
Obj_ID$_1$, ...*n*	保存するオブジェクトの識別子 （整数）	

TH出力キーワードと変数

キーワード	保存される オブジェクト	変数
PART	パート	*IE, KE, XMOM, YMOM, ZMOM, MASS, HE* *TURBKE, XCG, YCG, ZCG, XXMOM, YYMOM, ZZMOM* *IXX, IYY, IZZ, IXY, IYZ, IZX, RIE, KERB, RKERB, RKE*

可能な変数 - パート 2

キーワード	変数グループ	保存されるTH変数
PART	*DEF*	*IE, KE, XMOM, YMOM, ZMOM, MASS, HE*

全体スキューシステムでのパートの出力

- *IE*: 内部エネルギー
- *KE*: 運動エネルギー
- *XMOM*: 全体参照フレームのX方向の並進運動量
- *YMOM*: 全体参照フレームのY方向の並進運動量
- *ZMOM*: 全体参照フレームのZ方向の並進運動量
- *MASS*: マススケーリング/DT/NODA/CSTが原因で追加された質量を除外したパートの質量
- *HE*: アワグラスエネルギーと数値減衰コメント6を参照してください。
- *TURBKE*: 乱流運動エネルギー(流体アプリケーションの場合のみ)
- *XCG*: 重心の座標
- *YCG*: 重心の座標
- *ZCG*: 重心の座標
- *XXMOM*: 全体参照フレームのX方向の回転運動量
- *YYMOM*: 全体参照フレームのY方向の回転運動量
- *ZZMOM*: 全体参照フレームのZ方向の回転運動量
- *IXX*: 慣性マトリックス
- *IYY*: 慣性マトリックス
- *IZZ*: 慣性マトリックス
- *IXY*: 慣性マトリックス
- *IYZ*: 慣性マトリックス
- *IZX*: 慣性マトリックス
- *RIE*: せん断内部エネルギー
- *KERB*: 剛体の並進運動エネルギー次のコメントをご参照ください: 7
- *RKERB*: 剛体の回転運動エネルギー次のコメントをご参照ください: 7
- *RKE*: 回転運動エネルギー

コメント

1. パート(各サブセット)を複数の時刻歴グループに含めることはできません。この場合、時刻歴に出力される唯一の変数は、パート(各サブセット)を参照している最後のオプションで宣言されている変数です。
2. 使用可能な名前は上の2つの表に示されています。

   最初の表には*TH*変数が示されています。*TH*変数が要求されると、この変数が書き込まれます。

   2番目の表にはその他の変数グループが示されています。変数グループが要求されると、関連するすべての*TH*変数がただちに書き込まれます。
3. 2次元軸対称計算では、エネルギーはラジアン単位で定義されます。

4. 要求したパートがThpartの場合は、時刻歴（パート定義）をご参照ください。
5. サブセットまたはパートの出力（/TH/SH3Nまたは/TH/SHELのみ）：

   HE：粘性エネルギーを持つ全体的なアワグラスエネルギー。QBATおよびQEPHシェルの定式化（I_{shell}*SHELL* =12、24）を使用する場合に、数値の安定化のために追加されます（/PROP/TYPE1（SHELL）をご参照ください。）
6. *HE*出力は、シェル要素の摂動アワグラスエネルギーI_{shell}*SHELL* = 1 – 4およびI_{sh3n}*SH3N* = 1、2で、*hm*, *hf*と*hr*を用いて要素プロパティ内で定義されます。I_{shell}*SHELL* = 12、24およびI_{sh3n}*SH3N* = 30、31の場合、出力は数値減衰で、*dm*と*dn*を用いて要素プロパティ内で定義されます。数値減衰は、全体アワグラスエネルギー計算に含まれません。ソリッド要素I_{solid}*SOLID* = 1、2の場合、出力は摂動アワグラスエネルギーで、ソリッド要素プロパティ*h*を用いて定義されます。
7. すべての移動は、常に剛体移動（並進または回転）および変形モードとして表すことができます。*KERB*と*RKERB*は、変形可能モードまたは変形不能モードからの移動の剛体パートです。

/TH/QUAD

ブロックフォーマットのキーワード
2次元ソリッドの時刻歴を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/TH/QUAD/*thgroup_ID*									
thgroup_name									
var_ID$_1$	*var_ID*$_2$	*var_ID*$_3$	*var_ID*$_4$	*var_ID*$_5$	*var_ID*$_6$	*var_ID*$_7$	*var_ID*$_8$	*var_ID*$_9$	*var_ID*$_{10}$
elem_ID		*elem_name*							

定義

フィールド	内容	SI単位の例
thgroup_ID	*TH*グループの識別子 （整数、最大10桁）	
thgroup_name	*TH*グループ名 （文字、最大100文字）	
var_ID$_1$, ...*n*	*TH*向けに保存される変数（下の表をご参照ください） （文字、最大8文字）	
elem_ID	要素識別子 （整数）	
elem_name	時刻歴に表示する要素の名前 （整数、最大80文字）	

TH出力キーワードと変数

キーワード	保存される オブジェクト	変数
QUAD	2次元ソリッド要素	*OFF, SX, SY, SZ, SXY, SYZ, SXZ, IE, DENS, QVIS, VOL, PLAS, TEMP, PLSR, DAM1, DAM2, DAM3, DAM4, DAM5, DAMA, SA1, SA2, SA3, CR, CAP, K0, RK, TD, EFIB, ISTA, VPLA, BFRAC, WPLA* *LSX, LSY, LSZ, LSXY, LSXZ, LSYZ*

キーワード	保存される オブジェクト	変数
		EPSXX, EPSYY, EPSZZ, EPSXY, EPSZX, EPSYZ *LEPSX, LEPSY, LEPSZ, LEPSXY, LEPSZX, LEPSYZ* *EPSX111, EPSY111, EPSZ111, EPSXY111, EPSZX111, EPSYZ111* *EPSX121, EPSY121, EPSZ121, EPSXY121, EPSZX121, EPSYZ121* *EPSX221, EPSY221, EPSZ221, EPSXY221, EPSZX221, EPSYZ221* *VX*, *VY*, *VZ*, *SSP*, *MACH*

可能な変数 - パート 2

ソリッド要素の変数グループがリストされます。変数グループが要求されると、関連するすべてのTH変数が直ちに書き込まれます。

キーワード	変数グループ	保存される**TH**変数
QUAD	*DEF*	*OFF, SX, SY, SZ, SXY, SYZ, SXZ, IE, DENS, PLAS, TEMP*
	STRESS	*SX, SY, SZ, SXY, SYZ, SXZ*
	LOCSTRS	*LSX, LSY, LSZ, LSXY, LSYZ, LSXZ*
	STRAIN	*EPSXX, EPSYY, EPSZZ, EPSXY, EPSZX, EPSYZ*
	LOCSTRN	*LEPSX, LEPSY, LEPSZ, LEPSXY, LEPSZX, LEPSYZ*

2次元ソリッドの出力

2次元ソリッドの出力	可能な材料則
OFF: 非アクティブ化用要素フラグ 4	1、2、3、4、5、6、10、11、16、18、20、21、22、23、24、27、28、29、3
SX, SY, SZ, SXY, SYZ, and SXZ: 全体フレームの応力マトリックスの成分	1、2、3、4、5、6、10、11、16、18、20、21、22、23、24、28、29、30、3
LSX, LSY, LSZ, LSXY, LSYZ、および*LSXZ*: 局所フレームの応力マトリックスの成分	0、1、2、3、4、5、6、10、11、16、18、21、22、24、28、29、30、31、33
IE: 初期要素体積あたりの固有内部エネルギー	1、2、3、4、5、6、10、11、16、18、20、21、22、23、24、28、29、30、3
DENS: 密度	1、2、3、4、5、6、10、11、16、18、20、21、22、23、24、28、29、30、3
QVIS: 人工粘性（疑似粘性）	1、2、3、4、5、6、10、11、16、18、20、21、22、23、24、28、29、30、3

2次元ソリッドの出力	可能な材料則
VOL: 体積	1、2、3、4、5、6、10、11、16、18、20、21、22、23、24、28、29、30、3
PLAS: 塑性ひずみ	2、3、4、10、16
TEMP: 温度	4, 6, 11, 16
PLSR: ひずみ速度	4、16
EPSXX, EPSYY, EPSZZ, EPSXY, EPSZX, EPSYZ:全体座標系のひずみ成分。複数の積分点がある要素についての平均化された結果。	*QUAD*要素と適合性のあるすべての材料
LEPSX, LEPSY, LEPSZ, LEPSXY, LEPSYZ, LEPSZX:局所座標系のひずみ成分。複数の積分点がある要素についての平均化された結果。	*QUAD*要素と適合性のあるすべての材料
EPSXijk, EPSYijk, EPSZijk, EPSXYijk, EPSYZijk, EPSZXijk (i=1,2; j=1,2; k=1): 全体座標系の積分点ごとのひずみ成分。	*QUAD*要素と適合性のあるすべての材料
DAM1: 方向1の引張損傷	24
DAM2: 方向2の引張損傷	24
DAM3: 方向3の引張損傷	24
DAM4: 方向1の引張損傷 Tsai Wu降伏関数	25
DAM5: 方向23の引張損傷	24
DAMA: 損傷の和	24
SA1: 方向1の強化応力	24
SA2: 方向2の強化応力	24
SA3: 方向3の強化応力	24
CR: 開口亀裂量	24
CAP: キャップパラメータ	24
K0: 塑性パラメータ	24
RK: 乱流エネルギー	6、11
TD: 乱流散逸	6、11
EFIB: 繊維ひずみ	25

2次元ソリッドの出力	可能な材料則
ISTA: 相状態	16
VPLA: 相当体積塑性ひずみ	10
BFRAC: 燃焼率	5
WPLA: 塑性仕事	25
AUX1 : ユーザー変数	29、30、31、40、42、43、44、46、48
AUX2: ユーザー変数	29、30、31、40、42、43、44、46、48
AUX3: ユーザー変数	29、30、31、40、42、43、44、46、48
VX, *VY*, *VZ*	QUAD要素と適合性のあるすべての材料
SSP	QUAD要素と適合性のあるすべての材料
MACH	QUAD要素と適合性のあるすべての材料

コメント

1. 使用可能な名前は上の2つの表に示されています。

   最初の表には*TH*変数が示されています。*TH*変数が要求されると、この変数が書き込まれます。

   2番目の表にはその他の変数グループが示されています。変数グループが要求されると、関連するすべてのTH変数がただちに書き込まれます。
2. 2次元ソリッド要素の共回転定式化の場合、局所応力*LSX*、*LSY*、*LSZ*、*LSXY*、*LSXZ*、*LSYZ*、*LEPSX*、*LEPSY*、*LEPSZ*、*LEPSXY*、*LEPSYZ*、*LEPSZX*は以下のフレームで指定します:
   - 等方性則の場合、共回転フレーム
   - 直交異方性則の場合、直交異方性フレーム
3. *SX*、*SY*等は、全体スキューフレームで表した応力テンソル成分です。
4. OFF:
   - 0.0: 削除された要素
   - 1.0: アクティブな要素
   - 2.0(シェル / ソリッド): 小ひずみを用いてアクティブな要素
   - 負の値-1/-2は要素が剛体中で待機中の場合
   - 要素削除前の数サイクル中に複数の中間値が見つかることがあります(数サイクル中にオフになる漸減は、倍数因子として応力に適用されます。この結果、応力は徐々に消滅し、10サイクル以内に要素が削除されます)。このプロセスは、すべてではなく一部の要素タイプにのみ適用されます。

/TH/RBODY

ブロックフォーマットのキーワード
剛体の時刻歴出力リクエスト。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/TH/RBODY/*thgroup_ID*									
thgroup_name									
var_ID_1	var_ID_2	var_ID_3	var_ID_4	var_ID_5	var_ID_6	var_ID_7	var_ID_8	var_ID_9	var_ID_{10}
Obj_ID_1	Obj_ID_2	Obj_ID_3	Obj_ID_4	Obj_ID_5	Obj_ID_6	Obj_ID_7	Obj_ID_8	Obj_ID_9	Obj_ID_{10}

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
thgroup_ID	*TH*グループの識別子 （整数、最大10桁）	
thgroup_name	*TH*グループ名 （文字、最大100文字）	
var_ID_1, ...*n*	*TH*向けに保存される変数。剛体の出力、剛体の出力変数グループおよびT01ファイル読み出し時にHyperGraphによって計算される出力をご参照ください。 （文字、最大8文字）	
Obj_ID_1, ...*n*	保存されるべき剛体の識別子 （整数）	

剛体の出力

- *FX*: *X*方向の力
- *FY*: *Y*方向の力
- *FZ*: *Z*方向の力
- *MX*: *X*方向のモーメント
- *MY*: *Y*方向のモーメント
- *MZ*: *Z*方向のモーメント
- *RX*: *X*方向の回転
- *RY*: *Y*方向の回転

- *RZ*: *Z*方向の回転

インターフェースTYPE14およびTYPE15のみ（Madymo超楕円サーフェス）6

- *FXI*: *X*方向の力
- *FYI*: *Y*方向の力
- *FZI*: *Z*方向の力
- *MYI*: *Y*方向のモーメント
- *MZI*: *Z*方向のモーメント
- *MXI*: *X*方向のモーメント

剛体の出力変数グループ

- *DEF*:出力*FX*、*FY*、*FZ*、*MX*、*MY*、*MZ*、*RX*、*RY*、
- *F*:出力*FX*, *FY*, *FZ*
- *M*:出力*MX*, *MY*, *MZ*
- *R*:出力*RX*, *RY*, *RZ*
- *FI*:出力*FXI*, *FYI*, *FZI*
- *MI*:出力*MXI*, *MYI*, *MZI*

T01ファイル読み出し時に**HyperGraph**によって計算される出力

- *TF*: 力の大きさ - *HG* で右記のように計算:

$$\sqrt{FX^2+FY^2+FZ^2} \quad (1277)$$

- *TM*: モーメントの大きさ - *HG* で右記のように計算:

$$\sqrt{MX^2+MY^2+MZ^2} \quad (1278)$$

- *R* : 回転の大きさ - *HG* で右記のように計算:

$$\sqrt{RX^2+RY^2+RZ^2} \quad (1279)$$

- *FI*: 力の大きさ - *HG* で右記のように計算:

$$\sqrt{FXI^2+FYI^2+FZI^2} \quad (1280)$$

- *MI*: モーメントの大きさ - *HG* で右記のように計算:

$$\sqrt{MXI^2+MYI^2+MZI^2} \quad (1281)$$

警告: 追加変数を正しく計算できるのは、計算を要求した変数がTHに保存されている場合のみです。例えば、*TF*は、*FX*、*FY*または*FZ*を保存するようユーザーが要求している場合にのみ正しく計算されます。

コメント

1. 特定のTH出力変数がリクエストされることが可能です。もしくは、出力変数グループが、そのグループについてリストされているすべての出力変数を出力するようリクエストすることができます。
2. 時刻歴出力頻度は、時刻歴ファイル出力の場合は`/TFILE`を、Altairバイナリフォーマット出力の場合は`/ABF`を用いてEngineファイルに入力される必要があります。

3. 時刻歴ファイル(`*T01`、`*.thy`)は、インパルスおよび回転インパルスを保管します。時刻歴ファイルを読み取る際に、HyperGraphはインパルスの導関数を自動的に取得して力とモーメントを計算します。ASCIIの時刻歴結果を使用している場合は、サードパーティツールを使用する代わりにインパルスの導関数を取得することで、力とモーメントを計算する必要があります。
4. Altairのバイナリフォーマット(`*.abf`)には、Radiossから直接出力された力とモーメントが含まれています。
5. インパルスの微分を使った力とモーメントの計算は、時間=0における非ゼロの力の値をもたらす可能性があります。必要な場合、節点アニメーションの力出力`/ANIM/VECT/*`をポスト処理することが可能です。
6. *FI*、*MI*、*FXI*、*FYI*、*FZI*、*MXI*、*MYI*、*MZI*は、インターフェースTYPE14またはTYPE15によってエンベロープサーフェスにかかる力です(使用可能な場合)。

/TH/RETRACTOR

ブロックフォーマットのキーワード
リトラクターの時刻歴を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/TH/RETRACTOR/*thgroup_ID*									
thgroup_name									
var_ID_1	var_ID_2	var_ID_3	var_ID_4	var_ID_5	var_ID_6	var_ID_7	var_ID_8	var_ID_9	var_ID_{10}
Obj_ID_1	Obj_ID_2	Obj_ID_3	Obj_ID_4	Obj_ID_5	Obj_ID_6	Obj_ID_7	Obj_ID_8	Obj_ID_9	Obj_ID_{10}

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
thgroup_ID	*TH*グループの識別子 （整数、最大10桁）	
thgroup_name	*TH*グループの名前 （文字、最大100文字）	
var_ID_1、...*n*	*TH*向けに保存される変数。TH出力キーワードと変数をご参照ください。 （文字、最大8文字）	
Obj_ID_1、...*n*	保存するオブジェクトの識別子 （整数）	

TH出力キーワードと変数

キーワード	保存される オブジェクト	変数
RETRACTOR	リトラクター	*SLIP, FN, LOCK*

可能な変数 - パート 2

キーワード	変数グループ	保存されるTH変数
RETRACTOR	*DEF*	*SLIP, FN, LOCK*

リトラクターの出力

- *SLIP*: リトラクターによって解放される材料の合計量
- *FN*: リトラクターが及ぼす力
- *LOCK*: リトラクターの状態（ロック = 1 / ロック解除 = 0）

コメント

1. 材料がリトラクターから引き出される場合、滑りは正で、材料が引き込まれる場合は負です。

See Also

2022の新しいキーワード

/TH/RWALL

ブロックフォーマットのキーワード
剛壁の時刻歴を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/TH/RWALL/*thgroup_ID*									
thgroup_name									
var_ID_1	var_ID_2	var_ID_3	var_ID_4	var_ID_5	var_ID_6	var_ID_7	var_ID_8	var_ID_9	var_ID_{10}
Obj_ID_1	Obj_ID_2	Obj_ID_3	Obj_ID_4	Obj_ID_5	Obj_ID_6	Obj_ID_7	Obj_ID_8	Obj_ID_9	Obj_ID_{10}

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
thgroup_ID	*TH*グループの識別子 （整数、最大10桁）	
thgroup_name	*TH*グループ名 （文字、最大100文字）	
var_ID_1, ...*n*	*TH*向けに保存される変数（下の表をご参照ください） （文字、最大8文字）	
Obj_ID_1, ...*n*	保存するオブジェクトの識別子 （整数）	

TH出力キーワードと変数

キーワード	保存される オブジェクト	変数
RWALL	剛壁	*FNX, FNY, FNZ, FTX, FTY, FTZ*

可能な変数 - パート 2

キーワード	変数グループ	保存されるTH変数
RWALL	*DEF*	*FNX, FNY, FNZ, FTX, FTY, FTZ* 2 3
	FN	*FNX, FNY, FNZ*
	FT	*FTX, FTY, FTZ*

剛壁の出力

- *FNX*: *X*方向の垂直力
- *FNY*: *Y*方向の垂直力
- *FNZ*: *Z*方向の垂直力
- *FTX*: *X*方向の接線力
- *FTY*: *Y*方向の接線力
- *FTZ*: *Z*方向の接線力

コメント

1. 使用可能な名前は上の2つの表に示されています。

   最初の表には*TH*変数が示されています。*TH*変数が要求されると、この変数が書き込まれます。

   2番目の表にはその他の変数グループが示されています。変数グループが要求されると、関連するすべての*TH*変数がただちに書き込まれます。
2. `T01`ファイル出力`/TFILE`については、結果は剛壁に作用するインパルスとして保管されます。HyperGraph`T01`バイナリリーダーは、`T01`ファイルの読み出し時にインパルスの微分を取ることにより、力を自動的に計算します。ASCII`T01`結果を使用する場合、力はサードパーティーツールを用いてインパルスから計算する必要があります。
3. ABFファイル出力`/ABF`には、Radiossによって計算された力が含まれます。

/TH/SECTIO

ブロックフォーマットのキーワード
断面の時刻歴を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/TH/SECTIO/*thgroup_ID*									
thgroup_name									
var_ID_1	var_ID_2	var_ID_3	var_ID_4	var_ID_5	var_ID_6	var_ID_7	var_ID_8	var_ID_9	var_ID_{10}
Obj_ID_1	Obj_ID_2	Obj_ID_3	Obj_ID_4	Obj_ID_5	Obj_ID_6	Obj_ID_7	Obj_ID_8	Obj_ID_9	Obj_ID_{10}

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
thgroup_ID	*TH*グループの識別子 （整数、最大10桁）	
thgroup_name	*TH*グループ名 （文字、最大100文字）	
var_ID_1, ...*n*	*TH*向けに保存される変数（下の表をご参照ください） （文字、最大8文字）	
Obj_ID_1, ...*n*	保存するオブジェクトの識別子 （整数）	

TH出力キーワードと変数

キーワード	保存される オブジェクト	変数
SECTIO	断面	*FNX, FNY, FNZ, FTX, FTY, FTZ, M1, M2, M3, WORK, WORKR, MX, MY, MZ, F1, F2, F3, CX, CY, CZ, DFX, DFY, DFZ, DMX, DMY, DMZ*

可能な変数 - パート 2

キーワード	変数グループ	保存されるTH変数
SECTIO	*DEF*	*FNX, FNY, FNZ, FTX, FTY, FTZ, M1, M2, M3*
	FN	*FNX, FNY, FNZ*
	FT	*FTX, FTY, FTZ*
	M	*M1, M2, M3*
		WORK, WORKR
	CENTER	*CX, CY, CZ*
	GLOBAL	*FNX, FNY, FNZ, FTX, FTY, FTZ, MX, MY, MZ*
	LOCAL	*F1, F2, F3, M1, M2, M3*

断面の出力

- *WORK*: 断面内の力およびモーメントの仕事量(その断面に保存されている要素とインターフェースによるものが対象)
- *DFX - FX* 誤差: 成分断面内の力の誤差
- *DFY - FY* 誤差:成分断面内の力の誤差
- *DFZ - FZ* 誤差:成分断面内の力の誤差
-
- *DF2*: 成分断面内の力の2次誤差

  $$\sum\left(\Delta F_x^2+\Delta F_y^2+\Delta F_z^2\right) \qquad (1282)$$

  切断面のすべての節点
- *WORKR*: 断面内のモーメントの仕事量(その断面に保存されている要素およびインターフェースによるものが対象)
- *DMX - MX* 誤差:成分断面内のモーメントの誤差
- *DMY - MY* 誤差:成分断面内のモーメントの誤差
- *DMZ - MZ* 誤差:成分断面内のモーメントの誤差
- *DM2*: 成分断面内のモーメントの2次誤差$\sum\left(\Delta M_x^2+\Delta M_y^2+\Delta M_z^2\right)$

  切断面のすべての節点
- *KIN*: 並進運動エネルギー(断面の節点)
- *KINR*: 回転運動エネルギー(断面の節点)

  (成分モデルのこれらの値をフルモデルの該当値と比較した場合、節点の質量が異なるため、異なる値になります。)
- *DMVX - MVX* 誤差:並進速度の誤差
- *DMVY - MVY* 誤差:並進速度の誤差
- *DMVZ - MVZ* 誤差:並進速度の誤差
- *DMV2*:並進運動エネルギーの誤差
- *DMV/RX - MVRX* 誤差:回転速度の誤差

- *DMVRY - MVRY* 誤差：回転速度の誤差
- *DMVRZ - MVRZ* 誤差：回転速度の誤差
- *DMVR2*：回転運動エネルギーの誤差
- *EFW*：成分断面の外部仕事量。（別の断面、剛壁の摩擦、強制速度等による）他の外部仕事量がない場合は、全体の外部仕事量と等しくなります。また、慣性仕事が異なることを除き、*WORK*と等しくなります。

  EFW = WORK - KIN ENERGY
- *FNX*：全体軸の*X*方向の垂直力
- *FNY*：全体軸の*Y*方向の垂直力
- *FNZ*：全体軸の*Z*方向の垂直力
- *FTX*：全体軸の*X*方向の接線力
- *FTY*：全体軸の*Y*方向の接線力
- *FTZ*：全体軸の*Z*方向の接線力
- *MX*：全体軸の*X*方向のモーメント
- *MY*：全体軸の*Y*方向のモーメント
- *MZ*：全体軸の*Z*方向のモーメント
- *F1*：局所軸の方向1の力
- *F2*：局所軸の方向2の力
- *F3*：局所軸の方向3の力
- *M1*：局所軸の方向1のモーメント
- *M2*：局所軸の方向2のモーメント
- *M3*：局所軸の方向3のモーメント
- *CX*：全体軸のX方向の断面の中心座標
- *CY*：全体軸のY方向の断面の中心座標
- *CZ*：全体軸のZ方向の断面の中心座標

コメント

1. 使用可能な名前は上の2つの表に示されています。

   最初の表には*TH*変数が示されています。*TH*変数が要求されると、この変数が書き込まれます。

   2番目の表にはその他の変数グループが示されています。変数グループが要求されると、関連するすべての*TH*変数がただちに書き込まれます。
2. フルモデルでI_{SAVE} =2が使用され、カットモデルでI_{SAVE} =101が使用される場合、断面力 / モーメントのエラー出力は、サブモデルのモデル化に対してのみ機能します。

/TH/SH3N

ブロックフォーマットのキーワード
3節点シェル要素の時刻歴出力を記述します。出力パラメータは、さまざまな座標系で表された応力およびひずみテンソルの成分、塑性ひずみ、ひずみ速度、内部エネルギー、要素の板厚、要素削除フラグなどです。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/TH/SH3N/*thgroup_ID*									
thgroup_name									
var_ID$_1$	*var_ID*$_2$	*var_ID*$_3$	*var_ID*$_4$	*var_ID*$_5$	*var_ID*$_6$	*var_ID*$_7$	*var_ID*$_8$	*var_ID*$_9$	*var_ID*$_{10}$
elem_ID	*skew_ID*	*elem_name*							

定義

フィールド	内容	SI単位の例
thgroup_ID	*TH*グループの識別子 （整数、最大10桁）	
thgroup_name	*TH*グループ名 （文字、最大100文字）	
var_ID$_1$, ...$_n$	*TH*用に保存される変数。TH出力キーワードと変数 （文字、最大8文字）	
elem_ID	要素識別子 （整数）	
skew_ID	応力出力のスキュー座標系識別子。 デフォルトは要素座標系（整数）	
elem_name	時刻歴に表示する要素の名前 （整数、最大80文字）	

TH出力キーワードと変数

キーワード	保存される オブジェクト	変数
SH3N	3節点シェル	*F1, F2, F12, Q1, Q2, M1, M2, M12, IEM, IEB, OFF, THIC, EMIN, EMAX, EPSD, E1, E2, E12, SH1, SH2, K1, K2, K12, USRi (i=1,60)* *USRII_JJ (II=1,60; JJ=1,99), USRII_JKK (II=1,60; J=1,4; KK=1,99)* *SX_JJ, SY_JJ, SXY_JJ, SYZ_JJ, SZX_JJ (JJ=1,99)*

可能な変数 **-** パート **2**

キーワード	変数グループ	保存される**TH**変数
SH3N	*DEF*	*F1, F2, F12, M1, M2, M12, IEM, IEB, OFF, EMIN, EMAX*
	STRESS	*F1, F2, F12, Q1, Q2, M1, M2, M12*
	STRAIN	*E1, E2, E12, SH1, SH2, K1, K2, K12*
	PLAS	*EMIN, EMAX*
	FAILURE	*NFAIL, PFAIL, FAIL_D1, FAIL_D2, FAIL_EN*
	WPLA01_10	*WPLAY01, ..., WPLAY10*
	WPLA11_20	*WPLAY11, ..., WPLAY20*
	WPLA21_30	*WPLAY21, ..., WPLAY30*
	WPLA31_40	*WPLAY31, ..., WPLAY40*
	WPLA41_50	*WPLAY41, ..., WPLAY50*
	WPLA51_60	*WPLAY51, ..., WPLAY60*
	WPLA61_70	*WPLAY61, ..., WPLAY70*
	WPLA71_80	*WPLAY71, ..., WPLAY80*
	WPLA81_90	*WPLAY81, ..., WPLAY90*
	WPLA91_99	*WPLAY91, ..., WPLAY99*

3節点シェルの出力

シェルの**3**節点の出力	可能な材料則
OFF: 非アクティブ化用要素フラグ 7	/ PLAS_PREDEF、1、2、3、4、5、6、10、11、15、16、18、19、20、21、22
F1: 方向1の応力	/ PLAS_PREDEF、0、1、2、3、19、22、25、27、28、29、32、36、37 38、40、42、43、44、46、48、52、66、72、76、78、80、82、87、104、

シェルの3節点の出力	可能な材料則
F2: 方向2の応力	/ PLAS_PREDEF、0、1、2、3、19、22、25、27、28、29、32、36、37 38、40、42、43、44、46、48、52、66、72、76、78、80、82、87、104、
F12: 方向12におけるせん断応力	/ PLAS_PREDEF、0、1、2、3、19、22、25、27、28、29、32、36、37 38、40、42、43、44、46、48、52、66、72、76、78、80、82、87、104、
Q1: 方向13におけるせん断応力	/ PLAS_PREDEF、0、1、2、3、19、22、25、27、28、29、32、36、37 38、40、42、43、44、46、48、52、66、72、76、78、80、82、87、104、
Q2: 方向23におけるせん断応力	/ PLAS_PREDEF、0、1、2、3、19、22、25、27、28、29、32、36、37 38、40、42、43、44、46、48、52、66、72、76、78、80、82、87、104、
M1: 方向1における単位厚み平方あたりの単位長さあたりのモーメント	/ PLAS_PREDEF、0、1、2、3、19、22、25、27、28、29、32、36、37 38、40、42、43、44、46、48、66、72、76、78、80、82、87、104、110
M2: 方向2における単位厚み平方あたりの単位長さあたりのモーメント	/ PLAS_PREDEF、0、1、2、3、19、22、25、27、28、29、32、36、37 38、40、42、43、44、46、48、66、72、76、78、80、82、87、104、110
M12: 方向12における単位厚み平方あたりの単位長さあたりのモーメント	/ PLAS_PREDEF、0、1、2、3、19、22、25、27、28、29、32、36、37 38、40、42、43、44、46、48、66、72、76、78、80、82、87、104、110
IEM: 全体膜エネルギー	/ PLAS_PREDEF、0、1、2、3、19、22、25、27、28、29、32、36、37 38、40、42、43、44、46、48、66、72、76、78、80、82、87、104、110
IEB: 全体曲げエネルギー	/ PLAS_PREDEF、0、1、2、3、19、22、25、27、28、29、32、36、37 38、40、42、43、44、46、48、66、72、76、78、80、82、87、104、110
THIC: 板厚	/ PLAS_PREDEF、0、1、2、3、19、22、25、27、28、29、32、36、37、82 87、92、38、40、42、43、44、46、48、66、72、76、78、80、82、87、1
EMIN: 積分点における最小相当塑性ひずみ	/ PLAS_PREDEF、0、1、2、3、19、22、25、27、28、29、32、36、37、38、
EMAX: 積分点における最大相当塑性ひずみ	/ PLAS_PREDEF、0、1、2、3、19、22、25、27、28、29、32、36、37 38、40、42、43、44、46、48、66、72、76、78、80、82、87、104、110
EPSD: 相当塑性ひずみ速度	2、15、25、27、36、44、48、76、104、110、112

シェルの3節点の出力	可能な材料則
E1: 方向1の膜ひずみ	/ PLAS_PREDEF、0、1、2、3、19、22、25、27、28、29、32、36、37、38、
E2: 方向2の膜ひずみ	/ PLAS_PREDEF、0、1、2、3、19、22、25、27、28、29、32、36、37 38、40、42、43、44、46、48、66、72、76、78、80、82、87、104、110
E12: 方向12の膜ひずみ	/ PLAS_PREDEF、0、1、2、3、19、22、25、27、28、29、32、36、37 38、40、42、43、44、46、48、66、72、76、78、80、82、87、104、110
SH1: 方向1におけるせん断ひずみ	/ PLAS_PREDEF、0、1、2、3、19、22、25、27、28、29、32、36、37 38、40、42、43、44、46、48、66、72、76、78、80、82、87、104、110
SH2: 方向2におけるせん断ひずみ	/ PLAS_PREDEF、0、1、2、3、19、22、25、27、28、29、32、36、37 38、40、42、43、44、46、48、66、72、76、78、80、82、87、104、110
K1: 方向1の曲率	/ PLAS_PREDEF、0、1、2、3、19、22、25、27、28、29、32、36、37、38、
K2: 方向2の曲率	/ PLAS_PREDEF、0、1、2、3、19、22、25、27、28、29、32、36、37 38、40、42、43、44、46、48、66、72、76、78、80、82、87、104、110
K12: 方向12の曲率	/ PLAS_PREDEF、0、1、2、3、19、22、25、27、28、29、32、36、37 38、40、42、43、44、46、48、66、72、76、78、80、82、87、104、110
USR1 ..., USR5	29、30、31、52、87、104、110、112
USR1 ..., USR5, ..., USR60	29, 30, 31, 104, 110 112
USRII_JJ, USII_JKK	29, 30, 31, 32, 36, 37, 38, 40, 42, 43, 44, 46, 48, 66, 72, 76, 80, 82, 87, 104, 110, 112
SX_JJ, SY_JJ, SXY_JJ, SYZ_JJ, SZX_JJ (*JJ*=1,99)	0, 2, 3, 19, 22, 25, 27, 28, 29, 32, 36, 37, 38, 40, 42, 43, 44, 46, 48, 52, 66, 72, 76, 78, 80, 82, 87, 104, 110, 112
NFAIL	25
PFAIL	25
FAIL_D1	25
FAIL_D2	25
FAIL_EN	25

シェルの3節点の出力	可能な材料則
WPLAYJJ (*JJ*=1,99)	25

コメント

1. 使用可能な名前は上の2つの表に示されています。

   最初の表には*TH*変数が示されています。*TH*変数が要求されると、この変数が書き込まれます。

   2番目の表にはその他の変数グループが示されています。変数グループが要求されると、関連するすべての*TH*変数がただちに書き込まれます。
2. EPSD（相当ひずみ速度）の値は、材料則でひずみ速度フィルタリングが要求された場合にのみ計算されます。これは材料則2、15、25、27、36、44、および48で使用できます。
3. せん断ひずみは$\gamma_{ij} = \varepsilon_{ij} + \varepsilon_{ji} = 2\varepsilon_{ij}$です。
4. /MAT/LAW25 (COMPSH)の場合、出力EMINおよびEMAXはそれぞれ最小塑性仕事および最大塑性仕事に相当します。
5. EPSDの値は、材料則でひずみ速度フィルタリングが要求された場合にのみ計算されます。
6. サブセットまたはパートの出力（/TH/SH3Nまたは/TH/SHELのみ）：

   *NFAIL*は破断した層の総数

   *PFAIL*は破断した層のパーセンテージ

   *FAIL_D1*は方向1において破断レベルに到達した層の数

   *FAIL_D2*は方向2において破断レベルに到達した層の数

   *FAIL_EN*は塑性仕事において破断レベルに到達した層の数

   *WPLAYJJ*は層JJの塑性仕事

   HE：粘性エネルギーを持つ全体的なアワグラスエネルギー。*QBAT*および*QEPH*シェルの定式化（I_{shell} =12、24）を使用する場合に、数値の安定化のために追加されます（/PROP/TYPE1（SHELL）をご参照ください。）
7. OFF：
   - 0.0：削除された要素
   - 1.0：アクティブな要素
   - 2.0（シェル / ソリッド）：小ひずみを用いてアクティブな要素
   - 負の値-1/-2は要素が剛体中で待機中の場合

   要素削除前の数サイクル中に複数の中間値が見つかることがあります（数サイクル中にオフになる漸減は、倍数因子として応力に適用されます。この結果、応力は徐々に消滅し、10サイクル以内に要素が削除されます）。このプロセスは、すべてではなく一部の要素タイプにのみ適用されます。
8. スキューシステムを使用して、一般化（板厚を通して平均化）された応力テンソル成分およびモーメント、*F1, F2, F12, Q1, Q2, M1, M2*、および*M12*を出力する座標系を決定します。デフォルトでは、スキューシステムは要素座標系と一致しています。スキューシステムが指定されると、そのシステムのX軸が要素平面に投影され、局所座標系の方向1が得られます。方向2は、最初の軸を90度回転することによって得られます。要素座標系の方向1とX方向間の角度は固定され、シミュレーション中に変化することはありません。成分*F1, F2, F12, Q1, Q2, M1, M2*および*M12*は、この局所座標系に投影されます。

9. *SX_JJ, SY_JJ, SXY_JJ, SYZ_JJ, and SZX_JJ* (*JJ*=1,99)は、要素の板厚を通した層ごとの局所スキューで表された応力マトリックスの成分です。

   任意の等方性材料則および材料則19、27、32の場合、局所スキューは要素座標系です。15、25、および28より大きいすべての直交異方性材料則の場合、局所スキューは直交異方性材料の座標系です。`LAW1`のみに、グローバル積分または膜定式化が用意されています(`/PROP/SHELL`の*NP*=1)。したがって、成分(*F1*、*F2*、*F12*、...)の全体応力のみが使用可能です。

10. ひずみ出力には、シェルプロパティにI_{strain}*STRAIN*=1を設定する必要があります。

See Also
Materials/Failure (FAQ)

/TH/SHEL

ブロックフォーマットのキーワード
4節点シェル要素の時刻歴出力を記述します。出力パラメータは、さまざまな座標系で表された応力およびひずみテンソルの成分、塑性ひずみ、ひずみ速度、内部エネルギー、要素の板厚、要素削除フラグなどです。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/TH/SHEL/*thgroup_ID*									
thgroup_name									
var_ID_1	var_ID_2	var_ID_3	var_ID_4	var_ID_5	var_ID_6	var_ID_7	var_ID_8	var_ID_9	var_ID_{10}
elem_ID	*skew_ID*	*elem_name*							

定義

フィールド	内容	SI単位の例
thgroup_ID	*TH*グループの識別子 （整数、最大10桁）	
thgroup_name	*TH*グループ名 （文字、最大100文字）	
var_ID_1, …n	*TH*用に保存される変数。TH出力キーワードと変数 （文字、最大8文字）	
elem_ID	要素識別子 （整数）	
skew_ID	応力出力のスキュー座標系識別子。 デフォルトの要素座標系（整数）	
elem_name	時刻歴に表示する要素の名前 （整数、最大80文字）	

TH出力キーワードと変数

キーワード	保存される オブジェクト	変数
SHEL	4節点シェル	*F1, F2, F12, Q1, Q2, M1, M2, M12* *IEM, IEB, OFF, THIC, EMIN, EMAX, EPSD, E1, E2, E12, SH1, SH2, K1, K2, K12, USRi (i=1,60), MF1, MF2, MF12, MQ1, MQ2* *USRII_JJ*(II=1、60；JJ=1、99)、*USRII_JKK*(II=1、60；J=1、4；KK=1、99) *SX_JJ, SY_JJ, SXY_JJ, SYZ_JJ, SZX_JJ* (JJ=1,99)

可能な変数 **-** パート **2**

キーワード	変数グループ	保存される**TH**変数
SHEL	*DEF*	*F1, F2, F12, M1, M2, M12, IEM, IEB, OFF, EMIN, EMAX*
	STRESS	*F1, F2, F12, Q1, Q2, M1, M2, M12*
	STRAIN	*E1, E2, E12, SH1, SH2, K1, K2, K12*
	PLAS	*EMIN, EMAX*
	FAILURE	*NFAIL, PFAIL, FAIL_D1, FAIL_D2, FAIL_EN*
	WPLAY01_10	*WPLAY01, ..., WPLAY10*
	WPLAY11_20	*WPLAY11, ..., WPLAY20*
	WPLAY21_30	*WPLAY21, ..., WPLAY30*
	WPLAY31_40	*WPLAY31, .., WPLAY40*
	WPLAY41_50	*WPLAY41, .., WPLAY50*
	WPLAY51_60	*WPLAY51, ..., WPLAY60*
	WPLAY61_70	*WPLAY61, ..., WPLAY70*
	WPLAY71_80	*WPLAY71, ..., WPLAY80*
	WPLAY81_90	*WPLAY81, ..., WPLAY90*
	WPLAY91_99	*WPLAY91, ..., WPLAY99*

4節点シェルの出力

シェルの**4**節点の出力	可能な材料則
OFF: 非アクティブ化用要素フラグ 7	/ PLAS_PREDEF、1、2、3、4、5、6、10、11、15、16、18、19、20、21、22

シェルの4節点の出力	可能な材料則
F1: 方向1の応力 8	/ PLAS_PREDEF、0、1、2、3、19、22、25、27、28、29、32、36、37 38、40、42、43、44、46、48、52、66、72、76、78、80、82、87、104、
F2: 方向2におけるせん断応力	/ PLAS_PREDEF、0、1、2、3、19、22、25、27、28、29、32、36、37 38、40、42、43、44、46、48、52、66、72、76、78、80、82、87、104、
F12: 方向12におけるせん断応力	/ PLAS_PREDEF、0、1、2、3、19、22、25、27、28、29、32、36、37 38、40、42、43、44、46、48、52、66、72、76、78、80、82、87、104、
Q1: 方向13におけるせん断応力	/ PLAS_PREDEF、0、1、2、3、19、22、25、27、28、29、32、36、37 38、40、42、43、44、46、48、52、66、72、76、78、80、82、87、104、
Q2: 方向23におけるせん断応力	/ PLAS_PREDEF、0、1、2、3、19、22、25、27、28、29、32、36、37 38、40、42、43、44、46、48、52、66、72、76、78、80、82、87、104、
M1: 方向1における単位厚み平方あたりの単位長さあたりのモーメント	/ PLAS_PREDEF、0、1、2、3、19、22、25、27、28、29、32、36、37 38、40、42、43、44、46、48、66、72、76、78、80、82、87、104、110
M2: 方向2における単位厚み平方あたりの単位長さあたりのモーメント	/ PLAS_PREDEF、0、1、2、3、19、22、25、27、28、29、32、36、37 38、40、42、43、44、46、48、66、72、76、78、80、82、87、104、110
M12: 方向12における単位厚み平方あたりの単位長さあたりのモーメント	/ PLAS_PREDEF、0、1、2、3、19、22、25、27、28、29、32、36、37 38、40、42、43、44、46、48、66、72、76、78、80、82、87、104、110
IEM: 初期要素体積あたりの固有内部エネルギー	/ PLAS_PREDEF、0、1、2、3、19、22、25、27、28、29、32、36、37 38、40、42、43、44、46、48、66、72、76、78、80、82、87、104、110
IEB: 初期要素体積あたりの固有内部エネルギー	/ PLAS_PREDEF、0、1、2、3、19、22、25、27、28、29、32、36、37 38、40、42、43、44、46、48、66、72、76、78、80、82、87、104、110
THIC: 板厚	/ PLAS_PREDEF、0、1、2、3、19、22、25、27、28、29、32、36、37 38、40、42、43、44、46、48、66、72、76、78、80、82、87、104、110
EMIN: 積分点における最小相当塑性ひずみ	/ PLAS_PREDEF、0、1、2、3、19、22、25、27、28、29、32、36、37、38、
EMAX: 積分点における最大相当塑性ひずみ	/ PLAS_PREDEF、0、1、2、3、19、22、25、27、28、29、32、36、37、38、

シェルの4節点の出力	可能な材料則
EPSD: 相当塑性ひずみ速度	2、15、25、27、36、44、48、76、104、110、112
E1: 方向1の膜ひずみ	/ PLAS_PREDEF、0、1、2、3、19、22、25、27、28、29、32、36、37、38、
E2: 方向2の膜ひずみ	/ PLAS_PREDEF、0、1、2、3、19、22、25、27、28、29、32、36、37 38、40、42、43、44、46、48、66、72、76、78、80、82、87、104、110
E12: 方向12の膜ひずみ	/ PLAS_PREDEF、0、1、2、3、19、22、25、27、28、29、32、36、37 38、40、42、43、44、46、48、66、72、76、78、80、82、87、104、110
SH1: 方向1におけるせん断ひずみ	/ PLAS_PREDEF、0、1、2、3、19、22、25、27、28、29、32、36、37 38、40、42、43、44、46、48、66、72、76、78、80、82、87、104、110
SH2: 方向2におけるせん断ひずみ	/ PLAS_PREDEF、0、1、2、3、19、22、25、27、28、29、32、36、37 38、40、42、43、44、46、48、66、72、76、78、80、82、87、104、110
K1: 方向1の曲率	/ PLAS_PREDEF、0、1、2、3、19、22、25、27、28、29、32、36、37、38、
K2: 方向2の曲率	/ PLAS_PREDEF、0、1、2、3、19、22、25、27、28、29、32、36、37 38、40、42、43、44、46、48、66、72、76、78、80、82、87、104、110
K12: 方向12の曲率	/ PLAS_PREDEF、0、1、2、3、19、22、25、27、28、29、32、36、37 38、40、42、43、44、46、48、66、72、76、78、80、82、87、104、110
USR1 ..., USR5	29、30、31、52、87、104、110、112
USR1 ..., USR5, ..., USR60	29, 30, 31, 104, 110 112
USRII_JJ, USII_JKK	29, 30, 31, 32, 36, 37, 38, 40, 42, 43, 44, 46, 48, 66, 72, 76, 104, 110, 112
SX_JJ, SY_JJ, SXY_JJ, SYZ_JJ, SZX_JJ (*JJ*=1,99)	/ PLAS_PREDEF、0、2、3、19、22、25、27、28、29、32、36、37、38 40、42、43、44、46、48、52、66、72、76、78、80、82、87、104、110
NFAIL	25
PFAIL	25
FAIL_D1	25
FAIL_D2	25

シェルの4節点の出力	可能な材料則
FAIL_EN	25
WPLAYJJ (*JJ*=1,99)	25

コメント

1. 使用可能な名前は上の2つの表に示されています。
2. EPSD(相当ひずみ速度)の値は、材料則でひずみ速度フィルタリングが要求された場合にのみ計算されます。これは材料則/PLAS_PREDEF、2、15、25、27、36、44、および48で使用できます。
3. せん断ひずみは$\gamma_{ij} = \varepsilon_{ij} + \varepsilon_{ji} = 2\varepsilon_{ij}$です。
4. /MAT/LAW25 (COMPSH)の場合、出力EMINおよびEMAXはそれぞれ最小塑性仕事および最大塑性仕事に相当します。
5. EPSDの値は、材料則でひずみ速度フィルタリングが要求された場合にのみ計算されます。
6. 材料則25の場合:

NFAIL	破断層の総数
PFAIL	破断層のパーセンテージ
FAIL_D1	方向1において破断レベルに到達した層の数
FAIL_D2	方向2において破断レベルに到達した層の数
FAIL_EN	塑性仕事において破断レベルに到達した層の数
WPLAYJJ	層JJの塑性仕事

7. OFF:

   0.0: 削除された要素

   1.0: アクティブな要素

   2.0(シェル / ソリッド): 小ひずみを用いてアクティブな要素

   負の値-1/-2は要素が剛体中で待機中の場合

   要素削除前の数サイクル中に複数の中間値が見つかることがあります(数サイクル中にオフになる漸減は、倍数因子として応力に適用されます。この結果、応力は徐々に消滅し、10サイクル以内に要素が削除されます)。このプロセスは、すべてではなく一部の要素タイプにのみ適用されます。
8. スキューシステムを使用して、一般化(板厚を通して平均化)された応力テンソル成分およびモーメント、*F1, F2, F12, Q1, Q2, M1, M2*、および*M12*を出力する座標系を決定します。デフォルトでは、スキューシステムは要素座標系と一致しています。スキューシステムが指定されると、そのシステムのX軸が要素平面に投影され、局所座標系の方向1が得られます。方向2は、最初の軸を90度回転することによって得られます。要素座標系の方向1とX方向間の角度は固定され、シミュレーション中に変化することはありません。成分*F1, F2, F12, Q1, Q2, M1, M2*および*M12*は、この局所座標系に投影されます。
9. *SX_JJ, SY_JJ, SXY_JJ, SYZ_JJ, SZX_JJ* (*JJ*=1、99)は、要素の板厚を通した層ごとの局所スキューで表された応力マトリックスの応力成分です。

任意の等方性材料則および材料則19、27、32の場合、局所スキューは要素座標系です。15、25、および28より大きいすべての直交異方性材料則の場合、局所スキューは直交異方性材料の座標系です。`LAW1`のみに、グローバル積分または膜定式化が用意されています(`/PROP/SHELL`の*NP*=1)。したがって、成分(*F1, F2, F12, M1, M2*と*M12*)の全体応力テンソルのみが使用可能です。

10. ひずみ出力には、シェルプロパティにI_{strain}*STRAIN*=1を設定する必要があります。

See Also
Materials/Failure (FAQ)

/TH/SLIPRING

ブロックフォーマットのキーワード
スリップリングの時刻歴を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/TH/SLIPRING/*thgroup_ID*									
thgroup_name									
var_ID_1	var_ID_2	var_ID_3	var_ID_4	var_ID_5	var_ID_6	var_ID_7	var_ID_8	var_ID_9	var_ID_{10}
Obj_ID_1	Obj_ID_2	Obj_ID_3	Obj_ID_4	Obj_ID_5	Obj_ID_6	Obj_ID_7	Obj_ID_8	Obj_ID_9	Obj_ID_{10}

定義

フィールド	内容	SI単位の例
thgroup_ID	*TH*グループの識別子 （整数、最大10桁）	
thgroup_name	*TH*グループの名前 （文字、最大100文字）	
var_ID_1、...*n*	*TH*向けに保存される変数。TH出力キーワードと変数をご参照ください。 （文字、最大8文字）	
Obj_ID_1、...*n*	保存するオブジェクトの識別子 （整数）	

TH出力キーワードと変数

キーワード	保存される オブジェクト	変数
SLIPRING	スリップリング	*RINGSLIP, FN, F1, F2, THETA, GAMMA*

可能な変数 - パート 2

キーワード	変数グループ	保存されるTH変数
SLIPRING	*DEF*	*RINGSLIP, FN, F1, F2, THETA, GAMMA*

スリップリングの出力

- *RINGSLIP*: スリップリングを通過する材料の合計量
- *FN*: スリップリング上の垂直抗力
- *F1*: スリップリングのストランド1の軸引張
- *F2*: スリップリングのストランド2内の軸引張
- *THETA*: スリップリングのストランド間の角度
- *GAMMA*: シートベルトの配向角度

コメント

1. Ringslipは、材料がelem1からelem2に向かって動く場合は正、逆方向の場合は負です。

See Also
2022の新しいキーワード

/TH/SPH_FLOW

ブロックフォーマットのキーワード
SPH流入 / 流出条件およびコントロールセクションを記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/TH/SPH_FLOW/*thgroup_ID*									
thgroup_name									
var_ID_1	var_ID_2	var_ID_3	var_ID_4	var_ID_5	var_ID_6	var_ID_7	var_ID_8	var_ID_9	var_ID_{10}
obj_ID_1	obj_ID_2	obj_ID_3	obj_ID_4	obj_ID_5	obj_ID_6	obj_ID_7	obj_ID_8	obj_ID_9	obj_ID_{10}

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
thgroup_ID	時刻歴グループの識別子 （整数、最大10桁）	
thgroup_name	時刻歴グループの名前 （文字、最大100文字）	
var_ID_1, ..*n*	*TH*向けに保存される変数（下の表をご参照ください） （文字、最大8文字）	
obj_ID_1, ..*n*	保存するオブジェクトの識別子 （整数）	

TH出力キーワードと変数

キーワード	保存される オブジェクト	変数
SPH_FLOW	*SPH* 流れゲージ	*FLOW*

可能な変数 - パート 2

キーワード	変数グループ	保存される**TH**変数
SPH_FLOW	*DEF*	*FLOW*

コメント

1. 変数名は左詰めで記述する必要があります。
2. 使用可能な名前は上の2つの表に示されています。

   最初の表には*TH*変数が示されています。*TH*変数が要求されると、この変数が書き込まれます。

   2番目の表にはその他の変数が示されています。変数グループが要求されると、関連するすべての*TH*変数がただちに書き込まれます。
3. *SPH_FLOW*はタイプ2、3、または4の`/SPH/INOUT`と一緒にのみ使用できます。
4. 流れはButterworthフィルターを使用してフィルタリングできます。詳細については、`/SPH/INOUT`をご参照ください。
5. 粒子がサーフェスを正の方向（サーフェスの法線の方向にしたがって）に通過する場合、粒子の流れへの寄与は正と見なされ、層でない場合は負と見なされます。

/TH/SPHCEL

ブロックフォーマットのキーワード
時刻歴に出力するSPHセルを記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/TH/SPHCEL/*th_group_ID*									
th_group_title									
var_ID$_1$	*var_ID*$_2$	*var_ID*$_3$	*var_ID*$_4$	*var_ID*$_5$	*var_ID*$_6$	*var_ID*$_7$	*var_ID*$_8$	*var_ID*$_9$	*var_ID*$_{10}$

1行につき粒子1つを記述します。任意の数の粒子を入力できます。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
sphcel_ID		*sphcel_name*							

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
th_group_ID	時刻歴グループの識別子 （整数、最大10桁）	
th_group_title	時刻歴グループのタイトル （文字、最大100文字）	
var_ID$_1$, ..*n*	*TH*向けに保存される変数（下の表をご参照ください） （文字、最大8文字）	
sphcel_ID	粒子の識別子 （整数）	
sphcel_name	時刻歴に表示される粒子の名前 （文字、最大100文字） （整数）	

コメント

1. 変数名は左詰めで記述する必要があります。

2. 使用可能な名前は上の2つの表に示されています。

   最初の表には*TH*変数が示されています。*TH*変数が要求されると、この変数が書き込まれます。

   2番目の表にはその他の変数が示されています。変数グループが要求されると、関連するすべての*TH*変数がただちに書き込まれます。

3. 変数名が*ALL*の場合は、このオブジェクトに対してすべての*TH*変数が保存されます。

   変数

   *OFF, SX, SY, SZ, SXY, SYZ, SXZ, IE, DENS, WFVIS, VOL, PLAS, TEMP, PLSR, VPLA*および*DIAMETER*

変数	保存される**TH**変数
DEF	*OFF, SX, SY, SZ, SXY, SYZ, SXZ, IE, DENS, PLAS, TEMP*

4. オプション/TH/BRICにも同じ変数を使用できます。ただし、変数*QVIS*は使用できません。また、変数*WFVIS*（人工粘性力の仕事量）と*DIAMETER*（粒子の直径）が追加されます。
5. 以下の変数はすべての材料則で使用できます：

変数	内容
OFF	要素フラグ
SX, SY, SZ, SXY, SYZ, SXZ	全体座標系の応力
IE	初期体積あたりの固有内部エネルギー
DENS	密度
VOL	粒子の初期体積
WFVIS	人工粘性力の仕事量
DIAMETER	粒子の直径（スムージング長）

6. 以下の変数は、ここに示されている材料則でのみ使用できます：

変数	内容	材料則の番号
TEMP	温度	4、6、11、33、38
PLAS	相当塑性ひずみ	2、3、4、22、23、33、38
PLSR	塑性ひずみ速度	4、33、38
VPLA	相当体積塑性ひずみ	10

/TH/SPRING

ブロックフォーマットのキーワード
スプリングの時刻歴を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/TH/SPRING/*thgroup_ID*									
thgroup_name									
var_ID$_1$	*var_ID*$_2$	*var_ID*$_3$	*var_ID*$_4$	*var_ID*$_5$	*var_ID*$_6$	*var_ID*$_7$	*var_ID*$_8$	*var_ID*$_9$	*var_ID*$_{10}$
elem_ID		*elem_name*							

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
thgroup_ID	*TH*グループの識別子 （整数、最大10桁）	
thgroup_name	*TH*グループ名 （文字、最大100文字）	
var_ID$_1$, ...*n*	*TH*向けに保存される変数（下の表をご参照ください） （文字、最大8文字）	
elem_ID	要素識別子 （整数）	
elem_name	時刻歴に表示する要素の名前 （整数、最大80文字）	

TH出力キーワードと変数

キーワード	保存される オブジェクト	変数
SPRING	スプリング	*OFF, FX, FY, FZ, MX, MY, MZ, LX, LY, LZ, RX, RY, RZ, IE, F1, F2*

可能な変数 - パート **2**

キーワード	変数グループ	保存される**TH**変数
SPRING	*DEF*	*OFF, FX, FY, FZ, MX, MY, MZ, LX, LY, LZ, RX, RY, RZ, IE*

スプリングの出力

- *OFF*: 非アクティブ化用要素フラグ 4
- *FX*: *X*方向の力
- *FY*: *Y*方向の力
- *FZ*: *Z*方向の力
- *F1*および*F2*(/PROP/TYPE12 (SPR_PUL)でのみ使用): 各スプリング荷重の内力
- *MX*: *X*方向のモーメント
- *MY*: *Y*方向のモーメント
- *MZ*: *Z*方向のモーメント
- *LX*: *X*方向の伸び 5
- *LY*: *Y*方向の伸び 5
- *LZ*: *Z*方向の伸び 5
- *RX*: *X*軸周りの回転(単位はラジアン)
- *RY*: *Y*軸周りの回転(単位はラジアン)
- *RZ*: *Z*軸周りの回転(単位はラジアン)
- *IE*: 内部エネルギー

コメント

1. 使用可能な名前は上の2つの表に示されています。

   最初の表には*TH*変数が示されています。*TH*変数が要求されると、この変数が書き込まれます。

   2番目の表にはその他の変数グループが示されています。変数グループが要求されると、関連するすべての*TH*変数がただちに書き込まれます。
2. /PROP/TYPE8 (SPR_GENE)、/PROP/TYPE28 (NSTRAND)および/MAT/LAW108 (SPR_GENE)以外のすべてのスプリングプロパティの場合、力とモーメントは局所要素座標系で指定します。要素座標系はスプリング節点を使用して定義、または局所スキューはプロパティで定義します。
3. スプリング/PROP/TYPE8 (SPR_GENE)または/MAT/LAW108 (SPR_GENE)の場合、力とモーメントは全体座標系で指定します。ただし、局所スキューがプロパティで定義されている場合は除きます。この場合、力とモーメントは定義されている局所座標系で指定します。
4. OFF:
   - 0.0: 削除された要素
   - 1.0: アクティブな要素
   - 2.0(シェル / ソリッド): 小ひずみを用いてアクティブな要素
   - 負の値-1/-2は要素が剛体中で待機中の場合

要素削除前の数サイクル中に複数の中間値が見つかることがあります（数サイクル中にオフになる漸減は、倍数因子として応力に適用されます。この結果、応力は徐々に消滅し、10サイクル以内に要素が削除されます）。このプロセスは、すべてではなく一部の要素タイプにのみ適用されます。

5. スプリングタイプ29、30、31、32、35、36、44、45、46の場合、出力はスプリングの伸長速度です。

See Also

Stiffness Formulation, Springs (User Guide)
Spring Hardening (User Guide)
Spring Coordinate System (User Guide)

/TH/SUBS

ブロックフォーマットのキーワード
サブセットの時刻歴を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/TH/SUBS/*thgroup_ID*									
thgroup_name									
var_ID_1	var_ID_2	var_ID_3	var_ID_4	var_ID_5	var_ID_6	var_ID_7	var_ID_8	var_ID_9	var_ID_{10}
Obj_ID_1	Obj_ID_2	Obj_ID_3	Obj_ID_4	Obj_ID_5	Obj_ID_6	Obj_ID_7	Obj_ID_8	Obj_ID_9	Obj_ID_{10}

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
thgroup_ID	*TH*グループの識別子 （整数、最大10桁）	
thgroup_name	*TH*グループ名 （文字、最大100文字）	
var_ID_1, ...*n*	*TH*向けに保存される変数（下の表をご参照ください） （文字、最大8文字）	
Obj_ID_1, ...*n*	保存するオブジェクトの識別子 （整数）	

TH出力キーワードと変数

キーワード	保存される オブジェクト	変数
SUBS	サブセット	*IE, KE, XMOM, YMOM, ZMOM, MASS, HE* *TURBKE, XCG, YCG, ZCG, XXMOM, YYMOM, ZZMOM* *IXX, IYY, IZZ, IXY, IYZ, IZX, RIE, KERB, RKERB, RKE*

可能な変数 **-** パート **2**

キーワード	変数グループ	保存される**TH**変数
SUBS	*DEF*	*IE, KE, XMOM, YMOM, ZMOM, MASS, HE*

全体スキューシステムでのサブセットの出力

- *IE*: 内部エネルギー
- *KE*: 運動エネルギー
- *XMOM*: 全体参照フレームの*X* 方向の並進運動量
- *YMOM*: 全体参照フレームの*Y* 方向の並進運動量
- *ZMOM*: 全体参照フレームの*Z* 方向の並進運動量
- *MASS*: パートの質量
- *HE*: アワグラスエネルギー
- *TURBKE*: 乱流運動エネルギー(流体アプリケーションの場合のみ)
- *XCG*: 重心の座標
- *YCG*: 重心の座標
- *ZCG*: 重心の座標
- *XXMOM*: 全体参照フレームの*X*方向の回転運動量
- *YYMOM*: 全体参照フレームの*Y*方向の回転運動量
- *ZZMOM*: 全体参照フレームの*Z*方向の回転運動量
- *IXX*: 慣性マトリックス
- *IYY*: 慣性マトリックス
- *IZZ*: 慣性マトリックス
- *IXY*: 慣性マトリックス
- *IYZ*: 慣性マトリックス
- *IZX*: 慣性マトリックス
- *RIE*: せん断内部エネルギー
- *KERB*: 剛体の並進運動エネルギー
- *RKERB*: 剛体の回転運動エネルギー
- *RKE*: 回転運動エネルギー

コメント

1. パート(各サブセット)を複数の時刻歴グループに含めることはできません。この場合、時刻歴に出力される唯一の変数は、パート(各サブセット)を参照している最後のオプションで宣言されている変数です。
2. 使用可能な名前は上の2つの表に示されています。

   最初の表にはTH変数が示されています。TH変数が要求されると、この変数が書き込まれます。

   2番目の表にはその他の変数グループが示されています。変数グループが要求されると、関連するすべてのTH変数がただちに書き込まれます。
3. 2次元軸対称計算では、エネルギーはラジアン単位で定義されます。

4. サブセットまたはパートの出力（/TH/SH3Nまたは/TH/SHELのみ）：

   HE：粘性エネルギーを持つ全体的なアワグラスエネルギー。*QBAT*および*QEPH*シェルの定式化（I_{shell} =12、24）を使用する場合に、数値の安定化のために追加されます（/PROP/TYPE1（SHELL）をご参照ください。）

/TH/SURF

ブロックフォーマットのキーワード
サーフェスの時刻歴出力変数を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/TH/SURF/*thgroup_ID*									
thgroup_name									
var_ID_1	var_ID_2	var_ID_3	var_ID_4	var_ID_5	var_ID_6	var_ID_7	var_ID_8	var_ID_9	var_ID_{10}
obj_ID_1	obj_ID_2	obj_ID_3	obj_ID_4	obj_ID_5	obj_ID_6	obj_ID_7	obj_ID_8	obj_ID_9	obj_ID_{10}

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
thgroup_ID	時刻歴グループの識別子 （整数、最大10桁）	
thgroup_name	時刻歴グループの名前 （文字、最大100文字）	
var_ID_1, ..*n*	*TH*向けに保存される変数（下の表をご参照ください） （文字、最大8文字）	
obj_ID_1, ..*n*	保存するサーフェスの識別子 （整数）	

TH出力キーワードと変数

キーワード	保存される オブジェクト	変数
SURF	サーフェス	*AREA*, *MASSFLOW*, *VELOCITY*

可能な変数 - パート 2

キーワード	変数グループ	保存されるTH変数
SURF	*DEF*	*AREA*

サーフェスの出力変数

- *AREA*:サーフェスの面積
- *MASSFLOW*:サーフェスを流れる累積質量
- *VELOCITY*:サーフェス全体にわたる流動速度

コメント

1. 変数名は左詰めで記述する必要があります。
2. 使用可能な名前は上の2つの表に示されています。

   最初の表にはTH変数が示されています。TH変数が要求されると、この変数が書き込まれます。

   2番目の表にはその他の変数が示されています。変数グループが要求されると、関連するすべてのTH変数がただちに書き込まれます。
3. サーフェスはシェル要素で定義する必要があります。
4. *MASSFLOW*と*VELOCITY*は、/MONVOL/FVMBAG1の内部サーフェスおよび/MONVOL/COMMU1のコミュニケーションサーフェスにのみ使用可能です。

/TH/TRIA

ブロックフォーマットのキーワード
TRIA要素の時刻歴を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/TH/TRIA/*thgroup_ID*									
thgroup_name									
var_ID_1	var_ID_2	var_ID_3	var_ID_4	var_ID_5	var_ID_6	var_ID_7	var_ID_8	var_ID_9	var_ID_{10}
elem_ID		*elem_name*							

定義

フィールド	内容	SI単位の例
thgroup_ID	*TH*グループの識別子 （整数、最大10桁）	
thgroup_name	*TH*グループの名前 （文字、最大100文字）	
var_ID_1、...*n*	*TH*向けに保存される変数（下の表をご参照ください） （文字、最大8文字）	
elem_ID	要素識別子 （整数）	
elem_name	時刻歴に表示する要素の名前 （整数、最大80文字）	

TH出力キーワードと変数

キーワード	保存される オブジェクト	変数
TRIA	2D TRIA	*VX*, *VY*, *VZ*, *SSP*, *MACH*

TRIAの出力

TRIAの出力	可能な材料則
VX, *VY*, *VZ*	TRIA要素と適合性のあるすべての材料
SSP	TRIA要素と適合性のあるすべての材料
MACH	TRIA要素と適合性のあるすべての材料

コメント

1. 使用可能な名前は上の2つの表に示されています。

   最初の表には*TH*変数が示されています。*TH*変数が要求されると、この変数が書き込まれます。

   2番目の表にはその他の変数グループが示されています。変数グループが要求されると、関連するすべてのTH変数がただちに書き込まれます。

/TH/TRUSS

ブロックフォーマットのキーワード
トラスの時刻歴を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/TH/TRUSS/*thgroup_ID*									
thgroup_name									
var_ID_1	var_ID_2	var_ID_3	var_ID_4	var_ID_5	var_ID_6	var_ID_7	var_ID_8	var_ID_9	var_ID_{10}
elem_ID		*elem_name*							

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
thgroup_ID	*TH*グループの識別子 （整数、最大10桁）	
thgroup_name	*TH*グループ名 （文字、最大100文字）	
var_ID_1, ...*n*	*TH*向けに保存される変数（下の表をご参照ください） （文字、最大8文字）	
elem_ID	要素識別子 （整数）	
elem_name	時刻歴に表示する要素の名前 （整数、最大80文字）	

TH出力キーワードと変数

キーワード	保存される オブジェクト	変数
TRUSS	トラス	*OFF, F, IE, A, L, PLAS*

可能な変数 - パート 2

キーワード	変数グループ	保存されるTH変数
TRUSS	*DEF*	*OFF, F, IE, PLAS*

可能な材料則と出力

出力	材料則
OFF: 非アクティブ化用要素フラグ 2	/PLAS_PREDEF, 1, 2, 44
F: 法線方向の力	/PLAS_PREDEF, 1, 2, 44
IE: 内部エネルギー	/PLAS_PREDEF, 1, 2, 44
A: 面積	/PLAS_PREDEF, 1, 2, 44
L: 初期長さ	/PLAS_PREDEF, 1, 2, 44
PLAS: 相当塑性ひずみ	/PLAS_PREDEF, 2, 44

コメント

1. 使用可能な名前は上の2つの表に示されています。

   最初の表には*TH*変数が示されています。*TH*変数が要求されると、この変数が書き込まれます。

   2番目の表にはその他の変数グループが示されています。変数グループが要求されると、関連するすべての*TH*変数がただちに書き込まれます。

2. *OFF*:
   - 0.0: 削除された要素
   - 1.0: アクティブな要素
   - 2.0(シェル / ソリッド): 小ひずみを用いてアクティブな要素
   - 負の値-1/-2は要素が剛体中で待機中の場合

   要素削除前の数サイクル中に複数の中間値が見つかることがあります(数サイクル中にオフになる漸減は、倍数因子として応力に適用されます。この結果、応力は徐々に消滅し、10サイクル以内に要素が削除されます)。このプロセスは、すべてではなく一部の要素タイプにのみ適用されます。

時刻歴（パート定義）

ブロックフォーマットのキーワード

入力タイプのキーワード

キーワード	入力のタイプ
GRBEAM	ビームグループ
GRBRIC	3次元ソリッドグループ
GRQUAD	2次元ソリッドグループ
GRSH3N	3節点シェルグループ
GRSHEL	シェルグループ
GRSPRI	スプリンググループ
GRTRUS	トラスグループ

コメント

1. *Thpart_ID*は、デックのすべての*Part_ID*と異なる必要があります。
2. *Thpart*は、オプション/TH/PARTの*PART*と同じように使用できます。

サポートされるキーワード

/THPART/GRBEAM

ブロックフォーマットのキーワード
Thpartを定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/THPART/GRBEAM/*Thpart_ID*									
Thpart_title									
grelem_ID									

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
type	入力のタイプ （使用可能なキーワードについては、表をご参照ください）。	
Thpart_ID	ブロックのパート識別子 （整数、最大10桁）	
Thpart_title	*TH* パートのタイトル （文字、最大100文字）	
grelem_ID	要素グループの識別子 （整数、最大10桁）	

コメント

1. *Thpart_ID*は、デックのすべての*Part_IDs*と異なる必要があります。
2. Thpartは、オプション/TH/PARTのPARTと同じように使用できます。

/THPART/GRBRIC

ブロックフォーマットのキーワード
Thpartを定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/THPART/GRBRIC/*Thpart_ID*									
Thpart_title									
grelem_ID									

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
type	入力のタイプ （使用可能なキーワードについては、表をご参照ください）。	
Thpart_ID	ブロックのパート識別子 （整数、最大10桁）	
Thpart_title	*TH* パートのタイトル （文字、最大100文字）	
grelem_ID	要素グループの識別子 （整数、最大10桁）	

コメント

1. *Thpart_ID*は、デックのすべての*Part_IDs*と異なる必要があります。
2. Thpartは、オプション/TH/PARTのPARTと同じように使用できます。

/THPART/GRQUAD

ブロックフォーマットのキーワード
Thpartを定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/THPART/GRQUAD/*Thpart_ID*									
Thpart_title									
grelem_ID									

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
type	入力のタイプ （使用可能なキーワードについては、表をご参照ください）。	
Thpart_ID	ブロックのパート識別子 （整数、最大10桁）	
Thpart_title	*TH* パートのタイトル （文字、最大100文字）	
grelem_ID	要素グループの識別子 （整数、最大10桁）	

コメント

1. *Thpart_ID*は、デックのすべての*Part_IDs*と異なる必要があります。
2. Thpartは、オプション/TH/PARTのPARTと同じように使用できます。

/THPART/GRSH3N

ブロックフォーマットのキーワード
Thpartを定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/THPART/GRSH3N/*Thpart_ID*									
Thpart_title									
grelem_ID									

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
type	入力のタイプ （使用可能なキーワードについては、時刻歴（パート定義）をご参照ください）	
Thpart_ID	ブロックのパート識別子 （整数、最大10桁）	
Thpart_title	*TH* パートのタイトル （文字、最大100文字）	
grelem_ID	要素グループの識別子 （整数、最大10桁）	

コメント

1. *Thpart_ID*は、デックのすべての*Part_IDs*と異なる必要があります。
2. Thpartは、オプション/TH/PARTのPARTと同じように使用できます。

/THPART/GRSHEL

ブロックフォーマットのキーワード
Thpartを定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/THPART/GRSHEL/*Thpart_ID*									
Thpart_title									
grelem_ID									

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
type	入力のタイプ （使用可能なキーワードについては、時刻歴（パート定義）をご参照ください）	
Thpart_ID	ブロックのパート識別子 （整数、最大10桁）	
Thpart_title	*TH* パートのタイトル （文字、最大100文字）	
grelem_ID	要素グループの識別子 （整数、最大10桁）	

コメント

1. *Thpart_ID*は、デックのすべての*Part_IDs*と異なる必要があります。
2. Thpartは、オプション/TH/PARTのPARTと同じように使用できます。

/THPART/GRSPRI

ブロックフォーマットのキーワード
Thpartを定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/THPART/GRSPRI/*Thpart_ID*									
Thpart_title									
grelem_ID									

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
type	入力のタイプ （使用可能なキーワードについては、時刻歴（パート定義）をご参照ください）	
Thpart_ID	ブロックのパート識別子 （整数、最大10桁）	
Thpart_title	*TH* パートのタイトル （文字、最大100文字）	
grelem_ID	要素グループの識別子 （整数、最大10桁）	

コメント

1. *Thpart_ID*は、デックのすべての*Part_IDs*と異なる必要があります。
2. Thpartは、オプション/TH/PARTのPARTと同じように使用できます。

/THPART/GRTRUS

ブロックフォーマットのキーワード
Thpartを定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/THPART/GRTRUS/*Thpart_ID*									
Thpart_title									
grelem_ID									

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
type	入力のタイプ （使用可能なキーワードについては、時刻歴（パート定義）をご参照ください）	
Thpart_ID	ブロックのパート識別子 （整数、最大10桁）	
Thpart_title	*TH* パートのタイトル （文字、最大100文字）	
grelem_ID	要素グループの識別子 （整数、最大10桁）	

コメント

1. *Thpart_ID*は、デックのすべての*Part_IDs*と異なる必要があります。
2. Thpartは、オプション/TH/PARTのPARTと同じように使用できます。

その他の出力データベース

ブロックフォーマットのキーワード

以下は、その他の出力データベースのキーワードのアルファベット順リストです。

/ACCEL

ブロックフォーマットのキーワード
節点およびスキューシステムを使用して加速度計を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/ACCEL/*accel_ID*/*unit_ID*									
accel_title									
node_ID	*Skew_ID*		F_{cut}*CUT*						

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
accel_ID	加速度計の識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
accel_title	加速度計のタイトル （文字、最大100文字）	
node_ID	節点識別子 （整数）	
Skew_ID	スキューの識別子 （整数）	
F_{cut}*CUT*	カットオフ周波数 （実数）	[Hz]

コメント

1. 加速度オプションは、スキューシステムでフィルター加速度を計算します。
2. 加速度計から得られるこれらのフィルター加速度は、センサーオプションまたは加速度時刻歴のポスト処理で使用されます。これによってエイリアシングの問題が発生することはありません。
3. 4ポールButterworthフィルターが使用されます。
4. クラス1000のSAEフィルタリングを得る場合、F_{cut}*CUT*の推奨値は1650 Hz (1.65 ms^{-1})です。
5. 加速度計は、これらのフィルター加速度に加え、スキューに投影される素の加速度のX、Y、およびZの積分を時刻歴に出力することもできます。センサーではこれらの量は使用されません。
6. スキューが移動する場合、スキューに投影されるX、Y、およびZの素の加速度の積分は、スキューに投影される速度と同じにはなりません。時刻歴応答をご参照ください。ただし、時刻歴ポストプロセッサを微分する際のこれら積分を使用することで、エイリアスの問題を発生させることもなく、スキューに投影される加速度を取り出すことができます（積分/微分は、4ポールButterworth以外の別のフィルターのような役目を果たします）。

See Also

スキューとフレーム（/SKEW & /FRAME）

RD-E：2200 着水

/CLUSTER

ブロックフォーマットのキーワード
ポスト処理と破壊制御のための3次元ソリッド要素またはスプリング要素のアセンブリを記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/CLUSTER/ELEM_TYPE/*cluster_ID*/*unit_ID*									
cluster_title									
group_ID	*skew_ID*	*Ifail*							
Fn_fail1		*a1*		*b1*					
Fs_fail		*a2*		*b2*					
Mt_fail		*a3*		*b3*					
Mb_fail		*a4*		*b4*					

定義

フィールド	内容	SI単位の例
ELEM_TYPE	クラスタ要素タイプ *BRICK* 3次元ソリッド要素のクラスタ *SPRING* スプリング要素のクラスタ	
cluster_ID	クラスタ識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
cluster_title	クラスタブロックのタイトル （文字、最大100文字）	
group_ID	要素グループの識別子 （整数）	
skew_ID	スキューの識別子	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	(整数)	
Ifail	破壊モデルオプション *= 0*(デフォルト) グローバル破壊基準なし *= 1* 1方向性破壊、1つの方向の力またはモーメントが制限値に達した場合、要素は削除されます。 *= 2* 1方向性破壊、全方向の力およびモーメントが制限値に達した場合、要素は削除されます。 *= 3* 多方向性破壊 8 (整数)	
Fn_fail	法線方向の破壊荷重(引張) デフォルト = 1.0e30(実数)	$[\mathrm{N}]$
Fs_fail	接線方向の破壊荷重(せん断) デフォルト = 1.0e30(実数)	$[\mathrm{N}]$
Mt_fail	法線方向の破壊モーメント(ねじり) デフォルト = 1.0e30(実数)	$[\mathrm{N}\cdot\mathrm{m}]$
Mb_fail	接線方向の破壊モーメント(曲げ) デフォルト = 1.0e30(実数)	$[\mathrm{N}\cdot\mathrm{m}]$
a1 - a4	多方向性破壊スケールファクター(*Ifail* =3の場合にのみ使用されます) デフォルト = 1.0(実数)	
b1 - b4	多方向性破壊指数(*Ifail* =3の場合にのみ使用されます) デフォルト = 1.0(実数)	

コメント

1. 要素のクラスタは結合(スポット溶接、溶接線、接着など)に使用されます。
2. 要素のクラスタは、ソリッド(8節点の3次元ソリッド)要素またはスプリング要素のグループを使用してのみ定義できます。
3. 3次元ソリッドの場合は、要素のクラスタは`LAW59`と`LAW83`のみに対応しています。クラスタのソリッド要素は相互に結合される必要があります。

4. スプリングの場合は、要素のクラスタは`TYPE13`に対応しています。
5. クラスタグループ内の要素数は500に制限されています。
6. すべてのクラスタ要素は同じ向きである必要があります(ソリッドの場合はZ局所座標、スプリングの場合はX局所座標、または1つ目の節点から2つ目の節点への方向)。
7. 法線(板厚方向)における1つの要素層のみがクラスタを定義できます。
8. *FAIL*全体の荷重破壊 / モーメント破壊基準であるFAILに達すると、クラスタ内のすべての要素は削除されます。
9. クラスタ要素には局所破壊基準(3次元ソリッド要素材料則またはスプリングプロパティで定義された破壊パラメータに関連付けられた`/FAIL`)を割り当てることができます。これらの局所基準は、`/CLUSTER`で定義された全体の荷重破壊基準から独立しています。
10. 破壊基準*FAIL*は次のように計算されます:

    1方向性局所、*Ifail*=1:

    $$FAIL = \max\left(\left|\frac{Fn}{Fn\_fail}\right|, \left|\frac{Fs}{Fs\_fail}\right|, \left|\frac{Mt}{Mt\_fail}\right|, \left|\frac{Mb}{Mb\_fail}\right|\right) \quad (1283)$$

    1方向性一般、*Ifail*=2:

    $$FAIL = \min\left(\left|\frac{Fn}{Fn\_fail}\right|, \left|\frac{Fs}{Fs\_fail}\right|, \left|\frac{Mt}{Mt\_fail}\right|, \left|\frac{Mb}{Mb\_fail}\right|\right) \quad (1284)$$

    多方向性、*Ifail*=3:

    $$FAIL = a_1\left(\frac{Fn}{Fn\_fail}\right)^{b_1} + a_2\left(\frac{Fs}{Fs\_fail}\right)^{b_2} + a_3\left(\frac{Mt}{Mt\_fail}\right)^{b_3} + a_4\left(\frac{Mb}{Mb\_fail}\right)^{b_4} > 1 \quad (1285)$$

11. 局所座標系:
    - *skew_ID*が定義されている場合は、スキューのZ軸によって局所座標系の法線方向が定義され、接平面はスキューのX軸とY軸によって定義されます。
    - *skew_ID* = 0の場合は、局所座標系の法線方向は、下面と上面の節点の幾何学的中心 間のベクトルによって定義されます。
12. 使用可能なポスト処理オプション:
    - `/ANIM/VECT/CLUST/FORCE` - 全体座標の荷重ベクトル
    - `/ANIM/VECT/CLUST/MOM` - 全体座標のモーメントベクトル
    - `/TH/CLUSTER` - 全体座標または局所座標の力とモーメント
13. *TH*の出力: 全体座標系と局所座標系の力とモーメント、破壊基準*FAIL*。

See Also

/TH/CLUSTER (Starter)

スキューとフレーム(/SKEW & /FRAME)

RD-E:2200 着水

/GAUGE

ブロックフォーマットのキーワード
ゲージを定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GAUGE/*gauge_ID*/*unit_ID*									
gauge_title									
node_ID					*shell_ID*	*DIST*			

定義

フィールド	内容	SI単位の例
gauge_ID	ゲージの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
gauge_title	ゲージのタイトル （文字、最大100文字）	
node_ID	節点識別子 （整数）	
shell_ID	シェル識別子 （整数）	
DIST	ゲージとシェルサーフェス間の距離 *> 0* シェルサーフェスの法線が指す側のゲージ *< 0* シェルサーフェスの法線が指す側と反対側のゲージ デフォルト = 0（実数）	[m]

コメント

1. 圧力ゲージは下記によって定義することができます。

- 節点識別子を使用した節点(*node_ID* > 0)、または
- シェル要素(*shell_ID*)と距離(*DIST*)。この場合、*node_ID*を0と等しくする必要があります。

2. 圧力ゲージにはいくつかの制限があります。
   - *shell_ID*には4節点シェルのみを使用できます。
   - Euler Lagrange連成境界のみ - シェル(*shell_ID*)は距離(*DIST*)で用いられ、インターフェースタイプ18のギャップよりも大きい必要があります。
   - 有限体積法のみ - 節点(*node_ID*)が用いられる必要があります。

See Also

粒子法流体力学(SPH)

/GAUGE/SPH

ブロックフォーマットのキーワード
SPHゲージを定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/GAUGE/SPH/*gauge_ID*/*unit_ID*									
gauge_title									
node_ID			F_{cut}*CUT*		*shell_ID*	*DIST*			

定義

フィールド	内容	SI単位の例
gauge_ID	ゲージの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
gauge_title	ゲージのタイトル （文字、最大100文字）	
node_ID	節点識別子 （整数）	
F_{cut}*CUT*	カットオフ周波数 （実数）	[Hz]
shell_ID	シェル識別子。4節点シェルのみを使用できます。 （整数）	
DIST	ゲージとシェルサーフェス間の距離 *> 0* シェルサーフェスの法線が指す側のゲージ *< 0* シェルサーフェスの法線が指す側と反対側のゲージ デフォルト = 0（実数）	[m]

コメント

1. SPH圧力ゲージは下記によって定義することができます。
   - 節点識別子を使用した節点(*node_ID* > 0)、または
   - シェル要素(*shell_ID*)と距離(*DIST*)。この場合、*node_ID*を0と等しくする必要があります。
2. SPH近似は、ゲージ位置での圧力(密度)を測定するために使用されます:

   $$\pi(x) = \sum_{i,particles} P_i V_i W(x - x_i, h_i) \qquad (1286)$$

   ここで、x_i、h_i、V、P_iは、それぞれ粒子*i*の位置、直径、体積、および圧力です。

   SPHプロパティに指定する補正次数にかかわらず、次数0での補正が上記の式に適用されます。
3. 圧力はフィルタリングされます(4ポールButterworthフィルタが使用されます)。
4. SPH圧力ゲージ、およびALEまたはFVMゲージ(`/GAUGE`)は、同じ*gauge_ID*を共有できません。

See Also

粒子法流体力学(SPH)

SPHセルの分布

/INTER/SUB

ブロックフォーマットのキーワード
サブインターフェースを定義します。サブインターフェースとは、既存のインターフェースの一部分で、指定サーフェスのセグメント上にある指定節点グループの節点によって適用される荷重を出力するために定義されます（インターフェースの時刻歴をご参照ください）。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/INTER/SUB/*sub_inter_ID*									
sub_inter_title									
inter_ID	$Main\_ID_1$	*Second_ID*	$Main\_ID_2$						

定義

フィールド	内容	SI 単位の例
sub_inter_ID	サブインターフェースの識別子。 （整数、最大10桁）	
sub_inter_title	サブインターフェースのタイトル。 （文字、最大100文字）	
inter_ID	サブインターフェースを含むメインのインターフェースの識別子。 （整数）	
$Main\_ID_1$	メインの識別子 = $surf\_ID_m$ *m* *inter_ID*がTYPE7、TYPE10、TYPE19またはTYPE24の場合 = $line\_ID_m$ *inter_ID*がTYPE11の場合 = *surf_ID* *inter_ID*がTYPE25の場合 （整数）	
Second_ID	セカンダリの識別子 = $grnd\_ID_s$ *inter_ID*がTYPE7、TYPE10、TYPE24またはTYPE25の場合 = $line\_ID_m$ *inter_ID*がTYPE11の場合	

フィールド	内容	**SI** 単位の例
	= *surf_ID*$_s$*s* *inter_ID*がTYPE19の場合 5 （整数）	
Main_ID$_2$	第2メインサーフェスの識別子 = *surf_ID* *inter_ID*がTYPE25の場合 6	

コメント

1. サブインターフェースの定義にはTYPE7、TYPE10、TYPE11、TYPE19、TYPE24およびTYPE25のみが利用可能です。
2. サブインターフェースの階層は許可されません。
3. インターフェースとサブインターフェースに同じ識別子を設定することはできません。
4. TYPE7、TYPE10、TYPE11、TYPE19、TYPE24のサブインターフェースの場合：

   サブインターフェースで指定されたセカンダリサーフェスまたはセカンダリラインのすべてのセグメントは、インターフェースのセカンダリサーフェスまたはセカンダリラインに属している必要があります。

   サブインターフェースで指定されたセカンダリサーフェスまたはセカンダリラインのすべてのセグメントは、インターフェースのセカンダリサーフェスまたはセカンダリラインに属している必要があります。
5. TYPE19インターフェースのサブインターフェースについては、*Second_ID* = 0の場合はそのサブインターフェースは対称で、*Main_ID*もセカンダリサーフェスとして使用されます。

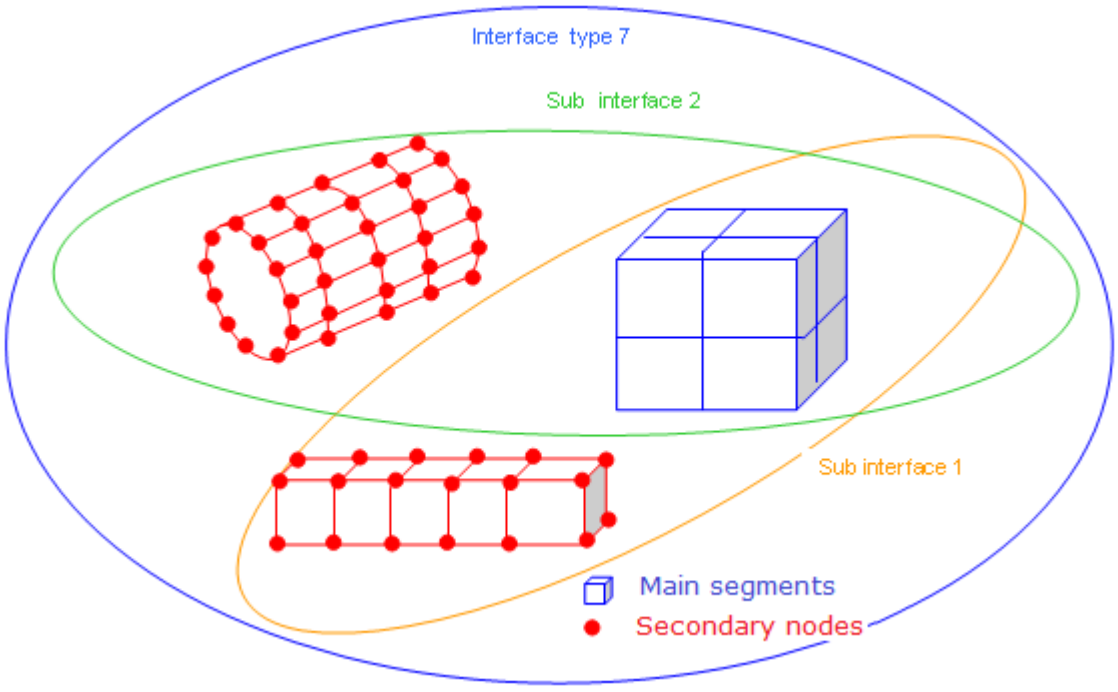


図 *406:*

6. TYPE25インターフェースのサブインターフェースの場合：

Second_ID ≠ 0であれば、セカンダリ節点グループにより両メインサーフェスに付与される荷重が考慮されます。

Main_ID$_2$ ≠ 0であれば、*Main_ID*$_1$により*Main_ID*$_2$に付与される荷重とその逆の荷重が考慮されます。

/SECT

ブロックフォーマットのキーワード
断面は、節点グループと要素グループによって定義された断面の力とモーメントを出力するために使用されます。

1つのシミュレーションで保存された断面データは、2番目のシミュレーションで読み取って適用できます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/SECT/*sect_ID*/*unit_ID*									
sect_title									
node_ID$_1$1	*node_ID*$_2$2	*node_ID*$_3$3	*grnd_ID*	I_{SAVE}	*frame_ID*	Δt		α	
file_name									
grbric_ID		*grshel_ID*	*grtrus_ID*	*grbeam_ID*	*grsprg_ID*	*grtria_ID*	*Ninter*	I_{frame}*FRAME*	

Ninter > 0の場合にのみ読み出される入力

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
int_ID$_1$	*int_ID*$_2$	*int_ID*$_3$	*int_ID*$_4$	*int_ID*$_5$	*int_ID*$_6$	*int_ID*$_7$	*int_ID*$_8$	*int_ID*$_9$	*int_ID*$_{10}$

定義

フィールド	内容	SI単位の例
sect_ID	断面識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
sect_title	断面タイトル （文字、最大100文字）	
node_ID$_1$*1*	断面の局所出力座標系を定義する節点識別子N_1*1*。2 （整数）	
node_ID$_2$*2*	断面の局所出力座標系を定義する節点識別子N_2*2*。2 （整数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
node_ID$_3$*3*	断面の局所出力座標系を定義する節点識別子*N*$_3$*3*。2 （整数）	
grnd_ID	断面計算で使用される節点を定義する節点グループ識別子。 *frame_ID*が指定されている場合は使用しません。 （整数）	
I_{SAVE}	`file_name`フラグから断面データを保存または読み込みます。 *=0* すべてのデータを保存しない。 *=1* 断面の変位を切断面ファイルに保存する。 *=2* 断面の変位、合力、モーメント成分を切断面ファイルに保存する。 *=100* 断面データを荷重としてモデルに読み込み、適用する。 *=101* 断面データを荷重としてモデルに読み込み、適用する。 また、適用した断面合力および断面合成モーメントと、シミュレーションで計算した結果との差を時刻歴に出力します。このオプションでは、I_{SAVE} =2オプションを使用して断面データを作成している必要があります。 （整数）	
frame_ID	（オプション）移動フレームの識別子。節点/`FRAME/MOV`を使用して定義する必要があります。このフレームのxy平面が要素グループと交差して、断面の計算で使用する節点と要素が自動的に定義されます。*node_ID*$_1$*1*～*node_ID*$_3$*3*を定義していない場合は、このフレームが断面の出力座標系としても使用されます。 （整数）	
Δt	I_{SAVE} =1または2を指定して使用済み断面データを保存するための時間ステップ。 デフォルト値は、シミュレーションの時間ステップ（実数）	[s]
α	指数移動平均フィルター処理の定数（$0 < \alpha < 1$）。この値が小さいほどフィルタ処理の回数が多くなります。 I_{SAVE}= 100または101を使用して断面に変位を適用する場合にのみ使用します。 推奨値 = 0.62832（ユーザーズガイドのフィルターをご参照ください）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	デフォルト = フィルター処理なし(実数)	
file_name	フラグ出力を含むファイルのルート名。断面ファイルの名前は`file_nameSC01`になります。 デフォルト = `Runname`(`Runname`は、Engineファイル`Runname_0001.rad`の接頭辞) (文字、最大100文字)	
grbric_ID	3次元ソリッドグループの識別子 (整数)	
grshel_ID	シェルグループの識別子 (整数)	
grtrus_ID	トラスグループの識別子 (整数)	
grbeam_ID	ビームグループの識別子 (整数)	
grsprg_ID	スプリンググループの識別子 (整数)	
grtriag_ID	三角形グループ識別子 (整数)	
Ninter	(オプション)インターフェースの数 デフォルト = 0(整数)	
I_{frame}*FRAME*	断面の力とモーメントの計算で使用する局所座標系の中心を定義するフラグ。[3] 断面出力は、次のように中心を定義した局所座標系による値になります: *=0* 断面の局所座標系の原点 *=1* 断面の幾何学的中心 *=2* 断面の重心 *=3* 全体座標系の点	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	断面出力は、次のように中心を定義した全体座標系による値になります: *=10* 断面の局所座標系の原点 *=11* 断面の幾何学的中心 *=12* 断面の重心 *=13* 全体座標系の点(0,0,0) (整数)	
int_ID$_1$, *int_ID*$_2$, ..., *int_ID*$_n$	オプションのインターフェース識別子、*Ninter* > 0の場合 (整数)	

コメント

1. 断面は節点グループと要素グループによって定義しますが、手動定義と自動定義が可能です。
   - 手動定義:

     断面の節点(*grnd_ID*)と要素(*grbric_ID*、*grshel_ID*、*grtrus_ID*など)はユーザーが定義します。HyperMeshとHyperCrashによってグループが自動的に作成されますが、適切であるかどうかの確認が必要です。この方法を使用して、切断面を定義する節点と要素のグループをユーザー側で作成します。普通は、断面の法線方向にある節点を節点グループに使用します。

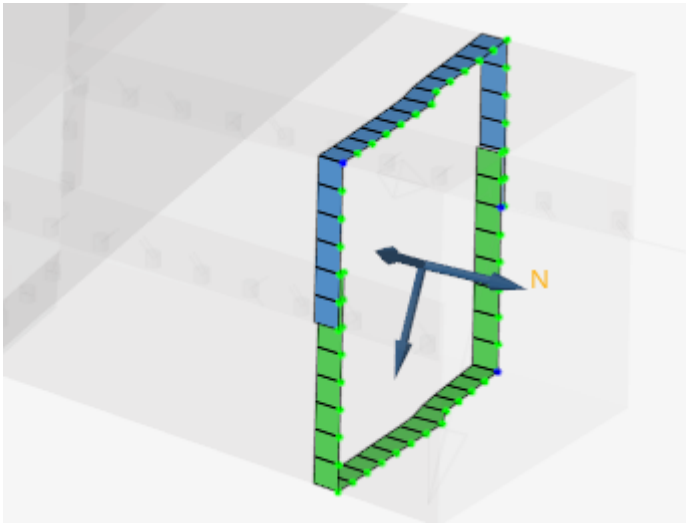
     

     図 *407:* 手動で選択した要素と節点

   - 自動定義:

     要素(*grbric_ID*、*grshel_ID*、*grtrus_ID*など)の定義したグループを切断する局所座標系*frame_ID*を定義できます。この場合は、断面の領域にあるすべての要素が要素グループに属します。局所座標系のxy平面

上にある節点と要素が、断面の計算で使用するように自動的に定義されます。これにより、断面に使用している節点と要素がStarter出力ファイルに出力されます。座標系のxy平面が切断面になります。

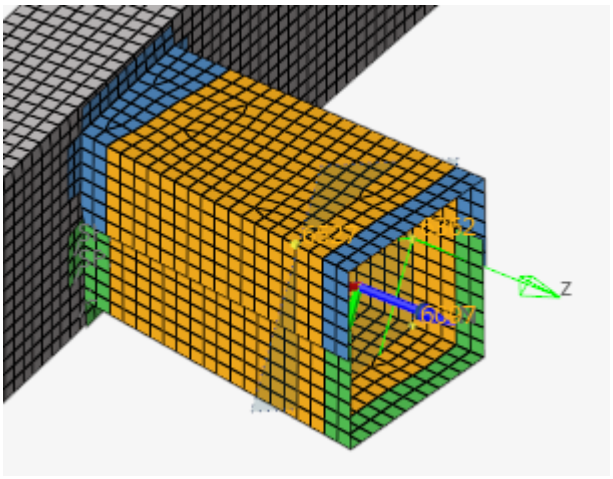


図 *408:* 局所座標系を使用して定義した切断面に対して定義した要素グループ（オレンジ色）

2. 断面の力とモーメントは時刻歴ファイルに保存され、`/TH/SECTIO`を使用して要求できます。
3. 断面の力とモーメント出力の局所座標系は、3つの節点を使用するか局所移動座標系（*frame_ID*）によって定義します。この3つの節点は断面の平面上にある節点なので、その位置は断面の移動に伴って更新されます。HyperMeshでCross-Section Assistantを使用して断面を作成すると、この3つの節点が自動的に選択されます。*node_ID*$_1$*1*～*node_ID*$_3$*3*を使用して局所座標系を定義する場合、次のような定義の座標系になります。
   - 節点の*node_ID*$_1$*1*と*node_ID*$_2$*2*は断面の局所X軸を定義します。
   - 節点の*node_ID*$_1$*1*、*node_ID*$_2$*2*、*node_ID*$_3$*3*は断面の局所xy平面を定義します。
   - 局所座標系のy軸は、*node_ID*$_3$*3*を局所座標系のx軸に対して直角に投影することによって定義します。
   - これにより、局所座標系のx軸とy軸の交点が、その局所座標系の原点になります。
   - 最後に、xy平面に直交する断面法線が局所座標系のz軸になります。

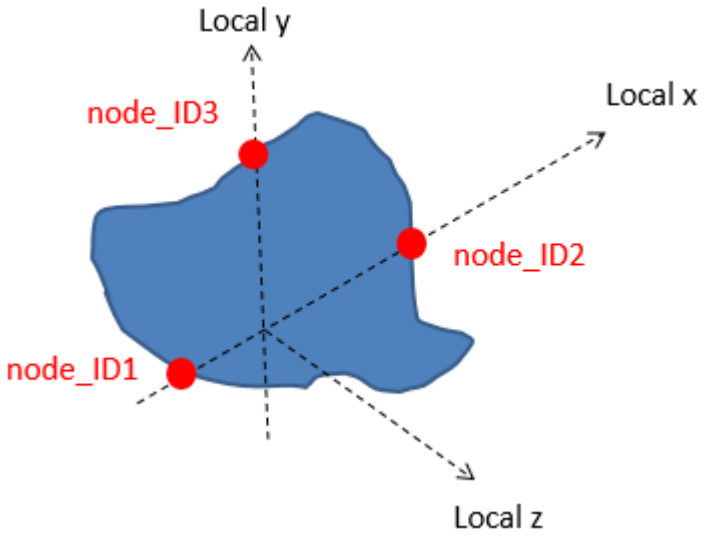


図 *409:*

- *frame_ID* ≠ 0で、*node_ID*$_1$*1*～*node_ID*$_3$*3*を定義していない場合は、移動する*frame_ID*が局所座標系として使用されます。このフレームは、節点を使用して定義した移動フレームであることが必要です。

- 断面の中心は、I_{frame}*FRAME*オプションを使用して再定義できます。詳細についてはユーザーズガイドのカとモーメントの計算をご参照ください。

4. カットモデル化法でも断面を使用できます。その場合は、断面の力と変位がフルモデルから保存され、別のカットモデルで適用できます。フルモデルでは、I_{SAVE} =1または2のオプションを使用して断面の情報を保存します。つづいて、カットモデルで同じ断面の節点と要素グループを定義し、I_{SAVE} =100または101を使用して断面の変位をカットモデルに適用します。カットモデルを使用して、フルモデルの各領域を詳しく検討します（RD-E：5400 カット手法）。
5. 推奨：

   断面に沿って節点と要素を選択します。節点と要素がプリプロセッサーによって自動的に選択されている場合は、どの節点が選択されているかを確認します。

   節点グループに定義されている*node_ID*$_1$*1*～*node_ID*$_3$*3*を、この3つの節点として選択します。

   I_{frame}*FRAME* =2または12の定義。断面の重心が中心になります。

   `/TH/SECTIO`での時刻歴出力GLOBALとLOCAL。

See Also
/TH/SECTIO (Starter)
Sections (/SECT), Modeling Tools (User Guide)

/SECT/CIRCLE

ブロックフォーマットのキーワード
円形断面を使用して、円形ディスクで定義した断面の力とモーメントを出力します。

断面を定義する節点と要素は、要素のグループとディスクを交差することによって自動的に選択されます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/SECT/CIRCLE/*sect_ID*/*unit_ID*									
sect_title									
$node\_ID_1$	$node\_ID_2$	$node\_ID_3$		I_{SAVE}		Δt		α	
file_name									
grbric_ID		*grshel_ID*	*grtrus_ID*	*grbeam_ID*	*grsprg_ID*	*grtria_ID*	*Ninter*	I_{frame}	*FRAME*

Ninter > 0の場合にのみ読み出される入力

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
int_ID_1	int_ID_2	int_ID_3	int_ID_4	int_ID_5	int_ID_6	int_ID_7	int_ID_8	int_ID_9	int_ID_{10}

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
X_M		Y_M		Z_M					
Dir_X		*Dir_Y*		*Dir_Z*					
R									

定義

フィールド	内容	SI単位の例
sect_ID	断面識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
sect_title	断面タイトル	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（文字、最大100文字）	
node_ID$_1$*1*	断面の局所出力座標系を定義する節点識別子$N_1 1$。 （整数）	
node_ID$_2$*2*	断面の局所出力座標系を定義する節点識別子$N_2 2$。 （整数）	
node_ID$_3$*3*	断面の局所出力座標系を定義する節点識別子$N_3 3$。 （整数）	
I_{SAVE}	`file_name`フラグから断面データを保存または読み込みます。 *=0* すべてのデータを保存しない。 *=1* 断面の変位を切断面ファイルに保存する。 *=2* 断面の変位、合力、モーメント成分を切断面ファイルに保存する。 *=100* 断面データを荷重としてモデルに読み込み、適用する。 *=101* 断面データを荷重としてモデルに読み込み、適用する。また、適用した断面合力および断面合成モーメントと、シミュレーションで計算した結果との差を時刻歴に出力します。 このオプションでは、I_{SAVE} =2オプションを使用して断面データを作成している必要があります。 （整数）	
Δt	I_{SAVE} =1または2を指定して使用済みデータを保存するための時間ステップ。 デフォルト値は、シミュレーションの時間ステップ（実数）	[s]
α	指数移動平均フィルター処理の定数（$0 < \alpha < 1$）。この値が小さいほどフィルタ処理の回数が多くなります。 I_{SAVE}= 100または101を使用して断面に変位を適用する場合にのみ使用します。 推奨値 = 0.62832（ユーザーズガイドのフィルターをご参照ください） デフォルト = フィルター処理なし（実数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
file_name	フラグ出力を含むファイルのルート名。断面ファイルの名前はfile_nameSC01になります。 デフォルト = Runname（Runnameは、Engineファイル Runname_0001.radの接頭辞） （文字、最大100文字）	
grbric_ID	3次元ソリッドグループの識別子 （整数）	
grshel_ID	シェルグループの識別子 （整数）	
grtrus_ID	トラスグループの識別子 （整数）	
grbeam_ID	ビームグループの識別子 （整数）	
grsprg_ID	スプリンググループの識別子 （整数）	
grtriag_ID	三角形グループ識別子 （整数）	
Ninter	インターフェースの数 （整数）	
I_{frame}*FRAME*	断面の力とモーメントの計算で使用する局所座標系の中心を定義するフラグ。[3] 断面出力は、次のように中心を定義した局所座標系による値になります： *=0* 断面の局所座標系の原点 *=1* 断面の幾何学的中心 *=2* 断面の重心 *=3* 全体座標系の点(0,0,0) 断面出力は、次のように中心を定義した全体座標系による値になります：	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	=10 断面の局所座標系の原点 *=11* 断面の幾何学的中心 *=12* 断面の重心 *=13* 全体座標系の点(0,0,0) （整数）	
int_ID$_1$, *int_ID*$_2$, ..., *int_ID*$_n$	オプションのインターフェース識別子、*Ninter* > 0の場合 （整数）	
X_M	*X*座標（円盤の中心 (点M)の） （実数）	[m]
Y_M	*Y*座標（円盤の中心 (点M)の） （実数）	[m]
Z_M	*Z*座標（円盤の中心 (点M)の） （実数）	[m]
Dir_X	*X*座標（円盤の法線ベクトルの） （実数）	[m]
Dir_Y	*Y*座標（円盤の法線ベクトルの） （実数）	[m]
Dir_Z	*Z*座標（円盤の法線ベクトルの） （実数）	[m]
R	円盤の半径 （実数）	[m]

コメント

1. 定義した要素グループは、定義したディスクと交差します。これらの交差した要素の節点のうち、ディスク平面の上側（z > 0）にある節点から断面の節点が作成されます。

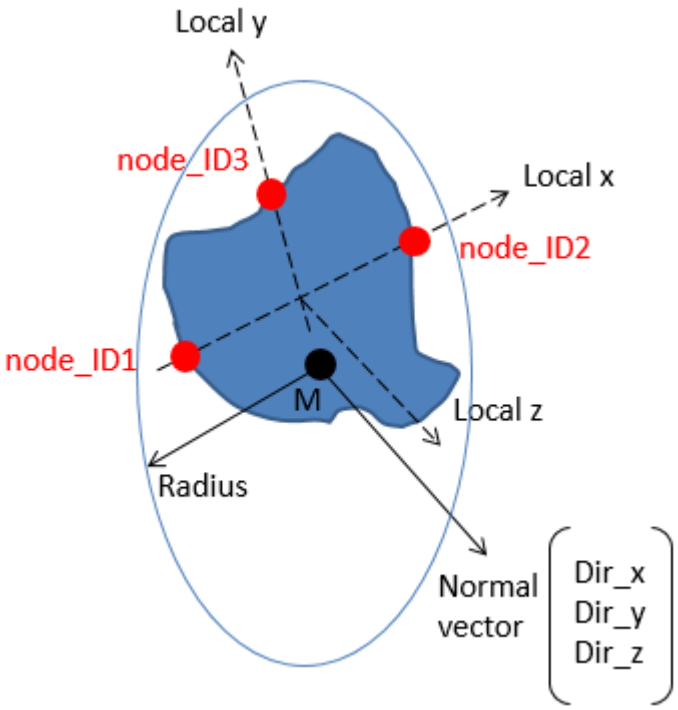


図 *410:*

2. 断面の力とモーメントは時刻歴ファイルに保存され、`/TH/SECTIO`を使用して要求できます。
3. 断面の力とモーメント出力の局所座標系は、3つの節点を使用して定義します。この3つの節点は断面の平面上にある節点なので、その位置は断面の移動に伴って更新されます。HyperMeshでCross-Section Assistantを使用して断面を作成すると、この3つの節点が自動的に選択されます。

   局所座標系は次のように定義します:

   - 節点の*node_ID*$_1$*1*と*node_ID*$_2$*2*は断面の局所X軸を定義します。
   - 節点の*node_ID*$_1$*1*、*node_ID*$_2$*2*、*node_ID*$_3$*3*は断面の局所xy平面を定義します。
   - 局所座標系のy軸は、*node_ID*$_3$*3*を局所座標系のx軸に対して直角に投影することによって定義します。
   - これにより、局所座標系のx軸とy軸の交点が、その局所座標系の原点になります。
   - 最後に、xy平面に直交する断面法線が局所座標系のz軸になります。
   - 断面の中心は、I_{frame}*FRAME*オプションを使用して再定義できます。詳細についてはユーザーズガイドの力とモーメントの計算をご参照ください。
4. カットモデル化法でも断面を使用できます。その場合は、断面の力と変位がフルモデルから保存され、別のカットモデルで適用できます。フルモデルでは、I_{SAVE} =1または2のオプションを使用して断面の情報を保存します。つづいて、カットモデルで同じ断面の節点と要素グループを定義し、I_{SAVE} =100または101を使用して断面の変位をカットモデルに適用します。カットモデルを使用して、フルモデルの各領域を詳しく検討します。
5. 推奨:
   - I_{frame}*FRAME* =2または12の定義。断面の重心が中心になります。
   - `/TH/SECTIO`での時刻歴出力GLOBALとLOCAL。

See Also

Sections (/SECT), Modeling Tools (User Guide)

RD-E:5400 カット手法

/SECT/PARAL

ブロックフォーマットのキーワード
平行四辺形断面を使用して、平行四辺形で定義した断面の力とモーメントを出力します。

断面を定義する節点と要素は、要素のグループと平行四辺形を交差することによって自動的に選択されます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/SECT/PARAL/*sect_ID*/*unit_ID*									
sect_title									
node_ID$_1$	*node_ID*$_2$	*node_ID*$_3$		I_{SAVE}		Δt		α	
file_name									
grbric_ID		*grshel_ID*	*grtrus_ID*	*grbeam_ID*	*grsprg_ID*	*grtria_ID*	*Ninter*	I_{frame}	*FRAME*

Ninter > 0の場合にのみ読み出される入力

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
int_ID$_1$	*int_ID*$_2$	*int_ID*$_3$	*int_ID*$_4$	*int_ID*$_5$	*int_ID*$_6$	*int_ID*$_7$	*int_ID*$_8$	*int_ID*$_9$	*int_ID*$_{10}$

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
X_M		Y_M		Z_M					
X_{M1}		Y_{M1}		Z_{M1}					
X_{M2}		Y_{M2}		Z_{M2}					

定義

フィールド	内容	SI単位の例
sect_ID	断面識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子。 （整数、最大10桁）	
sect_title	断面タイトル	

フィールド	内容	SI単位の例
	（文字、最大100文字）	
node_ID$_1$*1*	断面の局所出力座標系を定義する節点識別子N_1*1*。 （整数）	
node_ID$_2$*2*	断面の局所出力座標系を定義する節点識別子N_2*2*。 （整数）	
node_ID$_3$*3*	断面の局所出力座標系を定義する節点識別子N_3*3*。 （整数）	
I_{SAVE}	`file_name`に断面データを保存するため、またはそこから断面データを読み取るためのフラグ。 **=0** すべてのデータを保存しない。 **=1** 断面の変位を切断面ファイルに保存する。 **=2** 断面の変位、合力、モーメント成分を切断面ファイルに保存する。 **=100** 断面データを荷重としてモデルに読み込み、適用する。 **=101** 断面データを荷重としてモデルに読み込み、適用する。 また、適用した断面合力および断面合成モーメントと、シミュレーションで計算した結果との差を時刻歴に出力します。このオプションでは、I_{SAVE}=2オプションを使用して断面データを作成している必要があります。 （整数）	
Δt	I_{SAVE} =1または2を指定して使用済み断面データを保存するための時間ステップ。 デフォルト値は、シミュレーションの時間ステップ（実数）	[s]
α	指数移動平均フィルター処理の定数（0 < α < 1）。この値が小さいほどフィルタ処理の回数が多くなります。 I_{SAVE}= 100または101を使用して断面に変位を適用する場合にのみ使用します。 推奨値 = 0.62832（ユーザーズガイドのフィルターをご参照ください） デフォルト = フィルター処理なし（実数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
file_name	フラグ出力を含むファイルのルート名。断面ファイルの名前はfile_nameSC01になります。 デフォルト = Runname（Runnameは、Engineファイル Runname_0001.radの接頭辞） （文字、最大100文字）	
grbric_ID	3次元ソリッドグループの識別子 （整数）	
grshel_ID	シェルグループの識別子 （整数）	
grtrus_ID	トラスグループの識別子 （整数）	
grbeam_ID	ビームグループの識別子 （整数）	
grsprg_ID	スプリンググループの識別子 （整数）	
grtriag_ID	三角形グループ識別子 （整数）	
Ninter	インターフェースの数 （整数）	
I_{frame}*FRAME*	断面の力とモーメントの計算で使用する局所座標系の中心を定義するフラグ。[3] 断面出力は、次のように中心を定義した局所座標系による値になります： *=0* 断面の局所座標系の原点 *=1* 断面の幾何学的中心 *=2* 断面の重心 *=3* 全体座標系の点(0,0,0) 断面出力は、次のように中心を定義した全体座標系による値になります：	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	=10 断面の局所座標系の原点 *=11* 断面の幾何学的中心 *=12* 断面の重心 *=13* 全体座標系の点(0,0,0) （整数）	
int_ID$_1$, *int_ID*$_2$, ..., *int_ID*$_n$	オプションのインターフェース識別子、*Ninter* > 0の場合 （整数）	
X_M	*M*の*X*座標 （実数）	[m]
Y_M	*M*の*Y*座標 （実数）	[m]
Z_M	*M*の*Z*座標 （実数）	[m]
X_{M1}	*M1*の*X*座標 （実数）	[m]
Y_{M1}	*M1*の*Y*座標 （実数）	[m]
Z_{M1}	*M1*の*Z*座標 （実数）	[m]
X_{M2}	*M2*の*X*座標 （実数）	[m]
Y_{M2}	*M2*の*Y*座標 （実数）	[m]
Z_{M2}	*M2*の*Z*座標	[m]

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（実数）	

コメント

1. 定義した要素グループが、定義した平行四辺形と交差します。この平行四辺形は、*M–M1*と*M–M2*の各ライン（図 411）で定義します。これらの交差した要素の節点のうち、平行四辺形の平面上側（z > 0）にある節点から断面の節点が作成されます。

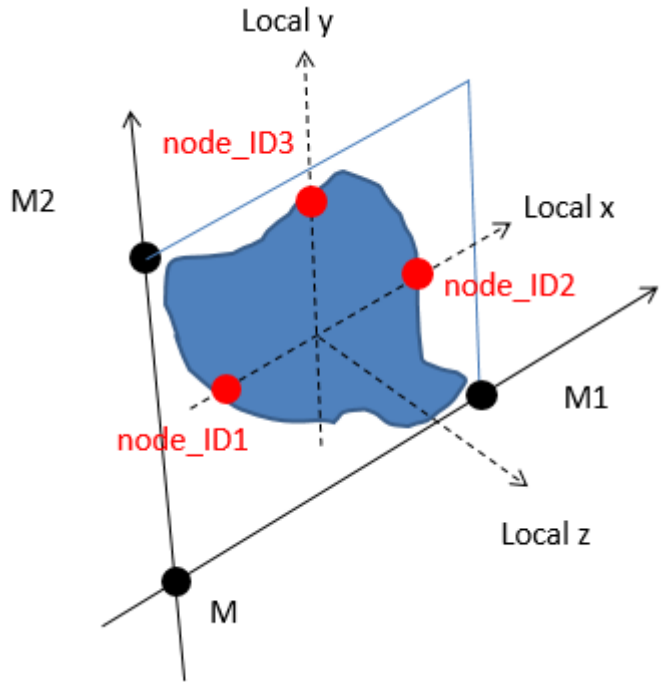


図 *411:*

2. 断面の力とモーメントは時刻歴ファイルに保存され、`/TH/SECTIO`を使用して要求できます。
3. 断面の力とモーメント出力の局所座標系は、3つの節点を使用して定義します。この3つの節点は断面の平面上にある節点なので、その位置は断面の移動に伴って更新されます。HyperMeshでCross-Section Assistantを使用して断面を作成すると、この3つの節点が自動的に選択されます。

   局所座標系は次のように定義します：

   - 節点の*node_ID*$_1$*1*と*node_ID*$_2$*2*は断面の局所X軸を定義します。
   - 節点の*node_ID*$_1$*1*、*node_ID*$_2$*2*、*node_ID*$_3$*3*は断面の局所xy平面を定義します。
   - 局所座標系のy軸は、*node_ID*$_3$*3*を局所座標系のx軸に対して直角に投影することによって定義します。
   - これにより、局所座標系のx軸とy軸の交点が、その局所座標系の原点になります。
   - 最後に、xy平面に直交する断面法線が局所座標系のz軸になります。
   - 断面の中心は、I_{frame}*FRAME*オプションを使用して再定義できます。詳細についてはユーザーズガイドの力とモーメントの計算をご参照ください。
4. カットモデル化法でも断面を使用できます。その場合は、断面の力と変位がフルモデルから保存され、別のカットモデルで適用できます。フルモデルでは、I_{SAVE} =1または2のオプションを使用して断面の情報を保存します。つづい

て、カットモデルで同じ断面の節点と要素グループを定義し、I_{SAVE} =100または101を使用して断面の変位をカットモデルに適用します。カットモデルを使用して、フルモデルの各領域を詳しく検討します。

5. 推奨:
   - I_{frame}*FRAME* =2または12の定義。断面の重心が中心になります。
   - `/TH/SECTIO`での時刻歴出力GLOBALとLOCAL。

See Also

Sections (/SECT), Modeling Tools (User Guide)

RD-E:5400 カット手法

廃止

ブロックフォーマットのキーワード
まだサポートされているもののこれ以上は維持されない(*)キーワードは、廃止と見なされます。

(*)キーワードが廃止になるには、いくつかの理由が挙げられます:

- 新規のさらに強力なキーワードに引き継ぎ(例: FAIL/TAB1)
- 使用されなくなった(例: SHFRA/V4)
- 却下された(例: MAT/LAW13)

> **注:** 廃止キーワードは引き続きサポートされますが、マニュアルの今後のバージョンには表示されなくなる可能性があります。また、廃止キーワードの代わりに、新しいキーワードが推奨されます(/LEVSETを除く)。

以下は、廃止されたStarterキーワードのリストです:

廃止キーワード / フィーチャー	廃止されたバージョン	新しいキーワードへの置き換え
/FAIL/TAB	v13.0	/FAIL/TAB1
/FAIL/XFEM_FLD	v13.0	/FAIL/FLD で*Ixfem* = 1
/FAIL/XFEM_JOHNSON	v13.0	/FAIL/JOHNSON で*Ixfem* = 1
/FAIL/XFEM_TBUTCHER	v13.0	/FAIL/TBUTCHER で*Ixfem* = 1
/INTTHICK/V5	v13.0	
/LEVSET	v13.0	/INICRACK
/MAT/LAW13 (RIGID)	v13.0	
/MONVOL/AIRBAG	v13.0	/MONVOL/AIRBAG1
/MONVOL/COMMU	v13.0	/MONVOL/COMMU1
/MONVOL/FVMBAG	v13.0	/MONVOL/FVMBAG1
/PROP/TYPE5 (RIVET)	v13.0	
/RIVET	v13.0	
/SHFRA/V4	v13.0	
/ALE/DISP	v14.0.220	/ALE/GRID/DISP
/ALE/DONEA	v14.0.220	/ALE/GRID/DONEA
/ALE/SPRING	v14.0.220	/ALE/GRID/SPRING
/ALE/STANDARD	v14.0.220	/ALE/GRID/STANDARD
/ALE/ZERO	v14.0.220	
/PERTURB	v2017.2	/PERTURB/PART/SHELL

廃止キーワード / フィーチャー	廃止されたバージョン	新しいキーワードへの置き換え
Modif入力ファイル	v2018	
/INTER/TYPE20	v2018	/INTER/TYPE24
/MAT/LAW51I_{form}*FORM*=3	v2018	/MAT/LAW51 Iform = 6
/UPWIND	v2018	/ALE/MUSCL
/PROP/TYPE14 I_{solid}*SOLID*=12	v2018	/PROP/TYPE14(SOLID) I_{solid}*SOLID*=17
/CAA	v2020	/ALE/SOLVER/FINT - *Iform*=2
/ARCH	v2021	
/TH/MODE	v2021.1	
/SURF/MDELLIPS	v2021.2	
/MADYMO/LINK	v2021.2	
/SPMD	v2022	

アルファベット順

/ARCH（廃止）

ブロックフォーマットのキーワード
アーキテクチャフラグを記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/ARCH									
$Mach_1$	$Mach_2$	$Mach_3$	$Mach_4$	$Mach_5$	$Mach_6$	$Mach_7$	$Mach_8$		

定義

フィールド	内容	SI単位の例
$Mach_1$	最適化およびプラットフォームのフラグ = *0*（デフォルト） ビルトインプラットフォーム：実行中のStarterのプラットフォーム。 = *1* 汎用プラットフォーム：任意のRadioss Engineと適合性のあるリスタートファイル。 = *n* Radiossプラットフォーム識別子Radiossプラットフォーム番号 （整数）	
$Mach_2$,..., $Mach_8$	アーキテクチャ適合性フラグ = *0*（デフォルト） 特定のプラットフォームなし = *1* 汎用プラットフォーム = *n* Radiossプラットフォーム識別子 （整数）	

Radiossプラットフォーム番号

プラットフォーム **ID** 番号	プラットフォーム名
2	CRAY T90、T90-IEEE
3	SGI65

プラットフォーム **ID** 番号	プラットフォーム名
4	HP11 PA-RISC
5	IBM Power 4
6	HP Alpha
7	Fujitsu VPP 5000
8	NEC SX6
9	Linux IA32
10	Linux IA64
11	HP11 IA64
12	Linux X86-64
13	Fujitsu Primepower
14	CRAY X1
15	Sun Sparc
16	Windows IA32
17	Linux Alpha

コメント

1. StarterとEngineで並列性のタイプが同じであることが要求されます（例えば、SPMD StarterとSPMD Engineの実行可能ファイル）。

   上記は実際のプラットフォームのリストです。新規プラットフォームについては、今後使用可能となった時点でご連絡します。
2. パフォーマンスの観点から、Radioss Engineマシンに対応するプラットフォームの設定は1つのみにすることが推奨されます。汎用プラットフォームを使用したり、複数のプラットフォームを設定したりすると、Radioss Engineのパフォーマンスが低下することがあります。

/CAA（廃止）

ブロックフォーマットのキーワード
Eulerまたは準-Eulerシミュレーションでの計算空力音響の定式化について記述します。内力は有限体積法で計算されます。これは低減積分要素の結果を改善します。デフォルトで人口粘性がキャンセルされ、(qa,qb) デフォルト値がゼロになります。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/CAA									

コメント

1. "計算空力音響"の定式化および特定のオプションを使用するには、入力デックにオプション/CAAを含める必要があります。
2. /CAAはEuler定式化でのみ一貫性を持ちます。/CAAはALEではなくEuler定式化に対して推奨します（ALEが準-Eulerの場合は除きます）。
3. このオプションは完全積分要素には影響を与えません。1点積分要素にのみ推奨します。
4. このオプションは内力の計算に有限体積法を用います。

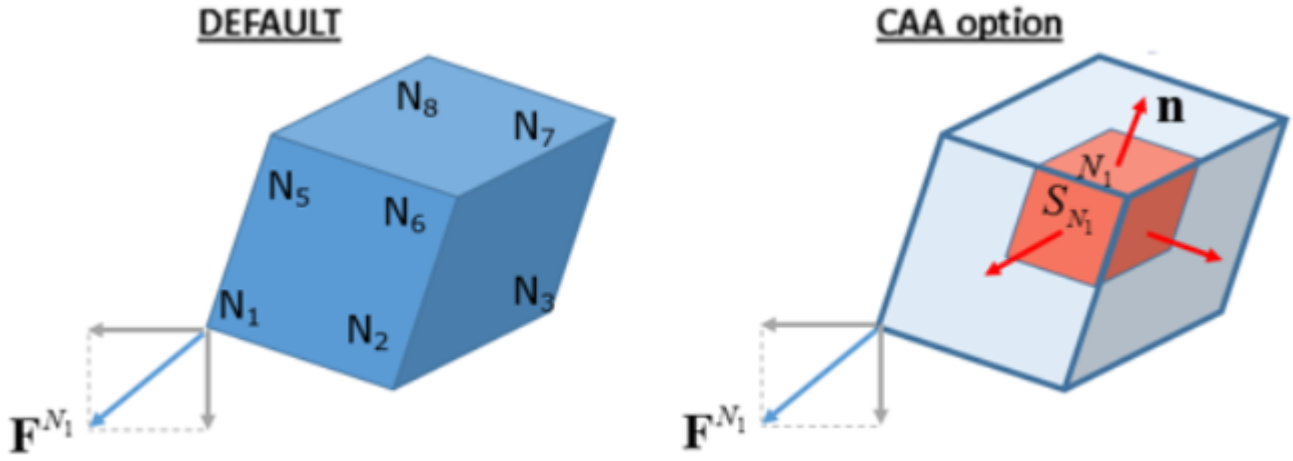


図 *412:*

$$F_k^{N_i} = \iiint_\Omega \boldsymbol{\sigma} \cdot \nabla \boldsymbol{\Phi}_{N_i} \cdot \mathbf{e}_k d\Omega$$

$$F_k^{N_i} = p \iiint_{S_{N_i}} \mathbf{n} \cdot \mathbf{e}_k dS + \iiint_\Omega \boldsymbol{\sigma}_{dev} \cdot \nabla \boldsymbol{\Phi}_{N_i} \cdot \mathbf{e}_k d\Omega$$

以下で正しい:

- 平行6面体、または
- 完全積分要素

一般に、以下に対して内力計算が改善:

- 1積分点要素

- 台形形状

5. 有限体積法の定式がより良い内力推定を示します。

   均一な流体圧力の場合、切り取られたピラミッドのような台形でない形状に対しても節点でのつりあいが検証されます。これは1積分点要素の形状関数の仮定により、体積積分では無いケースの可能性があります。(*Theory Manual*のReduced Integration Methodをご参照ください)。

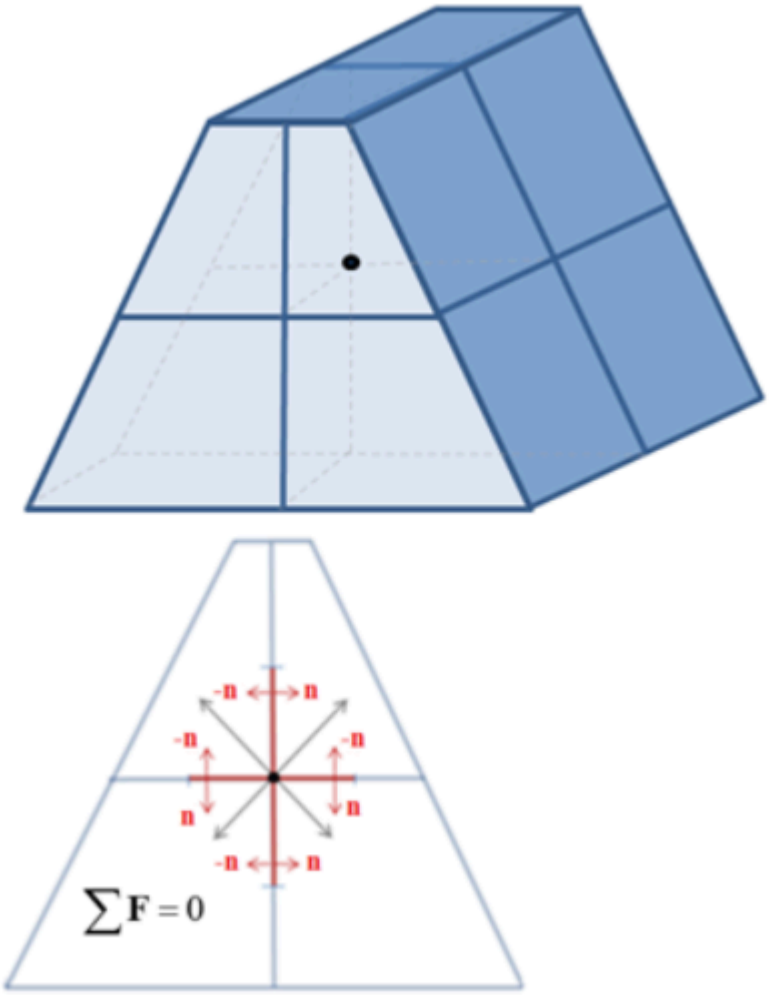


図 *413:*

6. 数値粘性のデフォルト値(qa,qb) が0に設定されます。

   これは低マッハ数の問題に適しています、そうでない場合、パラメータは非ゼロであるべきです。

7. 従来のCFD入力(入力デックV43またはV46フォーマット)の場合、このオプションはRadioss実行時に自動的にアクティブ化されます。

8. その他のブロックフォーマット入力(V41、V44)の場合は、入力デックファイルにこのオプションを加えると、Radioss実行時にこの機能を有効にできます。

/FAIL/XFEM_FLD（廃止）

ブロックフォーマットのキーワード
XFEM（eXtended Finite Element Method）破壊モデルを記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/FAIL/XFEM_FLD/*mat_ID*/*unit_ID*									
fct_ID	I_{fail_sh}								

オプションの行

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
fail_ID									

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
fct_ID	関数の識別子 （整数）	
I_{fail_sh}	シェル破壊フラグ *= 1* 破壊ゾーンに1つの層が存在する場合はシェルに亀裂が入ります（削除されない）。 *= 2* この層が破壊ゾーンにある場合は層のテンソル応力がゼロに設定され、すべての層が破壊ゾーンにある場合はシェルに亀裂が入ります（削除されない）。 （整数）	
fail_ID	（オプション）破壊基準識別子 2	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数、最大10桁）	

コメント

1. この破壊モデルはシェル専用です。

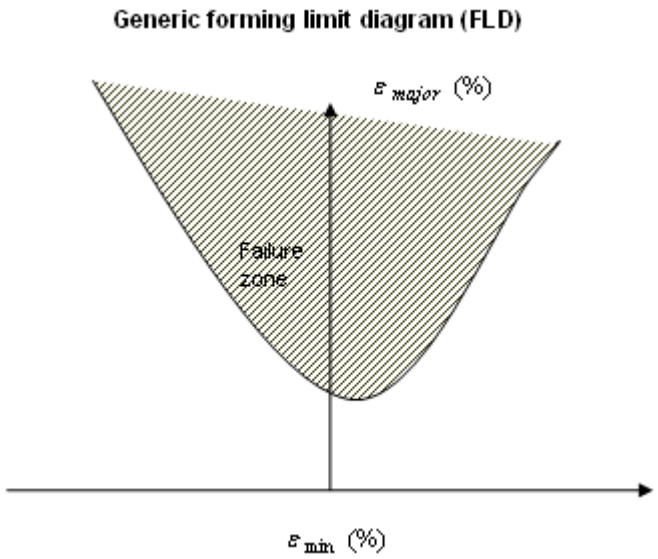


図 *414:*

2. *fail_ID*は、/STATE/BRICK/FAILおよび/INIBRI/FAILで使用されます。デフォルト値はありません。この行が空白の場合、`/INIBRI/FAIL`内の破壊モデル変数のために出力される値はありません（`/STATE/BRICK/FAIL`オプションで`.sta`ファイルに書き込まれます）。

/FAIL/XFEM_JOHNS（廃止）

ブロックフォーマットのキーワード
XFEM（eXtended Finite Element Method）破壊モデルを記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/FAIL/XFEM_JOHNS/*mat_ID*/*unit_ID*									
D_1		D_2		D_3		D_4		D_5	
$\dot{\varepsilon}_0$		I_{fail_sh}							

オプションの行

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
fail_ID									

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
D_1	第1パラメータ （実数）	
D_2	第2パラメータ （実数）	
D_3	第3パラメータ （実数）	
D_4	第4パラメータ （実数）	
D_5	第5パラメータ	

フィールド	内容	SI単位の例
	（実数）	
$\dot{\varepsilon}_0$	参照ひずみ速度。 （実数）	$\left[\frac{1}{s}\right]$
I_{fail_sh}	シェル破壊フラグ *= 1* シェルに亀裂が入る（削除ではなく）のは、$D = \sum \frac{\Delta\varepsilon_p}{\varepsilon_f} \geq 1$に、1つの積分点または層で該当する場合です。 *= 2* 各積分点において、応力テンソルがゼロに設定されるのは、$D = \sum \frac{\Delta\varepsilon_p}{\varepsilon_f} \geq 1$の場合で、すべての積分点または層でシェルに亀裂が入ります（削除されるのではない）。 （整数）	
fail_ID	（オプション）破壊基準識別子 4 （整数、最大10桁）	

例（鋼材）

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/UNIT/1
unit for mat
#               MUNIT               LUNIT               TUNIT
Mg                  mm                   s
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  1. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/PLAS_JOHNS/1/1
Steel
#              RHO_I
             7.8E-9
#                 E                  Nu
             210000                  .3
#                 a                   b                   n           EPS_p_max            SIG_max0
               270                 450                  .6                   0                   0
#                 c           EPS_DOT_0         ICC    Fsmooth               F_cut               Chard
                  0                   0           0          0                   0                   0
#                 m              T_melt               rhoC_p                 T_r
                  0                   0                   0                   0
/FAIL/JOHNSON/1/1
#                 D1                  D2                  D3                  D4                  D5
              0.11                0.08                -1.5                   0                   0
#              EPS_0  Ifail_sh  Ifail_so                                   Dadv               Ixfem
                  1         1         1                                    0.5                   1
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#enddata
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. この破壊モデルはシェル専用です。

2. パラメータは、次の応力とひずみの関係で使用されます。

$$\varepsilon_f = \left[D_1 + D_2 \exp\left(D_3 \sigma^*\right)\right] \left[1 + D_4 In\left(\dot{\varepsilon}^*\right)\right] \left[1 + D_5 T^*\right] \quad (1287)$$

ここで、

$\sigma^* = \frac{\sigma_m}{\sigma_{VM}}$、 $\dot{\varepsilon}^* = \frac{\dot{\varepsilon}}{\dot{\varepsilon}_0}$

*T**は、/MAT/LAW4 (HYD_JCOOK)等の熱塑性に該当する場合は、材料則で計算されます。

3. 現在の既知の制限は次のとおりです:

- /PARITH/ONでは、SPMD > 1の場合、結果の再現性は確保されません。SMP並列モードでのみ機能します。
- XFEMは、現在、/ANIM/VECTや/PARITH/OFFとは適合性がありません。

4. *fail_ID*は、/STATE/BRICK/FAILおよび/INIBRI/FAILで使用されます。デフォルト値はありません。この行が空白の場合、/INIBRI/FAIL内の破壊モデル変数のために出力される値はありません(/STATE/BRICK/FAILオプションで.staファイルに書き込まれます)。

/FAIL/XFEM_TBUTC（廃止）

ブロックフォーマットのキーワード
XFEM（eXtended Finite Element Method）破壊モデルを記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/FAIL/XFEM_TBUTC/*mat_ID*/*unit_ID*									
γ		K		σ_r		I_{fail_sh}	I_{duct}		
a		b							

オプションの行

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
fail_ID									

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
γ	指数 （実数）	
K	臨界損傷積分 デフォルト = 10^{30}（実数）	
σ_r	破壊応力 デフォルト = 10^{30}（実数）	[Pa]
I_{fail_sh}	シェル破壊フラグ = *1*（デフォルト） 1つの積分点でD ≥ Kの場合は、ソリッドに亀裂が入ります（削除されない）。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 2 各積分点において、D ≥ Kの場合は応力テンソルがゼロに設定され、すべての積分点でD ≥ Kの場合はシェルに亀裂が入ります（削除されない）。 （整数）	
I_{duct}	延性脆性材料フラグ *= 1*（デフォルト） 延性材料が使用される場合 *= 2* 脆性材料が使用される場合 （整数）	
a	材料パラメータ（指数） （実数）	
b	材料パラメータ（指数） （実数）	
fail_ID	（オプション）破壊基準識別子 5 （整数、最大10桁）	

コメント

1. この破壊モデルはシェル専用です。
2. Tuler-Butcher損傷累積パラメータが、指定された臨界損傷値*K*を超えると、要素は破断します。損傷パラメータの累積は、延性材料と脆性材料では異なる方法で計算されます（I_{duct} = 1または2）。

   延性材料の場合、損傷累積パラメータは下記のとおりです：

$$D = \int_0^t (\sigma - \sigma_r)^{\lambda} dt \qquad (1288)$$

   ここで、

   σ_r 破壊応力

   σ
   最大主応力

   λ
   材料の定数

t

構造内で新たな亀裂が発生する際、シェルに亀裂が入る時間

D

損傷の積分で、もう1つの材料定数

3. 脆性材料の場合、損傷パラメータは下記のとおりです。

$$\dot{D} = \frac{1}{K}(\sigma - \sigma_r)^a \qquad (1289)$$

$$\sigma_r = \sigma_0(1 - D)^b \qquad (1290)$$

$$D = D + \dot{D}\Delta t \qquad (1291)$$

4. 現在の既知の制限は次のとおりです：

- /PARITH/ONでは、SPMD > 1の場合、結果の再現性は確保されません。SMP並列モードでのみ機能します。
- XFEMは、現在、/ANIM/VECTや/PARITH/OFFとは適合性がありません。

5. *fail_ID*は、/STATE/BRICK/FAILおよび/INIBRI/FAILで使用されます。デフォルト値はありません。この行が空白の場合、/INIBRI/FAIL内の破壊モデル変数のために出力される値はありません（/STATE/BRICK/FAILオプションで.staファイルに書き込まれます）。

/INTTHICK/V5（廃止）

ブロックフォーマットのキーワード
/SHELLおよび/SH3Nフォーマットで定義され、インターフェースタイプ7、10、11、18、19および20では考慮されないシェルの板厚。このオプションの使用によって、バージョン10.0以前の挙動が可能になります。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/INTTHICK/V5									

コメント

1. インターフェースタイプ7、10、11、18、19、20のギャップおよび剛性の計算において、通常、/SHELLおよび/SH3Nフォーマットで定義されたシェルの板厚はバージョン10.0で考慮されます。
2. このオプションを使用すると、インターフェースタイプ7、10、11、18、19、20のギャップおよび剛性は、シェルおよび3節点シェルのシェルプロパティで指定された板厚に応じて計算されます。

/INTER/TYPE20（廃止）

ブロックフォーマットのキーワード
これは、一般的な単一サーフェスまたはサーフェス対サーフェスのインターフェースです。

エッジ-エッジの接触も使用できます。ペナルティ剛性は一定であるため、時間ステップの影響は受けません（標準ペナルティ剛性の場合）。このインターフェースは、インターフェースTYPE3、TYPE5、TYPE7、TYPE11またはTYPE19に代えて使用できます。インターフェースは、基本的に1つまたは2つのサーフェスによって定義されます。1つのサーフェスのみが使用される場合、このサーフェスは自己接触を行います。2つのサーフェスが定義される場合、サーフェス2の節点がサーフェス1に衝撃を与えます。対称処理をアクティブにすることができます。サーフェス1および2のエッジは、接触において考慮されます。サーフェスに節点を追加できます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/INTER/TYPE20/*inter_ID*/*unit_ID*									
inter_title									
surf_ID$_1$*surf*	*surf_ID*$_2$*surf_*	I_{sym}	I_{edge}	*grnd_ID*	*line_ID*$_1$	*line_ID*$_2$		*edge_angle*	
				I_{gap}*GAP*		I_{bag}*BAG*	I_{del}*DEL*		
				Fpenmax					
空白のフォーマット									

必要なフィールド

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
*Stfac*STFAC		*Fric*		Gap_0		T_{start}START		T_{stop}STOP	
I_{BC}BC		*Inacti*INACT		VIS_s		VIS_F			
I_{fric}FRIC	I_{filtr}FILTR	X_{freq}*freq*		I_{form}FORM					

I_{fric}FRIC > 0の場合のみ、この入力を読み込みます。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
C_1*1*		C_2*2*		C_3*3*		C_4*4*		C_5*5*	

I_{fric}FRIC > 1の場合のみ、この入力を読み込みます。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$C_6$6									

定義

フィールド	内容	SI単位の例
inter_ID	インターフェースの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
inter_title	インターフェースのタイトル （文字、最大100文字）	
surf_ID$_1$*surf_ID*$_1$	第1サーフェスの識別子 （整数）	
surf_ID$_2$*surf_ID*$_2$	第2サーフェスの識別子 *= 0* 第1サーフェスは自己接触します（I_{sym} = 2の場合を除く） （整数）	
I_{sym}	節点とサーフェスの対称的な接触処理のフラグ *= 0* 1に設定 *= 1* サーフェス1と2の節点、および*grnd_ID*の節点がサーフェス1と2に衝撃を与えます。 *= 2* サーフェス2の節点および*grnd_ID*の節点がサーフェス1に衝撃を与えます。 （整数）	
I_{edge}	エッジ定義フラグ *= 0* *surf_ID*$_1$*surf_ID*$_1$と*surf_ID*$_2$*surf_ID*$_2$からのエッジ生成はありません。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 1 *surf_ID*$_1$*surf_ID*$_1$と*surf_ID*$_2$*surf_ID*$_2$から外部境界エッジのみが生成されます。 *= 2* *surf_ID*$_1$*surf_ID*$_1$と*surf_ID*$_2$*surf_ID*$_2$からすべてのセグメントエッジが生成されます。 *= 3* 1と同じですが、さらにセグメント間の鋭角エッジも生成されます。 （整数）	
grnd_ID	サーフェス節点に節点を追加するために使用する節点グループ識別子 （整数）	
line_ID$_1$	第1ラインの識別子 （整数）	
line_ID$_2$	第2ラインの識別子 （整数）	
edge_angle	エッジ角 デフォルト = 91（実数） I_{edge} = 3の場合にのみ使用します。 2つのエッジ間の角度が*edge_angle*より小さい場合、そのエッジは考慮されます。	[rad]
I_{gap}*GAP*	ギャップ/要素オプションフラグ *= 0* ギャップは一定で、Gap$_0$と一致します。6 *= 1* ギャップは、衝撃を受けるサーフェスと節点の特性に応じて（時間的ではなく空間的に）変化します。7 （整数）	
I_{bag}*BAG*	接触時のエアバッグベントホール閉鎖フラグ *= 0*（デフォルト） 閉鎖なし *= 1* 閉鎖	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	
I_{del}*DEL*	節点およびセグメントの削除フラグ。5 *= 0*（デフォルト） 削除は行われません *= 1* 1つのセグメントに関連付けられたすべての要素4節点シェル、3節点シェル、ソリッド）が削除されると、メイン側の面からそのセグメントを削除します。このセグメントはEngineファイルでRadioss Engineキーワード/DELを使用した明示的な削除の場合にも、削除されます。 さらに、結合されていない節点をインターフェースのセカンダリ側から削除します。 *= 2* 4節点シェル、3節点シェル、またはソリッド要素が削除されると、メイン側の面から、対応するセグメントを削除します。このセグメントはEngineファイルでRadioss Engineキーワード/DELを使用した明示的な削除の場合にも、削除されます。 さらに、結合されていない節点をインターフェースのセカンダリ側から削除します。 *= -1* 結合されていない節点をインターフェースのセカンダリ側から削除する以外は、=1と同様です。 *= -2* 結合されていない節点をインターフェースのセカンダリ側から削除する以外は、=2と同様です。 （整数）	
Fpenmax	最大初期貫通係数（0 < Fpenmax ≤ 1）10 デフォルト = 1.0（実数）	
StfacSTFAC	インターフェース剛性スケールファクター。 デフォルト = 1（実数）	
Fric	Coulomb摩擦。 （実数）	
Gap_0	衝撃アクティブ化の最小ギャップ 6 I_{gap}*GAP* = 0の場合、デフォルトは： $Gap_0 = \min\left(t, \frac{l}{10}, \frac{l_{\min}}{2}\right)$	$[\mathrm{m}]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（実数）	
T_{start}START	開始時間 （実数）	[s]
T_{start}START	一時的な非アクティブ化の時間。 （実数）	[s]
I_{BC}BC	接触時の境界条件の非アクティブ化フラグ （ブーリアン）	
InactiINACTI	初期貫通時の剛性の非アクティブ化フラグ 9 *= 0* 処理はありません *= 1* 節点の剛性を非アクティブ化します。 *= 2* 要素の剛性を非アクティブ化します。 *= 3* 初期貫通が発生しないように、節点の座標を変更します。 *= 5* ギャップは時間経過により変化し、初期貫通は下記のように計算されます（節点がわずかに貫通を受けます）。 $gap_0 = Gap - P_0 - 5\% \cdot (Gap - P_0)$ （整数）	
VIS_sS	インターフェース剛性の臨界減衰係数 デフォルト = 0.05（実数）	
VIS_F	接触面摩擦の臨界減衰係数 デフォルト = 1.0（実数）	
I_{fric}FRIC	摩擦定式化フラグ。13 14 *= 0*（デフォルト） 静的Coulomb摩擦則 *= 1* 汎用の粘性摩擦則 *= 2* 修正Darmstad摩擦則	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 3 Renard摩擦則 （整数）	
I_{filtr}*FILTR*	摩擦フィルタリングフラグ。15 *= 0*（デフォルト） フィルターは使用されません *= 1* 単純な数値フィルター *= 2* フィルタリング時間による標準の-3dBフィルター。 *= 3* カットオフ周波数による標準の-3dBフィルター。 （整数）	
X_{freq}*freq*	フィルタリング係数。 （実数）	
I_{form}*FORM*	摩擦ペナルティ定式化のタイプ。 *= 1* = 粘性（合計）の定式化 *= 2*（デフォルト） 剛性（増分）の定式化 （整数）	
C_1*1*	摩擦則係数。 （実数）	
C_2*2*	摩擦則係数。 （実数）	
C_3*3*	摩擦則係数。 （実数）	
C_4*4*	摩擦則係数。 （実数）	
C_5*5*	摩擦則係数。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（実数）	
$C_6 6$	摩擦則係数。 （実数）	

境界条件の非アクティブ化フラグ：**IBC**

(1)-1	**(1)-2**	**(1)-3**	**(1)-4**	**(1)-5**	**(1)-6**	**(1)-7**	**(1)-8**
					$I_{BCX}BCX$	$I_{BCY}BCY$	$I_{BCZ}BCZ$

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
$I_{BCX}BCX$	衝撃時のX境界条件の非アクティブ化フラグ *= 0* フリー自由度 *= 1* 固定自由度 （ブーリアン）	
$I_{BCY}BCY$	衝撃時のY境界条件の非アクティブ化フラグ *= 0* フリー自由度 *= 1* 固定自由度 （ブーリアン）	
$I_{BCZ}BCZ$	衝撃時のZ境界条件の非アクティブ化フラグ *= 0* フリー自由度 *= 1* 固定自由度 （ブーリアン）	

コメント

1. 最も単純な入力は、1つの自己接触サーフェス*surf_ID*$_1$*surf_ID*$_1$のみを入力する方法です。対称性処理のフラグI_{sym}は節点-サーフェス接触に使用されますが、エッジ-エッジ接触は常に対称です。
2. インターフェースTYPE7またはTYPE11の入力を模擬するには、以下のように入力します:

TYPE20で**TYPE7**の入力を模擬	**TYPE20**で**TYPE11**の入力を模擬
(TYPE20) *surf_ID*$_1$*surf_ID*$_1$ = *surf_ID*$_m$*m* (TYPE7) (TYPE20) *grnd_ID* = *grnd_ID*$_s$*s* (TYPE7)	(TYPE20)*line_ID*$_1$ = *line_ID*$_s$ (TYPE11) (TYPE20)*line_ID*$_2$ = *line_ID*$_m$ (TYPE11)
(TYPE20)*line_ID*$_1$ = 0 (TYPE20)*line_ID*$_2$ = 0	(TYPE20) *surf_ID*$_1$*surf_ID*$_1$ = 0 (TYPE20) *grnd_ID* = 0
(TYPE20) *surf_ID*$_2$*surf_ID*$_2$ = 0 (TYPE20)I_{sym} = 2 (TYPE20)I_{edge} = 0	(TYPE20) *surf_ID*$_2$*surf_ID*$_2$ = 0 (TYPE20)I_{sym} = 0 (TYPE20)I_{edge} = 0

3. SPMDの場合、*surf_ID*$_m$*m*によって定義される各メインセグメントを1つの要素に関連付ける必要があります(ボイド要素の場合もあります)。
4. フラグI_{bag}*BAG*については、モニター体積オプション(モニター体積(エアバッグ))をご参照ください。
5. フラグ I_{del}*DEL* = 1のCPUコストはI_{del}*DEL* = 2よりも高くなります。
6. I_{gap}*GAP* = 0の場合、*Gap*$_0$に使用されるデフォルト値。次のように計算されます:

$$Gap_0 = \min\left(t, \frac{l}{10}, \frac{l_{\min}}{2}\right) \quad (1292)$$

ここで、

t	メインシェル要素の平均板厚
l	メインソリッド要素の平均辺長
$\mathbf{l_{min}}$	すべてのメインセグメント(シェルまたは3次元ソリッド)の中の最小辺長

7. I_{gap}*GAP* = 1の場合、ギャップは衝撃のそれぞれに対して下記の式で計算されます:

$$g_s + g_m \quad (1293)$$

ここで、

- g_m: メイン要素のギャップ:

  $g_m = \frac{t}{2}$、ここでtは、シェル要素に対するメイン要素の板厚

  g_m = 0(3次元ソリッド要素の場合)
- g_s: セカンダリ節点のギャップ:

g_s = 0（セカンダリ節点がどの要素にも結合されていないか、3次元ソリッド要素またはスプリング要素にのみ結合されている場合）

$g_s = \frac{t}{2}$ ここでtは、セカンダリ節点に結合されているシェル要素の最大板厚です。

$g_s = \frac{1}{2}\sqrt{S}$ （トラスおよびビーム要素の場合）。ここで、Sは要素の断面とします。

セカンダリ節点が複数のシェルおよび/またはビームまたはトラスに結合されている場合は、計算された中で最も大きいセカンダリギャップが使用されます。

シェル要素のフリーエッジが接触している場合、*I_{gap}GAP*は、以下のようにフリーエッジの境界シェルのギャップをシフトできます。

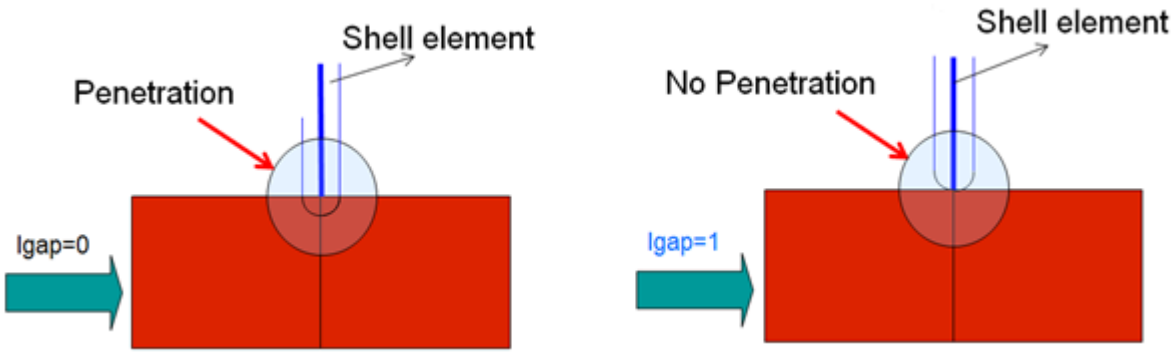


図 *415:*

8. 境界条件の非アクティブ化は、セカンダリ節点グループ（*surf_ID$_s$s*）に適用されます。
9. 節点がスプリング要素に属している場合に*InactiINACTI* = 3であると、初期エネルギーが発生することがあります。

   InactiINACTI = 5:

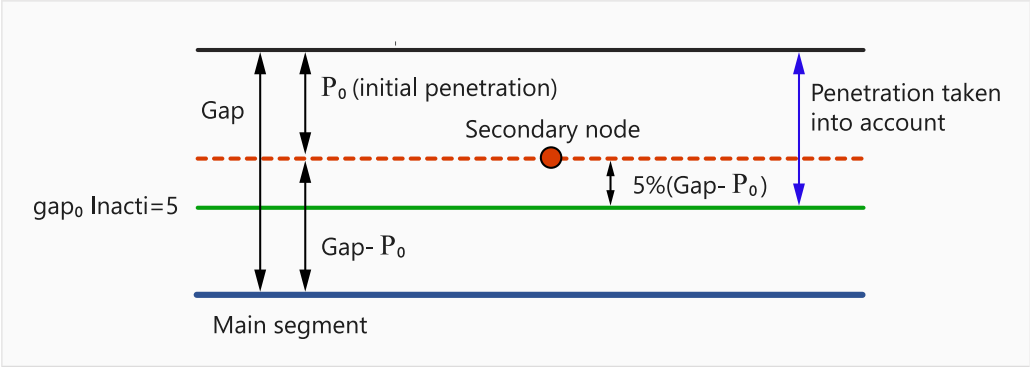


図 *416:*

10. 最大貫通値は、実際のギャップ（可変ギャップを含む）の割合として設定されます。

    $Penetration \geq F penmax \cdot Gap$

    セカンダリ節点の初期貫通が計算された最大値（*Fpenmax*）より大きい場合、その節点はインターフェースで非アクティブとなります（節点剛性の非アクティブ化）。
11. 1つの節点が2つのサーフェスに同時に属することができます。

12. 剛性係数の値に制限はありません（ただし、値が1.0より大きいと、最初の時間ステップが短くなる場合があります）。

13. 摩擦定式化の場合：

- 摩擦フラグ = 0（デフォルト）の場合は、従来の静的摩擦係数の定式化が使用されます：

  $F_t \le \mu \cdot F_n$ ここで、$\mu = Fric$（μは、クーロン摩擦係数）
- フラグI_{fric}*FRIC* > 0の場合、新しい摩擦モデルが導入されます。この場合、摩擦係数は関数$\mu = \mu(\rho, V)$によって設定されます。

  ここで、

ρ	メインセグメントの垂直抗力の圧力
V	セカンダリ節点の接線速度

14. 現在は、係数C_1*1*～C_6*6*を使用して、新しい摩擦定式化の可変摩擦係数μを定義しています。

以下の定式化を使用できます：

- I_{fric}*FRIC* = 1（汎用の粘性摩擦則）：

$$\mu = Fric + C_1 \cdot p + C_2 \cdot V + C_3 \cdot p \cdot V + C_4 \cdot p^2 + C_5 \cdot V^2 \qquad (1294)$$

- I_{fric}*FRIC* = 2（修正Darmstad則）：

$$\mu = Fric + C_1 \cdot e^{(C_2 V)} \cdot p^2 + C_3 \cdot e^{(C_4 V)} \cdot p + C_5 \cdot e^{(C_6 V)} \qquad (1295)$$

- I_{fric}*FRIC* = 3（Renard則）：

$\mu = C_1 + (C_3 - C_1) \cdot \frac{V}{C_5} \cdot \left(2 - \frac{V}{C_5}\right)$ の、$V \in [0, C_5]$

$\mu = C_3 - \left((C_3 - C_4) \cdot \left(\frac{V - C_5}{C_6 - C_5}\right)^2 \cdot \left(3 - 2 \cdot \frac{V - C_5}{C_6 - C_5}\right)\right)$、右記の場合；$V \in [C_5, C_6]$

$\mu = C_2 - \frac{1}{\frac{1}{C_2 - C_4} + (V - C_6)^2}$、右記の場合；$V \ge C_6$

ここで、

$C_1 = \mu_s \quad C_2 = \mu_d$

$C_3 = \mu_{\max} \quad C_4 = \mu_{\min}$

$C_5 = V_{cr1} \quad C_6 = V_{cr2}$

- 第1臨界速度$V_{cr1} = C_5$は、0以外にする必要があります（$C_5 \ne 0$）。
- 第1臨界速度$V_{cr1} = C_5$は、第2臨界速度$V_{cr2} = C_6$より小さくする必要があります（$C_5 < C_6$）。
- 静止摩擦係数C_1と動摩擦係数C_2は、最大摩擦C_3より小さくする必要があります（$C_1 \le C_3$かつ$C_2 \le C_3$）。
- 最小摩擦係数C_4は、静止摩擦係数C_1および動摩擦係数C_2より小さくする必要があります（$C_4 \le C_1$かつ$C_4 \le C_2$）。

15. 摩擦フィルタリング：

I_{filtr}*FILTR* ≠ 0の場合は、接線力がフィルタを使用して以下のようにスムージングされます：

$$F_t = \alpha \cdot F'_t + (1 - \alpha) \cdot F'_{t-1} \qquad (1296)$$

ここで、α係数は、以下のように計算されます：

- *I*filtr*FILTR*= 1の場合、$\alpha = X_{freq}$、単純な数値フィルター
- *I*filtr*FILTR* = 2 ➤ $\alpha = \frac{2 \cdot \pi}{X_{freq}}$の場合、標準の-3dBフィルター。ここで、$X_{freq} = \frac{dt}{T}$で、Tはフィルタリング期間
- *I*filtr*FILTR* = 3 ➤ $\alpha = 2 \cdot \pi \cdot X_{freq} \cdot dt$の場合、カット周波数*X*freq*freq*を使用する標準の-3dBフィルター

フィルタリング係数*X*freq*freq*は、0～1の値にする必要があります。

16. 摩擦ペナルティ定式化*I*form*FORM*

- *I*form*FORM* = 1（デフォルト）の粘性定式化の場合、摩擦力は次のとおりです：

$$F_t = \min\left(\mu F_n, F_{adh}\right) \tag{1297}$$

このとき、粘着力は以下のように計算されます：

$F_{adh} = C \cdot V_t$ ここで、$C = VIS_F \cdot \sqrt{2Km}$

- *I*form*FORM* = 2の粘性定式化の場合、摩擦力は次のとおりです：

$$F_t^{new} = \min\left(\mu F_n, F_{adh}\right) \tag{1298}$$

このとき、粘着力は以下のように計算されます：

$F_{adh} = F_t^{old} + \Delta F_t$ ここで、$\Delta F_t = K \cdot V_t \cdot dt$

ここで、V_tは、接触接線速度です。

See Also

接触の取り扱い

/MADYMO/LINK（廃止）

ブロックフォーマットのキーワード
MADYMOボディへのリンクの定義を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MADYMO/*LINK*/*link_ID*									
link_title									
MD_{ref}	*node_ID*								

定義

フィールド	内容	SI単位の例
link_ID	MADYMOリンク識別子	
link_title	MADYMOリンクのタイトル	
MD_{ref}	MADYMOボディの相互参照番号 （整数）	
node_ID	Radioss節点識別子 （整数）	

コメント

1. MADYMOは、TNO MADYMO BV社の登録商標です。
2. Radioss節点をMADYMOにリンクすることによって、MADYMOボディと相互参照関係にあるMD_{ref}

   MADYMOボディとRADIOSS節点は単一のボディとして扱われ、その質量、慣性、および重心はMADYMOボディの値に等しくなります。

   節点に作用するボディに伝達されて変換され、節点の速度はMADYMOボディの速度に従って設定されます。
3. リンクは運動条件です（つまり、節点の運動はMADYMOボディによって設定されます）。したがって、他の運動条件をこの節点に設定することはできません。
4. Radioss節点の質量はMADYMOボディに伝達されません。したがって、Radioss節点の質量は、MADYMOディの質量に対して極めて小さい値にする必要があります。
5. Radioss節点が剛体のメイン節点である場合、剛体の慣性を球状に設定する必要があります。

/MAT/LAW13 (RIGID)（廃止）

ブロックフォーマットのキーワード
この材料則は、パートを剛体としてモデル化する際に使用されます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW13/*mat_ID*/*unit_ID*または/MAT/RIGID/*mat_ID*/*unit_ID*									
mat_title									
ρ_i									
E		*v*							

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
E	ヤング率 インターフェース内の剛性の計算に使用される （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
v	ポアソン比 インターフェース内の剛性の計算に使用される （実数）	

例（**Rigid**）

```
#RADIOSS STARTER
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

```
/UNIT/1
unit for mat
Mg                    mm                    s
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#-  2. MATERIALS:
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/MAT/LAW13/1/1
rigid material
#              RHO_I
                 .78
#                   E                   NU
               210000                   .3
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#ENDDATA
/END
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. /MAT/RIGIDは運動条件やアドバンストマススケーリング(/AMS)とは適合性がありませんが、/BCSとは適合性があります。
2. /MAT/RIGIDは、/PLOAD、/CLOAD、/GRAV、/IMPDISP、 /IMPVEL、/IMPACC、/IMPTEMP、/INIVELおよび/INITEMPとの適合性はありません。荷重を使用する場合は、/MAT/RIGIDではなく/RBODYの使用が推奨されます。

/MAT/LAW51 (Iform = 3)（廃止）

ブロックフォーマットのキーワード
この定式化は、多相材料ALE領域の流出条件を処理します（定式化：$I_{form}FORM$ = 0、1、10または11）。

隣接するALE領域に存在する各副材料について、初期状態を提供する必要があります。

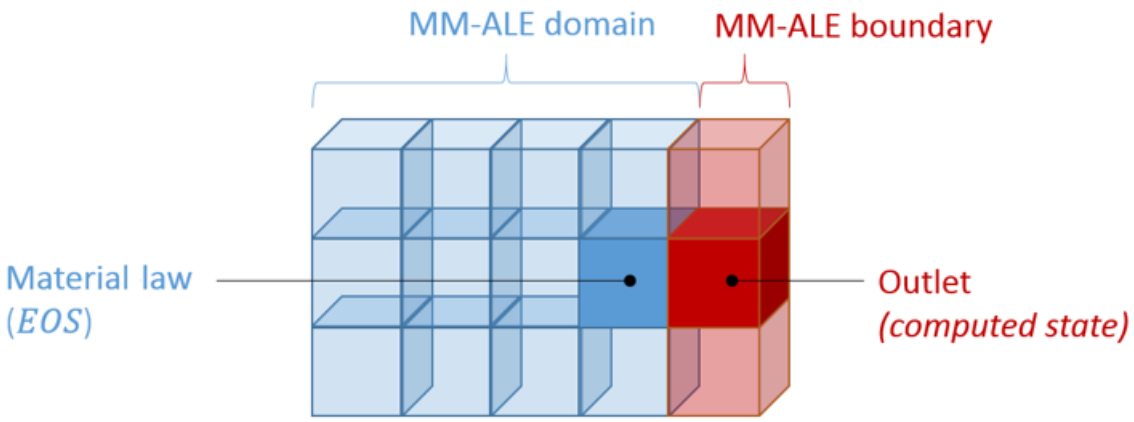


図 *417:*

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MAT/LAW51/*mat_ID*									
mat_title									
空白のフォーマット									
$I_{form}FORM$									
空白のフォーマット									

#材料1パラメータ

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$\alpha_0^{mat\_1}$		$\rho_0^{mat\_1}$		$E_0^{mat\_1}$				$P_0^{mat\_1}$	
空白のフォーマット									
空白のフォーマット									

#材料2パラメータ

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$\alpha_0^{mat\_2}$		$\rho_0^{mat\_2}$		$E_0^{mat\_2}$				$P_0^{mat\_2}$	
空白のフォーマット									
空白のフォーマット									

#材料3パラメータ

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$\alpha_0^{mat\_3}$		$\rho_0^{mat\_3}$		$E_0^{mat\_3}$				$P_0^{mat\_3}$	
空白のフォーマット									
空白のフォーマット									

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
mat_title	材料のタイトル （文字、最大100文字）	
I_{form}*FORM*	定式化フラグ （整数）	
$\alpha_0^{mat\_i}$	初期体積比率 1 （実数）	
$\rho_0^{mat\_i}$	初期密度 （実数）	$\left[\frac{kg}{m^3}\right]$
$E_0^{mat\_i}$	単位体積あたりの初期エネルギー （実数）	$\left[\frac{J}{m^3}\right]$
$P_0^{mat\_i}$	初期圧力	$[Pa]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（実数）	

コメント

1. 初期体積比率によって、要素体積を3つの異なる材料で分け合うことができます。

   材料ごとに、$\alpha_0^{mat_i}$を0と1の間に定義する必要があります。

   初期体積比率の合計$\sum_{i=1}^{3}\alpha_0^{mat_i}$は1に等しい必要があります。
2. モデリングする流れの方向に対して垂直な境界層要素を作成することが推奨されます。
3. 流出要素状態は、初期値と、隣接要素の影響を受けた数量を使用して計算されます。

/MONVOL/AIRBAG（廃止）

ブロックフォーマットのキーワード
エアバッグのモニター体積タイプを記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MONVOL/AIRBAG/*monvol_ID*/*unit_ID*									
monvol_title									
$surf\_ID_{ex}$									
$Ascale_t$		$Ascale_P$		$Ascale_S$		$Ascale_A$		$Ascale_D$	
		μ		$P_{ext}EXT$		T_0		$equi$	I_{ttf}
γ_i		cpa_i		cpb_i		cpc_i			

インジェクタの数

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
N_{jet}									

N_{jet}個のインジェクターを定義（インジェクターあたり3行）

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
γ		cpa		cpb		cpc			
fct_ID_{mas}	I_{flow}	$Fscale_{mas}$		fct_ID_T		$Fscale_T$	$sens\_ID$		
I_{jet}	$node\_ID_1$	$node\_ID_2$	$node\_ID_3$						

ジェット関数のデータ（$I_{jet} > 0$の場合にのみ読み出す）

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
fct_ID_{Pt}	$fct\_ID_P\theta$	$fct\_ID_P\theta$		$Fscale_{pt}$		$Fscale_p\theta$		$Fscale_p\delta$	

ベントホールの数

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
N_{vent}									

N_{vent}個のベントホール膜を定義（ベントホール膜あたり4行）

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$surf\_ID_v$	A_{vent}		B_{vent}		T_{stop}STOP				
T_{vent}		ΔP_{def}		ΔtP_{def}		fct_ID_V	$Fscale_V$		I_{dtPdef}
fct_ID_t	fct_ID_P	fct_ID_A		$Fscale_t$		$Fscale_P$		$Fscale_A$	
$fct\_ID_{t'}$	$fct\_ID_{P'}$	$fct\_ID_{A'}$		$Fscale_{t'}$		$Fscale_{P'}$		$Fscale_{A'}$	

定義

フィールド	内容	SI単位の例
monvol_ID	モニター体積識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
monvol_title	モニター体積のタイトル （文字、最大100文字）	
$surf\_ID_{ex}$	外部サーフェス識別子 1 （整数）	
$Ascale_t$	時間ベースの関数に対する横軸のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	[s]
$Ascale_P$	圧力ベースの関数に対する横軸のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	[Pa]
$Ascale_S$	面積ベースの関数に対する横軸のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	$[m^2]$
$Ascale_A$	角度ベースの関数に対する横軸のスケールファクター	[deg]

フィールド	内容	**SI**単位の例
	デフォルト = 1.0（実数）	
$Ascale_D$	距離ベースの関数に対する横軸のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	[m]
mat_ID	初期気体材料識別子（/MAT/GAS） （実数）	
μ	体積粘性 デフォルト = 0.01（実数）	
$P_{ext}EXT$	外圧 （実数）	[Pa]
T_0	初期温度 デフォルト = 295（実数）	[K]
I_{equi}	初期熱力学的つり合いフラグ *= 0* エアバッグに初期充填されている気体の質量は、時間ゼロにおける体積に対して決定されます。 *= 1* エアバッグに初期充填されている気体の質量は、噴射開始時における体積に対して決定されます。 （整数）	
I_{ttf}	排気時間シフトフラグ。注入センサーが指定されている場合のみアクティブ。 *= 0*または*1* 時間依存多孔性曲線は、注入センサーのアクティブ化時間ではシフトされません。T_{vent} と$T_{stop}STOP$は無視されます。 *= 2* 時間依存多孔性曲線はT_{inj}（T_{inj}は、第1インジェクターがセンサーでアクティブになる時間として定義されます）でシフトされます。*Tvent*と$T_{stop}STOP$は無視されます。 *= 3* 時間依存多孔性曲線はT_{inj} +T_{vent}でシフトされます。$T_{stop}STOP$が指定されている場合、排気はT_{inj} + $T_{stop}STOP$で停止します。	
γ_i	初期温度における比熱の比	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	$\gamma_i = \frac{cp_i}{cv_i}$ （実数）	
cpa_i	関係式cp_i(T)の*cpa*係数 （実数）	$\left[\frac{J}{kg \cdot K}\right]$
cpb_i	関係式cp_i(T)の*cpb*係数 （実数）	$\left[\frac{J}{kg \cdot K^2}\right]$
cpc_i	関係式cp_i(T)の*cpc*係数 （実数）	$\left[\frac{J}{kg \cdot K^3}\right]$
N_{jet}	インジェクタの数 （整数）	
γ	比熱の比 $\gamma = \frac{C_p}{C_v}$ （実数）	
cpa	関係式cp(T)の*cpa*係数 （実数）	$\left[\frac{J}{kg \cdot K}\right]$
cpb	関係式cp(T)の*cpa*係数 （実数）	$\left[\frac{J}{kg \cdot K^2}\right]$
cpc	関係式cp(T)の*cpa*係数 （実数）	$\left[\frac{J}{kg \cdot K^3}\right]$
$surf\_ID_v$	ベントホール膜サーフェス識別子 （整数）	
A_{vent}	$surf_ID_v \neq 0$の場合：サーフェスに対するスケールファクター デフォルト = 1.0 $surf_ID_v = 0$の場合：ベントホールのサーフェス デフォルト = 0.0（実数）	$[m^2]$$surf_ID_V = 0$の場合

フィールド	内容	**SI**単位の例
B_{vent}	$surf_ID_V \neq 0$の場合：衝撃を受けるサーフェスに対するスケールファクター デフォルト = 1.0 $surf_ID_V = 0$の場合：B_{vent} は、0に設定 デフォルト = 0.0（実数）	$[m^2]$、$surf_ID_V = 0$の場合
T_{stop}*STOP*	排気の停止時間 デフォルト = 1E+30（実数）	$[s]$
T_{vent}	排気の開始時間 デフォルト = 0.0（実数）	$[s]$
ΔP_{def}	ベントホール膜を開口する圧力差（$\Delta P_{def} = P_{def} - P_{ext}$*EXT*） （実数）	$[Pa]$
ΔtP_{def}	圧力がP_{def}を超えてベントホール膜が開口するまでの最短時間 （実数）	$[s]$
fct_ID_V	流出速度関数識別子 （整数）	
$Fscale_V$	fct_IDのスケールファクター$_V$ デフォルト = 1.0（実数）	$[\frac{m}{s}]$
I_{dtPdef}	ΔP_{def}に到達した場合の時間遅延フラグ： *= 0* 排気をアクティブにするには、ΔtP_{def}の累積時間の間、圧力がΔP_{def}を超える必要があります。 *= 1* 排気は、ΔP_{def}に到達した後、ΔtP_{def}が経過すると、アクティブになります。	
fct_ID_t	空隙率対時間関数識別子 （整数）	
fct_ID_P	空隙率対圧力関数識別子 （整数）	
fct_ID_A	空隙率対面積関数識別子	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	
$Fscale_t$	fct_ID_tのスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	
$Fscale_P$	fct_IDのスケールファクター$_P$ デフォルト = 1.0（実数）	
$Fscale_A$	fct_IDのスケールファクター$_A$ デフォルト = 1.0（実数）	
fct_ID_{mas}	注入気体の質量対時間関数の識別子 （整数）	
I_{flow}	質量対時間関数の入力タイプフラグ *= 0* 質量が入力されます *= 1* 質量流量が入力されます。 （整数）	
$Fscale_{mas}$	質量関数のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	$[\mathrm{kg}]$ または $\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{s}}\right]$
fct_ID_T	注入気体の温度対時間関数の識別子 （整数）	
$Fscale_T$	温度関数スケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	$[\mathrm{K}]$
sens_ID	センサーの識別子 （整数）	
I_{jet}	ジェットフラグ *= 0* ジェット効果なし *= 1* ジェット効果あり	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	
node_ID$_1$*1*、*node_ID*	ジェット形状を定義するための節点識別子N_1、N_2、N_3 （整数）	
fct_ID$_{Pt}$	I_{jet} = 1の場合：ΔPtを定義する関数の識別子番号 （整数）	
fct_ID$_P\theta$	I_{jet} = 1の場合：$\Delta P(\theta)$を定義する関数の識別子番号 （整数）	
fct_ID$_P\delta$	I_{jet} = 1の場合：右記を定義する関数の識別子番号；$\Delta P(\delta)$ （整数）	
Fscale$_{Pt}$	I_{jet} = 1の場合：*fct_ID*のスケールファクター$_{Pt}$ デフォルト = 1.0（実数）	[Pa]
Fscale$_P\theta$	I_{jet} = 1の場合：*fct_ID*のスケールファクター$_P\theta$ デフォルト = 1.0（実数）	[Pa]
Fscale$_P\delta$	I_{jet} = 1の場合：*fct_ID*のスケールファクター$_P\delta$ デフォルト = 1.0（実数）	[Pa]
N_{vent}	ベントホールの数 （整数）	
fct_ID$_{t'}$	接触時の空隙率対時間関数識別子 （整数）	
fct_ID$_{P'}$	接触時の空隙率対圧力関数識別子 （整数）	
fct_ID$_{A'}$	空隙率対被衝撃サーフェス関数識別子 （整数）	
Fscale$_{t'}$	*fct_ID*のスケールファクター$_{t'}$ デフォルト = 1.0（実数）	
Fscale$_{P'}$	*fct_ID*のスケールファクター$_{P'}$	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	デフォルト = 1.0（実数）	
$Fscale_{A'}$	*fct_ID*のスケールファクター$_{A'}$ デフォルト = 1.0（実数）	

コメント

1. *surf_IDex*は、3節点または4節点シェル要素（ボイド要素の場合もあります）に関連付けられたセグメントを使用して定義する必要があります。
2. 体積は、閉じていて法線が外向きである必要があります。
3. 横軸のスケールファクターは、エアバッグ関数の横軸の単位を変換するために使用されます。たとえば：

$$F(t') = fct\_ID\left(\frac{t}{Ascale_t}\right) \quad (1299)$$

ここで、*t*は時間です。

たとえば、入力データの単位が[ms]だが、単位[s]でのデータが必要な場合は、Ascaleを0.001に設定します。

$$F(p') = fct\_ID\left(\frac{p}{Ascale_p}\right) \quad (1300)$$

ここで、*p*は圧力です。

4. 初期圧力はP_{ext}*EXT*に設定されます。
5. 時間ゼロ（I_{equi} =0）または噴射開始時（I_{equi} =1）の初期熱力学的つり合いを記述します。初期熱力学的つり合いは、時間ゼロの体積または噴射開始時の体積に対して、次の式に基づいて求めます：$P_{ext}V = R\frac{M_0}{M_i}T_0$

ここで、M_0はエアバッグに初期充填されている気体の質量、M_iはエアバッグに初期充填されている気体のモル質量、Rは単位系に依存する気体定数です

$$R = 8.314\frac{J}{mole \cdot K} \quad (1301)$$

6. エアバッグに初期充填されている気体の、定圧における単位質量あたりの比熱容量cp_iは、次のように温度に対する2次式になります：

$$cp_i(T) = cpa + cpb_i * T + cpc_i * T^2 \quad (1302)$$

7. 初期温度γ_iでの気体定数は、次の関係式に従って、エアバッグに初期充填されている気体の、初期温度における単位質量あたりの比熱、およびモル質量に関係付ける必要があります：

$$\frac{(\gamma - 1)}{\gamma_i} cp_i(T_o) = \frac{R}{M_i} \quad (1303)$$

ここでM_iはエアバッグに初期充填されている気体のモル質量、Rは単位系に依存する気体定数です。

$$R = 8.314\frac{J}{mole \cdot K} \quad (1304)$$

8. エアバッグに初期充填されている気体の特性にはデフォルト値がないため、定義する必要があります。また、その特性は各伝達エアバッグで同じでなければなりません。

9. γi = 0の場合、エアバッグに初期充填されている気体の特性は、第1インジェクターによって供給される気体の特性に設定されます。

10. 定圧における単位質量あたりの気体の比熱の比cp_iは、次のように温度に対する2次式になります：

$$cp(T) = cpa + cpb*T + cpc*T^2 \qquad (1305)$$

11. 初期温度γでの気体定数は、次の関係式に従って、気体の初期温度における、単位質量あたりの比熱およびモル質量に関係させる必要があります：

$$\frac{(\gamma - 1)}{\gamma} cp(T_o) = \frac{R}{M} \qquad (1306)$$

ここで、

M	気体のモル質量
R	単位系に依存する気体定数

$$R = 8.314 \frac{J}{mole \cdot K} \qquad (1307)$$

12. ジェットを使用した場合、エアバッグの各要素に追加のΔP_{jet}圧力：

$$\Delta P_{jet} = \Delta P(t) * \Delta P(\theta) * \Delta P(\delta) * \max(\vec{n} * \vec{m}, 0) \qquad (1308)$$

13. ここで、$\vec{m}$は要素の中心をセグメント（$node_ID_1 1$と$node_ID_3 3$）上に投影したポイントから要素の中心までの正規化ベクトル、θはベクトルMN_2と$\vec{m}$の間の角度（単位は度）、δは要素の中心から、要素の中心をセグメント（$node_ID_1 1$と$node_ID_3 3$）上に投影したポイントまでの距離です。

ポイントのセグメント（$node_ID_1 1$と$node_ID_3 3$）上への投影は、ポイントをMN_2の方向に向けてライン（$node_ID_1 1$と$node_ID_3 3$）上へ投影したものとして定義されます。この場合、投影先がセグメント（$node_ID_1 1$と$node_ID_3 3$）に含まれる必要があります。投影先がセグメントに含まれない場合、ポイントのセグメント（$node_ID_1 1$と$node_ID_3 3$）上への投影は、$node_ID_1 1$または$node_ID_3 3$のうち、近い方の節点として定義されます。

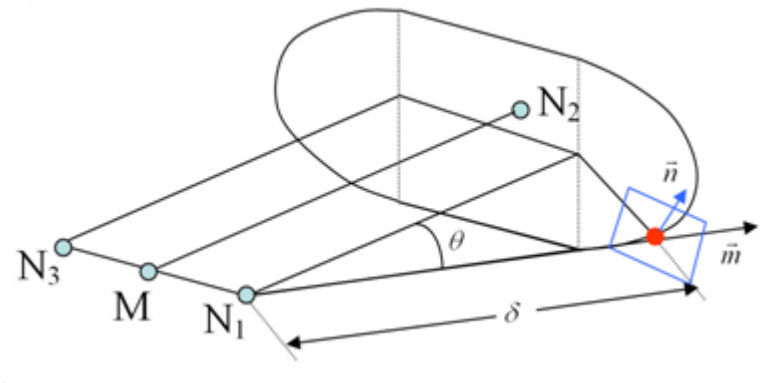


図 *418:* ジェット機の上反角

ここで、MはN_1とN_3の間です。

14. $node\_ID_3 3$ = 0の場合、$node_ID_3 3$は$node_ID_1 1$に設定され、二面体は円錐形に減少します。

15. *fct_ID*$_V$ = 0の場合は、等エンタルピー流出が想定されます。0でない場合はChemkinモデルが使用され、流出速度は次の式で求められます:

$$v = \mathrm{Fscale}_V * \mathrm{fct\_ID}_V(P - P_{ext}) \tag{1309}$$

- 等エンタルピーモデル

  排気、すなわちモニター体積からの気体の排出は等エンタルピーであると想定されます。

  また、流動は衝撃がなく、大容量の容器から流出し、有効表面積*A*の狭い開口部を通ると想定されます。

  エンタルピー保存則から、ベントホールにおける速度*u*が導出されます。したがって、Bernouilli式は次のように記述されます。

  （モニター体積）$\frac{\gamma}{\gamma - 1}\frac{P}{\rho} = \frac{\gamma}{\gamma - 1}\frac{P_{ext}}{\rho_{vent}} + \frac{u^2}{2}$（ベントホール）

  断熱条件を適用すると、次の式になります。

  （モニター体積）$\frac{P}{\rho^\gamma} = \frac{P_{ext}}{\rho_{vent}{}^\gamma}$（ベントホール）

  ここで、*P*はエアバッグに流入する気体の圧力、*ρ*はエアバッグに流入する気体の密度です。

  したがって、流出速度は次の式によって定義されます:

$$u^2 = \frac{2\gamma}{\gamma - 1}\frac{P}{\rho}\left(1 - \left(\frac{P_{ext}}{P}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}\right) \tag{1310}$$

  超音速流れでは、流出速度は理論マニュアルの10.4.4.1の記述で決められます。

  質量の流出速度は次の式によって定義されます。

$$\dot{m}_{out} = \rho_{vent} * \mathrm{vent\_holes\_surface} * u = \rho\left(\frac{P_{ext}}{P}\right)^{\frac{1}{\gamma}} * \mathrm{vent\_holes\_surface} * u \tag{1311}$$

  エネルギーの流出速度は次の式によって定義されます:

$$\dot{E}_{out} = \dot{m}_{out}\frac{E}{\rho V} = \left(\frac{P_{ext}}{P}\right)^{\frac{1}{\gamma}} * \mathrm{vent\_holes\_surface} * u\frac{E}{V} \tag{1312}$$

  ここで、*V*はエアバッグの体積、*E*はエアバッグに流入する気体の内部エネルギーです。

- Chemkinモデル

$$\dot{m}_{out} = \mathrm{vent\_holes\_surface} * \mathrm{Fscale}_v * \mathrm{fct\_ID}_v(P - P_{ext}) * \rho \tag{1313}$$

  ここで、*ρ*はエアバッグ内の気体の密度です。

16. ベントホールのサーフェスは、次のように計算されます。

$$\mathrm{vent\_holes\_surface} = A_{vent} * A_{non\_impacted} * \mathrm{fct\_ID}_t(A_{non\_impacted}/A_0) * \mathrm{fct\_ID}_P(P - P_{ext}) \tag{1314}$$

$$+ B_{vent} * A_{impacted} * \mathrm{fct\_ID}_t(A_{impacted}/A_0) * \mathrm{fct\_ID}_P(P - P_{ext}) \tag{1315}$$

ここで、衝撃を受けるサーフェスは:

$$A_{impacted} = \sum_{e \in S_{vent}} \frac{n_c(e)}{n(e)} A_e \quad (1316)$$

衝撃を受けないサーフェスは:

$$A_{non\_impacted} = \sum_{e \in S_{vent}} \left(1 - \frac{n_c(e)}{n(e)}\right) A_e \quad (1317)$$

ここで、ベントホール*surf_ID*$_v$の各要素*e*に対して、$n_c(e)$は、要素を定義している節点$n(e)$のうち衝撃を受ける節点の数を表しています。

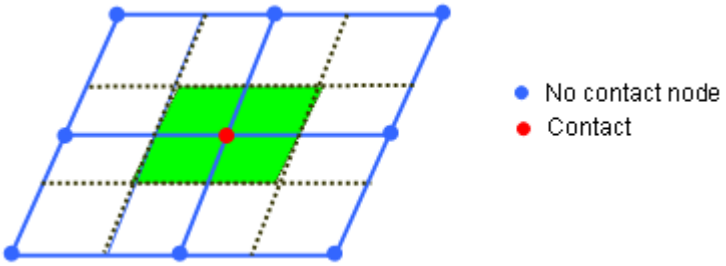


図 *419:* 衝撃を受けるサーフェス / 衝撃を受けないサーフェスと接触する節点

17. 関数*fct_ID*$_{t''}$と*fct_ID*$_{P''}$を指定しなかった場合(識別子が0)、これらは1に等しいとみなされます。
18. 関数*fct_ID*$_{A'}$を指定しなかった場合、*fct_ID*$_{A'}$(A) = Aであるとみなされます。
19. 接触中に空隙率を使用するためには、関係するインターフェース(インターフェースタイプ5および7の行3)において、フラグI_{BAG}を1に設定する必要があります。そうしなかった場合は、衝撃でインターフェースに押し込まれる節点は、$A_{impacted}$と$A_{non_impacted}$に関する前の式の被衝撃節点と見なされません。
20. 排気を定義する場合、エアバッグのサーフェスおよび放出を行うサーフェスの定義に関して、次のようにいくつか制限があります。
    - エアバッグの外部サーフェスは、シェル要素および3節点シェル要素のみで構築されている必要があります。
    - /SURF/SEGオプションでエアバッグの外部サーフェスを定義することはできません(/SURF/SEGオプションでサブサーフェスを定義した場合は、/SURF/SURFオプションで定義することもできません)。
    - ベントホールのサーフェスにもこれと同じ制限が適用されます。
    - ベントホールのサーフェスに含まれるシェル要素および3節点シェル要素は、外部サーフェスにも含まれる必要があります。
21. $T > T_{vent}$の場合、または$\Delta t P_{def}$よりも長い時間、圧力がP_{def}を超えた場合は、ベントホール膜は収縮します。

/MONVOL/COMMU（廃止）

ブロックフォーマットのキーワード
連結エアバッグのモニター体積タイプを記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MONVOL/COMMU									
monvol_title									
$surf\_ID_{ex}$									
$Ascale_t$		$Ascale_P$		$Ascale_S$		$Ascale_A$		$Ascale_D$	
		μ		$P_{ext}EXT$		T_0		I_{equi}	I_{ttf}
γ_i		cpa_i		cpb_i		cpc_i			

インジェクタの数

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
N_{jet}									

N_{jet}個のインジェクターを定義（インジェクターあたり3行）

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
γ		cpa		cpb		cpc			
fct_ID_{mas}	I_{flow}	$Fscale_{mas}$		fct_ID_T		$Fscale_T$	$sens\_ID$		
I_{jet}	$node\_ID_1$	$node\_ID_2$	$node\_ID_3$						
fct_ID_{Pt}	$fct\_ID_P\theta$	$fct\_ID_P\delta$		$Fscale_{Pt}$		$Fscale_P\theta$		$Fscale_P\delta$	

ベントホールの数

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
N_{vent}									

N_{vent}個のベントホール膜を定義（ベントホール膜あたり4行）

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$surf\_ID_v$	A_{vent}		B_{vent}		T_{stop}STOP				
T_{vent}		ΔP_{def}		ΔtP_{def}		fct_ID_V	$Fscale_V$		I_{dtPdef}
fct_ID_t	fct_ID_P	fct_ID_A		$Fscale_t$		$Fscale_P$		$Fscale_A$	
$fct\_ID_{t'}$	$fct\_ID_{P'}$	$fct\_ID_{A'}$		$Fscale_{t'}$		$Fscale_{P'}$		$Fscale_{A'}$	

連結エアバッグの数

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$Nbag$									

NBAG個の連結エアバッグを定義（連結エアバッグあたり1つ）

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
bag_ID	$surf\_ID_c$	ΔPC_{def}		A_{com}		T_{com}		ΔtPC_{def}	

定義

フィールド	内容	SI単位の例
$monvol\_ID$	モニター体積識別子 （整数、最大10桁）	
$unit\_ID$	単位識別子 （整数、最大10桁）	
$monvol\_title$	モニター体積のタイトル （文字、最大100文字）	
$surf\_ID_{ex}$	外部サーフェス識別子 1 （整数）	
$Ascale_t$	時間ベースの関数に対する横軸のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	[s]
$Ascale_P$	圧力ベースの関数に対する横軸のスケールファクター	[Pa]

フィールド	内容	**SI**単位の例
	デフォルト = 1.0（実数）	
$Ascale_S$	面積ベースの関数に対する横軸のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	$[m^2]$
$Ascale_A$	角度ベースの関数に対する横軸のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	$[deg]$
$Ascale_D$	距離ベースの関数に対する横軸のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	$[m]$
μ	体積粘性 デフォルト = 0.01（実数）	
$P_{ext}EXT$	外圧 （実数）	$[Pa]$
T_0	初期温度 デフォルト = 295（実数）	$[K]$
I_{equi}	初期熱力学的つり合いフラグ *= 0* エアバッグに初期充填されている気体の質量は、時間ゼロにおける体積に対して決定されます。 *= 1* エアバッグに初期充填されている気体の質量は、噴射開始時における体積に対して決定されます。 （整数）	
I_{ttf}	排気時間シフトフラグ。注入センサーが指定されている場合のみアクティブ。 *= 0*または*1* 時間依存多孔性曲線は、注入センサーのアクティブ化時間ではシフトされません。T_{vent} とT_{stop}*STOP*は無視されます。 *= 2* 時間依存多孔性曲線はT_{inj}（T_{inj}は、第1インジェクターがセンサーでアクティブになる時間として定義されます）でシフトされます。*Tvent*とT_{stop}*STOP*は無視されます。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 3 時間依存多孔性曲線はT_{inj} +T_{vent}でシフトされます。T_{stop}*STOP*が指定されている場合、排気はT_{inj} + T_{stop}*STOP*で停止します。	
γ_i	初期温度における比熱の比 $\gamma_i = \frac{cp_i}{cv_i}$ （実数）	
cpa_i	関係式cp_i(T)の*cpa*係数 （実数）	$\left[\frac{J}{kg \cdot K}\right]$
cpb_i	関係式cp_i(T)の*cpb*係数 （実数）	$\left[\frac{J}{kg \cdot K^2}\right]$
cpc_i	関係式cp_i(T)の*cpc*係数 （実数）	$\left[\frac{J}{kg \cdot K^3}\right]$
N_{jet}	インジェクタの数 （整数）	
N_{vent}	ベントホールの数 （整数）	
$surf\_ID_V$	ベントホール膜サーフェス識別子 17 （整数）	
A_{vent}	$surf_ID_V \neq 0$の場合：サーフェスに対するスケールファクター デフォルト = 1.0 $surf_ID_V = 0$の場合：ベントホールのサーフェス デフォルト = 0.0（実数）	$[m^2]$、$surf_ID_V = 0$の場合
B_{vent}	$surf_ID_V \neq 0$の場合：衝撃を受けるサーフェスに対するスケールファクター デフォルト = 1.0 $surf_ID_V = 0$の場合：B_{vent} は、0に設定 デフォルト = 0.0（実数）	$[m^2]$、$surf_ID_V = 0$の場合
T_{vent}	排気の開始時間	$[s]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
	デフォルト = 0.0（実数）	
T_{stop}*STOP*	排気の停止時間 デフォルト = 1E+30（実数）	[s]
fct_ID$_T$	空隙率対時間関数識別子 （整数）	
fct_ID$_P$	空隙率対圧力関数識別子 （整数）	
fct_ID$_A$	空隙率対面積関数識別子 （整数）	
Fscale$_T$	*fct_ID*のスケールファクター$_T$ デフォルト = 1.0（実数）	
Fscale$_P$	*fct_ID*のスケールファクター$_P$ デフォルト = 1.0（実数）	
Fscale$_A$	*fct_ID*$_A$のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	
γ	比熱の比 $\gamma = \frac{C_p}{C_v}$ （実数）	
cpa	関係式cp(T)の*cpa*係数 （実数）	$\left[\frac{J}{kg \cdot K}\right]$
cpb	関係式cp(T)の*cpb*係数 （実数）	$\left[\frac{J}{kg \cdot K^2}\right]$
cpc	関係式cp(T)の*cpc*係数 （実数）	$\left[\frac{J}{kg \cdot K^3}\right]$
fct_ID$_{mas}$	注入気体の質量対時間関数の識別子 （整数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
I_{flow}	質量対時間関数の入力タイプフラグ *= 0* 質量が入力されます *= 1* 質量流量が入力されます。 （整数）	
$Fscale_{mas}$	質量関数のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	$[\mathrm{kg}]$
fct_ID_T	注入気体の温度対時間関数の識別子 （整数）	
$Fscale_T$	温度関数スケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	$[\mathrm{K}]$
sens_ID	注入を開始するセンサー識別子 （整数）	
I_{jet}	ジェットフラグ *= 0* ジェット効果なし *= 1* ジェット効果あり （整数）	
node_ID$_1$*1*、*node_ID*	ジェット形状を定義するための節点識別子N_1、N_2、N_3 （整数）	
fct_ID_{Pt}	右記を定義する関数の識別子番号；$\Delta \mathrm{Pt}$ （整数）	
$fct\_ID_P\theta$	$\Delta \mathrm{P}(\theta)$を定義する関数の識別子番号 （整数）	
$fct\_ID_P\delta$	$\Delta \mathrm{P}(\delta)$を定義する関数の識別子番号 （整数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
$Fscale_{Pt}$	fct_IDのスケールファクター$_{Pt}$ デフォルト = 1.0（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
$Fscale_{P\theta}$	fct_IDのスケールファクター$_{P\theta}$ デフォルト = 1.0（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
$Fscale_{P\delta}$	fct_IDのスケールファクター$_{P\delta}$ デフォルト = 1.0（実数）	$[\mathrm{Pa}]$
ΔtP_{def}	圧力がP_{def}を超えてベントホール膜が開口するまでの最短時間 （実数）	$[\mathrm{s}]$
fct_ID_V	流出速度関数識別子 （整数）	
$Fscale_V$	fct_IDのスケールファクター$_V$ デフォルト = 1.0（実数）	$[\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}]$
I_{dtPdef}	ΔPC_{def}に到達した場合の時間遅延フラグ： *= 0* 排気をアクティブにするには、ΔtPC_{def}の累積時間の間、圧力がΔPC_{def}を超える必要があります。 *= 1* 排気は、ΔPC_{def}に到達した後、ΔtPC_{def}が経過すると、アクティブになります。	
$fct\_ID_{t'}$	接触時の空隙率対時間関数識別子 （整数）	
$fct\_ID_{P'}$	接触時の空隙率対圧力関数識別子 （整数）	
$fct\_ID_{A'}$	空隙率対被衝撃サーフェス関数識別子 （整数）	
$Fscale_{t'}$	fct_IDのスケールファクター$_{t'}$ デフォルト = 1.0（実数）	
$Fscale_{P'}$	fct_IDのスケールファクター$_{P'}$	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	デフォルト = 1.0（実数）	
$Fscale_{A'}$	*fct_ID*のスケールファクター$_{A'}$ デフォルト = 1.0（実数）	
Nbag	連結エアバッグの数 （整数）	
bag_ID	エアバッグ識別子 26 （整数）	
$surf\_ID_c$	連結サーフェス識別子 （整数）	
ΔPC_{def}	連結サーフェス膜を開口する圧力差 （実数）	[Pa]
A_{com}	連結サーフェスの係数 デフォルト = 1.0（実数）	
T_{com}	連結の開始時間 （実数）	[s]
ΔtPC_{def}	圧力差がΔPC_{def}を超えて連結サーフェス膜を開口するまでの最短時間 （実数）	[s]

コメント

1. *surf_IDex*は、3節点または4節点シェル要素（ボイド要素の場合もあります）に関連付けられたセグメントを使用して定義する必要があります。
2. 体積は、閉じていて法線が外向きである必要があります。
3. 横軸のスケールファクターは、エアバッグ関数の横軸の単位を変換するために使用されます。たとえば：

$$F(t') = fct\_ID\left(\frac{t}{Ascale_t}\right) \quad (1318)$$

ここで、*t*は時間です。

$$F(p') = fct\_ID\left(\frac{p}{Ascale_p}\right) \quad (1319)$$

ここで、*p*は圧力です。

4. 初期圧力はP_{ext}*EXT*に設定されます。

5. 各連結チャンバー内の気体は、同じ特性を備えている必要があります：γおよび*cp*の4つのパラメータのみを指定して使用できます。
6. 時間ゼロ（I_{equi} =0）または噴射開始時（I_{equi} =1）の初期熱力学的つり合いを記述します。初期熱力学的つり合いは、時間ゼロの体積または噴射開始時の体積に対して、次の式に基づいて求めます：

$$P_{ext}V = R\frac{M_0}{M_i}T_0 \qquad (1320)$$

ここで、M_0はエアバッグに初期充填されている気体の質量、M_iはエアバッグに初期充填されている気体のモル質量、Rは単位系に依存する気体定数です。

$$R = 8.314\frac{J}{mole\cdot K} \qquad (1321)$$

7. エアバッグに初期充填されている気体の、定圧における単位質量あたりの比熱容量cp_iは、次のように温度に対する2次式になります：

$$cp_i(T) = cpa + cpb_i * T + cpc_i * T^2 \qquad (1322)$$

8. 初期温度γ_iでの気体定数は、次の関係式に従って、エアバッグに初期充填されている気体の、初期温度における単位質量あたりの比熱、およびモル質量に関係付ける必要があります：

$$\frac{(\gamma - 1)}{\gamma_i}cp_i(T_o) = \frac{R}{M_i} \qquad (1323)$$

ここでM_iはエアバッグに初期充填されている気体のモル質量、Rは単位系に依存する気体定数です。

$$R = 8.314\frac{J}{mole\cdot K} \qquad (1324)$$

9. エアバッグに初期充填されている気体の特性にはデフォルト値がないため、定義する必要があります。また、その特性は各伝達エアバッグで同じでなければなりません。
10. 定圧における単位質量あたりの気体の比熱容量cp_iは、次のように温度に対する2次式になります：

$$cp(T) = cpa + cpb * T + cpc * T^2 \qquad (1325)$$

11. 初期温度γでの気体定数は、次の関係式に従って、気体の初期温度における、単位質量あたりの比熱およびモル質量に関係させる必要があります：

$$\frac{(\gamma - 1)}{\gamma}cp(T_o) = \frac{R}{M} \qquad (1326)$$

ここで、Mは気体のモル質量、Rは単位系に依存する気体定数です。

$$R = 8.314\frac{J}{mole\cdot K} \qquad (1327)$$

12. ジェットを使用した場合、エアバッグの各要素に追加のΔP_{jet}圧力：

$$\Delta P_{jet} = \Delta P(t) * \Delta P(\theta) * \Delta P(\delta) * \max(\vec{n} * \vec{m}, 0) \qquad (1328)$$

13. ここで、$\vec{m}$は要素の中心をセグメント（$node_ID_1 1$と$node_ID_3 3$）上に投影したポイントから要素の中心までの正規化ベクトル、θはベクトルMN_2と$\vec{m}$の間の角度（単位は度）、δは要素の中心から、要素の中心をセグメント（$node_ID_1 1$と$node_ID_3 3$）上に投影したポイントまでの距離です。

ポイントのセグメント（$node_ID_1 1$と$node_ID_3 3$）上への投影は、ポイントをMN_2の方向に向けてライン（$node_ID_1 1$と$node_ID_3 3$）上へ投影したものとして定義されます。この場合、投影先がセグメント

(*node_ID*$_1$*1*と*node_ID*$_3$*3*)に含まれる必要があります。投影先がセグメントに含まれない場合、ポイントのセグメント(*node_ID*$_1$*1*と*node_ID*$_3$*3*)上への投影は、*node_ID*$_1$*1*または*node_ID*$_3$*3*のうち、近い方の節点として定義されます。

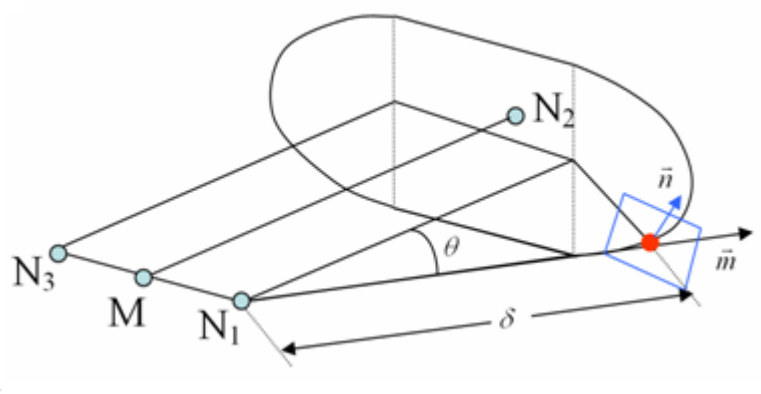


図 *420:* ジェット機の上反角

ここで、*M*はN_1とN_3の間です。

14. *node_ID*$_3$*3* = 0の場合、*node_ID*$_3$*3*は*node_ID*$_1$*1*に設定され、二面体は円錐形に減少します。
15. *T* > T_{vent}の場合、または$\Delta t PC_{def}$よりも長い時間、圧力がP_{def}を超えた場合は、ベントホール膜は収縮します。
16. *fct_ID*$_V$ = 0の場合は、等エンタルピー流出が想定されます。0でない場合はChemkinモデルが使用され、流出速度は次の式で求められます:

$$v = \mathrm{Fscale_V} * \mathrm{fct\_ID_V}(\mathrm{P} - \mathrm{P_{ext}}) \qquad (1329)$$

- 等エンタルピーモデル

  排気、すなわちモニター体積からの気体の排出は等エンタルピーであると想定されます。

  また、流動は衝撃がなく、大容量の容器から流出し、有効表面積*A*の狭い開口部を通ると想定されます。

  エンタルピー保存則から、ベントホールにおける速度*u*が導出されます。したがって、Bernouilli式は次のように記述されます。

  $$(\text{モニター体積})\frac{\gamma}{\gamma-1}\frac{P}{\rho} = \frac{\gamma}{\gamma-1}\frac{P_{ext}}{\rho_{vent}} + \frac{u^2}{2}(\text{ベントホール})$$

  断熱条件を適用すると、次の式になります。

  $$(\text{モニター体積})\frac{P}{\rho^{\gamma}} = \frac{P_{ext}}{\rho_{vent}^{\gamma}}(\text{ベントホール})$$

  ここで、*P*はエアバッグに流入する気体の圧力、*ρ*はエアバッグに流入する気体の密度です。

  したがって、流出速度は次の式によって定義されます:

  $$u^2 = \frac{2\gamma}{\gamma-1}\frac{P}{\rho}\left(1-\left(\frac{P_{ext}}{P}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}\right) \qquad (1330)$$

  超音速流れでは、流出速度は理論マニュアルの10.4.4.1の記述で決められます。

  質量の流出速度は次の式によって定義されます。

$$\dot{m}_{out} = \rho_{vent} * vent\_holes\_surface * u = \rho \left(\frac{P_{ext}}{P}\right)^{\frac{1}{\gamma}} * vent\_holes\_surface * u \quad (1331)$$

エネルギーの流出速度は次の式によって定義されます:

$$\dot{E}_{out} = \dot{m}_{out} \frac{E}{\rho V} = \left(\frac{P_{ext}}{P}\right)^{\frac{1}{\gamma}} * vent\_holes\_surface * u \frac{E}{V} \quad (1332)$$

ここで、*V*はエアバッグの体積、*E*はエアバッグに流入する気体の内部エネルギーです。

- Chemkinモデル

$$\dot{m}_{out} = vent\_holes\_surface * Fscale_v * fct\_ID_v(P = P_{ext}) * \rho \quad (1333)$$

ここで、*ρ*はエアバッグ内の気体の密度です。

17. *surf_ID*$_V$ ≠ 0(*surf_ID*$_V$が定義されている)場合。

$$vent\_holes\_surface = A_{vent} * fct\_ID_A(A) * fct\_ID_t(t) * fct\_ID_P(P - P_{ext}) \quad (1334)$$

ここで、*A*はサーフェス*surf_ID*の面積

18. *surf_ID*$_V$ = 0(*surf_ID*$_V$が定義されていない)場合。

$$vent\_holes\_surface = A_{vent} * fct\_ID_t(t) * fct\_ID_P(P - P_{ext}) \quad (1335)$$

19. 関数*fct_ID*$_t$と*fct_ID*$_P$を指定しなかった場合(識別子が0)、これらは1に等しいとみなされます。

20. 関数*fct_ID*$_A$を指定しなかった場合、*fct_ID*$_A$(A) = Aであるとみなされます。

21. 接触中に空隙率を使用するためには、関係するインターフェース(インターフェースタイプ5および7の行3)において、フラグ*I*$_{BAG}$を1に設定する必要があります。そうしなかった場合は、衝撃でインターフェースに押し込まれる節点は、*A*$_{impacted}$と*A*$_{non_impacted}$に関する前の式の被衝撃節点と見なされません。

22. ベントホールのサーフェスは、次のように計算されます。

surf_ID$_V$ = 0(*surf_ID*$_V$が定義されていない)場合。

$$vent\_holes\_surface = A_{vent} * fct\_ID_A(A) * fct\_ID_t(t) * fct\_ID_P(P - P_{ext}) \quad (1336)$$

23. *surf_ID*$_V$ ≠ 0(*surf_ID*$_V$が定義されている)場合。

$$\begin{aligned} vent\_holes\_surface = {} & A_{vent} * A_{non\_impacted} * fct\_ID_t(A_{non\_impacted} / A_0) * fct\_ID_P(P - P_{ext}) \\ & + B_{vent} * A_{impacted} * fct\_ID_t(A_{impacted} / A_0) * fct\_ID_P(P - P_{ext}) \end{aligned} \quad (1337)$$

ここで、衝撃を受けるサーフェスは:

$$A_{impacted} = \sum_{e \in S_{vent}} \frac{n_c(e)}{n(e)} A_e \quad (1338)$$

衝撃を受けないサーフェスは:

$$A_{non\_impacted} = \sum_{e \in S_{vent}} \left(1 - \frac{n_c(e)}{n(e)}\right) A_e \quad (1339)$$

ここで、ベントホール*surf_ID*$_v$の各要素*e*に対して、$n_c(e)$は、要素を定義している節点$n(e)$のうち衝撃を受ける節点の数を表しています。

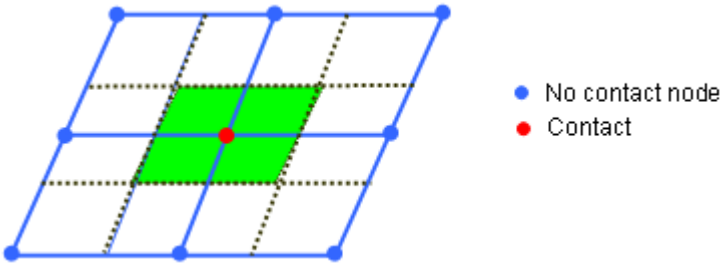


図 *421:* 衝撃を受けるサーフェス / 衝撃を受けないサーフェスと接触する節点

24. 関数*fct_ID*$_{t''}$と*fct_ID*$_{P''}$を指定しなかった場合（識別子が0）、これらは1に等しいとみなされます。

25. 関数*fct_ID*$_{A'}$を指定しなかった場合、*fct_ID*$_{A'}$(A) = Aであるとみなされます。

26. すべての連結エアバッグの*bag_ID*は、*COMMU* モニター体積タイプである必要があります。

27. モニター体積*monvol_ID*からエアバッグ*bag_ID*への連結のみが考慮されます（外向きの連結）。

28. 排気を定義する場合、エアバッグのサーフェスおよび放出を行うサーフェスの定義に関して、次のようにいくつか制限があります。

- エアバッグの外部サーフェスは、シェル要素および3節点シェル要素のみで構築されている必要があります。
- /SURF/SEGオプションでエアバッグの外部サーフェスを定義することはできません（/SURF/SEGオプションでサブサーフェスを定義した場合は、/SURF/SURFオプションで定義することもできません）。
- ベントホールのサーフェスにもこれと同じ制限が適用されます。
- ベントホールのサーフェスに含まれるシェル要素および3節点シェル要素は、外部サーフェスにも含まれる必要があります。
- 連結サーフェスに含まれるシェル要素および3節点シェル要素は、外部サーフェスにも含まれる必要があります。

29. T > T_{vent}の場合、または$\Delta t PC_{def}$よりも長い時間、圧力がΔPC_{def}を超えた場合は、ベントホール膜は収縮します。

/MONVOL/FVMBAG（廃止）

ブロックフォーマットのキーワード
FVMBAGタイプのエアバッグを記述します。入力はAIRBAGタイプと同様です。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/MONVOL/FVMBAG/*monvol_ID*/*unit_ID*									
monvol_title									
$surf\_ID_{ex}$									
$Ascale_t$		$Ascale_P$		$Ascale_S$		$Ascale_A$		$Ascale_D$	
				$P_{ext}EXT$		T_0		I_{equi}	I_{ttf}
γ_i		cpa_i		cpb_i		cpc_i			

インジェクタの数

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
N_{jet}									

N_{jet}個のインジェクターを定義（インジェクターあたり3行）

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
γ		cpa		cpb		cpc			
fct_ID_{mas}	I_{flow}	$Fscale_{mas}$		fct_ID_T	$Fscale_T$		$sens\_ID$		
I_{sjet}									
fct_ID_{vel}		$Fscale_{vel}$							

ベントホールの数

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
N_{vent}									

N_{vent}個のベントホールを定義（ベントホールあたり4行）

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$surf\_ID_V$	A_{vent}		B_{vent}				I_{tvent}		
T_{vent}		ΔP_{def}		ΔtP_{def}		fct_ID_V	$Fscale_V$		I_{dtPdef}
fct_ID_t	fct_ID_P	fct_ID_A		$Fscale_t$		$Fscale_P$		$Fscale_A$	
$fct\_ID_{t'}$	$fct\_ID_{P'}$	$fct\_ID_{A'}$		$Fscale_{t'}$		$Fscale_{P'}$		$Fscale_{A'}$	

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Vx_3		Vy_3		Vz_3					
Vx_1		Vy_1		Vz_1					
X_0		Y_0		Z_0					
L_1		L_2		L_3					
Nb_1	Nb_2	Nb_3	$grbrc\_ID$	$surf\_ID_{in}$	$Iref$				

その他のFVMBAGパラメータ

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$Igmerg$		$Cgmerg$		$Cnmerg$		$Ptole$			
q_a		q_b		$Hmin$					
$Ilvout$	$Nlayer$	$Nfacmax$	$Nppmax$	$Ifvani$					

定義

フィールド	内容	SI単位の例
$monvol\_ID$	モニター体積識別子 （整数、最大10桁）	
$unit\_ID$	単位識別子 （整数、最大10桁）	
$monvol\_title$	モニター体積のタイトル （文字、最大100文字）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
$surf\_ID_{ex}$	外部サーフェス識別子 1 （整数）	
$Ascale_t$	時間ベースの関数に対する横軸のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	[s]
$Ascale_P$	圧力ベースの関数に対する横軸のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	[Pa]
$Ascale_S$	面積ベースの関数に対する横軸のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	[m^2]
$Ascale_A$	角度ベースの関数に対する横軸のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	[rad]
$Ascale_D$	距離ベースの関数に対する横軸のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	[m]
$P_{ext}EXT$	外圧 （実数）	[Pa]
T_0	初期温度 デフォルト = 295（実数）	[K]
I_{equi}	初期熱力学的つり合いフラグ *= 0* エアバッグに初期充填されている気体の質量は、時間ゼロにおける体積に対して決定されます。 *= 1* エアバッグに初期充填されている気体の質量は、噴射開始時における体積に対して決定されます。 （整数）	
I_{ttf}	排気時間シフトフラグ。注入センサーが指定されている場合のみアクティブ。 *= 0*または*1* 時間依存多孔性曲線は、注入センサーのアクティブ化時間ではシフトされません。T_{vent} とT_{stop}*STOP*は無視されます。 *= 2* 時間依存多孔性曲線はT_{inj}（T_{inj}は、第1インジェクターがセンサーでアクティブになる時間として定義されます）でシフトされます。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	*Tvent*とT_{stop}*STOP*は無視されます。 *= 3* 時間依存多孔性曲線はT_{inj} +T_{vent}でシフトされます。T_{stop}*STOP*が指定されている場合、排気はT_{inj} + T_{stop}*STOP*で停止します。	
γ_i	初期温度における比熱の比 5 $\gamma_i = Cp_i / Cv_i$ （実数）	
cpa_i	関係式cp_i(T)の*cpa*係数 （実数）	$\left[\frac{J}{kg \cdot K}\right]$
cpb_i	関係式cp_i(T)の*cpb*係数 （実数）	$\left[\frac{J}{kg \cdot K^2}\right]$
cpc_i	関係式cp_i(T)の*cpc*係数 （実数）	$\left[\frac{J}{kg \cdot K^3}\right]$
N_{jet}	インジェクタの数 （整数）	
γ	比熱の比 $\gamma = C_p / C_v$ （実数）	
cpa	関係式cp(T)の*cpa*係数 （実数）	$\left[\frac{J}{kg \cdot K}\right]$
cpb	関係式cp(T)の*cpb*係数 （実数）	$\left[\frac{J}{kg \cdot K^2}\right]$
cpc	関係式cp(T)の*cpc*係数 （実数）	$\left[\frac{J}{kg \cdot K^3}\right]$
fct_ID_{mas}	注入気体の質量対時間関数の識別子 （整数）	
I_{flow}	質量対時間関数の入力タイプフラグ	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 0 質量が入力されます *= 1* 質量流量が入力されます。 （整数）	
$Fscale_{mas}$	質量関数に対するスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	$[\mathrm{kg}]$ または $\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{s}}\right]$
fct_ID_T	注入気体の温度対時間識別子 （整数）	
$Fscale_T$	温度スケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	$[\mathrm{K}]$
sens_ID	注入を開始するセンサー識別子 （整数）	
I_{sjet}	インジェクタサーフェス識別子（インジェクタごとに異なる必要があります） （整数）	
fct_ID_{vel}	注入気体速度識別子 （整数）	
$Fscale_{vel}$	注入気体スケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	$\left[\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\right]$
N_{vent}	ベントホールの数 （整数）	
$surf\_ID_V$	ベントホール膜サーフェスまたは多孔サーフェス識別子 （整数）	
A_{vent}	$surf_ID_V \neq 0$の場合：サーフェスに対するスケールファクター デフォルト = 1.0 $surf_ID_V = 0$の場合：ベントホールのサーフェス デフォルト = 0.0（実数）	$[\mathrm{m}^2]$、$surf_ID_V = 0$の場合

フィールド	内容	**SI**単位の例
B_{vent}	*surf_ID*$_V$ ≠ 0の場合：衝撃を受けるサーフェスに対するスケールファクター デフォルト = 1.0 *surf_ID*$_V$ = 0の場合：B_{vent} は、0にリセット デフォルト = 0.0（実数）	$[m^2]$、*surf_ID*$_V$ = 0の場合
I_{tvent}	排気の定式化 7 *= 1* 通気速度は、ベントホールサーフェスに垂直な局所流体速度の成分に等しくなります。局所密度と局所エネルギーが、穴を通過する流出質量と流出エネルギーの計算に使用されます。 *= 2*（デフォルト） 通気速度は、エアバッグ内の局所圧力を使用してBernoulli式によって計算されます。局所密度と局所エネルギーは、流出質量と流出エネルギーを計算するために使用されます。 *= 3* 通気速度はChemkin式によって計算されます。 （整数）	
T_{vent}	排気の開始時間 デフォルト = 0.0（実数）	$[s]$
ΔP_{def}	ベントホール膜を開口する圧力差（ΔP_{def} = P_{def} - P_{ext}*EXT*） （実数）	$[Pa]$
$\Delta t P_{def}$	圧力がP_{def}を超えてベントホール膜が開口するまでの最短時間 （実数）	$[s]$
fct_ID$_V$	流出速度関数識別子 （整数）	
Fscale$_V$	*fct_ID*のスケールファクター$_V$ デフォルト = 1.0（実数）	$[\frac{m}{s}]$
I_{dtPdef}	ΔP_{def}に到達した場合の時間遅延フラグ： *= 0* 排気をアクティブにするには、$\Delta t P_{def}$の累積時間の間、圧力がΔP_{def}を超える必要があります。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 1 排気は、ΔP_{def}に到達した後、$\Delta t P_{def}$が経過すると、アクティブになります。	
fct_ID_t	空隙率対時間関数識別子 （整数）	
fct_ID_P	空隙率対圧力関数識別子 （整数）	
fct_ID_A	空隙率対面積関数識別子 （整数）	
$Fscale_t$	fct_ID_tのスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	
$Fscale_P$	fct_IDのスケールファクター$_P$ デフォルト = 1.0（実数）	
$Fscale_A$	fct_IDのスケールファクター$_A$ デフォルト = 1.0（実数）	
$fct\_ID_{t'}$	接触時の空隙率対時間関数識別子 （整数）	
$fct\_ID_{P'}$	接触時の空隙率対圧力関数識別子 （整数）	
$fct\_ID_{A'}$	空隙率対被衝撃サーフェス関数識別子 （整数）	
$Fscale_{t'}$	fct_IDのスケールファクター$_{t'}$ デフォルト = 1.0（実数）	
$Fscale_{P'}$	fct_IDのスケールファクター$_{P'}$ デフォルト = 1.0（実数）	
$Fscale_{A'}$	fct_IDのスケールファクター$_{A'}$ デフォルト = 1.0（実数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
Vx_3	ベクトルV_3のX成分（全体フレーム内） （実数）	
Vy_3	ベクトルV_3の成分（全体フレーム内） （実数）	
Vz_3	ベクトルV_3の成分（全体フレーム内） （実数）	
Vx_1	ベクトルV_1の成分（全体フレーム内） （実数）	
Vy_1	ベクトルV_1の成分（全体フレーム内） （実数）	
Vz_1	ベクトルV_1の成分（全体フレーム内） （実数）	
X_0	ローカル原点OのX座標（全体フレーム内） （実数）	
Y_0	ローカル原点OのY座標（全体フレーム内） （実数）	
Z_0	ローカル原点OのZ座標（全体フレーム内） （実数）	
L_1	長さL_1 （実数）	[m]
L_2	長さL_2 （実数）	[m]
L_3	長さL_3 （実数）	[m]
Nb_1	方向1における有限体積の数 デフォルト = 1（整数）	
Nb_2	方向2における有限体積の数	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	デフォルト = 1（整数）	
Nb_3	方向3における有限体積の数 デフォルト = 1（整数）	
grbric_ID	ユーザー定義のソリッドグループの識別子 （整数）	
$surf\_ID_{in}$	内部サーフェス識別子 25 （整数）	
Iref	参照ジオメトリ上に自動FVMメッシュを適用するためのフラグ。24 = *0*（デフォルト） なし = *1* あり （整数）	
Igmerg	全体結合定式化のフラグ 19 デフォルト = 1（整数）	
Cgmerg	全体結合の係数 19 デフォルト = 0.02（実数）	
Cnmerg	近傍結合の係数 19 （実数）	
Ptole	有限体積識別用の許容値 デフォルト = 10^{-5}（実数）	
q_a	2次体積粘性。 デフォルト = 0.0（実数）	
q_b	線形体積粘性。 デフォルト = 0.0（実数）	
Hmin	浸透性を有する三角形の最小の高さ 21 （実数）	[m]
Ilvout	出力レベル	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	0（デフォルト） *1* （整数）	
Nlayer	V_3方向に折りたたまれているエアバッグの層数の推定値（コメント23）22 デフォルト = 10（整数）	
Nfacmax	最初の自動メッシングステップにおける有限体積の影響を受けるエアバッグセグメントの推定最大数 デフォルト = 20（整数）	
Nppmax	多角形の頂点の推定最大数 デフォルト = 20（整数）	
Ifvani	有限体積のRadioss StarterアニメーションA000ファイルへの書き込みフラグ *= 0* なし *= 1* あり （整数）	

コメント

1. *surf_IDex*は、3節点または4節点シェル要素（ボイド要素の場合もあります）に関連付けられたセグメントを使用して定義する必要があります。
2. 体積は、閉じていて法線が外向きである必要があります。
3. 横軸のスケールファクターは、エアバッグ関数の横軸の単位を変換するために使用されます。たとえば：

$$F(t') = fct\_ID\left(\frac{t}{Ascale_t}\right) \quad (1340)$$

ここで、*t*は時間です。

$$F(p') = fct\_ID\left(\frac{p}{Ascale_p}\right) \quad (1341)$$

ここで、*p*は圧力です。

4. 初期圧力はP_{ext}*EXT*に設定されます。
5. γ_i = 0の場合、エアバッグに初期充填されている気体の特性は、第1インジェクターによって供給される気体の特性に設定されます。
6. FVMBAG内の気体流は有限体積を使用して求められます。

これらの有限体積の一部は、エアバッグ内部に配置され、特定のパートまたは内部体積全体を満たしているソリッドのグループを通してユーザーが入力できます。ユーザー定義ソリッドによって離散化されていない内部体積部分がまだ存在する場合、残りの体積は自動メッシュ生成プロシージャによって生成されます。この機能を使用して、例えばキャニスターをモデル化できます。

有限体積は、三角端面のセット内に存在します。これらの頂点は、必ずしもエアバッグの節点と一致する必要はありません。エアバッグの外皮をモデル化する場合、4節点膜または3節点膜を使用できますが、3節点膜の使用を推奨します。

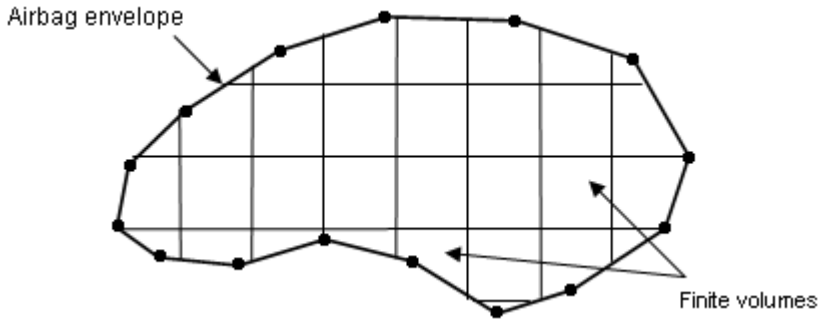


図 *422:*

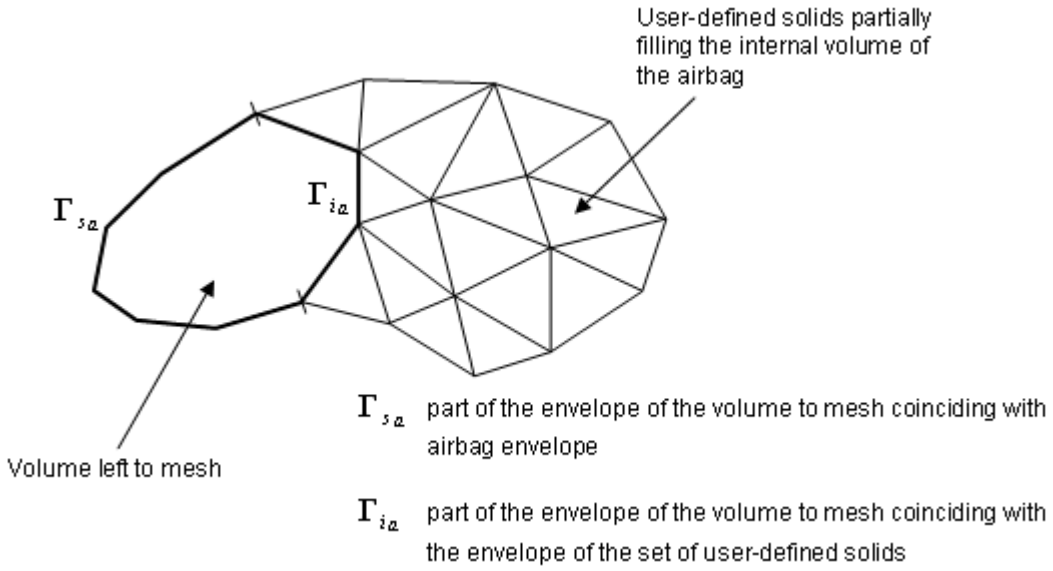


図 *423:*

7. 流出速度は次の式で与えられます。

$$u^2 = \frac{2\gamma}{\gamma - 1}\frac{P}{\rho}\left(1 - \left(\frac{P_{ext}}{P}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}\right) \qquad (1342)$$

質量の流出速度は次の式によって定義されます。

$$\dot{m}_{out} = \rho_v * vent\_holes\_surface * u \qquad (1343)$$

エネルギーの流出速度は次の式によって定義されます:

$$\dot{E}_{out} = \dot{m}_{out}\frac{E}{\rho V} = \left(\frac{P_{ext}}{P}\right)^{\frac{1}{\gamma}} * vent\_holes\_surface * u\frac{E}{V} \quad (1344)$$

通気速度は、次の式で計算されます：

$$m_{out} = \rho * vent\_holes\_surface * fct\_ID_V * Fscale_V(P - P_{ext}) \quad (1345)$$

8. T > T_{vent}の場合、または$\Delta t P_{def}$よりも長い時間、圧力がP_{def}を超えた場合は、ベントホール膜は収縮します。

9. *surf_ID*$_V$ ≠ 0（*surf_ID*$_V$が定義されている）場合。

$$vent\_holes\_surface = A_{vent} * fct\_ID_A(A/A_0) * fct\_ID_t(t) * fct\_ID_P(P - P_{ext}) \quad (1346)$$

ここで、*A*歯サーフェス*surf_ID*の面積、A_0はサーフェス*surf_ID*$_V$の初期面積です。

10. *surf_ID*$_V$ = 0の場合（*surf_ID*$_V$は未定義）、ベントホールは無視されます。

$$vent\_holes\_surface = A_{vent} * fct\_ID_t(t) * fct\_ID_P(P - P_{ext}) \quad (1347)$$

11. 関数*fct_ID*$_t$と*fct_ID*$_P$を指定しなかった場合（識別子が0）、これらは1に等しいとみなされます。

12. 関数*fct_ID*$_A$を指定しなかった場合、*fct_ID*$_A$(A/A$_0$) = 1であるとみなされます。

13. ベントホールのサーフェスは、次のように計算されます。

$$\begin{aligned} vent\_holes\_surface = {} & A_{vent} * A_{non\_impacted} * fct\_ID_t(A_{non\_impacted}/A_0) * fct\_ID_P(P - P_{ext}) \\ & + B_{vent} * A_{impacted} * fct\_ID_t(A_{impacted}/A_0) * fct\_ID_P(P - P_{ext}) \end{aligned} \quad (1348)$$

ここで、衝撃を受けるサーフェスは：

$$A_{impacted} = \sum_{e \in S_{vent}} \frac{n_c(e)}{n(e)} A_e \quad (1349)$$

衝撃を受けないサーフェスは：

$$A_{non\_impacted} = \sum_{e \in S_{vent}} \left(1 - \frac{n_c(e)}{n(e)}\right) A_e \quad (1350)$$

ここで、ベントホール*surf_ID*$_V$の各要素*e*に対して、$n_c(e)$は、要素を定義している節点$n(e)$のうち衝撃を受ける節点の数を表しています。

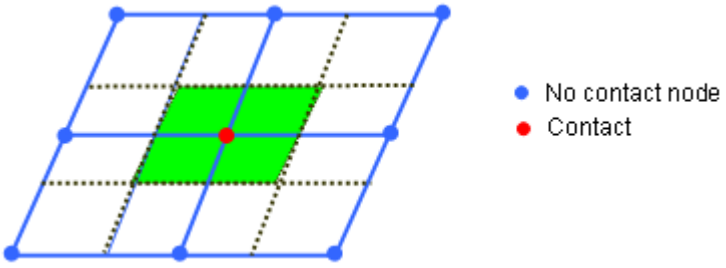


図 *424:* 衝撃を受けるサーフェス / 衝撃を受けないサーフェスと接触する節点

14. 関数*fct_ID*$_t$と*fct_ID*$_P$を指定しなかった場合（識別子が0）、これらは1に等しいとみなされます。

15. 接触中に空隙率を使用するためには、関係するインターフェース（インターフェースタイプ5および7の行3）において、フラグI_{BAG}を1に設定する必要があります。そうしなかった場合は、衝撃でインターフェースに押し込まれる節点は、$A_{impacted}$と$A_{non_impacted}$に関する前の式の被衝撃節点と見なされません。

16. 自動有限体積メッシングパラメータ

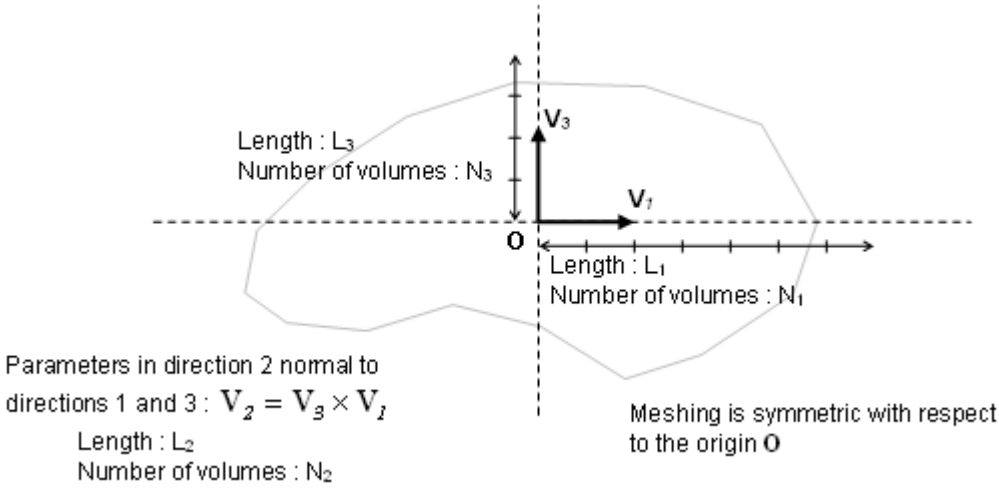


図 *425:*

17. 有限体積は2つのステップで生成されます。

- 第1ステップでは、エアバッグの外皮上に排他的に配置された頂点が生成されます。これにより、外皮の変形に合わせて有限体積を更新したり、以下の手順に対応したりできます（分かりやすくするために2次元で表示）：

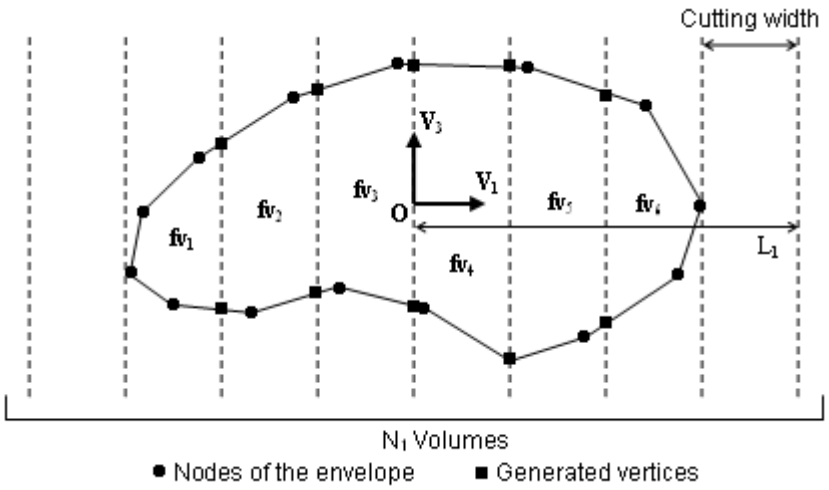


図 *426:*

この手順では、方向V_3（指定された切断方向）と方向V_1の入力が必要です。切断方向に垂直な平面内の2つ目の方向V_2が計算されます。V_1とV_2の両方向で有限体積を配置して、切断幅を決定するためには、原点Oだけでなく、原点から正と負の両方向でカウントされた長さL_iとステップ数N_iも指定する必要があります。カッティング幅は、$W_i = 2L_i / N_i$のように与えられます

原点Oおよび長さL_i（Oからの正方向と負方向の両方を含む）によって水平面（V_3に対して垂直）内に描かれるボックスには、水平面に投影されたメッシュにその体積の外皮の境界ボックスが含まれている必要があります。これは、この体積全体が有限体積に分割されることを保証するために必要です。

- 第2ステップでは、有限体積の水平切断が実行されますが、堅く折りたたまれたエアバッグの場合はほとんど役に立たない可能性があります。この作業は、特に、エアバッグを広げる前に注入気体によって満たされたキャニスター内で注入を行う場合に必要です。

  この第2ステップでは、エアバッグ内部に配置された頂点が生成される場合があります。エアバッグの膨張に合わせて頂点を移動するために、エアバッグの外皮上に配置された2つの頂点間の垂直セグメント(方向V_3と並行)にそれぞれの頂点が取り付けられます(図 427)。その参照セグメント内部の頂点の局所座標は、膨張プロセスを通して一定に保たれます。

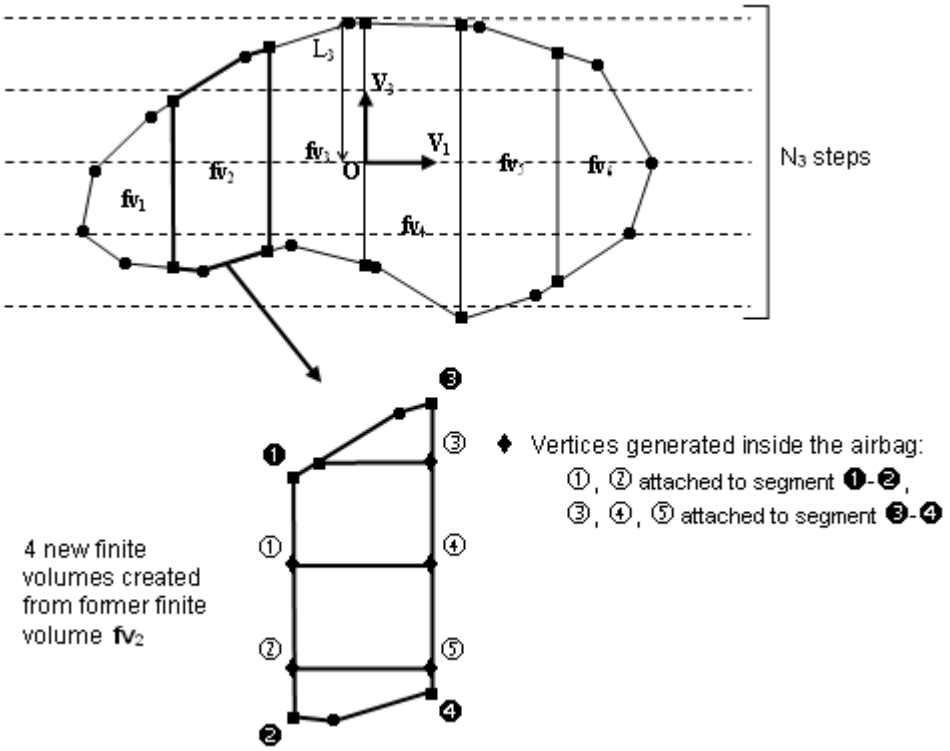


図 *427:*

水平切断幅は次の式で与えられます:$W_3 = 2L_3 / N_3$原点Oおよび長さL_3(正方向と負方向の両方を含む)によってV_3方向に与えられるセグメントには、V_3方向のメッシュ投影に体積の外皮の境界ボックスが含まれる必要はありません。これは、2番目のステップでは既存の有限体積のみがカットされるためです。

18. 自動メッシングに実際に使用されるベクトルV_1は、ベクトルV_3に対して入力ベクトルが直交化されたあとで取得されます。

19. エアバッグの膨張プロセス中に有限体積がエラーになる(体積が負の内部質量になるか、エネルギーが負になる)場合は、計算を継続するために、その近傍のいずれかと結合されます。次の2つの結合アプローチが使用されます。

- 全体結合: 有限体積は、その体積がすべての有限体積の平均体積に特定の係数をかけた値より小さくなった場合に結合されます。*Igmerg*フラグは、平均体積として現在の平均体積を使用するか(*Igmerg* =1)、初期平均体積を使用するか(*Igmerg* =2)を指定します。平均体積から最小体積を求めるための係数は、*Cgmerg*です。
- 近傍結合: 有限体積は、その体積が近傍の平均体積に特定の係数をかけた値より小さくなった場合に結合されます。平均体積から最小体積を求めるための係数は、*Cnmerg*です。

20. *Cgmerg*と*Cnmerg* の両方が0でない場合は、両方の結合アプローチが同時に使用されることを意味します。強い衝撃を与える場合は、q_a = 1.1およびq_b = 0.05を設定することを推奨します。

21. 2層の布が物理的に接触している場合は、有限体積間に流れが発生しないはずです。インターフェースギャップが原因で数値的にはこのようになりません。Hminは、浸透性を有する三角面の最小の高さを表しています。この値よりも小さい三角面は、不浸透性を有します。その値は、エアバッグのセルフ接触インターフェースのギャップに近づける必要があります。

22. *Nlayer*、*Nfacmax*、*Nppmax*は、有限体積作成プロセスを支援するメモリパラメータです。これらの値を変更しても、計算が停止することはありません。値を増やすと、自動メッシングのためのメモリ量が増え、計算時間が短縮されます。

23. 有限体積作成プロセスでは、最初に、平面多角形が作成され、その後で、閉じた多面体に組み立てられ、三角端面に分解されます。*Nppmax*は、これらの多角形に含まれる頂点の最大数です。

24. *Iref* = 1の設定はモニター体積タイプ`FVMBAG` または `FVMBAG1`に対して`/REFSTA`に基づいた参照ジオメトリにのみ働きます(`/XREF`に基づいた参照ジオメトリはまだサポートされていません)。

25. 内部サーフェスまたはバッフルをモニター体積内の気体流れの障害物として考慮に用いるには、有限体積法のみ可能です。内部サーフェスは、モニター体積の外部および内部サーフェス節点と一致する節点があるTETRA4(HEXAおよびPENTAの場合もあります)のように、モニター体積がソリッド要素で満たされている場合のみ、FVMで考慮されます。(これらのソリッドは*grbrick_ID*で定義する必要があります)。材料モデルが`LAW19`の内部サーフェス繊維にのみ、空隙率を、0(空隙率なし)から1(空隙率完全)(ベント)の範囲で適用できます。気体流の方向が内部サーフェスの法線方向と反対の場合は、内部サーフェス上でインジェクターサーフェスも定義できます。

26. ベントホールのサーフェスの要素(*surf_IDv*)がインジェクター(*surf_IDinj*)に属している場合、この要素はベントホールから無視されます。t = 0の時点で計算される定数cの補正係数*f* がベントホールのサーフェス全体に適用されます

$$f = S_{vent} / (S_{vent} - S_{injector}) \qquad (1351)$$

/PERTURB（廃止）

ブロックフォーマットのキーワード
選択したパートグループのシェルの板厚に、定義済みの正規分布に従った実数値を乗算します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/PERTURB/ID									
Perturb_title									
F_Mean		*Deviation*		*Min_cut*		*Max_cut*		*Seed*	*Idistri*
grpart_ID									

定義

フィールド	内容	SI単位の例
F_Mean	正規分布の平均値 （選択したパートに適用したシェルの板厚に適用する係数の分布） （実数）	
Deviation	正規分布の偏差 （実数）	
Min_cut	最小値 （実数）	
Max_cut	最大値 （実数）	
Seed	ランダムノイズのシード = *0*（デフォルト） ランダムなシード値を使用 （整数）	
Idistrib	分布タイプ = *0*（デフォルト） 2に設定される = *1* ランダム分布	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 2 正規則分布 （整数）	
grpart_ID	パートグループの識別子 （整数、最大10桁）	

コメント

1. このオプションでは、選択したパートグループのシェルの板厚に、定義済みの正規分布に従って生成した実数値を乗算します。
2. 確率密度関数の曲線：

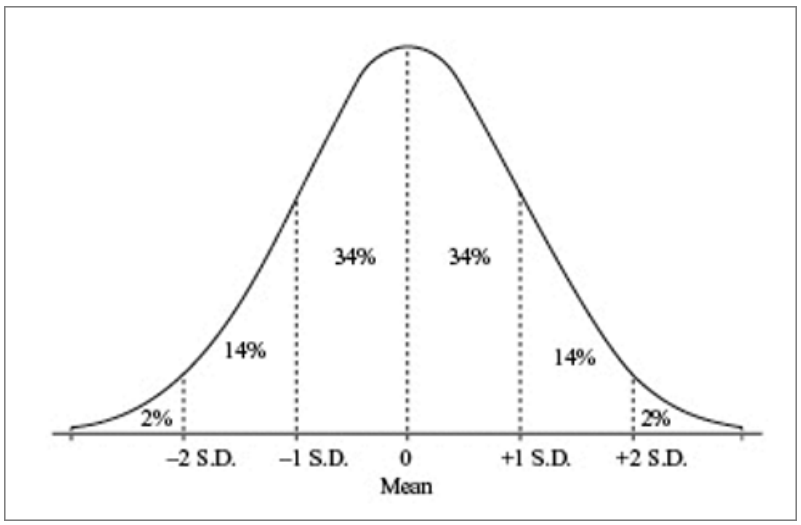


図 *428:*

3. *Seed*は、感度解析やモデルのロバスト性調査のための乱数生成初期化に用いられる値に対応する整数です。
4. *Seed*に同じ値を使用して計算を2回行った場合、結果はまったく同じになります。
5. ランダム値が*Max_cut*より大きい場合、ランダム値は*Max_cut*に置き換えられます。
6. ランダム値が*Min_cut*より小さい場合、ランダム値は*Min_cut*に置き換えられます。
7. このオプションは`/PROP/TYPE1`と適合性があります。

/PROP/TYPE5 (RIVET)（廃止）

ブロックフォーマットのキーワード
リベットプロパティセットを記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/PROP/TYPE5/*prop_ID*/*unit_ID*または/PROP/RIVET/*prop_ID*/*unit_ID*									
prop_title									
$F_n max$		$F_t max$		L_{max}		ω_{flag}	$I_{form}FORM$		

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
prop_ID	プロパティの識別子 （整数、最大10桁）	
unit_ID	単位識別子 （整数、最大10桁）	
prop_title	プロパティのタイトル （文字、最大100文字）	
$F_n max$	最大垂直抗力 （実数）	[N]
$F_t max$	最大接線力 （実数）	[N]
L_{max}	最大長 L >L_{max}になると、リベットは壊れます。 （実数）	[m]
ω_{flag}	回転伝達フラグ *= 0* 回転は伝達されません。 *= 1* 回転は伝達されます。	

フィールド	内容	**SI** 単位の例
	（整数）	
I_{form}*FORM*	定式化フラグ = *1*（デフォルト） 剛体定式化 = *2* 剛結定式化 （整数）	

/RIVET（廃止）

ブロックフォーマットのキーワード
リベットまたはスポット溶接を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/RIVET/*part_ID*									
rivet_ID	$node\_ID_1 1$	$node\_ID_2 2$							

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
part_ID	ブロックのパート識別子。 （整数、最大10文字）	
rivet_ID	リベットの識別子 （整数）	
$node\_ID_1 1$	節点識別子1 （整数）	
$node\_ID_2 2$	節点識別子2 （整数）	

コメント

1. 識別子は、それぞれの要素ファミリー内で一意である必要がありますが、グローバルモデルにおいて、各要素タイプが固有の要素識別子を持つことが推奨されます。
2. 複数のリベットブロックを使用して1つのパートを定義することができます。
3. 1ブロック内に任意の数のリベットを定義できます。
4. リベットは2つの節点間の剛結です。
5. リベットは運動条件ですが、入力は要素の入力と似ています。

/SHFRA/V4（廃止）

ブロックフォーマットのキーワード
シェル定式化を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/SHFRA/V4									

コメント

1. Radioss V5.1では、シェル要素（I_{shell}*SHELL* = 1、2、3、または4）に対して局所フレーム定式化が使用されます。
2. Radioss V4の古いシェル要素の定式化を使用するには、/SHFRA/V4オプションを指定する必要があります。

/SPMD（廃止）

ブロックフォーマットのキーワード
HMPP（Hybrid Massively Parallel Program）計算用のSPMDパラメータを設定します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/SPMD									
Domdec	*Nspmd*				*Nthread*				

定義

フィールド	内容	SI単位の例
Domdec	SPMDバージョンの領域分割タイプ。 *= 0*（デフォルト） 3に設定 /IMPLICITが定義されている場合は5に設定。 *= 3* Multilevel Kway分割 *= 5* DOFに基づくMultilevel Kway分割 （整数）	
Nspmd	SPMD領域の数 デフォルト設定は1（整数）	
Nthread	SPMDドメインごとのSMPスレッド数 デフォルト設定は1（整数）	

コメント

1. Multilevel Kwayは、Metis multilevel Kwayアルゴリズムに基づく領域分割法です。複雑なインターフェースの場合や、Lagrange定式化とALE定式化の両方を含む流体構造連成問題の場合、パフォーマンス向上のためにこのアルゴリズムが推奨されています。
2. 自由度に基づいたMultilevel Kway 領域分割は、/DT/AMSまたは陰解法アプリケーションが Radioss Engineで使われる場合に適しています。この手法では自由度が考慮して分割が最適化されます。
3. HMPPバージョンを使用している場合は、プロセッサの総数は*Nspmd* x *Nthread*と一致します。具体的には、*Nspmd*分散型並列プログラムのそれぞれが*Nthread* SMPスレッドで構成されます。*Nspmd*と*Nthread*は実行可能ファイルの直接実行オプションを使って設定することも可能です。

4. Radioss Engineで/DT/AMSを使用している場合は、Radioss Starterの`/SPMD`で*Domdec*を5に設定することを推奨します（バージョン11.0.230以降の場合は、0に設定すると、Radiossは該当する*Domdec*オプションを自動的に適用します）。
5. ドメインの数が変化する場合は、`PARITH/ON`をAMSでまだ使用できませんが、同じドメイン数の場合は、スレッド数にかかわらず結果は同じです。

/SURF/MDELLIPS（廃止）

ブロックフォーマットのキーワード
Madymo楕円体サーフェスとRadiossモデルの間のインターフェース（/INTER/TYPE14または/INTER/TYPE15）を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/SURF/MDELLIPS/*surf_ID*									
surf_title									
MD_{ref}									

定義

フィールド	内容	SI単位の例
surf_ID	サーフェス識別子 （整数、最大10桁）	
surf_title	サーフェスのタイトル （文字、最大100文字）	
MD_{ref}	Madymo楕円体の相互参照番号 （整数）	

/TH/MODE（廃止）

ブロックフォーマットのキーワード
弾性体の局所モードの時刻歴を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/TH/MODE/*thgroup_ID*									
thgroup_name									
var_ID_1	var_ID_2	var_ID_3	var_ID_4	var_ID_5	var_ID_6	var_ID_7	var_ID_8	var_ID_9	var_ID_{10}
Obj_ID_1	Obj_ID_2	Obj_ID_3	Obj_ID_4	Obj_ID_5	Obj_ID_6	Obj_ID_7	Obj_ID_8	Obj_ID_9	Obj_ID_{10}

定義

フィールド	内容	SI単位の例
thgroup_ID	*TH*グループの識別子 （整数、最大10桁）	
thgroup_name	*TH*グループ名 （文字、最大100文字）	
var_ID_1, ...*n*	*TH*向けに保存される変数（下の表をご参照ください） （文字、最大8文字）	
Obj_ID_1, ...*n*	保存するオブジェクトの識別子 （整数）	

TH出力キーワードと変数

キーワード	保存される オブジェクト	変数
MODE	弾性体局所モード	*D, V, A*

可能な変数 - パート 2

キーワード	変数グループ	保存される**TH**変数
MODE	*DEF*	*D, V, A*

弾性体のモードの出力

- *D*: モードの変位（弾性体の局所変位場への局所モードの寄与）
- *V*: モードの速度（弾性体の局所速度場への局所モードの寄与）
- *A*: モードの加速度（弾性体の局所加速度場への局所モードの寄与）

コメント

1. 使用可能な名前は上の2つの表に示されています。

   最初の表には*TH*変数が示されています。*TH*変数が要求されると、この変数が書き込まれます。

   2番目の表にはその他の変数グループが示されています。変数グループが要求されると、関連するすべての*TH*変数がただちに書き込まれます。

/UPWIND（廃止）

ブロックフォーマットのキーワード
風上係数を記述します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/UPWIND									
η_1		η_2		η_3					

定義

フィールド	内容	SI単位の例
η_1	ALE運動量輸送時の風上係数 デフォルト = 1.0（実数）	
η_2	その他のALE輸送（質量、エネルギー）時の風上係数 デフォルト = 1.0（実数）	
η_3	ぬれ面積の風上係数 デフォルト = 1.0（実数）	

コメント

1. このオプションは、ALEまたはEularの場合に使用できます（運動量の風上定式化は、再起動時に/UPWMオプションを使用してリセットできます。Engine入力をご参照ください）。
2. η_3 は多相材料則の係数です。η_3は/MAT/LAW51 (MULTIMAT)でのみ使用できます。

See Also

RD-E:2200 着水
RD-E:5000 INIVOLと流体構造連成（コンテナ落下）

Modif入力ファイル

Modifファイルを使用すると、実行中に以下のオプションを追加できます。

- グループ、ライン、またはサーフェス
- インターフェース
- TH出力（サブセットとパート以外）
- プロセッサ数が異なるSPMDシミュレーションのリスタート

Modifファイルは次の名称を持ちます：`Runname_run#.rad`

ここで、`run#`は0000～9999の範囲の4桁のRadioss実行番号で、`run#`は最後のリスタートファイル+ 1です。

例えば、最初の実行後にModifファイルを実行するには、`Runname_0001_cpu.rst`をリスタートします。

ここで、`cpu #`はプロセッサの数（4桁）で、`cpu # = 0000` = SMP Radiossバージョンです。

Modifファイルの実行番号は`Runname_0002.rad`にする必要があります。

図 429 は、Modifファイルの使用（入力ファイルの名前と使用するプログラムの名前）を示しています。

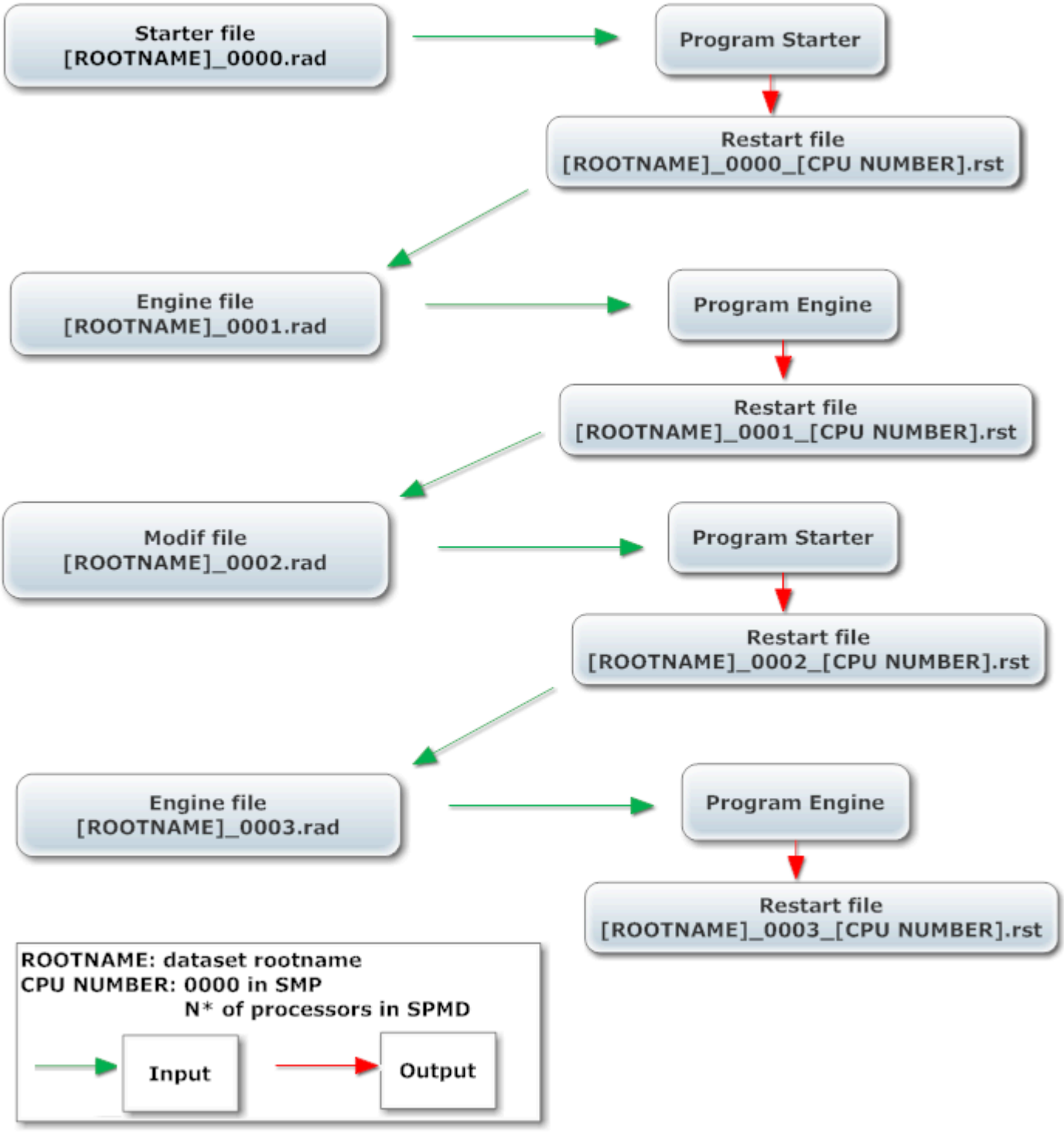


図 *429:*

Modifファイルでは、Radioss V10ブロック入力フォーマットと同じ入力フォーマットを使用しますが、使用可能なオプションの選択肢は制限されています。

ヘッダーフォーマットを除いて、ブロックは任意の順序で入力できます。

Madymo-Radioss連成を使用している場合、Modifファイルオプションには適合性がありません。

実行記述ヘッダーフォーマット

この行は、Radiossデックの先頭に配置する必要があります。

 # Radioss Starter

以下のキーワードを使用できます。

すべてのタイプの要素または節点グループ:

/BEGIN
/INTER/TYPE3
/INTER/TYPE5
/INTER/TYPE6
/INTER/TYPE7
/INTER/TYPE8
/INTER/TYPE10
/INTER/TYPE11
/IOFLAG
/LINE
/SPMD(または-ncpuコマンド行引数)
/SURF
/TH
/UNIT

すべてのオプション: 正確なフォーマットについては、このマニュアルの関連項目をご参照ください。

> **注:** /INTER/TYPE7および/INTER/TYPE11でI_{stf}*STF*=0を使用します。これらの2つのインターフェースでは、I_{stf}*STF*=2、3、4、および5を使用できません。

MODIF ファイルの制限

以下のRadiossオプションは、MODIF ファイルでは使用できません:

- /ADMESH
- /AMS
- /CLOAD
- 防衛関係
- 弾性体 (/FXBODY)
- 破壊モデル(/FAIL/TAB1)
- 破壊モデル(/FAIL/CONNECT)
- 陰解法 (/IMPL)
- Madymo (/ MADYMO/EXFEMと/ MADYMO/LINK)
- すべてのLagrange乗数(例: /GJOINTは使用できません)
- /IMPDISP、/IMPVEL、/IMPACC
- 流入 / 流出
- インターフェースTYPE2で"$Spot_{flag}$*FLAG*=25"(/INTER/TYPE2)
- インターフェースTYPE7でI_{stf}*STF* > 1(/INTER/TYPE7)

- インターフェースTYPE11で$I_{stf}STF$ > 1(/INTER/TYPE11)
- インターフェースTYPE14(/INTER/TYPE14)
- インターフェースTYPE16(/INTER/TYPE16)
- インターフェースTYPE17(/INTER/TYPE17)
- インターフェースTYPE20(/INTER/TYPE20)
- インターフェースTYPE21(/INTER/TYPE21)
- インターフェースTYPE23(/INTER/TYPE23)
- インターフェースTYPE24(/INTER/TYPE24)
- ソリッドプロパティTYPE29またはTYPE30またはTYPE31(/PROP/TYPE29、/PROP/TYPE30または/PROP/TYPE31)
- 材料則58(/MAT/LAW58)
- 材料則77(/MAT/LAW77)
- /MPC
- /MONVOL/FVMBAG1
- /MONVOL/COMMU1
- /MONVOL/AIRBAG1 - Ittf
- /RAD2RAD
- /RBE2
- /RBE3
- /SPH
- /XFEM

コメント

1. 入力デックの先頭には"# Radioss Starter"を記述する必要があります。
2. ヘッダーフォーマットの後ろにコメント行を挿入できます。これらの行の先頭には、$または#を記述する必要があります。
3. ユーザーがRunname(実行識別名)を指定している場合、この入力はキーワード/BEGINを使用して導入します。

See Also

RD-E:0300 S字型ビームの圧壊

Engine入力

本マニュアルは、Radiossで使用することのできるすべてのソリューション定義キーワードとオプションをリストで提供しています。

Radiossは以下の2段階で実行されます:

1. Starter
2. Engine

Starterは、モデル定義が含まれたRunname_0000.radファイルを読み出します。Starterは、モデルにあると考えられるエラーを診断して、バイナリのリスタートファイルを出力します。

Engineは実際の計算を実行します。Engineでは、Starterによって生成されるバイナリファイルと、ブロックフォーマットのRunname_run#.rad入力ファイルが必要です。Engine入力はケースコントロールを記述します。Engineはアニメーション、プロッティング(時刻歴)、およびリスタートで使用する出力ファイルを生成します。

以下に、Engineキーワードのアルファベット順リストを示します。

/@TFILE

/@TFILE/Keyword2

/ABF

/ADYREL

/ALE/GRID/DISP

/ALE/GRID/DONEA

/ALE/GRID/SPRING

/ALE/GRID/STANDARD

/ALE/GRID/ZERO

/ALE/LINK/OFF

/ALE/LINK/ON

/ALE/LINK/VEL

/ALE/MUSCL/OFF

/ALE/OFF

/ALE/ON

/ALE/SOLVER/FINT

/ALE/SUPG/OFF

/ALESUB(廃止)

/ANIM/Eltyp/FORC

/ANIM/Eltyp/Restype

/ANIM/Eltyp/TDET

/ANIM/BRICK/DAMA

/ANIM/BRICK/Restype

/ANIM/BRICK/TDEL

/ANIM/BRICK/TENS

/ANIM/BRICK/TENS/DAMA

/ANIM/BRICK/VDAMi

/ANIM/CUT/1(廃止)

/ANIM/CUT/2(廃止)

/ANIM/CUT/3(廃止)

/ANIM/DT

/ANIM/GPS/STRAIN/TENS

/ANIM/GPS/STRESS/TENS

/ANIM/GPS1

/ANIM/GPS2

/ANIM/GZIP

/ANIM/KEEPD(廃止)

/ANIM/LSENSOR

/ANIM/MASS

/ANIM/MAT

/ANIM/NODA

/ANIM/SENSOR

/ANIM/SHELL/DAMA

/ANIM/SHELL/EPSP

/ANIM/SHELL/TENS

/ANIM/SHELL/FLDZ

/ANIM/SHELL/IDPLY

/ANIM/SHELL/IDPLY/DAMA

/ANIM/SHELL/IDPLY/EPSP

/ANIM/SHELL/IDPLY/PHI

/ANIM/SHELL/IDPLY/Restype

/ANIM/SHELL/NXTFACTOR

/ANIM/SHELL/PHI

/ANIM/SHELL/Restype

/ANIM/SHELL/SIG1H

/ANIM/SHELL/SIG2H

/ANIM/SHELL/TDEL

/ANIM/SHELL/TENS

/ANIM/TITLE

/ANIM/VECT

/ANIM/VERS

/ATFILE

/BCS/ALE

/BCS/LAG

/BCS/ROT

/BCS/TRA

/BCSR/ALE

/BCSR/LAG

/BCSR/ROT

/BCSR/TRA

/DAMP

/DEL

/DEL/Eltyp/1

/DEL/INTER

/DELINT

/DT

/DT/AIRBAG/Keyword3

/DT/ALE

/DT/AMS

/DT/CST_AMS

/DT/Eltyp/Keyword3/Iflag

/DT/FVMBAG/Iflag

/DT/GLOB/Iflag

/DT/INTER/Keyword3/Iflag

/DT/NODA/Keyword3/Iflag

/DT/SHNOD/Keyword3

/DT/SPHCEL/Keyword3

/DT/THERM

/DT1/BRICK/Keyword3/Iflag

/DT1/SHELL

/DT1TET10

/DTIX

/DTSDE

/DYNAIN/DT

/DYNAIN/SHELL/STRAIN/FULL

/DYNAIN/SHELL/STRESS/FULL

/DYREL

/DYREL/1

/END/ENGINE

/FUNCT

/FVMBAG/MODIF

/FXINP

/H3D/BEAM

/H3D/COMPRESS

/H3D/DT

/H3D/LSENSOR

/H3D/NODA

/H3D/PART

/H3D/RBE2/SINGLE_PART

/H3D/RBE3/SINGLE_PART

/H3D/RBODY/SINGLE_PART

/H3D/QUAD

/H3D/SHELL

/H3D/SOLID

/H3D/SPH

/H3D/SPRING

/H3D/TITLE

/H3D/TRUSS

/IMPL/AUTOSPC

/IMPL/BUCKL/1

/IMPL/BUCKL/2

/IMPL/CHECK

/IMPL/DIVERG/n

/IMPL/DT/1

/IMPL/DT/2

/IMPL/DT/3

/IMPL/DT/FIXPOINT

/IMPL/DT/STOP

/IMPL/DTINI

/IMPL/DYNA/1

/IMPL/DYNA/2

/IMPL/DYNA/DAMP

/IMPL/DYNA/FSI

/IMPL/GSTIF/OFF

/IMPL/INTER/KCOMP

/IMPL/INTER/KNONL

/IMPL/LBFGS/L

/IMPL/LINEAR

/IMPL/LINEAR/INTER

/IMPL/LRIGROT

/IMPL/LSEARCH/OFF

/IMPL/LSEARCH/n

/IMPL/MONVOL/OFF

/IMPL/NCYCLE/STOP

/IMPL/NONLIN

/IMPL/NONLIN/SMDISP

/IMPL/NONLIN/SOLVINFO

/IMPL/PREPAT

/IMPL/PRINT/LINEAR

/IMPL/PRINT/NONLIN

/IMPL/PSTIF/OFF

/IMPL/QSTAT

/IMPL/QSTAT/DTSCAL

/IMPL/QSTAT/MRIGM

/IMPL/RREF/INTERF/n

/IMPL/RREF/LIMIT

/IMPL/RREF/OFF

/IMPL/SBCS/MSGLV

/IMPL/SBCS/ORDER

/IMPL/SBCS/OUTCORE

/IMPL/SHPOFF

/IMPL/SHPON

/IMPL/SINIT

/IMPL/SOLVER

/IMPL/SPRBACK

/IMPL/SPRING

/INCMP（廃止）

/INIV/AXIS

/INIV/AXIS/Keyword3/1

/INIV/AXIS/Keyword3/2

/INIV/ROT

/INIV/ROT/Keyword3/1

/INIV/ROT/Keyword3/2

/INIV/TRA

/INIV/TRA/Keyword3/1

/INIV/TRA/Keyword3/2

/INTER

/KEREL

/KEREL/1

/KILL

/MADYMO

/MADYMO/ON（廃止）

/MON

/NEGVOL

/OUTP

/OUTPUT/LSENSOR

/PARITH

/PRINT

/RAD2RAD/ON

/RBODY

/RFILE/n

/RFILE/OFF

/REPORT

/RERUN

/RUN

/SHSUB

/SHVER/V51（廃止）

/STATE/BEAM/AUX

/STATE/BEAM/FULL

/STATE/BRICK/AUX/FULL

/STATE/BRICK/EREF

/STATE/BRICK/FAIL

/STATE/BRICK/ORTHO

/STATE/BRICK/STRAIN/FULL

/STATE/BRICK/STRAIN/GLOBFULL

/STATE/BRICK/STRES/FULL

/STATE/BRICK/STRES/GLOBFULL

/STATE/DT

/STATE/INIMAP1D/Keyword3

/STATE/INIMAP2D/Keyword3

/STATE/LSENSOR

/STATE/NO_DEL

/STATE/NODE/BCS

/STATE/NODE/TEMP

/STATE/NODE/VEL

/STATE/SHELL/AUX/FULL

/STATE/SHELL/EPSP/FULL

/STATE/SHELL/FAIL

/STATE/SHELL/ORTHL

/STATE/SHELL/STRAIN/FULL

/STATE/SHELL/STRAIN/GLOBFULL

/STATE/SHELL/STRESS/FULL

/STATE/SHELL/STRESS/GLOBFULL

/STATE/SPRING/FULL

/STATE/STR_FILE

/STATE/TRUSS/FULL

/STOP

/STOP/LSENSOR

/TFILE

/TH/VERS

/THERMAL

/TITLE

/UPWIND（廃止）

/UPWM/SUPG（廃止）

/UPWM/SUPG（廃止）

/VEL/ALE（廃止）

/VEL/ROT

/VEL/TRA

/VERS

Engineキーワードのシンタックス

入力デックは、次のように"/"で区切ったキーワードで識別できるセクションに分割されます。

/Keyword1/Keyword2/Keyword3/ . . .

この項目は任意の順序で入力でき、また同じ項目を何回記述してもかまいません。

コメント行の先頭には#または$を記述する必要があります。

各行100文字以内のフリーフォーマット入力です。0文字以内のフリーフォーマット入力です。すべての変数を指定する必要があり、それらの間を少なくとも1つの空白で区切る必要があります。

フリーフォーマット入力ファイル`Runname_0001.rad`の最初の行の1文字目は#にする必要があります。

必須でない項目が入力されなかった場合は、デフォルト値が適用されます。

2つの必須キーワードがあります: /RUN および/VERS。

一般的な制御

Engineキーワード
このグループのキーワードを使用して、一般的な出力スタイル、計算の制御、減衰、計算時のALE設定を定義します。

フォーマット

/ANIM/VERS

Engineキーワード
Radioss環境のポスト処理フォーマット41および44でアニメーションファイルを生成します。

フォーマット

`/ANIM/VERS`/*Version Number*

定義

フィールド	内容		**SI**単位の例
Version Number	**41**	バージョン41	
	44（デフォルト）	バージョン44	

コメント

1. デックにSPHが含まれる場合、`/ANIM/VERS/44`が使用されなければなりません。
   - アニメーションファイルのサイズがより小さくなります。
   - SPH粒子が最適な形で表示されます。

/END/ENGINE

Engineキーワード
単一ファイル入力を使用している場合、Engine入力デックの最後にはこのキーワードを設定する必要があります。

フォーマット

```
/END/ENGINE
```

コメント

1. 単一ファイル入力の場合、このカードの後にはStarterデックが続きます。

/TH/VERS

Engineキーワード
Radioss環境の後処理フォーマット"Version Number"で時刻歴ファイルを生成します。

フォーマット

`/TH/VERS/`*Version Number*

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Version Number	Radioss バージョン 41、51 または 2021 デフォルト = 41	

コメント

1. Radioss バージョン 51以降、
   - 時刻歴ファイルタイトルの長さが40文字から100文字に増やされました。
   - 時刻歴ファイル名は、`<root_name>.T01`から`<root_name>_0001.thy`に変更されました。
2. Radioss バージョン 2021. 3以降は、グローバル出力とインターフェース出力に、接触エネルギーの出力が追加されました:
   - *CE_ELAST*:弾性接触エネルギー。接触したペナルティスプリングに蓄えられる回復可能エネルギー。
   - *CE_FRIC*:摩擦接触エネルギー
   - *CE_DAMP*:減衰接触エネルギー

/TITLE

Engineキーワード
タイトルを入力します。

フォーマット

```
/TITLE
```

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Title	タイトル （文字、最大100文字）	

コメント

1. タイトル定義には、スラッシュ文字"/"が使用できません。

/VERS

Engineキーワード
入力データのバージョン番号を識別します。

フォーマット

`/VERS`/*Version Number*

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Version Number	Radioss入力マニュアルのバージョン110	

コメント

1. このキーワードは必須です。
2. このオプションは、Radioss Engineで使用する入力フォーマットのバージョンを表します。
3. このバージョン番号は、Radiossスターター内のバージョン番号と一致している必要があります。
4. Radioss Engine入力ファイルおよびStarter入力ファイルは、使用しているフォーマットに対応した拡張子を持つ必要があります（Starter入力マニュアルをご参照ください）。

計算

/KILL

Engineキーワード
以下の基準値のいずれかを超えた場合、Engineは停止し、リスタートファイルは作成されません。

フォーマット

```
/KILL
```

E_{max}	$\Delta M_{\max}$	$\Delta N_{\max}$	N_{TH}	N_{ANIM}	N_{ERR_POSIT}

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
E_{max}	エネルギーエラー率。システムの初期エネルギーに仕事量を加えたものに対する現在のシミュレーションエネルギーの比率として定義されます。Engine出力ファイルにリストされるエネルギーエラーとは異なり、この値は0.999（99.9%）より大きくなり得ます。デフォルトでは、エネルギーエラーの絶対値を超えると実行は停止されます。正のエネルギーエラーでのみ停止する場合、*NERR_POSIT* = 1を使用します。 デフォルト = 10^{30}	
$\Delta M_{\max}$	総追加質量率基準は、特定の時間におけるモデルの総追加質量を初期総質量で割った比率として定義されます。 デフォルト = 10^{30}	
$\Delta N_{\max}$	節点質量率基準は、その質量を初期質量で割った比率として節点ごとに定義されます。基準を満たしている節点が1つでもあれば、計算が中止されます。 デフォルト = 10^{30}	
N_{TH}	= *0*（デフォルト） 時刻歴ファイルなしでEngineを停止します。 = *1* エネルギーエラー率基準に基づいてエンジンを停止した場合に時刻歴ファイルが書き込まれます。	
N_{ANIM}	= *0*（デフォルト） アニメーションファイルなしでEngineを停止します。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 1 エネルギーエラー率基準に基づいてEngineを停止した場合にアニメーションファイルが書き込まれます。	
N_{ERR_POSIT}	*= 0*（デフォルト） エネルギーエラーの絶対値がE_{max}より大きい場合、Engineは停止します。 *= 1* 正のエネルギーエラーのみがEngineの定義についてチェックされます。エネルギーエラーがE_{max}より大きい場合、Engineは停止します。	

コメント

1. エネルギーエラー率：

$$\frac{E_k + E_k^r + E_i}{E_{k,1} + E_{k,1}^r + E_{i,1} + E_{wk} - E_{wk,1}} - 1 \qquad (1352)$$

ここで、

E_k	現時点の並進運動エネルギー。
E_k^r	現時点の回転運動エネルギー。
E_i	内部エネルギー。
E_{wk}	外力の仕事量（システムに取り込まれたエネルギー）。
$E_{,1}$	実行の開始時（t=0時点のではなく）のエネルギー。

2. Engine実行の発散を確認するには、負のエネルギーエラーではなく正のエネルギーエラーのみをチェックしたほうがよいでしょう。初期の発散を確認するには、$N_{ERR\_POSIT} = 1$、$N_{TH} = 1$、$N_{ANIM} = 1$を、またE_{max}には比較的小さい値を使用することが推奨されます。
3. 総質量基準は、特定の時間における総追加質量を総初期質量で割った比率として定義されます。
4. 節点質量率基準は、その質量を初期質量で割った比率として節点ごとに定義されます。基準を満たしている節点が1つでもあれば、計算が中止されます。
5. これらのイベントのいずれかが原因でエンジンが停止した場合は、リスタートファイルが書き出されません（リスタートファイルを書き出すには、/STOPを使用します）。

See Also
Results Checking (FAQ)

/MADYMO

Engineキーワード
MADYMO- Radioss連成をアクティブにします。

フォーマット

`/MADYMO/`*Keyword2*

$l_{unit}t_{unit}m_{unit}$

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Keyword2	*MPP* MADYMO- Radioss MPP連成をアクティブにします。	
l_{unit}	長さ単位変換係数、Radiossモデル単位で1mにする必要があります。	
t_{unit}	時間単位変換係数、Radiossモデル単位で1秒にする必要があります。	
m_{unit}	質量単位変換係数、Radiossモデル単位で1Kgにする必要があります。	

コメント

1. `/MADYMO/MPP`を使用するには、MADYMO 7.1以降のインストールが必要です。
2. Radioss- MADYMO連成を使用している場合は、`/MADYMO/MPP`をすべてのEngineファイル(`Runname_run#.rad`)に入力する必要があります。
3. 例えば、Radiossモデルの単位がmm、s、Kgの場合は、それぞれの係数は1000、1、1になります。
4. MADYMOはTASS-SAFEの登録商標です。

/MON

Engineキーワード
プロセッサー毎に消費されるCPU時間の推定値を提供します。

フォーマット
`/MON/`*Keyword2*

定義

フィールド	内容		SI単位の例
Keyword2	アクティブ化フラグ: **ON**(デフォルト) **OFF** プロセス毎に以下の情報が書き込まれます。		
	PROC	コア番号	
	CONT.SORT	インターフェースのソートアルゴリズムに消費されるCPU時間	
	CONT.F	接触力の計算に消費されるCPU時間	
	ELEMENT	材料則の計算を含む、要素の計算に消費されるCPU時間	
	KIN.COND.	運動学的条件の計算に消費されるCPU時間	
	INTEGR.	時間積分に消費されるCPU時間	
	I/O	入出力サブルーチンに消費されるCPU時間	
	TASK0	ASSEMBに消費される時間を含む、さまざまな非並行サブルーチンに消費されるCPU時間	
	ASSEMB	力の合算に消費されるCPU時間	
	RESOL	最初のリスタートファイルの読み込み時間を除く総CPU時間	

コメント

1. シミュレーションの終了時点で、Radiossプロセス毎のCPU時間(秒単位)詳細の推定値が標準出力と出力ファイルに書き込まれます。
2. SPMDの場合は、通信時間(メッセージ交換+待ち時間)に関する追加情報がプロセス毎に提供されます。

PROC	コア番号
FORCES	要素力とインターフェースの交換

RBY FOR	剛体力の交換
RBY VEL	剛体速度の更新
VELOCITIES	要素速度の更新
TOTAL	過去のすべての通信の合計
% CPU	総CPUに対する過去の通信の割合

3. MADYMO連成の場合は、以下の情報がプロセス毎に追加されます。:

   MADYMO: MADYMOで消費される時間
4. アダプティブメッシングの場合は、特定のタスクに関する追加情報がプロセス毎に提供されます。

PROC	コア番号
CRITER	調整基準の計算＋調整とフィールドのマッピング
ADAPT FOR	最大レベルの節点から実際のメッシュへのアップロード接触力
ADAPT VEL	実際のメッシュから最高レベルの節点へのダウンロード速度

5. "Cumulative CPU Time Summary"セクションでは、コードの主要部分がすべてのRadiossプロセスで費やした累積CPU時間およびその時間が総CPU時間に対して占める比率が報告されます。
6. "Memory Usage Statistics"セクションでは、使用された総メモリのほか、プロセス毎の最大値、最小値、および平均値が報告されます。
7. "Disk Usage Statistics"セクションでは、出力とリスタートファイルで占有したディスクスペースを含め、使用された総ディスクスペースが報告されます。
8. 実行の総経過時間に加えて、総CPU時間と経過時間に基づく高速化の推定値が標準出力と出力ファイル書き込まれます。
9. /MON/ONがアクティブの場合は、/PRINTを指定すると、現在の経過時間と残りの経過時間に関する情報が提供されます。

/NEGVOL

Engineキーワード
負の体積を有する要素についてのソリッド要素コントロール。微小ひずみ定式化に切り替えます。もしくは、ソリッド要素の体積が負になる実行を停止します。

フォーマット

`/NEGVOL/`*Keyword2*

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Keyword2	*SMSTR*（デフォルト） 要素の体積が負である際、自動的に微小ひずみ定式化オプションに切り替え、解析を継続します。 *STOP* 要素の体積が負である際、解析を直ちに停止します。	

コメント

1. デフォルトでは、ソリッド要素の体積が負になると、要素は微小ひずみ定式化に切り替えられ、解析は継続します。微小ひずみへの切り替えの詳細については、/PROP/TYPE14（SOLID）をご参照ください。

/PARITH

Engineキーワード
並列演算のオンとオフを切り替えます。

フォーマット

`/PARITH`/*Keyword2*

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Keyword2	*ON* *OFF*	

コメント

1. デフォルト値は、最初のEngine実行のRadioss Starter（Radioss Starter /ANALYのI_{parith}フラグ）または前回の実行の値によって定義されます。
2. このオプションがのON場合は、プロセッサの数に関係なく、同じ数値結果が得られます。モデル内に適合性のない運動学的条件が存在する場合は、この結果が保証されません。
3. 複数のRadioss Engineが動作している場合、現在の実行に対して`PARITH`=ONを使用するには、前回の実行で`PARITH`=ONを指定している必要があります。
4. `PARITH/ON`は陰解法解析では利用できません。

/RAD2RAD/ON

Engineキーワード
マルチドメイン連成をアクティブにするには、Radioss Engine入力ファイルに以下の命令を記述する必要があります。

フォーマット

```
/RAD2RAD/ON
```

See Also
マルチドメインテクニック
RD-E:4500 マルチドメイン
RD-T: 3160 Multi-Domain Analysis Setup

/RERUN

Engineキーワード
前回のRadioss実行の継続を許可します。

フォーマット

`/RERUN`/*Run Name*/*Run Number*

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Run Name	解かれる問題を識別する文字変数 （文字、最小4、最大80文字）	
Run Number	1、2、...	

コメント

1. 実行番号は前回のRadioss実行と同じです。
2. コントロールファイルの場合は、コントロールファイル（C-ファイル）`Runname_run#.ctl`で`/CHKPT`を使用することで、このオプションの指定対象であるRadioss Engineによって"`CHECK_DATA`"ファイルが自動的に作成されます。このファイルは、"`runname_run#.rad`"の代わりに、Radioss Engine用の入力ファイルとして計算をリスタートするために使用できます。
3. 直接作成された"`CHECK_DATA`"ファイルでこのようなオプションを使用することもできます。

/RUN

Engineキーワード
実行番号を指定します。

フォーマット

`/RUN`/*Run Name*/*Run Number*/*Restart Letter*

T_{stop}*STOP*

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Run Name	解かれる問題を識別する文字変数 （文字、最小4、最大80文字）	
Run Number	実行の番号 1、2、... （整数）	
Restart Letter	（オプション）リスタートファイルの識別子 = *I*、*J*、*K* 前回の実行中に複数のリスタートを保存している場合	
T_{stop}*STOP*	実行の最終時刻	

コメント

1. MADYMO- Radioss連成を使用している場合、考慮される最終の実行時間は、T_{stop}*STOP*ではなく、MADYMO入力で定義した最終時刻です。
2. リスタートの文字は、I、J、Kが可能です。

   = J `Runname_0001_J.rst`でリスタートを実行

   = K `Runname_0001_K.rst`でリスタートを実行

   これらのリスタートファイルは`/RFILE`を用いることで、それ以前の実行に保存されます。

See Also
Restart (FAQ)

/SHSUB

Engineキーワード

/ANALYRadioss Starterオプションで$I_{subcycle}$ =2を指定した場合に、新しいサブサイクリングオプションをアクティブにできるようにします。

フォーマット

/SHSUB/*NSH print/NSH ctrl*

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
NSH print	サブサイクル(シェル要素の内力を計算するサイクルのみ)にわたるシェル要素のリスト出力頻度(出力ファイルまたは新しい拡張子の.outファイルへの出力)を定義します。	
NSH ctrl	サブサイクリング時間ステップが減少するケースにおいて、シェルをサイクル毎に計算する必要になることがあり、このプロセスは、サブサイクリングを非アクティブにした場合よりもCPU時間を消費する可能性があります。 デフォルト = 1000	

コメント

1. サブサイクリングで実行し、リスタート後に標準の非サブサイクリング計算に切り替えることができます。その逆も可能です。
2. NSH printは、サブサイクル(シェル要素の内力を計算するサイクルのみ)にわたるシェル要素のリスト出力頻度(出力ファイルまたは新しい拡張機能の.outファイルへの出力)を定義します。

   負の値を使用した場合は、標準出力にも出力されます。

   Radioss Engineの.outファイルへのこの追加出力は、サブサイクルにわたって次のように*NSH_print*の頻度で書き込まれます。

   /DT/SHNOD(サブサイクリングにわたるSHELL要素とSH3N要素の節点時間ステップ)の場合:

   ```
   NC T DTSUB NODE SUBCYCLE
   ```

   ここで、

NC	現在の周期番号
T	現在時刻
DTSUB	サブサイクリングの時間ステップ
NODE	SUBCYCLE
node_ID	サブサイクル番号

   *node_ID*はサブサイクリングの時間ステップを示します。

上記以外の場合：

```
NC T DTSUB SHELL or SH3N SUBCYCLE
```

ここで、

NC	現在の周期番号
T	現在時刻
DTSUB	サブサイクリングの時間ステップ
SHELLまたは**SH3N**	*shell_ID*または*sh3n_ID*
SUBCYCLE	サブサイクル番号

ここでは、*shell_ID*または*sh3n_ID*はサブサイクリングの時間ステップを示します。

3. NSH ctrlは/SHSUBキーワードと共に導入されたものです。これは、サブサイクリング時間ステップが減少するとシェルをサイクル毎に計算する必要があるので、このプロセスは、サブサイクリングを非アクティブにした場合よりもCPU時間を消費する可能性があるからです。

   シェル要素と3節点シェル要素は、シェルのDt安定時間ステップに対応するDt時間ステップ毎に計算されます。サブサイクリング時間ステップは、シェルに関連する安定時間ステップです。

   NSH ctrl：サブサイクリングを使用せずにNSH ctrlサイクルを計算する場合、つまり、連続するNSH ctrlサイクルのそれぞれでシェル要素を計算する場合は、Radioss Engineによってサブサイクリング法が非アクティブになります。

4. シェル要素と3節点シェル要素は、シェルのDt安定時間ステップに対応するDt時間ステップ毎に計算されます。サブサイクリング時間ステップは、シェルに関連する安定時間ステップです。

5. 要素時間ステップの場合（Radioss Engine入力デックで/DT/NODAを指定していない場合）：

   $$Dt = \Delta T_{sca} \cdot \min_{over\_shells\_and\_3-nodes\_shells}(lc/c)$$

   ここで、

l_c	特性長さ
c	関連する材料の音速

   /DT/SHELLのパラメーターは、特に、ΔT_{sca}の値（デフォルト値は0.9）に関して考慮されます。通常は、サブオプションの/DT/SHELLのパラメーターが考慮されます。

6. 節点時間ステップの場合（Radioss Engine入力デックで/DT/NODAを指定している場合）：

   $$Dt = \Delta T_{sca} \cdot \min_{over\_nodes\_connected\_to\_shells} sqrt(2 \cdot m / Ksh)$$

   ここで、

m	節点質量
Ksh	結合されたシェルに対応する剛性
ΔT_{sca}	/DT/NODAで指定された値ですが、/DT/SHNODを使用して変更できます。

/STOP

Engineキーワード
エネルギーエラー率基準、総質量率基準、または節点質量率基準に達すると、Engineは停止されます。

フォーマット

```
/STOP
```

$E_{max}max$	ΔM_{max}	ΔN_{max}	N_{TH}	N_{ANIM}	N_{ERR_POSIT}

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
$E_{max}max$	エネルギーエラー率。システムの初期エネルギーに仕事量を加えたものに対する現在のシミュレーションエネルギーの比率として定義されます。Engine出力ファイルにリストされるエネルギーエラーとは異なり、この値は0.999（99.9%）より大きくなり得ます。デフォルトでは、エネルギーエラーの絶対値を超えると実行は停止されます。正のエネルギーエラーでのみ停止する場合、*NERR_POSIT* = 1を使用します。 デフォルト = 10^{30}	
ΔM_{max}	総追加質量率基準は、特定の時間におけるモデルの総追加質量を初期総質量で割った比率として定義されます。 デフォルト = 10^{30}	
ΔN_{max}	節点質量率基準。その質量を初期質量で割った比率として節点ごとに定義されます。基準を満たしている節点が1つでもあれば、計算が中止されます。 デフォルト = 10^{30}	
N_{TH}	= *0*（デフォルト） 時刻歴ファイルなしでEngineを停止します。 = *1* エネルギーエラー率基準に基づいてエンジンを停止した場合に時刻歴ファイルが書き込まれます。	
N_{ANIM}	= *0*（デフォルト） アニメーションファイルなしでEngineを停止します。 = *1* エネルギーエラー率基準に基づいてEngineを停止した場合にアニメーションファイルが書き込まれます。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
N_{ERR_POSIT}	*= 0*（デフォルト） エネルギーエラーの絶対値がE_{max}*max*より大きい場合、Engineは停止します。 *= 1* 正のエネルギーエラーのみがEngineの定義についてチェックされます。エネルギーエラーがE_{max}*max*より大きい場合、Engineは停止します。	

コメント

1. エネルギーエラー率:

$$\frac{E_k + E_k^r + E_i}{E_{k,1} + E_{k,1}^r + E_{i,1} + E_{wk} - E_{wk,1}} - 1 \qquad (1353)$$

ここで、

E_k	現時点の並進運動エネルギー。
E_k^r	現時点の回転運動エネルギー。
E_i	内部エネルギー。
E_{wk}	外力の仕事量（システムに取り込まれたエネルギー）。
$E_{,1}$	実行の開始時（t=0時点のではなく）のエネルギー。

2. Engine実行の発散を確認するには、負のエネルギーエラーではなく正のエネルギーエラーのみをチェックしたほうがよいでしょう。初期の発散を確認するには、N_{ERR_POSIT} = 1、N_{TH} = 1、N_{ANIM} = 1を、またE_{max}*max*には比較的小さい値を使用することが推奨されます。
3. 総質量基準は、特定の時間における総追加質量を総初期質量で割った比率として定義されます。
4. 節点質量率基準は、その質量を初期質量で割った比率として節点ごとに定義されます。基準を満たしている節点が1つでもあれば、計算が中止されます。
5. これらのイベントのいずれかが原因でエンジンが停止した場合は、リスタートファイルが書き込まれます。

See Also
Results Checking (FAQ)

/STOP/LSENSOR

Engineキーワード
定義済みリストの最初のセンサーがアクティブになると、センサーのアクティブ化が原因でEngineが停止されます。

フォーマット

`/STOP/LSENSOR`

sensor_IDU$_i$*sensor_ID*$_2$ ... *sensor_ID*$_n$

$N_{TH}N_{ANIM}N_{sta}N_{output}N_{abf}N_{h3d}N_{dynain}$

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
$sensor\_ID_i$	センサーの識別子	
N_{TH}	= *0*(デフォルト) 時刻歴ファイルを終了せずにEngineを停止します。 = *1* センサーのアクティブ化が原因でEngineが停止された場合に、時刻歴ファイルの書き込みが終了します。	
N_{ANIM}	= *0*(デフォルト) アニメーションファイルなしでEngineを停止します。 = *1* センサーのアクティブ化が原因でEngineが停止した場合にアニメーションファイルが書き込まれます。	
N_{sta}	= *0*(デフォルト) `.sta`ファイルなしでEngineを停止します。 = *1* センサーのアクティブ化が原因でEngineが停止した場合に状態ファイル(`.sta`)ファイルが書き込まれます。	
N_{output}	= *0*(デフォルト) `.sta`ファイルなしでEngineを停止します。 = *1* センサーのアクティブ化が原因でEngineが停止した場合にASCII出力ファイル(STY-ファイル)が書き込まれます。	
N_{abf}	= *0*(デフォルト) `.abf`ファイルを終了せずにEngineを停止します。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 1 センサーのアクティブ化が原因でEngineが停止された場合に、.abfファイルの書き込みが終了します。	
N_{h3d}	*= 0*（デフォルト） その時点でのデータを.h3dファイルに書き出さずにEngineを停止します。 *= 1* センサーのアクティブ化により、Engineが停止された際にデータが.h3dファイルに書き出されます。	
N_{dynain}	*= 0*（デフォルト） .dynainファイルなしでEngineを停止します。 *= 1* センサーのアクティブ化が原因でEngineが停止した場合に状態ファイル(.dynain)ファイルが書き込まれます。	

コメント

1. これらのイベントのいずれかが原因でエンジンが停止した場合は、リスタートファイルが書き込まれます。

/THERMAL

Engineキーワード
熱解析

フォーマット

```
/THERMAL
```

time-factor

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
time-factor	熱解析を高速化するための係数 デフォルト = 1	

コメント

1. 物理的時間は、*time-factor*で縮小されます。すべての熱プロパティは自動的にスケーリングされ、Radioss Starter入力を変更する必要はありません。Radioss Engine入力ファイル内の時間の値は修正する必要があります。
2. ソリッド、シェルおよびsph要素を含む熱解析に機能します。

入力 / 出力

/PRINT

Engineキーワード
出力ファイルの出力頻度を設定します。

フォーマット
`/PRINT`/*Nprint*/*N_line*

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
N_{print}	ファイル`Runname_nnnn.out`にN_{print}サイクル毎に出力します。 デフォルト = -1000	
N_line	`Runname_nnnn.out`ファイルの各*N_line*内のカラムヘッダー行を出力します。 デフォルト = 55	

コメント

1. N_{print}が負の場合は、標準出力および出力ファイルに出力されます。N_{print}が正の場合は、出力ファイルにのみ出力されます。

   Radioss Engine出力ファイル(`_0001.out`～`_9999.out`)ではエネルギーエラーは次のように定義されます:

   $$err\% = 100 \cdot \left(\frac{Ek + Ekr + Ei}{Ek_1 + Ekr_1 + Ei_1 + Ewk - Ewk_1} \right) - 1 \qquad (1354)$$

   ここで、

Ek	運動エネルギー
Ekr	回転運動エネルギー
Ei	内部エネルギー
Ek_1	初期並進運動エネルギー
Ekr_1	初期回転運動エネルギー
Ei_1	初期内部エネルギー
Ewk	外部仕事量
Ewk_1	初期外部仕事量

   アワグラスエネルギーは内部エネルギーに含まれません。

アワグラスエネルギーの通常の量は-10～15%です。

アワグラスエネルギーは、真のエネルギーエラーではありませんが、非物理方程式を使用して計算された内部エネルギーの一部です。このエネルギーが大きくならなければ、これらの方程式に関する前提が成り立ちます。

初期値は、時間0ではなく周期0における値です。

時間t=0、err% =0の場合は、エネルギーエラーが± 99%に制限されます。

/RFILE/n

Engineキーワード
リスタートR-ファイルを書き換えます。

フォーマット

`/RFILE/`*n*

N_{cycle}

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
n	(オプション)リスタートファイルの上書きを開始する前に書き込むリスタートファイルの数。	
N_{cycle}	R-ファイルを書き込むサイクル頻度 (整数、最大10桁) デフォルト値は1e6、最大値は2.1e9。	

コメント

1. *n*を定義しない場合は、リスタートファイルが1組のみ作成され、N_{cycle}サイクルごとに上書きされます。このリスタートファイルの名前は`ROOT_i_CPU.rst`です。`ROOT`は実行のルート名、`i`はEngineの実行番号、`CPU`はMPIドメイン番号です。
2. *n*を定義している場合は、*n*組のリスタートファイルが循環的に上書きされる前に、同数の組のリスタートファイルが書き込まれます。最後に作成されたリスタートファイルがどれであるかを調べるには、Engineの出力ファイルを確認します。
3. 書き込まれるリスタートファイルの名前は、`ROOT_i_CPU_I.rst`、`ROOT_i_CPU_J.rst`のようになります。

   ここで、`i`は実行番号です。

   例: *n*=3の場合は、最初に書き込まれるリスタートファイルが`ROOT_i_CPU_I.rst`、2番目に書き込まれるリスタートファイルが`ROOT_i_CPU_J.rst`、3番目に書き込まれるリスタートファイルが`ROOT_i_CPU_K.rst`となり、その次は`ROOT_i_CPU_I.rst`が上書きされます。
4. したがって、`/RFILE/n`では、/RUNのオプション`/RUN/Run Name/Restart Letter`を使用する必要があります。
5. R-ファイルの場合は、バイナリIEEE 64ビットフォーマットのみが使用されます。

See Also
Restart (FAQ)
RD-E:4400 AMSを用いたブロー成型

/RFILE/OFF

Engineキーワード
リスタートファイル(`*.rst`)の書き込みを無効にするオプション。

フォーマット

```
/RFILE/OFF
```

コメント

1. このオプションを使用すると、計算時および計算の終了時にリスタートファイルが書き込まれません。
2. Engineの入力デックに最初に書き込まれた`/RFILE`カードのみが考慮されます。
3. Engineのコマンドラインオプションにも同様のオプションとして`-norst`が用意されています。

See Also
Restart (FAQ)

減衰

/ADYREL

Engineキーワード
自動定義のアダプティブ減衰を含む動的緩和

フォーマット

`/ADYREL`

T_{start}START T_{stop}STOP

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
T_{start}START	(オプション)アダプティブ動的緩和の開始時間 デフォルト = 0.0	[s]
T_{stop}STOP	(オプション)アダプティブ動的緩和の終了時間 デフォルト = 解析の最終時間	[s]

コメント

1. `/ADYREL`は`/DYREL`をベースとしていますが、減衰される期間は自動的に計算され、シミュレーション中に変化します。
2. *T_{start}START*と*T_{stop}STOP*が含まれるラインはオプションです。開始時間と終了時間が含まれていない場合、アダプティブ動的緩和は`/RUN`で定義された終了時間までアクティブになります。

/DAMP

Engineキーワード
Starter `/DAMP`オプションを使って定義された質量および剛性のレイリー減衰係数を修正するために使用されます。

フォーマット**1**（短い形式）
`/DAMP`/*damp_ID*

αβ

フォーマット**2**（完全な形式）
`/DAMP`/*damp_ID*

α_x β_x
α_y β_y
α_z βz
α_{xx} β_{xx}
α_{yy} β_{yy}
α_{zz} β_{zz}

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
damp_ID	Radioss Starterの減衰オプションの識別子（/DAMP）	
α	全ての自由度に使用される質量減衰係数。	$\left[\frac{1}{s}\right]$
β	全ての自由度に使用される剛性減衰係数。	$[s]$
α_x	x方向の並進自由度（DOF）のための質量減衰係数。	$\left[\frac{1}{s}\right]$
α_y	y方向の並進自由度のための質量減衰係数。	$\left[\frac{1}{s}\right]$
α_z	z方向の並進自由度のための質量減衰係数。	$\left[\frac{1}{s}\right]$
α_{xx}	xx方向の回転自由度のための質量減衰係数。	$\left[\frac{1}{s}\right]$
α_{yy}	yy方向の回転自由度のための質量減衰係数。	$\left[\frac{1}{s}\right]$
α_{zz}	zz方向の回転自由度のための質量減衰係数。	$\left[\frac{1}{s}\right]$
β_x	x方向の並進自由度のための剛性減衰係数。	$[s]$
β_y	y方向の並進自由度のための剛性減衰係数。	$[s]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
β_z	z方向の並進自由度のための剛性減衰係数。	[s]
β_{xx}	xx方向の回転自由度のための剛性減衰係数。	[s]
β_{yy}	yy方向の回転自由度のための剛性減衰係数。	[s]
β_{zz}	zz方向の回転自由度のためのStiffness減衰係数。	[s]

コメント

1. レイリーα減衰の計算式：

$$\mathbf{C} = \alpha\mathbf{M} + \beta\mathbf{K} \quad (1355)$$

$$C_i = \alpha m_i + \beta k_i \quad (1356)$$

$$C_{crit} = \sqrt{4 m_i k_i} \quad (1357)$$

$$\frac{C_i}{C_{crit}} = \frac{\alpha}{2\omega_i} + \frac{\beta\omega_i}{2} \quad (1358)$$

ここで、

$\mathbf{C}$	減衰マトリックス
$\mathbf{M}$	質量マトリックス
$\mathbf{K}$	剛性マトリックス
α および β	係数
C_i	節点減衰マトリックス
m_i	節点質量マトリックス
k_i	節点剛性マトリックス
C_{crit}	臨界減衰

2. このオプションは、減衰カード（`/DAMP`）が`Runname_0000.rad`ファイル内で定義されている場合にのみ使用できます。
3. 任意の係数αとβは `Runname_0000.rad`ファイルで宣言し、Radioss Engineファイル`Runname_run#.rad`で同じオプションを繰り返す際に変更できます。

See Also

スキューとフレーム（/SKEW & /FRAME）
RD-E：1601 陽解法ソルバー
Rayleigh Damping (/DAMP) (Theory Manual)

/DYREL

Engineキーワード
動的な緩和です。

フォーマット

```
/DYREL
```

βT

定義

フィールド	内容	SI単位の例
β	リラクゼーション係数 デフォルト = 1.0	
T	減衰時間 $V_{t+\Delta t} = (1-2\omega)V_{t-\Delta t/2} + (1-\omega)\gamma_t \Delta t$ ここで、$\omega = \beta\frac{\Delta t}{T}$	

See Also
Static (Theory Manual)
RD-E:0100 ねじれた梁
RD-E:1600 ダミーポジショニング
RD-E: 2500 スプリングバック

/DYREL/1

Engineキーワード
節点グループ識別子*grnd_ID*に適用する動的緩和です。

フォーマット

`/DYREL/`*1*

grnd_ID

βT

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
grnd_ID	節点グループの識別子	
β	リラクゼーション係数 デフォルト = 1.0	
T	減衰時間 $V_{t+\Delta t/2} = (1-2\omega)V_{t-\Delta t/2} + (1-\omega)\gamma_t \Delta t$ ここで、$\omega = \beta\frac{\Delta t}{T}$	

コメント

1. Starter入力がブロックフォーマットの場合にのみ使用できます。

/KEREL

Engineキーワード
運動エネルギーの緩和です。

フォーマット

`/KEREL`

T_{start}*START* T_{stop}*STOP*

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
T_{start}*START*	(オプション)運動エネルギーの緩和の開始時間 デフォルト = 0.0	
T_{stop}*STOP*	(オプション)運動エネルギーの緩和の終了時間 デフォルト = 解析の最終時間	

コメント

1. 運動エネルギーが最大値に達する毎に全節点の速度が0に設定されます。

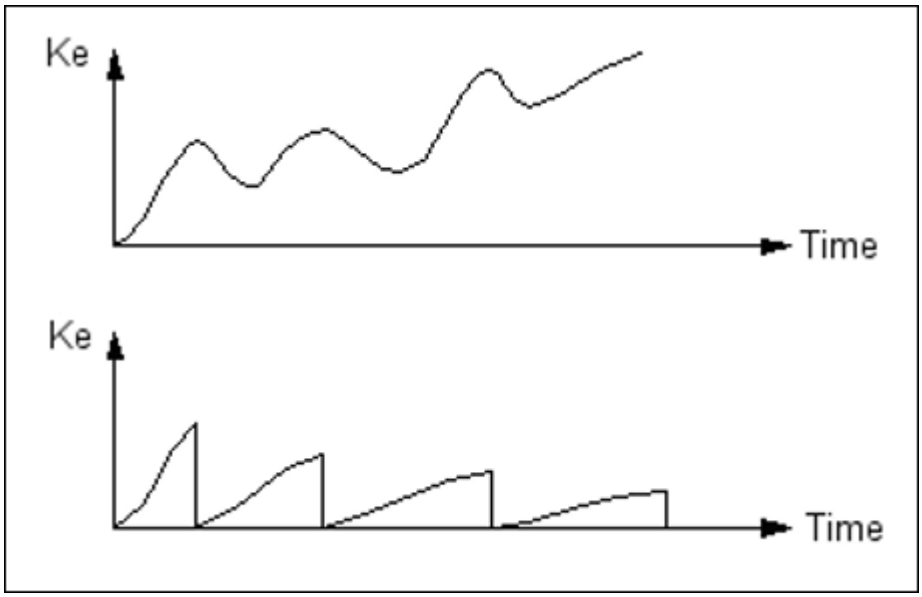


図 *430:*

2. `/KEREL`をアドバンストマススケーリングや単精度と共に使用することは推奨されません。
3. シェルまたはソリッドパートの弾性振動により最大運動エネルギーに達すると、要素内の応力、ひずみおよびひずみ速度テンソルが平衡状態ではなくなるため、結果は正しくなくなります。

See Also
RD-E:1200 ジャンプする自転車

RD-E:1300 ショックチューブ
RD-E:1700 ボックスビーム

/KEREL/1

Engineキーワード
節点グループ*grnd_ID*に適用される、運動エネルギーの緩和です。

フォーマット

`/KEREL/1`

grnd_ID

T_{start}*START* T_{stop}*STOP*

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
grnd_ID	節点グループの識別子	
T_{start}*START*	(オプション)運動エネルギーの緩和の開始時間 デフォルト = 0.0	
T_{stop}*STOP*	(オプション)運動エネルギーの緩和の終了時間 デフォルト = 解析の最終時間	

コメント

1. Starter入力がブロックフォーマットの場合にのみ使用できます。
2. `/KEREL/1`をアドバンストマススケーリングや単精度と共に使用することは推奨されません。
3. シェルまたはソリッドパートの弾性振動により最大運動エネルギーに達すると、要素内の応力、ひずみおよびひずみ速度テンソルが平衡状態ではなくなるため、結果は正しくなくなります。

ALE

入力デックは、次のようにスラッシュ文字"/"で区切ったキーワードで識別するセクションに分割されます。

- */Keyword1/Keyword2/Keyword3/ . . .*

マニュアルのこの項には、ALE計算に使用する特定のキーワードについて、次の情報が記載されています。

この項目は任意の順序で入力でき、また同じ項目を何回記述してもかまいません。

コメント行の先頭には#または$を記述する必要があります。

入力1データは、1行100文字のフリーフォーマットで読み取られます。すべての変数を指定する必要があり、それらの間を1つ以上の空白で区切る必要があります。

フリーフォーマット入力ファイルの`Runname_run#.rad`の先頭文字は、#にする必要があります。

省略可能なセクションに記述がない場合は、デフォルト値が使用されます。

/ALE/LINK/OFF

Engineキーワード
ALEリンク定義`/ALE/LINK/VEL`(Starter)を非アクティブにできます。

フォーマット

`/ALE/LINK/OFF`

ID_1, ..., ID_n

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
ID_i	ALEリンクの識別子(Starter)	

コメント

1. このキーワードは、Starterの/ALE/LINK/VELで定義されているALEリンクのみを非アクティブにできます。
2. このキーワードは、Engineの/ALE/LINK/VELで定義されているALEリンクのみを非アクティブにできます。このALEリンク(Engine)は、現在の実行でのみアクティブとなります。

/ALE/LINK/ON

Engineキーワード

このキーワードを使用すると、前回のEngine実行の間に非アクティブにされたALEリンク定義`/ALE/LINK/VEL`(Starter)を、再度アクティブにできます。

フォーマット

`/ALE/LINK/ON`

ID_1, ..., ID_n

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
ID_i	ALEリンクの識別子(Starter)	

コメント

1. このキーワードは、Starterの/ALE/LINK/VELで定義されているALEリンクのみをアクティブにできます。
2. このキーワードは、Engineの/ALE/LINK/VELで定義されているALEリンクをアクティブにできません。このALEリンク(Engine)は、現在の実行でのみアクティブとなります。

/ALE/LINK/VEL

Engineキーワード

グリッド速度へのALEリンクを使用すると、指定した節点が、指定したメイングリッド速度にリンクされます。ユーザーは、方向、または方向の組み合わせを指定できます。この定義は、現在の実行の間のみ取り入れられます。

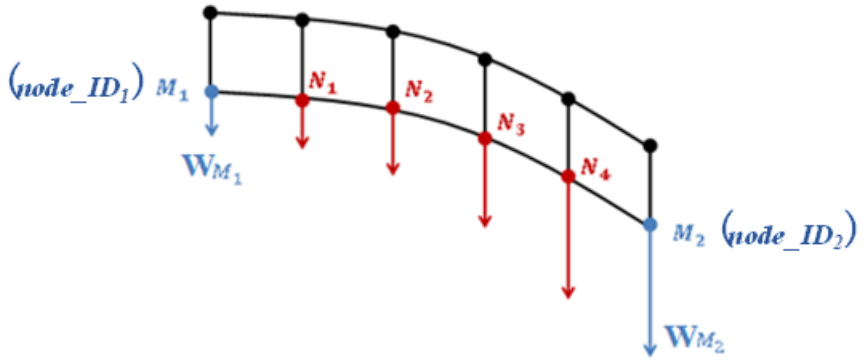


図 *431:*

フォーマット

`/ALE/LINK/VEL`/*Iform*/*Keyword3*/*Keyword5*

node_ID$_1$*1*, *node_ID*$_2$*2*

ID$_1$, ..., *ID*$_n$

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Iform	定式化フラグ = *0*（線形） $\mathbf{W}_N = \mathbf{W}_{M1} + (\mathbf{W}_{M2} - \mathbf{W}_{M1})\frac{1}{N+1}$ = *1*（最大） $\mathbf{W}_N = \mathbf{W}_{M1}$ 次の場合；$\lvert\mathbf{W}_{M1}\rvert > \lvert\mathbf{W}_{M2}\rvert$ $\mathbf{W}_N = \mathbf{W}_{M2}$ 次の場合；$\lvert\mathbf{W}_{M1}\rvert < \lvert\mathbf{W}_{M2}\rvert$ = *-1*（最小） $\mathbf{W}_N = \mathbf{W}_{M1}$ 次の場合；$\lvert\mathbf{W}_{M1}\rvert < \lvert\mathbf{W}_{M2}\rvert$ $\mathbf{W}_N = \mathbf{W}_{M2}$ 次の場合；$\lvert\mathbf{W}_{M1}\rvert > \lvert\mathbf{W}_{M2}\rvert$ （整数）	
Keyword3	X、Y、Zの組み合わせ： X、Y、Z、XY、XZ、およびXYZ	
Keyword5	GRNODまたはNODESは、スレーブ節点を提供する方法を定義します。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
node_ID$_1$*1*	第1メイン節点番号	
node_ID$_2$*2*	第2メイン節点番号	
ID$_i$	セカンダリ節点または節点グループの識別子(*Keyword5*に依存)です。	

コメント

1. このカードは、前のバージョンの/VEL/ALE(廃止) Engineカードの後継となります。
2. 定式化*Iform*=0の使用には、順序付き節点のリストが必要です。*Iform*=0を*Keyword5*=*GRNOD*とともに使用するには、ソート不可の節点グループが必要です(/GRNOD/NODENSをご参照ください)。
3. Radiossは、異なるALEリンクが同じ節点のためにStarterおよびEngineの両方で定義されている場合は、グリッド速度を重ね合わせます。

See Also

/ALE/LINK/OFF (Engine)
/ALE/LINK/ON (Engine)
/ALE/LINK/VEL (Starter)
RD-E:3900 バイオメディカルバルブ

/ALE/MUSCL/OFF

Engineキーワード
MUSCLスキームはデフォルトで有効になっています。このオプションを使用すると、このスキームが無効になり、1次の精度となります。

フォーマット

```
/ALE/MUSCL/OFF
```

コメント

1. バージョン2022.0より、MUSCLはデフォルトで有効化されています。

See Also
2022の新しいキーワード

/ALE/OFF

Engineキーワード
リストされているALE / EULERパートを非アクティブ化します。

フォーマット

`/ALE/OFF`

part_ID$_1$

part_ID$_2$

...

part_ID$_N$

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
part_ID$_1$ *part_ID*$_2$ ... *part_ID*$_N$	非アクティブ化するパートのパートID。 1行にリストできるパートは1つのみです。	

コメント

1. デフォルトでは、すべてのパートがアクティブになっています。
2. このオプションの使用時には、リストされているパートのALE計算がオフになり、計算時間が短縮されます。
3. 指定されたIDで`/ALE/ON`を使用することにより、新しいEngineファイルでパートを再アクティブ化できます。

/ALE/ON

Engineキーワード
リストされているALE / EULERパートをアクティブ化します。

フォーマット

`/ALE/ON`

part_ID$_1$

part_ID$_2$

...

part_ID$_N$

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
part_ID$_1$ *part_ID*$_2$ ... *part_ID*$_N$	アクティブ化するパートのパートID。 1行にリストできるパートは1つのみです。	

コメント

1. デフォルトでは、すべてのパートがアクティブになっています。
2. 指定されたパートが以前のRadiossの実行でOFF(`/ALE/OFF`)に設定されていた場合にのみ必要となります。

/ALE/SUPG/OFF

Engineキーワード
運動量移流のためのSUPG定式化を無効にします（ALEおよびEULER）。

フォーマット

```
/ALE/SUPG/OFF
```

コメント

1. SUPGは、運動量移流のための流線風上Petrov Galerking有限要素法です。
2. バージョン2018.0より、SUPG定式化はデフォルトで自動的に有効とされています。それ以前は、SUPG定式化は/UPWM/SUPG（廃止されたキーワード）で有効にされていました。

ALE/GRID

/ALE/GRID/DISP

Engineキーワード
このキーワードを使用すると、グリッド定式化パラメータを変更できます。それらは、初めはStarterキーワード`/ALE/GRID/DISP`に設定されています。(Altair平均変位グリッド定式化)。

フォーマット

```
/ALE/GRID/DISP
```

$U_{max}V_{min}$

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
U_{max}	最大絶対グリッド速度 (実数)	$\left[\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\right]$
V_{min}	体積がV_{min}未満の要素は削除されます。 (実数)	$\left[\mathrm{m}^3\right]$

コメント

1. 詳細については、ユーザーガイドのALEグリッド計算およびStarter *Reference Guide*の/ALE/GRID/DISPをご参照ください。
2. デフォルト値は、前回の実行から取得されます。

See Also
Automatic Grid Computation (Theory Manual)

/ALE/GRID/DONEA

Engineキーワード

このキーワードを使用すると、グリッド定式化パラメータを変更できます。それらは、初めはStarterキーワード`/ALE/GRID/DONEA`に設定されています。

フォーマット

`/ALE/GRID/DONEA`

$\alpha\gamma$ $Fscale_x$ $Fscale_y$ $Fscale_zV_{min}$

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
α	グリッド速度計算のためのDONEA定式化の係数 （実数）	
γ	グリッド速度制限因子 W < γ < V （実数）	
$Fscale_x$	Xグリッド速度倍率 （実数）	
$Fscale_y$	Yグリッド速度倍率 （実数）	
$Fscale_z$	Zグリッド速度倍率 （実数）	
V_{min}	要素が削除される最小体積 （実数）	$[m^3]$

コメント

1. 詳細については、ユーザーガイドのALEグリッド計算およびStarter *Reference Guide*の/ALE/GRID/DONEAをご参照ください。

   v12.0.210以降、`/ALE/0`は`/ALE/GRID/DONEA`に置き換えられました。
2. デフォルト値は、前回の実行から取得されます。

See Also

Automatic Grid Computation (Theory Manual)

/ALE/GRID/SPRING

Engineキーワード

このキーワードを使用すると、グリッド定式化パラメータを変更できます。それらは、初めはStarterキーワード`/ALE/GRID/SPRING`に設定されています。(グリッド速度計算のためのAltairバー手法)。

フォーマット

`/ALE/GRID/SPRING`

$\Delta t_0 \gamma \eta \upsilon V_{min}$

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Δt_0	代表的な時間ステップ (実数)	$[s]$
γ	非線形性の倍率 Range: [0;1] (実数)	
η	減衰係数。 (実数)	
υ	せん断倍率 (実数)	
V_{min}	要素が削除される最小体積 (実数)	$[m^3]$

コメント

1. 詳細については、ユーザーガイドのALEグリッド計算およびStarter *Reference Guide*の/ALE/GRID/SPRINGをご参照ください。

   v12.0.210以降、`/ALE/2`は`/ALE/GRID/SPRING`に置き換えられました。
2. Δt_0はシミュレーションで使用する実際の時間ステップよりも大きくする必要があります。、
3. γは、要素が壊れた場合の時間ステップの落ち込みを回避するために使用します。

   $\gamma = 1$ では線形効果がなくなります。

   $0 < \gamma < 1$ は、崩壊していない要素に、より少ない重みが適用されることを意味します。
4. デフォルト値は、前回の実行から取得されます。

See Also

Automatic Grid Computation (Theory Manual)

/ALE/GRID/STANDARD

Engineキーワード

このキーワードを使用すると、グリッド定式化パラメータを変更できます。それらは、初めはStarterキーワード`/ALE/GRID/STANDARD`に設定されています。(グリッド速度計算のためのAltair標準手法)。

フォーマット

`/ALE/GRID/STANDARD`

$a\gamma\ \beta\ l_c$

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
a	最大剛性に対するスケールファクター (実数)	
γ	エッジスプリング剛性の非線形倍率 (実数)	
β	減衰係数。 (実数)	
l_c	特性長さ (実数)	$[\mathrm{m}]$

コメント

1. デフォルト値は、前回の実行から取得されます。
2. v12.0.210以降、`/ALE/4`は`/ALE/GRID/STANDARD`に置き換えられました。
3. メッシュ自動修正は、次のいずれかの方法で反せん断力の重みをより大きくすることによって取り入れられます:
   - l_cパラメータをメッシュサイズに近く設定
   - aパラメータに負の値を設定(現在の実行の最初のサイクルでエッジの弾性力が0に設定されます)。

See Also

Automatic Grid Computation (Theory Manual)

/ALE/GRID/ZERO

Engineキーワード
このキーワードが使用された場合、グリッド計算は実行されません。特に他に制限がなければ、グリッドは移動しません。

フォーマット

```
/ALE/GRID/ZERO
```

コメント

1. 詳細については、ユーザーガイドのALEグリッド計算および*Reference Guide*の/ALE/GRID/ZEROをご参照ください。

See Also
Automatic Grid Computation (Theory Manual)

/ALE/SOLVER/FINT

Engineキーワード
このオプションでは、内力の積分に使用する数値的な手法を定義します。これは、ソリッド要素に対して、ALEの従来のソルバー(FEMを使用して運動量方程式を解く)を使用する場合にのみ関係します。

フォーマット

`/ALE/SOLVER/FINT/`*Iform*

定義

フィールド	内容	SI単位の例
Iform	積分法(ソリッド要素の内力)フラグ。 *= 0* 3に設定 *= 1* 形状関数を使用した、応力テンソルの体積積分。 *= 2* 静水圧応力テンソルのみの場合の面積積分。 *= 3*(デフォルト) 応力テンソルの場合の面積積分。 (実数)	

コメント

1. 運動量方程式には以下のローカル形式があります:

$$\frac{\partial \rho \mathbf{u}}{\partial t} + div(\rho \mathbf{u}\mathbf{u}) = div(\boldsymbol{\sigma}) + \rho \mathbf{g} \qquad (1359)$$

*Iform*は、従来のソルバーを使用してそのセル上で積分する(節点の速度)際に、$div(\boldsymbol{\sigma})$を計算するための数値的な手法を定義するフラグです。

***Iform*=1**

$$\mathbf{F}_{\text{int}} = \int_{\Omega} div(\boldsymbol{\sigma}) dV$$

Radiossのバージョン2019までのデフォルトの手法です。

***Iform*=2**

$$\mathbf{F}_{\text{int}} = -\int_{\partial\Omega} p d\mathbf{S} + \int_{\Omega} div(\boldsymbol{\sigma}) dV$$

廃止カードで使用されていた積分法です。/CAA(廃止)

***Iform*=3**

$$\mathbf{F}_{\text{int}} = \int_{\partial\Omega} (-p\mathbf{I} + \boldsymbol{\sigma}_{dev}) d\mathbf{S}$$

Radiossのバージョン2020以降で使用される積分法です。

体積積分では、節点Nでの計算に、以下の形状関数が使用されます：

$$\mathbf{F}_{\text{int}}^{iN} = \sigma_{ik}\frac{\partial \Phi_N}{\partial x_k}\bigg|_0 |\Omega| \tag{1360}$$

ここで、$i = 1, 3$

積分点では、$\frac{\partial \Phi_N}{\partial x_k}\bigg|_0$ の値を取ります。これは、以下のように仮定されています：

$$\frac{\partial \Phi_{N1}}{\partial x_j} = -\frac{\partial \Phi_{N7}}{\partial x_j};\ \frac{\partial \Phi_{N2}}{\partial x_j} = -\frac{\partial \Phi_{N8}}{\partial x_j};\ \frac{\partial \Phi_{N3}}{\partial x_j} = -\frac{\partial \Phi_{N5}}{\partial x_j};\ \frac{\partial \Phi_{N4}}{\partial x_j} = -\frac{\partial \Phi_{N6}}{\partial x_j} \tag{1361}$$

新しいデフォルト値の手法は面積積分に設定されている（*Iform*=3）ため、この仮定は、平行6面体の場合にのみ当てはまります。

削除 / 入力修正

Engineキーワード
このグループでは、Engineにおける修正（オプションの削除または追加）にキーワードを使用します。

/DEL

Engineキーワード
要素番号$N_1 1$、$N_2 2$を削除します。..、N_N.

フォーマット

`/DEL/`*Eltyp*

$N_1 1$、$N_2 2$..., N_N

NN+1, *NN+2* ..., *NM*

定義

フィールド	内容		**SI**単位の例
Eltyp	要素タイプ:		
	BRICK	ソリッド要素	
	QUAD	2次元ソリッド要素	
	SHELL	シェル要素	
	SH_3N	三角形シェル要素	
	SPHCEL	SPH要素	
	TRUSS	トラス要素	
	BEAM	ビーム要素	
	SPRING	スプリング要素	
$N_1 1$、$N_2 2$、..., N_N	要素番号のリスト 1行につき最大100文字まで		

コメント

1. 要素番号は、1行あたり最大100文字まで、複数行の入力が可能です。
2. 要素番号は、カンマかスペースで区切ることができます。
3. ボイド材料がある要素は削除できません。

/DEL/Eltyp/1

Engineキーワード
右記の要素番号を削除します；N^1_{first}からN^1_{last}まで、..、N^I_{first} からN^I_{last}まで。

フォーマット

```
/DEL/Eltyp/1
```

$N^1_{first}N^1_{last}$ ... $N^I_{first}N^I_{last}$

定義

フィールド	内容		SI単位の例
Eltyp	要素タイプ:		
	BRICK	ソリッド要素	
	QUAD	2次元ソリッド要素	
	SHELL	シェル要素	
	SH_3N	三角形シェル要素	
	SPHCEL	SPH要素	
	TRUSS	トラス要素	
	BEAM	ビーム要素	
	SPRING	スプリング要素	
N^1_{first} ... N^1_{last}	削除範囲の最初と最後の要素の番号 1行につき最大100文字まで		

コメント

1. 要素番号は、1行あたり最大100文字まで、複数行の入力が可能です。
2. 要素番号は、カンマかスペースで区切ることができます。
3. ボイド材料がある要素は削除できません。

/DEL/INTER

Engineキーワード
右記のインターフェース番号を削除します;$N_1 1$、$N_2 2$..、N_N.

フォーマット

```
/DEL/INTER
```

$N_1 1$、$N_2 2$..., N_N

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
$N_1 1$、$N_2 2$.. ., N_N	インターフェース番号のリスト 1行につき最大100文字まで	

コメント

1. インターフェース番号は、1行あたり最大100文字まで、複数行の入力が可能です。
2. インターフェース番号は、カンマかスペースで区切ることができます。

/DELINT

Engineキーワード
セカンダリ節点が2Dソリッド要素のみに結合されそれらがすべて削除されたときには、その節点はインターフェースから非アクティブ化されます。

フォーマット
`/DELINT`/*Keyword2*

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Keyword2	アクティブ化フラグ。 *ON* *OFF*(デフォルト)	

コメント

1. 3D解析では、このオプションはStarter入力ファイルのI_{del}*DEL*インターフェースフラグに取って代わられました。

/FUNCT

Engineキーワード

Radioss Starter入力で最初に定義した*fct_ID*を再定義します。Starterの入力データ（D00ファイル）で定義された関数と同じ点数を指定してください。

フォーマット

```
/FUNCT
```

fct_ID

$X_1 Y_1$

$X_2 Y_2$

...

$X_N Y_N$

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
fct_ID	関数の識別子	
$X_1 X_2 \ldots X_N$	横軸値	
$Y_1 Y_2 \ldots Y_N$	縦軸値	

/FVMBAG/MODIF

Engineキーワード
Engineファイルにおける FVMエアバッグ結合パラメータの変更をアクティブにします。

フォーマット

`/FVMBAG/MODIF`

monvol_ID

IgmergCgmergCnmergIlvout

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
monvol_ID	有限体積法のモニター体積の識別番号 （整数）	
Igmerg	全体結合定式化のフラグ 1 *= 1*（デフォルト） 平均体積として現在の平均体積を使用します。 *=2* 平均体積として初期平均体積を使用します。 （整数）	
Cgmerg	全体結合の係数 1 （実数）	
Cnmerg	近傍結合の係数 1 （実数）	
Ilvout	出力レベル： *0*（デフォルト） *1* （整数）	

コメント

1. エアバッグの膨張プロセス中に有限体積がエラーになる（体積が負の内部質量になるか、エネルギーが負になる）場合は、計算を継続するために、その近傍のいずれかと結合されます。次の2つの結合アプローチが使用されます。
   - 全体結合：有限体積は、その体積がすべての有限体積の平均体積に特定の係数をかけた値より小さくなった場合に結合されます。*Igmerg*フラグは、平均体積として現在の平均体積を使用するか（*Igmerg* =1）、

初期平均体積を使用するか(*Igmerg* =2)を指定します。平均体積から最小体積を求めるための係数は、*Cgmerg*です。

- 近傍結合: 有限体積は、その体積が近傍の平均体積に特定の係数をかけた値より小さくなった場合に結合されます。平均体積から最小体積を求めるための係数は、*Cnmerg*です。

*Cgmerg*および*Cnmerg*の両方が0でない場合は、両方の結合アプローチが同時に使用されます。

See Also

/MONVOL/FVMBAG1 (Starter)

FVMBAG1エアバッグのモデリングガイドライン

/FXINP

Engineキーワード
固有モードや静的モードの計算から弾性体の入力ファイルを生成します。

フォーマット

`/FXINP`

$EIGID_1 CDAMP_1 ITYP_1$

...

$EIGID_N CDAMP_N ITYP_N$

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
$EIGID_1$ ... $EIGID_N$	Radioss Starterで定義された固有モードおよび静的モードの計算のID番号（/EIG） 該当の弾性体は、`/EIG`で定義した支持方法で同様に支持されます。弾性体の局所縮約モードは`/EIG`で指定されたものとなります。静的モードを指定すると、質量マトリックスに対して直交するモードになります。	
$CDAMP_1$ ... $CDAMP_N$	臨界構造減衰係数。 最小から最大までの局所固有振動数の範囲で弾性体のレイリー減衰係数を計算する際に使用します。 （実数）	
$ITYP_1$ ... $ITYP_N$	計算された弾性体タイプ。弾性体は完全自由か完全固定となります。IBLO変数の詳細については、弾性体入力ファイルをご参照ください。 *= 0* 弾性体変数IBLOは剛性マトリックスのカーネルからRadiossによって自動的に設定されます。 *= 1* 弾性体変数IBLOは強制的に0になります（弾性体は自由で、弾性体全体の有限な回転と並進移動が計算されます）。 *= 2* 弾性体変数IBLOは強制的に1になります（弾性体には剛体モードがありません）。	

See Also
RD-E:1300 ショックチューブ

/INTER

Engineキーワード
インターフェースを記述します。

フォーマット

`/INTER`

inter_ID N_{search} T_{start}*START* T_{stop}*STOP*

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
inter_ID	インターフェースの識別子	
N_{search}	N_{search}サイクル毎の最も近い節点の検索 デフォルト = 10	
T_{start}*START*	開始時間	
T_{stop}*STOP*	停止時間 デフォルト = 10^{30}	

コメント

1. インターフェースは、T_{start}*START*を使用してアクティブ化、T_{stop}*STOP*を使用して非アクティブ化できます。
2. N_{search} は非推奨で使用されなくなったため、任意の値の設定が可能。

/RBODY

Engineキーワード
指定した剛体がアクティブまたは非アクティブになります。

フォーマット

`/RBODY/`*Keyword2*

node_ID$_1$*1 … node_ID*$_N$

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Keyword2	アクティブ化フラグ: *ON* 前回の運動エネルギーの一部が剛体の回転運動エネルギーとして考慮されます。 *OFF* 剛体の回転エネルギーのほとんどが並進運動エネルギーになります。	
node_ID$_1$*1 …* *node_ID*$_N$	剛体のメイン節点群のリスト	

コメント

1. このオプションを使用すると、以下に示すように、特定の剛体に完全に結合しているシェルとソリッドが非アクティブになる可能性があります。

アクティブ化フラグ	要素に対する影響	剛体に対する影響
ON	非アクティブ	アクティブ
OFF	アクティブ	非アクティブ
デフォルト(最初の実行)	非アクティブ	アクティブ
デフォルト(以降の実行)	前回の実行と同じ	前回の実行と同じ

2. 剛体を一旦OFFに設定してからONに設定した場合は、ソリッドまたは厚肉シェルの定式化に`/RBODY/OFF`に伴う制限が適用されます。

   剛体に含まれるソリッド要素の応力は0ではありませんが、剛体をONに設定している間は、剛体の回転に伴って回転することはありません。

   その結果、以下の条件下で剛体をOFFに設定するとエラーが発生します。

   - 8節点ソリッド要素でI_{solid}*SOLID* =1または2
   - 4節点四面体

- 10節点四面体
- 16節点厚肉シェルと20節点3次元ソリッド

3. この制限が適用されないケースは次のとおりです。
   - 8節点ソリッド要素でI_{solid}*SOLID* = 1または2でI_{frame}*FRAME* =2
   - 8節点3次元ソリッドと厚肉シェルタイプHA8、HEPH、およびHSEPH
   - 6節点五面体PA6
4. `/RBODY/ON`を使用して剛体をアクティブにした場合は、重心計算フラグ(*ICoG*)が無視されます。剛体は、*ICoG* =2の場合の特性に関してアクティブになります(/RBODY)。

アニメーションおよびポスト処理出力ファイル

指定されているキーワードに従って、結果を含むアニメーションファイルを生成します。キーワードは、アニメーションおよびポスト処理出力ファイル内のトピックで指定されます。

節点のアニメーション

/ANIM/GPS/STRAIN/TENS

Engineキーワード
積分点結果からの形状関数を用いて双線形外挿により計算された平均節点ひずみデータを含むアニメーションファイル群を生成します。各節点での平均値は、この節点に結合される各要素で計算されます。

フォーマット

```
/ANIM/GPS/STRAIN/TENS
```

コメント

1. コーナー節点のひずみは、この節点に結合される各要素の積分点でのひずみから、双線形外挿を用いて計算されます（形状関数を使用します）。
2. 厚肉シェルプロパティについては、双線形外挿は、上層および下層の積分点を使用して計算されます。
3. 現時点では、このキーワードはソリッド要素のみで、/PROP/TYPE6 (SOL_ORTH)、/PROP/TYPE14（SOLID）、/PROP/TYPE20 (TSHELL)、/PROP/TYPE21 (TSH_ORTH)および/PROP/TYPE22 (TSH_COMP)で使用できます。

/ANIM/GPS/STRESS/TENS

Engineキーワード

積分点結果からの形状関数を用いて双線形外挿により計算された平均節点応力データを含むアニメーションファイル群を生成します。各節点での平均値は、この節点に結合される各要素で計算されます。

フォーマット

```
/ANIM/GPS/STRESS/TENS
```

コメント

1. コーナー節点の応力は、この節点に結合される各要素の積分点での応力から、双線形外挿を使用して計算されます（形状関数を使用します）。
2. 厚肉シェルプロパティについては、双線形外挿は、上層および下層の積分点を使用して計算されます。
3. 現時点では、このキーワードはソリッド要素のみで、/PROP/TYPE6 (SOL_ORTH)、/PROP/TYPE14（SOLID）、/PROP/TYPE20 (TSHELL)、/PROP/TYPE21 (TSH_ORTH)および/PROP/TYPE22 (TSH_COMP)で使用できます。
4. 前バージョンで使用されていたこのキーワードの代替フォームは、`/ANIM/GPS/TENS`でした。

/ANIM/GPS1

Engineキーワード
簡易な平均GPSデータを含むアニメーションファイルを生成します。節点での平均値は、この節点に結合される全要素の平均応力で計算されます。

フォーマット
`/ANIM/GPS1/`*Keyword3*

定義

フィールド	内容		**SI**単位の例
Keyword3	GPSデータタイプ:		
	P	圧力	
	VONM	フォンミーゼス応力	
	SIGX	応力XX	
	SIGY	応力YY	
	SIGZ	応力ZZ	
	SIGXY	せん断XY	
	SIGYZ	せん断YZ	
	SIGZX	せん断ZX	
	TENS	上記の6つのすべての応力成分	
	SHELL/UPPER	シェル要素の上層にある6つの応力成分	
	SHELL/LOWER	シェル要素の下層にある6つの応力成分	

コメント

1. `/ANIM/GPS1`は、一定応力要素(1つの積分点およびTETRA4がある8節点3次元ソリッド要素)でのみ機能します。
2. コーナー節点の応力は、この節点に結合される全要素での、積分点での平均応力から外挿されます。

/ANIM/GPS2

Engineキーワード
体積に基づく平均GPSデータを含んだアニメーションファイルを生成します。この生成には、相対的な要素体積が使用されます（同じ節点に結合され、Vi/V totalを使用します）。

フォーマット

`/ANIM/GPS2/`*Keyword3*

定義

フィールド	内容		**SI**単位の例
Keyword3	GPSデータタイプ:		
	P	圧力	
	VONM	フォンミーゼス応力	
	SIGX	応力XX	
	SIGY	応力YY	
	SIGZ	応力ZZ	
	SIGXY	せん断XY	
	SIGYZ	せん断YZ	
	SIGZX	せん断ZX	
	TENS	上記の6つのすべての応力成分	
	SHELL/UPPER	シェル要素の上層にある6つの応力成分	
	SHELL/LOWER	シェル要素の下層にある6つの応力成分	

コメント

1. `/ANIM/GPS2`は、一定応力要素（1つの積分点およびTETRA4がある8節点3次元ソリッド要素）でのみ機能します。
2. コーナー節点の応力は、積分点での応力から外挿されます。

/ANIM/MASS

Engineキーワード
節点質量を含むアニメーションファイルを生成します。

フォーマット

```
/ANIM/MASS
```

コメント

1. このオプションは、/ANIM/Eltyp/Restypeまたは/ANIM/VECTで必要です。

/ANIM/NODA

Engineキーワード
節点スカラーデータを含むアニメーションファイルを生成します。

フォーマット

`/ANIM/NODA/`*Restype*

定義

フィールド	内容		SI単位の例
Restype	節点データタイプ:		
	DT	節点時間ステップ	
	DMAS	質量変化(時間ステップ制御/DT/Eltyp/Iflagをご参照ください) 1	
	DINER	節点毎に加えた慣性の出力 2	
	NDMAS	非対角質量変化(時間ステップ制御/DT/AMSをご参照ください) 3	
	DAMA2	タイプ2インターフェースのダメージ。4	
	DENS	節点密度 6	
	P	節点圧力 6	
	TEMP	節点温度 5 6	
	SSP	節点音速 この出力は、FVMBAG1でのみ使用できます。	
	VFRAC	LAW37、LAW51に使用される節点体積比率	

コメント

1. $\mathrm{DMAS}=\frac{\mathrm{DM}}{\mathrm{M_0}}$ ここで、$DM = M - M_0$。

   ここで、

   M_0 リスタート開始時の節点質量

   M 現時点の質量

2. DM は、各リスタートファイルの開始時に0にリセットされます。

$$DINER = \left(\frac{Inertia(t) - I_0}{I_0}\right) \tag{1362}$$

   ここで、

I_0 現在のラン開始時の節点の慣性

$Inertia(t)$ 現在の質量

3. /DT/AMSを使用する場合は、非対角質量マトリックスが使用されます。これにより、質量マトリックスの各行で時間ステップを増加できます。集中質量MM_0は、総質量を一定に保つために、非対角項で補正される値ΔMだけ増加します。したがって:

$$NDMAS = \left(\frac{\Delta M}{M_0}\right) \tag{1363}$$

4. *DAMA2*は破断のある/INTER/TYPE2(*Spot*$_{flag}$*FLAG* = 20、21または22)の損傷率です:

$$\min\left(100,\ 100 \cdot \frac{normal\ relative\ displacement}{\max normal\ relative\ displacement}\right) \tag{1364}$$

$$\min\left(100,\ 100 \cdot \frac{\text{tangent}\ relative\ displacement}{\max\ tangent\ relative\ displacement}\right) \tag{1365}$$

5. /ANIM/NODA/*TEMP*は一般に、熱交換の有限要素定式化のための節点温度を出力するために使用されます。
6. これらのオプションは、3次元のALEおよびFVMエアバッグ問題にも使用できます。この場合は、材料の密度、圧力、および温度は要素節点に外挿されます。FVMエアバッグの場合は、これらの値は外部と内部のエアバッグサーフェスの節点のみに外挿されます。

/ANIM/VECT

Engineキーワード
指定された変数のベクトルデータを含むアニメーションファイルを生成します。

フォーマット

`/ANIM/VECT`/*Restype*/*Keyword4*

定義

フィールド	内容		SI単位の例
Restype	アニメーションファイルに保存する変数名： ***VEL***	Velocities	
	DISP	変位	
	ACC	加速度	
	CONT	接触力	
	CONT/MAX	時間における最大接触力	
	CONT2	タイドインターフェースの力	
	FINT	内力	
	FEXT	外力	
	FOPT	剛体、剛壁、および断面の力とモーメント。	
	PCONT	接触圧力アニメーションベクトル	
	PCONT2	タイド接触圧力アニメーションベクトル	
	VROT	回転速度 *Idrot*=1も`/IOFLAG`で設定する必要があります。設定しない場合は、回転自由度（DOF）は計算されず、このオプションは無視されます。	
	DROT	回転 *Idrot*=1も`/IOFLAG`で設定する必要があります。設定しない場合は、回転自由度は計算されず、このオプションは無視されます。	
	FVEL	有限体積法のモニター体積タイプの`/FVMBAG1`（または`/FVMBAG`）キーワードでの、流体流動のための気体速度ベクトル（コメント2）。 2	

フィールド	内容		SI単位の例
	FREAC	強制速度、変位、加速度および境界条件に対する反力。	
	MREAC	強制速度、変位、加速度および境界条件に対する反力モーメント。	
	CLUST/FORCE	全体座標でのスポット溶接/CLUSTER荷重ベクトル	
	CLUST/MOM	全体座標でのスポット溶接/CLUSTERモーメントベクトル	

コメント

1. *Restype =PCONT*（接触インターフェースの場合）および*Restype =PCONT2*（タイド接触の場合）の場合、以下の2つの節点ベクトルが出力されます：

$$\mathbf{P}_n = \frac{\mathbf{F}_n}{S}, \quad \mathbf{P}_t = \frac{\mathbf{F}_t}{S} \tag{1366}$$

ここで、

$\mathbf{F}_n$	節点にかかる法線接触力の合計
$\mathbf{F}_t$	節点にかかる接線接触力の合計
S	節点に結合しているセグメントの外挿サーフェス

2. 内部サーフェス上に表示される節点流体速度値は、シェル法線側とは反対側にある有限体積の値から計算されます。

See Also
/CLUSTER (Starter)
/IOFLAG (Starter)

要素のアニメーション

/ANIM/Eltyp/Restype

Engineキーワード
指定した結果の要素データを含むアニメーションファイルを生成します。ビーム、スプリングおよびトラス要素タイプに使用されるオプション。

フォーマット
`/ANIM/Eltyp/Restype`

定義

フィールド	内容		SI単位の例
Eltyp	**ELEM**	該当しない場合を除き、この変数はすべての要素タイプについて保存されます。	
	BEAM	ビーム要素	
	SPRING	スプリング要素	
	TRUS	トラス要素	
Restype	**AMS**	右記によりAMS時間ステップを使用する要素：/DT/CST_AMS	
	DAM1 、**DAM2**または**DAM3**	方向1、2または3の損傷	
	DENS	密度	
	DT	要素時間ステップ 5	
	ENER	比エネルギー密度（内部エネルギーを要素の質量で割った値）	
	EPSP	塑性ひずみ ε_pビーム要素の場合、平均塑性ひずみは、ビームのすべての断面積分点間で計算されます。	
	ESPN/N	`/PROP/TYPE18 (INT_BEAM)`に対する積分点番号Nの塑性ひずみε_p出力。	
	ESPN/All	`/PROP/TYPE18 (INT_BEAM)`に対するすべての積分点の塑性ひずみε_p出力。	
	HOURG	アワグラスエネルギー	
	P	圧力	

フィールド	内容		SI単位の例
	SIGX	応力XX	
	SIGY	応力YY	
	SIGZ	応力ZZ	
	SIGXY	せん断応力XY	
	SIGYZ	せん断応力YZ	
	SIGZX	せん断応力ZX	
	TEMP	温度	
	THIC	板厚	
	USRi	ユーザー材料則の変数(i = 1～18)	
	VONM	フォンミーゼス応力	
	MACH	Mach数(/MAT/LAW151 (MULTIFLUID)のみ)	
	OFF	要素ステータス ここで、 **= -1** 要素は非アクティブ(アクティブ化された剛体内で定義されます)。 **= 0** 削除された要素。 **0～1** 破壊プロセス下。 **= 1** アクティブな要素。	
	DAMG	積分点の平均ダメージ値(/FAIL/GURSONの場合のみ)。6	
	EPSX	全ひずみXX(TRUSS要素の場合のみ)。	

コメント

1. スプリングの損傷は、0の時点から現時点までの変位の最大値と破壊変位との比率として、次のように定義します:

$$DAM = \max_t\left(\frac{\delta(t)}{\delta_{\max}}\right) \quad (1367)$$

2. /PROP/TYPE13 (SPR_BEAM)のスプリングでは、損傷の方向1は引張 / 圧縮で、2と3はyとzのせん断です。
3. /PROP/TYPE8 (SPR_GENE)のスプリングでは、損傷の方向1、2、3はそれぞれ、x、y、zの各方向です。

4. "SPH出力"は、/ANIM/*Eltyp* = ELEM/*Restype*(*Restype* = THIC or HOURGを除くすべての*Restype*の値)の場合に使用できます。*Restype*の値: DAM1、DAM2またはDAM3は、3次元ソリッド要素では材料則24でのみ使用できます。
5. 要素時間ステップは、この要素について要素時間ステップがRadiossによって計算される場合のみに表示されます。計算に節点時間ステップが使用される場合(/DT/NODA)、要素時間ステップはアニメーションに表示されません。
6. オプションDAMGは/FAIL/GURSONと共に使用し、損傷値(延性破壊における全ボイド体積率に対する現在の比率)を出力します。

$$D = \frac{f_t}{f_F} \qquad (1368)$$

See Also
Post-Processing (FAQ)

/ANIM/Eltyp/FORC

Engineキーワード
指定した要素タイプの力とモーメントデータを含むアニメーションファイルを生成します。

フォーマット
`/ANIM/`*Eltyp*`/FORC`

定義

フィールド	内容		SI単位の例
Eltyp	**BEAM**	ビーム要素	
	TRUSS	トラス要素	
	SPRING	スプリング要素	

コメント

1. スプリング要素の局所座標系での出力:

F1	局所X方向の力
F2	局所Y方向の力
F3	局所Z方向の力
M1	節点1上のMX1モーメント
M2	節点1上のMY1モーメント
M3	節点1上のMZ1モーメント
M4	節点2上のMX2モーメント
M5	節点2上のMY2モーメント
M6	節点2上のMZ2モーメント

3Dソリッド要素のアニメーション

/ANIM/BRICK/Restype

Engineキーワード
指定した結果の3次元ソリッドデータを含むアニメーションファイルを生成します。BRICK要素タイプに使用されるオプション。

フォーマット
`/ANIM/`*Eltyp*`/`*Restype*

定義

フィールド	内容		SI単位の例
Eltyp	要素タイプ。 **ELEM** **BRICK**	ソリッド要素	
Restype	**AMS**	/DT/CST_AMSによりAMS時間ステップを使用する要素:	
	COLOR	1*vfrac1 + 2*vfrac2 + ...+ last*vfracN (LAW51 and LAW151 only).	
	DENS	密度	
	DT	要素時間ステップ 10	
	ENER	比エネルギー(内部エネルギーを要素の質量で割った値)	
	EINT	内部エネルギー。	
	EPSP	塑性ひずみ ε_p	
	EPSD	3次元要素および2次元要素での相当ひずみ速度(ひずみ速度フィルタリングの場合のみ使用可)	
	HOURG	アワグラスエネルギー	
	P	圧力	
	VONM	フォンミーゼス応力	
	SIGEQ	対応する材料に使用される降伏基準に基づく相当応力 3	

フィールド	内容		SI単位の例
	SIGX	応力XX 5	
	SIGY	応力YY	
	SIGZ	応力ZZ	
	SIGXY	せん断応力XY	
	SIGYZ	せん断応力YZ	
	SIGZX	せん断応力ZX	
	TEMP	温度	
	ORTHDIR/I	オイラー角（ψ, θ, and ϕ、層I内、単位[deg]）	
	ORTHDIR/ALL	オイラー角（ψ, θ, and ϕ、全層内、単位[deg]） 全体座標系による直交異方性参照座標系の定義 - 直交異方性ソリッドプロパティ専用 2	
	DAM1、**DAM2**または**DAM3**	方向1、2または3の損傷 9	
	USRi	ユーザー材料則の変数（i =1～18）	
	USRII	各積分点におけるユーザー材料則の変数（II = 1～99の変数番号） 6 ヒント: 出力され得るユーザー変数の数は限られているため、代わりに/H3D/SOLID/USER/を使用します。	
	FILL	充填パーセンテージ。このオプションは/INIBRI/FILLの*Eltyp* =BRICK のみで使用されます。	
	K	ALE材料則の乱流エネルギー	
	TVIS	ALE材料則の乱流密度	
	VORTX	ALE材料則のQUAD (2D)およびSOLID (3D)のX周りの速度	
	VORTY	ALE材料則のSOLIDのY周りの速度	
	VORTZ	ALE材料則のSOLIDのZ周りの速度	
	VORT	ALE材料則のSOLIDの速度	

フィールド	内容		SI単位の例
	QVIS	人工粘性圧力を表示	
	VFRAC	体積比率(ALE材料則:LAW20、LAW37 および LAW51)	
	BFRAC	燃焼率(JWL EOS:LAW5 と LAW51)	
	SSP	音速。ALE材料則でのみ有効。	
	SCHLIEREN	シュリーレン像(CFD分野で広く使用されている光学的手法)。ALE材料則でのみ有効。7	
	VOLU	各相の体積。	
	LAW51	すべての副材料または特定の副材料についての結果を表示 8	
	TDET	高性能爆発JWL EOSの爆発時間	
	VEL	すべての成分と大きさについての`/INTER/TYPE22`でのFVMのセル速度。 それぞれを別々にリクエストするには、右記を使用: VELX、VELY、VELZ、VELXY、VELYZ、VELXZ、VEL|	
	FIN	すべての成分と大きさについての`/INTER/TYPE22`でのFVMのセル内力。 それぞれを別々にリクエストするには、右記を使用: FINX、FINY、FINZ、FINXY、FINYZ、FINXZ、|FIN|	
	MOM	すべての成分と大きさについての`/INTER/TYPE22`でのFVMのセル運動量密度。 それぞれを別々にリクエストするには、右記を使用:MOMX、MOMY、MOMZ、MOMXY、MOMYZ MOM|	
	MACH	Mach数(/MAT/LAW151 (MULTIFLUID)のみ)	
	OFF	要素ステータス。 ここで、 **= -1** 要素は非アクティブ(アクティブ化された剛体内で定義されます)。	

フィールド	内容		SI単位の例
		= 0 削除された要素。 **0～1** 破壊プロセス下。 **= 1** アクティブな要素	
	WPLA	`/MAT/LAW12 (3D_COMP)`および`/MAT/LAW25 (COMPSH)`についての塑性仕事。	
	DAMG	積分点の平均ダメージ値(`/FAIL/GURSON`の場合のみ)。11	

コメント

1. 3次元ソリッド要素の場合、共回転定式化の使用時は、応力は/PROP/TYPE14(SOLID)要素の要素(共回転)座標系および/PROP/TYPE6 (SOL_ORTH)要素の直交異方性材料座標系で出力されます。その他のすべての場合では、応力は全体座標系で出力されます。
2. `/ANIM/BRICK/ORTHDIR`をプロパティ6、21、22とともに使用すると、角度の3つの実数値ψ, θ, and ϕが単位[deg]で出力されます。全体参照座標系から直交異方性参照座標系へ移行するために、回転マトリックス$\mathbf{R}$を定義します:
   - 回転マトリックス
   - X軸の周りのψの回転のラジアンは、次のように定義されます:

$$\mathbf{R}_x(\psi)=\begin{bmatrix}1 & 0 & 0\\ 0 & \cos\psi & -\sin\psi\\ 0 & \sin\psi & \cos\psi\end{bmatrix} \quad (1369)$$

   - 同様に、Y軸の周りのθの回転のラジアンは、次のように定義されます:

$$\mathbf{R}_y(\theta)=\begin{bmatrix}\cos\theta & 0 & \sin\theta\\ 0 & 1 & 0\\ -\sin\theta & 0 & \cos\theta\end{bmatrix} \quad (1370)$$

   - さらに、Z軸の周りのϕの回転のラジアンは、次のように定義されます:

$$\mathbf{R}_z(\phi)=\begin{bmatrix}\cos\phi & -\sin\phi & 0\\ \sin\phi & \cos\phi & 0\\ 0 & 0 & 1\end{bmatrix} \quad (1371)$$

   - 角度ψ, θ, and ϕは、オイラー角です:

$$\mathbf{R}=\mathbf{R}_z(\phi)\mathbf{R}_y(\theta)\mathbf{R}_x(\psi) \quad (1372)$$

$$\mathbf{R}=\begin{bmatrix}\cos\theta\cos\phi & \sin\psi\sin\theta\cos\phi-\cos\psi\sin\phi & \cos\psi\sin\theta\cos\phi+\sin\psi\sin\phi\\ \cos\theta\sin\phi & \sin\psi\sin\theta\sin\phi+\cos\psi\cos\phi & \cos\psi\sin\theta\sin\phi-\sin\psi\cos\phi\\ -\sin\theta & \sin\psi\cos\theta & \cos\psi\cos\theta\end{bmatrix} \quad (1373)$$

3. オプションSIGEQは、*Eltyp* = SHELLまたはBRICKの場合のみ使用できます(`/ANIM/SHELL/SIGEQ`)。Radiossの各材料則には、相当応力を計算するための独自の降伏基準があります。この基準は、一部の

材料則ではフォンミーゼス、他の材料則ではHill、Barlatなどとなっています。非von Mises基準の場合、対応する相当応力（または基準）は、その要素のすべての積分点内で計算されます。したがって、出力フィールド/ANIM/BRICK/SIGEQは、すべての積分点の平均値として計算されます。

4. 3次元ソリッド要素の場合、共回転定式化の使用時は、応力は/PROP/SOLID要素の要素（共回転）座標系および/PROP/SOL_ORTH要素の直交異方性材料座標系で出力されます。その他のすべての場合では、応力は全体座標系で出力されます。
5. オプション/ANIM/ELEM/SIGXはシェル要素にのみ適用されます。3次元ソリッド要素には、/ANIM/BRICK/TENSを使用する必要があります。
6. ユーザー変数は、シェル要素と3次元ソリッド要素でのみ使用できます。積分点を明示的に記述していない場合、返される積分点は[(厚みの中にある積分点の数 + 1) / 2]で計算されますが、これはその積分点が上側にあることを意味します。この結果は上位の値に丸められます。
   - 例：

     板厚方向に2積分点に対しては、底から2番目の積分点（板厚の上）が返されます。

     板厚方向に3積分点に対しては、底から2番目の積分点（中央の点）が返されます。

     板厚方向に4積分点に対しては、底から3番目の積分点が返されます。
7. シュリーレンのコンター値は$\xi = e^{-c\nabla\rho}$を使用して計算されます。Radiossは、c=1を使用してξを出力します。この一定値cは、HyperViewのDerived Result作成$\xi^{c_{user}}$を使用して更新できます。
8. LAW51を使用したソリッド要素については、下記を用いて指定の副材料番号の結果を表示することが可能です：
   - /ANIM/ELEM/LAW51/ALL: すべての副材料についての結果、または
     - /ANIM/ELEM/LAW51/1: 副材料1についての結果
     - /ANIM/ELEM/LAW51/2: 副材料2についての結果
     - /ANIM/ELEM/LAW51/3: 副材料3についての結果
     - /ANIM/ELEM/LAW51/4: 副材料4についての結果

   この場合、以下のオプションが相毎に表示できます：

   ```
   /ANIM/ELEM/P
   /ANIM/ELEM/DENS
   /ANIM/ELEM/ENER
   /ANIM/ELEM/SSP
   /ANIM/ELEM/EPSP
   /ANIM/ELEM/TEMP
   /ANIM/ELEM/VOLU
   /ANIM/MASS
   ```
9. 2次元ソリッド要素と3次元ソリッド要素では、材料則24に/ANIM/ELEM/DAM1、DAM2、DAM3を使用できます。これらの値は損傷の主値となります（クラックの局所座標での値）。
10. 要素時間ステップは、この要素について要素時間ステップがRadiossによって計算される場合のみに表示されます。計算に節点時間ステップが使用される場合（/DT/NODA）、要素時間ステップはアニメーションに表示されません。
11. オプションDAMGは/FAIL/GURSONと共に使用し、損傷値（延性破壊における全ボイド体積率に対する現在の比率）を出力します。

$$D = \frac{f_t}{f_F} \qquad (1374)$$

/ANIM/BRICK/DAMA

Engineキーワード

ソリッド要素の積分点の関数としての損傷値を含むアニメーションファイルを生成します。この損傷値は、特定の期間にわたる損傷の最大値であるとともに、1つの材料内で作用しているすべての破壊基準の最大値です。

フォーマット

`/ANIM/BRICK/DAMA`/*Keyword4*

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Keyword4	積分点番号: *0*または空白 要素の積分点の最大値が出力されます。 *i*、*j*、*k* 3次元ソリッド要素の積分点での値 *i* r方向の積分点番号 *j* s方向の積分点番号 *k* t方向の積分点番号	

コメント

1. ソリッドの中に積分点*ijk*が存在しない場合、損傷値は0に設定されます。
2. *j*が10以上の場合(/PROP/TYPE22 (TSH_COMP)の場合)、シンタックスは次のようになります:
   - `/ANIM/BRICK/DAMA`/*i0k/j*
   - ここで、10 ≤ j ≤ 200
3. 損傷値*D*は、0 ≤ D ≤ 1。破壊の状態は次のとおりです。
   - 0 ≤ D < 1の場合: 損傷発生
   - D = 1の場合: 破壊
4. *D*は、すべての破壊基準について以下のように計算されます。
   - ひずみに基づく破壊(/FAIL/BIQUAD):

$$D = \sum \frac{\Delta \varepsilon_p}{\varepsilon_f} \tag{1375}$$

   - Johnson-Cook破壊(/FAIL/JOHNSON):

$$D = \sum \frac{\Delta \varepsilon_p}{\varepsilon_f} \tag{1376}$$

   - Cockcroft Latham破壊(/FAIL/COCKCROFT):

$$D = \frac{\sum \max(\sigma_1, 0) \cdot \Delta\varepsilon_p}{C0} \quad (1377)$$

- Tuler-Butcher破壊(/FAIL/TBUTCHER):

$$D = \frac{\int_0^t (\sigma - \sigma_r)^{\lambda}\, dt}{K} \quad (1378)$$

- Wilkins破壊(/FAIL/WILKINS):

$$D = \frac{\int W_1 W_2 d\bar{\varepsilon}_p}{D_f} \quad (1379)$$

- BAO-XUE-Wierzbicki破壊(/FAIL/WIERZBICKI):

$$D = \sum \frac{\Delta\varepsilon_p}{\bar{\varepsilon}_f} \quad (1380)$$

- ひずみ破壊モデル(/FAIL/TENSSTRAIN):

$$D = \underset{time}{Max}\left(\frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_{t_1}}{\varepsilon_{t_2} - \varepsilon_{t_1}}\right) \quad (1381)$$

- エネルギー密度 破壊モデル(/FAIL/ENERGY):

$$D = \underset{time}{Max}\left(\frac{E - E_1}{E_2 - E_1}\right) \quad (1382)$$

- Hashin複合材破壊(/FAIL/HASHIN) - 異なる破壊モードの最大損傷:
  - 一方向薄層モデルの場合

$$D = Max(F_1, F_2, F_3, F_4, F_5) \quad (1383)$$

  - 繊維薄層モデルの場合

$$D = Max(F_1, F_2, F_3, F_4, F_5, F_6, F_7) \quad (1384)$$

- Puck複合材破壊(/FAIL/PUCK) - 異なる破壊モードの最大損傷:

$$D = Max(e_f(tensile), e_f(compression), e_f(ModeA), e_f(ModeB), e_f(ModeC)) \quad (1385)$$

- Ladeveze破壊(/FAIL/LAD_DAMA)

$$\dot{d} = \frac{k}{a}[1 - \exp(-a(w(Y) - d))] \quad (1386)$$

- Lode角に依存するひずみ破壊モデル(/FAIL/TAB1)

$$D = \frac{\sum \Delta D}{D_{crit}} \quad (1387)$$

- スポーリングおよびJohnson-Cook破壊(/FAIL/SPALLING):

$$D = \sum \frac{\Delta\varepsilon_p}{\bar{\varepsilon}_f} \quad (1388)$$

- Ladveze複合材破壊(/FAIL/LAD_DAMA):

$$D = \frac{k}{a}\left[1 - e^{(-a\langle w(Y) - d\rangle)}\right] \quad (1389)$$

- （法線および接線）ひずみ基準および / またはエネルギーに従った破壊（/FAIL/CONNECT）：

$$D = \underset{time}{Max}\left(\frac{D_{\max}}{T_{\max}}\right) \quad (1390)$$

- 塑性ひずみに基づく破断基準（/FAIL/SNCONNECT）：

$$D = \underset{time}{Max}\left(\frac{\bar{u}^{pl} - \bar{u}_{0pl}}{\bar{u}_{fpl} - \bar{u}_{0pl}}\right) \quad (1391)$$

- 拡張Mohr Coulomb破壊モデル（/FAIL/EMC）：

$$D = \underset{time}{Max}\left(\sum \frac{\Delta\bar{\varepsilon}_p}{\bar{\varepsilon}_{p,fail}}\right) \quad (1392)$$

See Also

Radioss Coordinate System (User Guide)

/ANIM/BRICK/TDEL

Engineキーワード

ソリッド要素が削除される時間のアニメーション出力を生成します。破断時間は、/FAIL基準により、削除される要素に対してのみ出力されます。材料に組み込まれた破壊基準は無視されます。

フォーマット

```
/ANIM/BRICK/TDEL
```

コメント

1. HyperViewでコンターを表示するには、**Preferences** > **Display Eroded Elements**をクリックします。

/ANIM/BRICK/TENS

Engineキーワード
全体座標系における3次元ソリッド要素のテンソルデータ(指定した積分点での値または平均値)を含むアニメーションファイルを生成します。

フォーマット

`/ANIM/BRICK/TENS`/*Keyword4*/*Keyword5*

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Keyword4	*STRESS* 応力テンソル。 *STRAIN* ひずみテンソル。 *EPSP* `/MAT/LAW24`、I_{cpre}*CPRE*=2についてのみ使用可能な積分点における塑性ひずみテンソル	
Keyword5	*0*または空白 3次元ソリッド要素での平均値 *ijk* 3次元ソリッド要素の積分点での値 *i* r方向の積分点番号 *j* s方向の積分点番号 *k* t方向の積分点番号 *ALL* 3次元ソリッド要素の全積分点での値	

コメント

1. ひずみテンソルは、/PROP/TYPE14(SOLID)でI_{strain}*STRAIN* =1の場合のみ出力されます。ただし、材料則14、材料則24、および29以降の材料則の場合は、I_{strain}*STRAIN*の値にかかわらず出力されます。
2. *Keyword5*=0または空白:
   - 応力テンソルは、ソリッド要素定式化にかかわらず、全体座標系で出力されます。
   - ひずみテンソルは全体座標系で出力されます。
   - "SPH出力テンソル"は*Keyword4*=STRESSで使用可能です。

3. *Keyword5*=ijkまたはALL:

   - ソリッドの中に積分点ijkが存在しない場合、応力 / ひずみテンソルは0に設定されます。

     例:

     積分点が1つの8節点ソリッドの場合、積分点112の応力 / ひずみテンソルは0に設定されます。積分点111の応力 / ひずみテンソルのみが、0ではない成分を持つことができます。
   - ソリッドの中に積分点ijkが存在する場合、応力 / ひずみテンソルは*Keyword5*=ijkを用いて出力できます。

     たとえば、1つの8節点ソリッドの場合(積分点2x2x2):

     `/ANIM/BRICK/TENS/STRESS/121`を使って積分点i=1,j=2,k=1での応力を出力

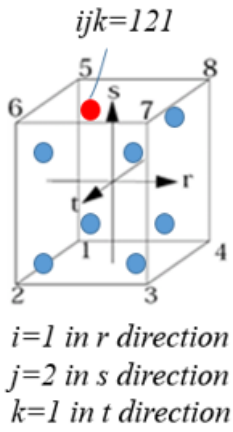


図 *432:*

   - I_{solid}*SOLID* =15が、/PROP/TYPE20 (TSHELL)、/PROP/TYPE21 (TSH_ORTH)、または/PROP/TYPE22 (TSH_COMP)で使用されている場合、シンタックスは次のようになります。

     `/ANIM/BRICK/TENS/STRESS/1j1`(応力の場合)

     `/ANIM/BRICK/TENS/STRAIN/1j1`(ひずみの場合)
   - $10 \le j \le 200$ /PROP/TYPE22 (TSH_COMP)で使用されている場合、シンタックスは次のようになります。

     `/ANIM/BRICK/TENS/STRESS/i0k/j`

     `/ANIM/BRICK/TENS/STRESS/101/j`(I_{solid}*SOLID* =15の場合)

     `/ANIM/BRICK/TENS/STRAIN/i0k/j`

     `/ANIM/BRICK/TENS/STRAIN/101/j`(I_{solid}*SOLID* =15の場合)

See Also

Radioss Coordinate System (User Guide)

/ANIM/BRICK/TENS/DAMA

Engineキーワード
3次元ソリッド要素のテンソルデータを含むアニメーションファイルを生成します。

フォーマット

`/ANIM/BRICK/TENS/DAMA/`*Keyword4*

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Keyword4	*DAMA* 亀裂(LAW24のみ)	

コメント

1. このキーワードにより、SPHに加えてソリッドの場合もアニメーションファイルにテンソルを出力できます。

See Also
Radioss Coordinate System (User Guide)

/ANIM/BRICK/VDAM$_i$

Engineキーワード

3次元ソリッド要素の関数としての損傷変数値を含むアニメーションファイルを生成します。これらの出力変数は、破壊モデル/FAIL/SNCONNECTのみと適合性があります。

フォーマット

/ANIM/BRICK/VDAM$_i$/*Keyword4*

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
VDAM$_i$	*VDAM1* 損傷係数dの値 *VDAM2* 右記の損傷面の値；σ_{y0} *VDAM3* 右記の破断面の値；σ_{yf}	
Keyword4	*ijk* 積分点での値 *i* r方向の積分点番号 *j* s方向の積分点番号 *k* t方向の積分点番号	

コメント

1. ijk=0の場合は、この変数は、要素内の全Gauss点の値の最大値と等しくなります。

See Also

Radioss Coordinate System (User Guide)

/ANIM/Eltyp/TDET

Engineキーワード
指定した要素タイプについてアニメーションで爆発時間を出力するためのアニメーションファイルを生成します。

フォーマット

`/ANIM/`*Eltyp*`/TDET`

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Eltyp	要素タイプ。 *ELEM* 該当しない場合を除き、この変数はすべての要素タイプについて保存されます。 *BRICK* 3次元ソリッド要素 *QUAD* 2次元ソリッド要素	

シェルアニメーション

/ANIM/SHELL/Restype

Engineキーワード
指定した結果のシェル要素データを含むアニメーションファイルを生成します。シェルタイプの要素に使用されるオプション。

フォーマット
`/ANIM/`*Eltyp*`/`*Restype*

定義

フィールド	内容		SI単位の例
Eltyp	要素タイプ。 *ELEM* *SHELL* シェル要素		
Restype	**AMS**	/DT/CST_AMSによりAMS時間ステップを使用する要素:	
	DENS	密度	
	DT	要素時間ステップ 10	
	EINT	要素内部エネルギー	
	ENER	比エネルギー(内部エネルギーを要素の質量で割った値)	
	EPSP	塑性ひずみ ε_p	
	EPSD	3次元要素および2次元要素での相当ひずみ速度(ひずみ速度フィルタリングの場合のみ使用可)	
	HOURG	アワグラスエネルギー	
	P	圧力	
	VONM	フォンミーゼス応力	
	SIGEQ	対応する材料に使用される降伏基準に基づく相当応力 4	
	SIGX	応力XX 8 9	
	SIGY	応力YY	

フィールド	内容		SI単位の例
	SIGZ	応力ZZ	
	SIGXY	せん断応力XY	
	SIGYZ	せん断応力YZ	
	SIGZX	せん断応力ZX	
	TEMP	温度	
	THIC	板厚	
	THIN	シェル厚減少率	
	ERROR/THICK	シェル厚の推定誤差	
	PLY	. plyxfemオプションをアクティブ化した場合、各層がシェル要素としてモデル化されます。	
	PHI/Nまたは**PHI/ALL**	要素スキューと異方性の方向1の間の角度。PHIは、/PROP/TYPE11 (SH_SANDW)および/PROP/TYPE16 (SH_FABR)にのみ有効。 **= N** 積分点Nでの角度の出力（シェルの板厚方向）。 **= ALL** シェルの板厚方向の全ての積分点で角度を出力。	
	FAIL	/PROP/TYPE10 (SH_COMP)、/PROP/TYPE11 (SH_SANDW)、/PROP/TYPE17 (STACK)、/PROP/TYPE51、PCOMPP、/MAT/LAW15 (CHANG)および/MAT/LAW25 (COMPSH)について破断した層の数。 他のプロパティセットと材料則の場合、値は以下のようになります： **= 0** 要素が破断していないとき。 **= 1** 要素が破断しているとき（シェル要素でのみ利用可：ANIM/SHELL/FAIL）。	
	DAM1 、**DAM2**または**DAM3**	方向1、2または3の損傷	
	USRi	ユーザー材料則の変数（i = 1～18）	

フィールド	内容		SI単位の例
	USRIIまたは**USRII/JJ**	各積分点におけるユーザー材料則の変数(II = 1～99の変数の数、JJ = 1～99の層数) 1 ヒント: 出力され得るユーザー変数の数は限られているため、代わりに/H3D/SHELL/USER/を使用します。	
	OFF	要素ステータス。 ここで、 **= -1** 要素は非アクティブ(アクティブ化された剛体内で定義されます)。 **= 0** 削除された要素。 **0～1** 破壊プロセス下。 **= 1** アクティブな要素	
	/WPLA/Keyword	/MAT/LAW15 (CHANG)および/MAT/LAW25 (COMPSH)についての塑性仕事。 *Keyword = ALL* すべての積分点の塑性仕事。 *Keyword = UPPER* 上側の積分点での塑性仕事。 *Keyword = LOWER* 下側の積分点での塑性仕事。	
	/DAMG/Keyword	損傷値(/FAIL/GURSONの場合のみ)。11 *Keyword = MEAN* 板厚方向の積分点にわたる平均損傷。 *Keyword = i* 板厚方向のi番目の積分点での損傷 *Keyword = UPPER* 板厚方向の上側の積分点での損傷 *Keyword = LOWER* 板厚方向の下側の積分点での損傷 *Keyword = MEMB* 膜での損傷。	

コメント

1. ユーザー変数USRIIは、シェル要素と3次元ソリッド要素でのみ使用できますが、USRII/JJはシェル要素でしか使用できません。積分点を明示的に記述していない場合、返される積分点は[(厚みの中にある積分点の数 + 1) / 2]で計算されますが、これはその積分点が上側にあることを意味します。この結果は上位の値に丸められます。
   - 例:

     板厚方向に2積分点に対しては、底から2番目の積分点（板厚の上）が返されます。

     板厚方向に3積分点に対しては、底から2番目の積分点（中央の点）が返されます。

     板厚方向に4積分点に対しては、底から3番目の積分点が返されます。
2. *THIN*は次のように計算されます:

$$THIN = (-1) \cdot 100 \cdot \frac{Thickness - Thickness_{initial}}{Thickness_{inital}} \quad (1393)$$

3. ERROR/THICKを使用すると、シェルおよび3節点シェルの厚みの推定誤差を下記のように計算できます:
   - 節点板厚を次のように計算します:

$$\overline{t} = \frac{\sum_k A(E_k(n)) \cdot t(E_k(n))}{\sum_k A(E_k(n))} \quad (1394)$$

     ここで、$A(E_k(n))$と$t(E_k(n))$は、節点nを含む要素$E_k(n)$の面積と厚みです。

     次に、各要素の板厚誤差Eを、次の式を使用して評価します:

$$e_t = \frac{1}{A_E} \int_{A_E} \left| \frac{t - \overline{t}}{t} \right| \quad (1395)$$

4. オプションSIGEQは、SHELLまたはBRICKの場合のみ使用できます（/ANIM/SHELL/SIGEQを参照のこと）。Radiossの各材料則には、相当応力を計算するための独自の降伏基準があります。この基準は、一部の材料則ではフォンミーゼス、他の材料則ではHill、Barlatなどとなっています。非von Mises基準の場合、対応する相当応力（または基準）は、その要素のすべての積分点内で計算されます。したがって、出力フィールド/ANIM/SHELL/SIGEQは、すべての積分点の（すべての積層の）平均値として計算されます。
5. オプションPLYは、SHELLに対してのみ使用できます。この場合、*plyxfem*定式化を使用する複合シェル、または1つのシェル / 積層でモデル化された複合シェルとなります。作成された各シェルは、元のシェルから真の位置までオフセットされます。

   > **注:** アニメーションファイルのサイズは大幅に増大する可能性があります。

6. シェル要素と3節点シェル要素では、材料則15と25に/ANIM/ELEM/DAM1、DAM2、DAM3を使用できます。これらの値は損傷の主値となります（クラックの直交座標での値）。
7. "SPH出力"は、/ANIM/Eltyp =*ELEM*/*Restype*（*Restype* = THICまたはHOURGを除くすべての*Restype*の値）の場合に使用できます。*Restype*の値:DAM1、DAM2またはDAM3は、3次元ソリッド要素では材料則24でのみ使用できます。
8. オプション/ANIM/ELEM/SIGXはシェル要素にのみ適用されます。3次元ソリッド要素には、/ANIM/BRICK/TENSを使用する必要があります。
9. /ANIM/ELEM/SIGXおよび/ANIM/ELEM/SIGYでは、シェルの応力は要素の中心にあります。

10. 要素時間ステップは、この要素について要素時間ステップがRadiossによって計算される場合のみに表示されます。計算に節点時間ステップが使用される場合（/DT/NODA）、要素時間ステップはアニメーションに表示されません。

11. オプションDAMGは/FAIL/GURSONと共に使用し、損傷値（延性破壊における全ボイド体積率に対する現在の比率）を出力します。

$$D = \frac{f_t}{f_F} \qquad (1396)$$

/ANIM/SHELL/DAMA

Engineキーワード

シェル要素の各層の損傷値を含むアニメーションファイルを生成します。この損傷値は、材料に関連付けられたすべての破壊基準の特定の期間にわたる最大値です。

フォーマット

`/ANIM/SHELL/DAMA`*/Keyword4/Keyword5*

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Keyword4	出力場所: *N* 層番号N *UPPER* 上層 *LOWER* 下層(積分点数は1) *ALL* すべての層	
Keyword5	結果タイプまたは場所: *NIP* 層Nを通る積分点の数 5 *UPPER* 上層Nの上側の積分点(NIP) *LOWER* 下層Nの下側の積分点(NIP) *ALL* 層Nを通るすべての積分点の数(NIP)	

コメント

1. BATOZシェル要素の場合、この値はその層のGauss点の値の平均値となります。

   これは、破壊モデルキーワードで定義された破壊基準のみに適用され、材料則(/MAT/LAW52 (GURSON))内で定義された破壊は現在使用できません。
2. 損傷値*D*は、モデルのすべての破壊基準の最大値です。

   表示されている損傷値は、特定の期間にわたる最大損傷値です。

   複合シェル要素プロパティ`TYPE51`の場合、1つの層の損傷値は、その層のすべての積分点の最大値として計算されます。

$$D(T) = \max_{t \le T}(D(t)) \tag{1397}$$

3. 損傷値*D*は、0 ≤ D ≤ 1です。破壊の状態は次のとおりです。

   0 ≤ D < 1の場合：破壊なし

   D = 1の場合：破壊

4. *D*は、すべての破壊基準について以下のように計算されます。

   - ひずみに基づく破壊（/FAIL/BIQUAD）

   $$D = \sum \frac{\Delta \varepsilon_p}{\varepsilon_f} \tag{1398}$$

   - Johnson-Cook破壊（/FAIL/JOHNSON）

   $$D = \sum \frac{\Delta \varepsilon_p}{\varepsilon_f} \tag{1399}$$

   - Tuler-Butcher破壊（/FAIL/TBUTCHER）

   $$D = \frac{\int_0^t (\sigma - \sigma_r)^{\lambda} \, dt}{K} \tag{1400}$$

   - Wilkins破壊（/FAIL/WILKINS）

   $$D = \frac{\int W_1 W_2 d\varepsilon_p}{D_f} \tag{1401}$$

   - FLD破壊（/FAIL/FLD）

   $$D = \underset{time}{Max}\left(\frac{\varepsilon_{major}}{\varepsilon_{\lim}}\right) \tag{1402}$$

   ここで、

   $\varepsilon_{\lim}$ FLD関数からの限界としての主ひずみ

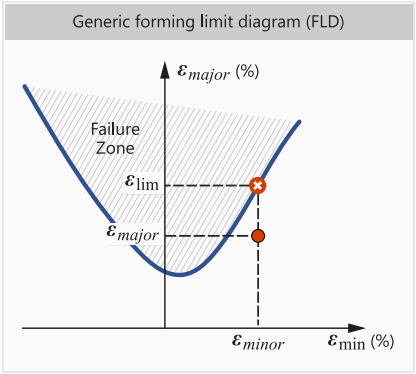


図 *433:*

   - BAO-XUE-Wierzbicki破壊（/FAIL/WIERZBICKI）

   $$D = \sum \frac{\Delta \varepsilon_p}{\bar{\varepsilon}_f} \tag{1403}$$

- ひずみ破壊モデル（/FAIL/TENSSTRAIN）

$$D = \underset{time}{Max}\left(\frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_{t_1}}{\varepsilon_{t_2} - \varepsilon_{t_1}}\right) \quad (1404)$$

- ひずみ破壊モデル（/FAIL/FABRIC）

$$D = Max\left(\frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_{f1}}{\varepsilon_{r1} - \varepsilon_{f1}}, \frac{\varepsilon_2 - \varepsilon_{f2}}{\varepsilon_{r2} - \varepsilon_{f2}}\right) \quad (1405)$$

- エネルギー密度 破壊モデル（/FAIL/ENERGY）:

$$D = \underset{time}{Max}\left(\frac{E - E_1}{E_2 - E_1}\right) \quad (1406)$$

- Chang破壊（/FAIL/CHANG）

  異なる破壊モードの最大損傷:

$$D = Max\left(e_{f2}, e_{c2}, e_{m2}, e_{d2}\right) \quad (1407)$$

- Hashin複合材破壊（/FAIL/HASHIN）

  異なる破壊モードの最大損傷

  一方向薄層モデルの場合:

$$D = Max\left(F_1, F_2, F_3, F_4, F_5\right) \quad (1408)$$

  繊維薄層モデルの場合:

$$D = Max\left(F_1, F_2, F_3, F_4, F_5, F_6, F_7\right) \quad (1409)$$

- Puck複合材破壊（/FAIL/PUCK）

  異なる破壊モードの最大損傷:

$$D = Max\left(e_f(tensile), e_f(compression), e_f(ModeA), e_f(ModeB), e_f(ModeC)\right) \quad (1410)$$

- Ladeveze破壊（/FAIL/LAD_DAMA）

  `/PROP/TYPE17`でPlyxfemにのみ使用:

$$\dot{d} = \frac{k}{a}\left[1 - \exp\left(-a\left\langle w(Y) - d\right\rangle\right)\right] \quad (1411)$$

- Lode角に依存するひずみ破壊モデル（/FAIL/TAB1）

$$D = \frac{\sum \Delta D}{D_{crit}} \quad (1412)$$

- NXT破壊モデル（/FAIL/NXT）

$$D = \frac{\lambda_f}{2} \quad (1413)$$

- ひずみベースの延性破壊モデル（/FAIL/HC_DSSE）

$$D = \sum \frac{\Delta \bar{\varepsilon}_p}{\bar{\varepsilon}_{HC}^{pr}(\eta)} \quad (1414)$$

5. このオプションは*Keyword4* = N（定義された層Nごとに、層Nの各積分点NIP内のシェル損傷値を計算できる）の場合のみ使用可能です。このオプションは/PROP/TYPE51とPCOMPP（各層を通る複数の積分点がある/PROP/TYPE51または/PROP/PCOMPP）の場合のみ使用可能です。

ただし、*Keyword4*=ALLと*Keyword5*=ALLの組み合わせは可能です。

/ANIM/SHELL/EPSP

Engineキーワード
シェル要素の積分点の関数としての塑性ひずみを含むアニメーションファイルを生成します。

フォーマット

`/ANIM/SHELL/EPSP`/*Keyword4*/*Keyword5*

定義

フィールド	内容	SI単位の例
Keyword4	複合材を除くすべてのプロパティについての積分点位置。複合材プロパティが使用される際の層の位置。1 2 *N* 複合材プロパティについての積分点番号または層番号 *UPPER* 複合材プロパティについての積分点または層 *LOWER* 複合材プロパティについての下側の積分点または層 *ALL* 複合材プロパティについてのすべての積分点または層	
Keyword5	積分点位置。複合材プロパティ`/PROP/TYPE51`または`/PCOMPP`にのみ使用されます。3 4 **NIP** 層Nを通る積分点の数 **UPPER** 上層Nの上側の積分点（NIP） **LOWER** 下層Nの下側の積分点（NIP） **ALL** 層Nを通るすべての積分点の数（NIP）	

コメント

1. 複合材プロパティについては、層番号は1から開始し、`/PROP/TYPE9 (SH_ORTH)`, `/PROP/TYPE10 (SH_COMP)`、`/PROP/ TYPE11 (SH_SANDW)`、`/PROP/TYPE16 (SH_FABR)`、`/PROP/TYPE17 (STACK)`、`/PROP/TYPE51`または`/PCOMPP`で定義されている順に増加します。
2. 完全積分BATOZシェルI_{shell}*SHELL*=12については、出力値は平面内Gauss点の平均値となります。
3. `/PROP/TYPE51`または`/PCOMPP`複合材プロパティについては、*Keyword5*は定義されません。

   Keyword4=ALLの場合、結果はすべての層の出力となり、層毎の値は層内の板厚方向の積分点の平均値となります。

   Keyword4=LOWERの場合、結果は1つ目の層の1つ目の積分点の結果です。

   Keyword4=LOWERの場合、結果は最後の層の最後の積分点の結果です。
4. *Keyword5*での制限：

/PROP/TYPE51および/PCOMPP複合材プロパティとのみ使用でき、かつ、*Keyword4*=N、層番号の場合のみ可能です。ただし、すべての層とすべての積分点を出力するために、*Keyword4*=ALLを*Keyword5*=ALLと組み合わせることができます。*Keyword5*=ALLの場合、各層に10個未満の積分点しか定義されていなくても10個の積分点についての結果が出力され、したがってその場合、一部の結果はゼロとなります。

/ANIM/SHELL/TENS

Engineキーワード
FLD破壊モデルのFLD損傷係数を含んだアニメーションファイルを生成します。

フォーマット
`/ANIM/SHELL/FLDF`/*Keyword4*

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Keyword4	出力場所: *MEMB* 中間層 *UPPER* 上層 *LOWER* 下層(積分点数は1)	

コメント

1. BATOZシェル要素(I_{shell}*SHELL*=12)の場合、この値はその層のGauss点の値の平均値となります。
2. FLD損傷係数の値は、成形限界線全体の実際の最大主ひずみの比と同じです。

$$FLDF = \frac{\varepsilon_{major}}{\varepsilon_{\lim}} \qquad (1415)$$

ここで、$\varepsilon_{\lim}$は、FLD(/FAIL/FLDでの*fct_ID*)からの破壊限界における最大主ひずみです。

FLDFは、ε_{major}と$\varepsilon_{\lim}$とを同じε_{minor}を用いて比較します。

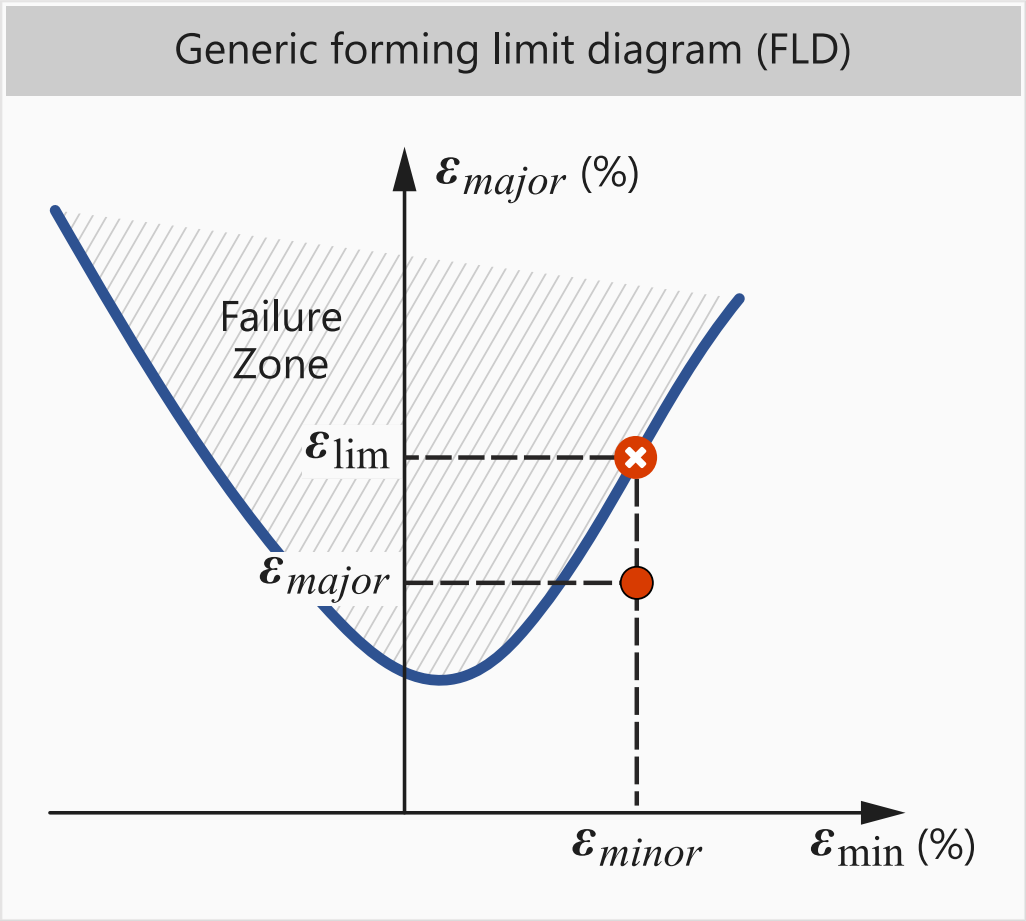


図 *434:*

オプション/FAIL/FLD, I_{fail_sh} =4が使用されている場合、FLDFは1より大きくなることがあります。その場合、損傷係数はポスト処理用にのみ計算され、要素は削除されません。

See Also

RD-E:2600 破断される板

/ANIM/SHELL/FLDZ

Engineキーワード
シェル要素の積分点の関数としてのFLD破壊モデルのFLD破壊ゾーン係数を含むアニメーションファイルを生成します。

フォーマット
`/ANIM/SHELL/FLDZ`*/Keyword4*

定義

フィールド	内容	SI単位の例
Keyword4	出力場所: **MEMB** 中間層 **UPPER** 上層 **LOWER** 下層(積分点数は1)	

コメント

1. BATOZシェル要素の場合、この値はその層のGauss点の値の平均値となります。
2. FLDゾーンインデックスの値は:

FLDZ=6 破壊

$$\varepsilon_{major} > \varepsilon_{\lim}$$

FLDZ=5 マージン

$$\varepsilon_{\lim} > \varepsilon_{major} > \varepsilon_{marginal}$$

FLDZ=4 安全

$$\varepsilon_{marginal} > \varepsilon_{major} > |\varepsilon_{minor}|$$

FLDZ=3 圧縮

$$-\varepsilon_{minor} > \varepsilon_{major} > -\varepsilon_{minor} \cdot \frac{R_{ani}}{1+R_{ani}}$$

FLDZ=2 高い皺

$$-\varepsilon_{minor} \cdot \frac{R_{ani}}{1+R_{ani}} > \varepsilon_{major}$$

FLDZ=1 ルーズメタル

$$\varepsilon_{major}2 + \varepsilon_{minor}2 > Factor\_Loosemetal^2$$

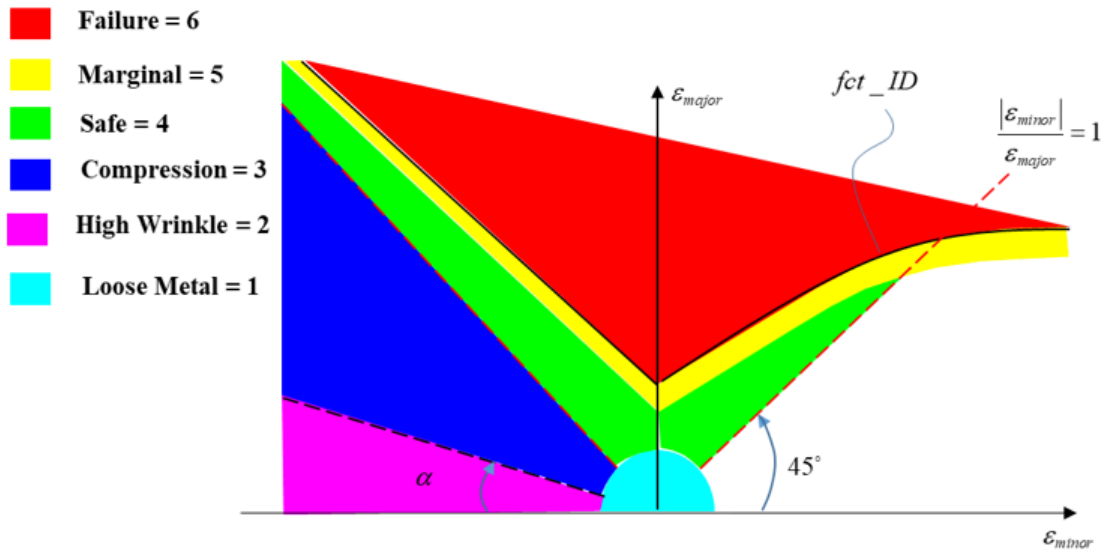


図 *435:*

ここで、

fct_ID	右記で定義される; /FAIL/FLD
$\varepsilon_{\lim}$	/FAIL/FLDでの*fct_ID*からのFLD図からの制限としての主ひずみ
ε_{minor} および ε_{major}	最小および最大主ひずみ
R_{ani}	FLD入力(/FAIL/FLD)で定義されている平均異方性係数
$Factor\_Marginal$	FLD入力(/FAIL/FLD)で定義
$Factor\_Loosemetal$	FLD入力(/FAIL/FLD)で定義

$$\alpha = \arctan\left(-\frac{R_{ani}}{1+R_{ani}}\right) \quad (1416)$$

I_marg	FLD入力(/FAIL/FLD)で定義

I_marg= 2の場合、マージン曲線は、FLD曲線を右記の定数値でシフトさせることで定義されます; $Factor\_Marginal$

$$\varepsilon_{marginal} = \varepsilon_{\lim} - Factor\_Marginal \quad (1417)$$

I_marg= 3の場合、マージン曲線は右記の係数として定義されます; $Factor\_Marginal$

$$\varepsilon_{marginal} = \varepsilon_{\lim}(1 - Factor\_Marginal) \quad (1418)$$

See Also

RD-E:2600 破断される板

/ANIM/SHELL/IDPLY

Engineキーワード
シェルが指定のプライに属するかどうかを定義する整数値を含んだアニメーションファイルを生成します。

フォーマット

`/ANIM/SHELL/IDPLY`*/Keyword4*

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Keyword4	プライ出力 2 *I* プライID番号 *ALL* すべてのプライ	

コメント

1. コンターアニメーション結果は次のように解釈できます:

アニメーション結果値	内容
0	シェルはプライに属しません。
1	シェルはプライに属します。
-1	シェルはプライに属し、破断しています。

2. プライID番号は、`/PROP/TYPE19 (PLY)`*/prop_ID*からの*prop_ID*または`/PLY`*/ply_ID*からの*ply_ID*です。

/ANIM/SHELL/IDPLY/Restype

Engineキーワード
プライベースの複合材プロパティ/PROP/STACK (TYPE17)、/PROP/TYPE51または/PCOMPPを使用するシェル要素のシェルテンソルデータを含むアニメーションファイルを生成します。

フォーマット

/ANIM/SHELL/IDPLY/Restype/*Keyword5*/*Keyword6*

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Restype	出力テンソル: 1 2 *STRESS* 応力テンソル *STRAIN* ひずみテンソル 3 *EPSDOT* ひずみ速度テンソル	
Keyword5	プライ出力 4 *I* プライID番号:積分点*Keyword6*も入力する必要があります。 *ALL* すべてのプライの積分点結果がすべて出力されます。	
Keyword6	出力場所:*Keyword5*が入力されている場合にのみ使用されます。 *J* プライIのj番目の積分点	

コメント

1. 応力およびひずみテンソルは、要素座標系で出力されます。
2. 完全積分BATOZシェルI_{shell}*SHELL*=12については、出力値は平面内Gauss点の平均値となります。
3. ひずみテンソルは、材料則番号< /MAT/LAW25 (COMPSH)(/MAT/LAW15 (CHANG)および/MAT/LAW19 (FABRI)を除く)についてシェルプロパティでI_{strain}*STRAIN* =1の場合にのみ出力されます。それ以外のすべての材料則の場合は、I_{strain}*STRAIN*の値は関係ありません。
4. プライID番号は、/PROP/TYPE19 (PLY)/*prop_ID*からの*prop_ID*または/PLY/*ply_ID*からの*ply_ID*です。

/ANIM/SHELL/IDPLY/DAMA

Engineキーワード

プライベースの複合材プロパティ/PROP/STACK (TYPE17)、/PROP/TYPE51または/PCOMPPを使用するシェル要素の損傷値を含むアニメーションファイルを生成します。この損傷値は、特定の期間にわたる損傷の最大値であるとともに、材料に関連付けられたすべての破壊基準の最大値です。

フォーマット

/ANIM/SHELL/IDPLY/DAMA/*Keyword5*/*Keyword6*

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Keyword5	プライ出力 1 2 *I* プライID番号 積分点*Keyword6*=Jも入力する必要があります。 *ALL* すべてのプライの積分点結果がすべて出力されます。	
Keyword6	出力場所。*Keyword5*=Iが入力されている場合にのみ出力されます。 *J* プライIのj番目の積分点	

コメント

1. プライID番号は、/PROP/TYPE19 (PLY)/*prop_ID*からの*prop_ID*または/*PLY*/*ply_ID*からの*ply_ID*です。
2. 完全積分BATOZシェルI_{shell}*SHELL*=12の場合、値の出力は、板厚全体の積分点についての平面内Gauss点の最大値となります。
3. これは、/FAILキーワードで定義された破壊基準にのみ適用されます。材料則(/MAT/GURSON)内で定義された破壊は現時点では使用できません。
4. 損傷値Dは、モデルのすべての破壊基準の最大値です。表示されている損傷値は、特定の期間にわたる最大損傷値です。

   複合シェル要素プロパティTYPE51の場合、1つのプライの損傷値は、そのプライのすべての積分点の最大値として計算されます。

   $$D(T) = \max_{t \le T}(D(t)) \qquad (1419)$$

5. 損傷値*D*は、0 ≤ D ≤ 1。破壊の状態は次のとおりです。

   0 ≤ D < 1の場合: 破壊なし

   D = 1の場合: 破壊
6. *D*は、すべての破壊基準について以下のように計算されます。
   - ひずみに基づく破壊(/FAIL/BIQUAD)

$$D = \sum \frac{\Delta \varepsilon_p}{\varepsilon_f} \tag{1420}$$

- Johnson-Cook破壊（/FAIL/JOHNSON）

$$D = \sum \frac{\Delta \varepsilon_p}{\varepsilon_f} \tag{1421}$$

- Tuler-Butcher破壊（/FAIL/TBUTCHER）

$$D = \frac{\int_0^t (\sigma - \sigma_r)^{\lambda} \, dt}{K} \tag{1422}$$

- Wilkins破壊（/FAIL/WILKINS）

$$D = \frac{\int W_1 W_2 d\varepsilon_p}{D_f} \tag{1423}$$

- FLD破壊（/FAIL/FLD）

$$D = \underset{time}{Max}\left(\frac{\varepsilon_{major}}{\varepsilon_{\lim}}\right) \tag{1424}$$

ここで、

$\varepsilon_{\lim}$ FLD関数からのひずみ限界

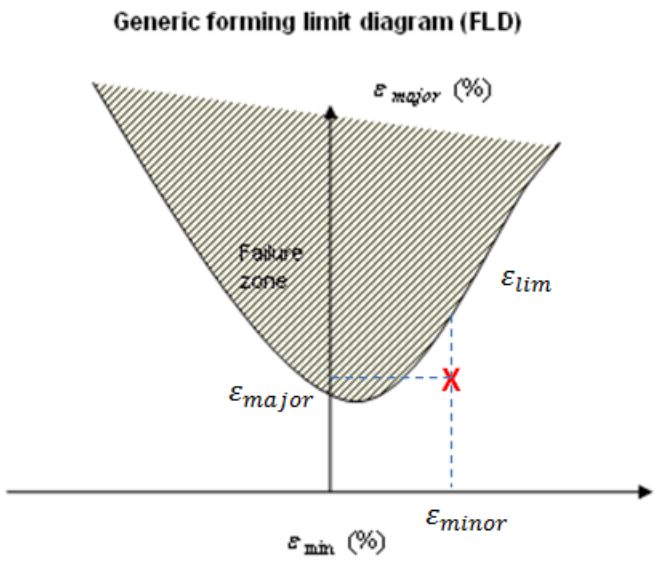


図 *436:*

- BAO-XUE-Wierzbicki破壊（/FAIL/WIERZBICKI）

$$D = \sum \frac{\Delta \varepsilon_p}{\bar{\varepsilon}_f} \tag{1425}$$

- ひずみ破壊モデル（/FAIL/TENSSTRAIN）

$$D = \underset{time}{Max}\left(\frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_{t_1}}{\varepsilon_{t_2} - \varepsilon_{t_1}}\right) \quad (1426)$$

- ひずみ破壊モデル(/FAIL/FABRIC)

$$D = Max\left(\frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_{f1}}{\varepsilon_{r1} - \varepsilon_{f1}}, \frac{\varepsilon_2 - \varepsilon_{f2}}{\varepsilon_{r2} - \varepsilon_{f2}}\right) \quad (1427)$$

- エネルギー密度 破壊モデル(/FAIL/ENERGY):

$$D = \underset{time}{Max}\left(\frac{E - E_1}{E_2 - E_1}\right) \quad (1428)$$

- Chang破壊(/FAIL/CHANG)

  異なる破壊モードの最大損傷:

$$D = Max\left(e_{f2}, e_{c2}, e_{m2}, e_{d2}\right) \quad (1429)$$

- Hashin複合材破壊(/FAIL/HASHIN)

  異なる破壊モードの最大損傷

  一方向薄層モデルの場合:

$$D = Max\left(F_1, F_2, F_3, F_4, F_5\right) \quad (1430)$$

  繊維薄層モデルの場合:

$$D = Max\left(F_1, F_2, F_3, F_4, F_5, F_6, F_7\right) \quad (1431)$$

- Puck複合材破壊(/FAIL/PUCK)

  異なる破壊モードの最大損傷:

$$D = Max\left(e_f(tensile), e_f(compression), e_f(ModeA), e_f(ModeB), e_f(ModeC)\right) \quad (1432)$$

- Lode角に依存するひずみ破壊モデル(/FAIL/TAB1)

$$D = \frac{\sum \Delta D}{D_{crit}} \quad (1433)$$

- NXT破壊モデル(/FAIL/NXT)

$$D = \frac{\lambda_f}{2} \quad (1434)$$

/ANIM/SHELL/IDPLY/EPSP

Engineキーワード
プライベースの複合材プロパティ/PROP/STACK (TYPE17)、/PROP/TYPE51または/PCOMPPを使用するシェル要素の塑性ひずみを含むアニメーションファイルを生成します。

フォーマット

/ANIM/SHELL/IDPLY/EPSP/*Keyword5*/*Keyword6*

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Keyword5	プライ出力 *I* プライID番号 積分点*Keyword6*も入力する必要があります。 *ALL* すべてのプライの積分点結果がすべて出力されます。	
Keyword6	出力場所。*Keyword5*が入力されている場合にのみ使用されます。 *J* プライIのj番目の積分点	

コメント

1. プライID番号は、/PROP/TYPE19 (PLY)/*prop_ID*からの*prop_ID*または/PLY/*ply_ID*からの*ply_ID*です。
2. 完全積分BATOZシェルI_{shell}*SHELL*=12については、出力値は平面内Gauss点の平均値となります。

/ANIM/SHELL/IDPLY/PHI

Engineキーワード

要素スキューと方向1直交異方性の間の角度を含むアニメーションファイルを生成します。

フォーマット

`/ANIM/SHELL/IDPLY/PHI`/*Keyword5*

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Keyword5	プライID番号: *I* プライID I *ALL* すべてのプライ	

/ANIM/SHELL/NXTFACTOR

Engineキーワード
シェル要素の積分点の関数としてのNXT破壊モデルの不安定係数を含むアニメーションファイルを生成します。

フォーマット

`/ANIM/SHELL/NXTFACTOR/`*Keyword4*

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Keyword4	出力場所。 *N* 層番号N *UPPER* 上層 *LOWER* 下層（積分点数は1） *ALL* すべての層	

コメント

1. BATOZシェル要素の場合、この値はその層のGauss点の値の平均値となります。

/ANIM/SHELL/PHI

Engineキーワード
要素スキューと方向1直交異方性の間の角度を含むアニメーションファイルを生成します。

フォーマット

`/ANIM/SHELL/PHI`/*Keyword4*

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Keyword4	出力場所。 *N* 層番号N *UPPER* 上層 *LOWER* 下層(積分点数は1) *MEMB* 膜 *ALL* すべての層	

コメント

1. N/A値は、リクエストされたがモデル内には存在しない任意の層番号について出力されます。

/ANIM/SHELL/SIG1H

Engineキーワード
シェル要素の積分点の関数としての第1正規化主応力を含むアニメーションファイルを生成します。

フォーマット

`/ANIM/SHELL/SIG1H/`*Keyword4*

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Keyword4	出力場所。 *N* 層番号N *UPPER* 上層 *LOWER* 下層（積分点数は1） *ALL* すべての層	

コメント

1. BATOZシェル要素の場合、この値はその層のGauss点の値の平均値となります。

/ANIM/SHELL/SIG2H

Engineキーワード
シェル要素の積分点の関数としての第2正規化主応力を含むアニメーションファイルを生成します。

フォーマット

`/ANIM/SHELL/SIG2H/`*Keyword4*

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Keyword4	出力場所。 *N* 層番号N *UPPER* 上層 *LOWER* 下層（積分点数は1） *ALL* すべての層	

コメント

1. BATOZシェル要素の場合、この値はその層のGauss点の値の平均値となります。

/ANIM/SHELL/TDEL

Engineキーワード

シェル要素が削除される時間のアニメーション出力を生成します。破断時間は、/FAIL基準により、削除される要素に対してのみ出力されます。材料に組み込まれた破壊基準は無視されます。

フォーマット

```
/ANIM/SHELL/TDEL
```

コメント

1. HyperViewでコンターを表示するには、**Preferences** > **Display Eroded Elements**を有効にします。

/ANIM/SHELL/TENS

Engineキーワード
指定した結果のシェルテンソルデータを含むアニメーションファイルを生成します。

フォーマット

`/ANIM/SHELL/TENS`/*Restype*/*Keyword5*/*Keyword6*

定義

フィールド	内容		SI単位の例
Restype	出力テンソル: **STRESS** **STRAIN** **EPSDOT**	 応力テンソル。2 3 ひずみテンソル。4 5 ひずみ速度テンソル。3	
Keyword5	結果タイプまたは場所: **MEMB** **BEND** **N** **UPPER** **LOWER** **ALL**	 膜。5 曲げ 複合材プロパティについての積分点番号または層番号。 複合材プロパティについての上側の積分点または層。 複合材プロパティについての下側の積分点または層。 複合材プロパティについてのすべての積分点または層。	
Keyword6	積分点位置。 複合材プロパティ`/PROP/TYPE51`または`/PCOMPP`にのみ使用されます。8 9 **NIP** **UPPER** **LOWER** **ALL**	 層Nを通る積分点の数。 上層Nの上側の積分点(NIP)。 下層Nの下側の積分点(NIP)。 層Nを通るすべての積分点の数(NIP)。	

コメント

1. 応力およびひずみテンソルは、要素座標系で出力されます。
2. *Keyword6*=N, UPPERまたはLOWERのSTRESS出力は、シェルプロパティでN>0が定義されていなくてはなりません。グローバル積分 (シェルプロパティでN=0)が用いられている場合、RadiossはUPPER/LOWERが要求されている時でも中央面での応力を出力します。
3. UPPER/LOWERでの応力は最も上側 / 下側の積分点での値で、ひずみのように曲率に基づいた補間された値ではありません。
4. ひずみテンソルは、材料則< `/MAT/LAW25 (COMPSH)`(/MAT/LAW15 (CHANG)および/MAT/LAW19 (FABRI)を除く)についてシェルプロパティでI_{strain}*STRAIN* =1の場合にのみ出力されます。それ以外のすべての材料則の場合は、I_{strain}*STRAIN*の値は関係ありません。
5. STRAIN出力は、外表面に外挿されます。*Keyword6*=UPPERは式$\varepsilon + \left(\frac{t}{2}\right)k$を使用し、*Keyword6*=LOWERは式$\varepsilon - \left(\frac{t}{2}\right)k$を使用します。

   ここで、

ε	一番外側の積分点におけるひずみ
t	板厚
k	曲率

   *EPSDOT*では、この式でひずみと曲率をひずみ速度と曲率速度に置き換えます。
6. オプション`/ANIM/SHELL/TENS/STRESS/MEMB`および`/ANIM/SHELL/TENS/STRESS/BEND`は、要素あたりの一般化した応力です(厚み全体での平均値)。
7. 完全積分要素の場合は、シェルサーフェスの4つのGauss点の平均値が計算されます。シェル応力は、要素の中心で考えることができます。
8. `/PROP/TYPE51`または`/PCOMPP`複合材プロパティについては、*Keyword6*は定義されません。

   Keyword5=ALLの場合、結果はすべての層の出力となり、層毎の値は層内の板厚方向の積分点の平均値となります。

   Keyword5=LOWERの場合、結果は1つ目の層の1つ目の積分点の結果です。

   Keyword5=LOWERの場合、結果は最後の層の最後の積分点の結果です。
9. *Keyword6*での制限:

   `/PROP/TYPE51`および`/PCOMPP`複合材プロパティとのみ使用でき、かつ、*Keyword5*=N、層番号の場合のみ可能です。ただし、すべての層とすべての積分点を出力するために、*Keyword5*=ALLを*Keyword6*=ALLと組み合わせることができます。*Keyword6*=ALLの場合、各層に10個未満の積分点しか定義されていなくても10個の積分点についての結果が出力され、したがってその場合、一部の結果はゼロとなります。

See Also
Materials/Failure (FAQ)
See Also
Post-Processing (FAQ)

その他のアニメーション

/ANIM/DT

Engineキーワード

時間間隔T_{freq}でアニメーションファイル（A-ファイル）を書き出します。最初のファイルは$T_{start}START$の時点で書き出します。アニメーションファイル名は`RunnameAnnn`となります。ここで、`Runname`はランネーム、`nnn`はファイル番号です。

フォーマット

`/ANIM/DT`

$T_{start}START T_{freq}$

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
$T_{start}START$	アニメーションファイルの書き出し開始時間	
T_{freq}	アニメーションファイルの書き出し時間間隔	

/ANIM/GZIP

Engineキーワード
*GZIP*形式のアニメーションファイルを生成します。

フォーマット

```
/ANIM/GZIP
```

コメント

1. *GZIP*をサポートしているプラットフォームでのみ使用できます。

/ANIM/LSENSOR

Engineキーワード
リスト内のセンサーがアクティブになった際に追加のアニメーションファイル（アニメーション出力ファイル（A-ファイル））を書き出します。

フォーマット

`/ANIM/LSENSOR`

sens_ID$_1$*1 sens_ID*$_2$*2 sens_ID*$_N$

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
sens_ID$_1$*1*, *sens_ID*$_2$*2*, *sens_ID*$_N$	センサーIDのリスト	

コメント

1. 追加アニメーションファイルは、従来型のアニメーションファイル（/ANIM/DT）と、/ANIM/SENSORによって書き出されるアニメーションファイルに加えて書き出されます。
2. アニメーションファイルはリストのセンサーがアクティブになる毎に書き出されます。詳細については/SENSORをご参照ください。

/ANIM/MAT

Engineキーワード
材料毎に1つのパートを含むアニメーションファイルを生成します。

フォーマット

```
/ANIM/MAT
```

コメント

1. デフォルトでは、各プロパティセットに1つのパートが定義されています。
2. 次のように、ソリッド要素とスプリング要素はこのオプションに影響されません:
   - ソリッド要素のパートは必ず材料別に定義します。
   - スプリング要素のパートは必ずプロパティセット別に定義します。

/ANIM/SENSOR

Engineキーワード

時間間隔T_{freq}で追加アニメーションファイル（A-ファイル）を書き出します。最初のファイルは、センサーがアクティブになると書き出します。（センサーのアクティブ化は、/SENSORで定義されます）。

フォーマット

/ANIM/SENSOR

sens_IDT$_{freq}$

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
sens_ID	センサーの識別子	
T_{freq}	時間間隔	

コメント

1. 追加アニメーションファイルは、従来型のアニメーションファイル（/ANIM/DT）と、/ANIM/SENSORによって書き出されるアニメーションファイルに加えて書き出されます。
2. 追加アニメーションファイルはリストのセンサーがアクティブになる毎に書き出されます。詳細についてはオプション/SENSORをご参照ください。
3. 1つのEngineファイル内で複数の/ANIM/SENSORが定義されている場合は、最後の1つのみが使用されます。

/ANIM/TITLE

Engineキーワード
追加の名前情報をアニメーションファイルコンテンツに書き込みます。

フォーマット

`/ANIM/TITLE`

Number_anim_1 anim_title_1

Number_anim_2 anim_title_2

...

Number_anim_N anim_title_N

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Number_anim_1，*Number_anim_2*，*Number_anim_N*	アニメーションファイルの番号に対応する整数のリスト	
anim_title_1, *anim_title_2*, *anim_title_N*	対応するアニメーションファイルコンテンツに追加される必要のある名前のタグまたは文字列 （最大80文字）	

コメント

1. この追加の名前タグが'ModAnim'の代わりにアニメーションファイルコンテンツ内に書き込まれます。1つのアニメーションファイルについて名前が指定されていない場合は、後者のテキストが維持されます。

曲線のプロット

Engineキーワード

/@TFILE

Engineキーワード
時刻歴ファイルが始まる時刻

フォーマット

`/@TFILE`

$T_{start}START\Delta T_{sampling}$

$N_1 1\ N_2 2\ \ldots\ N_N$

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
$T_{start}START$	時刻歴ファイルの書き込みが開始される時刻	
$\Delta T_{sampling}$	ファイルにデータを書き込む時間間隔	
$N_1 1\ ,\ N_2 2\ \ldots\ N_N$	節点のリスト	

コメント

1. 時刻歴ファイルの名前は"`Runname_0001@.thy`"です。
2. 節点速度のみがファイルに保存されます。
3. ユーザーが再度`@TFILE`パラメータ($T_{start}START$、$\Delta T_{sampling}$、節点のリスト、および変数)を指定してリスタートした場合は、フィルタリングが再初期化されるため、不連続な`TFILE`になる可能性があります。クリーンリスタートの場合は、どのパラメータも指定せずに/TFILEのみを指定します。

/@TFILE/Keyword2

Engineキーワード
時刻歴ファイルが始まる時刻

フォーマット

`/@TFILE/`*Keyword2*

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Keyword2	オプションタイプ: *ACC* 加速度 *P* 圧力 *VEL* 速度 *CONT* 継続	

コメント

1. i ≥ 2,である`Runname_000i.rad`で計算を継続するには、(`/@TFILE`の代わりに)`/@TFILE/CONT`を使用する必要があります。

/ABF

Engineキーワード
は、.abfファイルの出力を記述します。(.abf [binary]ファイルは、非常に大きなデータセットを迅速にプロットするために最適化されており、HyperGraphとHyperGraph 3Dを用いた2Dおよび3Dプロットの生成を目的としています)。

フォーマット

/ABF

$\Delta T_{abf} \Delta T_{w\_abv}$

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
ΔT_{abf}	プロットファイル.abfファイルにデータを書き込むための時間間隔	
ΔT_{w_abv}	.abfファイルを書き込むための時間間隔 *= 0* .abfファイルは計算の最後でのみ書かれます。	

コメント

1. 時刻歴出力情報を含むRunname_run#.tmpバッファリングファイルが間隔ΔT_{abf}で書き出され、.abfファイルに間隔ΔT_{w_abv}で変換されます。
2. Radiossによる.abfファイル出力の読み込みはHyperGraph 11.0 SA-101以降でのみ可能です。
3. .tmpファイルから.abfファイルへの変換では、Altair Simulationインストールでは Radioss実行モジュールと同じ場所に置かれた外部プログラムabf_converter_platformが実行されます。
4. 並列計算の場合には、.abfファイルの更新を高い頻度で行うことは推奨しません。Radiossのパフォーマンスを減少させることがあります。
5. NORMAL TERMINATIONでない場合、.abfファイルが完全でない可能性があります。
6. Radiossによる.tmpファイル出力を.abfファイルに変換するには、Engine実行中の任意の時点で、またはNORMAL TERMINATIONではない場合に、次のようにabf_converter_platformプログラムを使用します:

   ```
   abf_converter_platform -exe Runname_run#.tmp
   ```

   例:

   ```
   [user@machine]$ abf_converter_linux64 -exe test.tmp
   .tmp TO ABF CONVERTOR
   FILE = test.tmp
   OUTPUT FILE = test.tmp.abf
   ** CONVERSION COMPLETED
   ```

7. プラットフォームには、マシンのアーキテクチャに応じて、linux32、linux64、linuxia64、macosx64、solarisx64、win32、またはwin64を使用可能です。

/ATFILE

Engineキーワード
追加時刻歴ファイルであるT-ファイル"`RunnameTnnx`"の書き出し時間間隔を定義します。

フォーマット

`/ATFILE/`*Type*

ΔT_{his}

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Type	出力フォーマット。 値なし Radiossの最新バージョンのフォーマットで作成されます。 *= 1* バイナリ(ほとんどのRadioss用ポストプロセッサーで読み取り不可) *= 2* 暗号化されたASCII 32ビット *= 3* ASCII *= 4*(デフォルト) バイナリIEEE 32ビット	
ΔT_{his}	時刻歴プロットファイルであるT-ファイルにデータを書き出す時間間隔	

コメント

1. このオプションは `RunnameTnnx`(Tnna、Tnnb、Tnnc ...)という名の追加の時刻歴ファイルを書き出す間隔定義に用いられます。このファイルの内容は、オプション/xTH(ここに、x= AからI)を使用して定義します。これらのオプションでは、接頭辞(`/ATH`、`/BTH`、...)が付加されますが、それ以外は時刻歴応答と同じキーワードフォーマットと変数が使用されます。追加時刻歴ファイルの出力時間間隔は/xTHFILE(ここに、x = AからI)を使用して定義します。
2. デフォルト(値の指定なし)またはHyperGraphで読み取ることができる4の使用を推奨します。
3. T-ファイル名の詳細については、ファイル拡張子とフォーマットをご参照ください。

/TFILE

Engineキーワード
時刻歴ファイルであるT-ファイル"`RunnameTnn`"の書き出し時間間隔を定義します。

フォーマット

`/TFILE`/*Type*

ΔT_{his}

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Type	値なし：Radiossの最新バージョンのフォーマットで作成されます。 *= 1* バイナリ（ほとんどのRadioss用ポストプロセッサーで読み取り不可） *= 2* 暗号化されたASCII 32ビット *= 3* ASCII *= 4*（デフォルト） バイナリIEEE 32ビット	
ΔT_{his}	時刻歴プロットファイルであるT-ファイルにデータを書き出す時間間隔	

コメント

1. デフォルト（値の指定なし）またはHyperGraphで読み取ることができる4の使用を推奨します。
2. T-ファイル名の詳細については、ファイル拡張子とフォーマットをご参照ください。

H3D出力

/H3D/BEAM

Engineキーワード
/BEAMビーム要素についてH3Dコンター出力結果を生成します。

フォーマット
/H3D/BEAM/*Keyword3*/*Keyword4*/*Keyword5*

例
フォンミーゼス応力

```
/H3D/BEAM/VONM
```

パートID 356および 293についてのみの特定のエネルギー密度結果

```
/H3D/BEAM/ENER
356 293
```

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Keyword3	出力タイプ。3	
Keyword4	出力タイプ。3	
Keyword5	出力タイプ。3	
part_ID$_N$	結果が出力されるパートのIDのリスト(オプション)。	

コメント

1. シンタックス/H3D/ELEM/Keyword3/Keyword4/Keyword5も有効です。
2. PART IDが/H3D/BEAM行の後ろにリストされている際、指定された結果はそれらのパートについてのみ出力されます。
3. 出力タイプの概要を以下の表に示します:

表 *24:* スカラー出力

Keyword3	**Keyword4**	**Keyword5**	内容
AMS			/DT/CSdT_AMSのために*AMS*時間ステップを使用した要素
DT			要素の時間ステップ

Keyword3	Keyword4	Keyword5	内容
ENER			比エネルギー密度（内部エネルギーを要素の質量で割った値）
EPSP	*NPT*=I または ALL		塑性ひずみ。積分点出力*NPT*は、`/PROP/TYPE18 (INT_BEAM)`でのみ使用可能です。
F1, *F2*, *F3*			局所座標系での力 *F1* X方向の力 *F2* Y方向の力 *F3* Z方向の力
FORC			局所座標系でのすべての力とモーメント *F1*, *F2*, *F3*, *M11*, *M21*, *M31*, *M12*, *M22*, *M32*
M11, *M21*, *M31*, *M12*, *M22*, *M32*			局所座標系でのモーメント *M11* 節点1におけるX方向モーメント *M21* 節点1におけるY方向モーメント *M31* 節点1におけるZ方向モーメント *M12* 節点2におけるX方向モーメント *M22* 節点2におけるY方向モーメント *M32* 節点2におけるZ方向モーメント
MASS			要素質量
OFF			要素ステータス 結果の出力がある位置で: **= -1** 要素は非アクティブ（アクティブ化された剛体内で定義されます）。 **= 0** 削除された要素。 **= 1** アクティブな要素

Keyword3	Keyword4	Keyword5	内容
SIGX, *SIGY*, *SIGZ*, *SIGXY*, *SIGYZ*, *SIGZX*			指定した方向の応力
VONM			フォンミーゼス応力
FRACTION	MARTENSITE	*NPT*= i または ALL	マルテンサイト分率 `/MAT/LAW71` + `/PROP/TYPE18 (INT_BEAM)` でのみ使用可能。
		TMAX	特定の期間および積分点にわたる最大マルテンサイト相分率。 `/MAT/LAW71` + `/PROP/TYPE18 (INT_BEAM)` でのみ使用可能。

表 *25:* テンソル出力

Keyword3	Keyword4	Keyword5	内容
TENS	*STRESS*	*NPT*= i または ALL	`/PROP/TYPE18 (INT_BEAM)` の応力テンソル。 (要素座標系の成分XX、XY、ZX)。
	STRAIN	*NPT*= i または ALL	`/PROP/TYPE18 (INT_BEAM)` のひずみテンソル。 (要素座標系の成分XX、XY、ZX)。
		MAX	各成分XX、XY、ZXの全積分点にわたる(要素ごとの)最大ひずみmax。
		TMAX	各成分XX、XY、ZXの全積分点および特定の期間にわたる(要素ごとの)最大ひずみmax。

4. *Keyword4*内の出力位置は下記を介して定義できます:

   NPT = 積分点

5. 出力は、特定の位置番号(I)、ALLについて要求できます。出力位置はスラッシュ(/)で区切られ、任意の順が可能です。

/H3D/COMPRESS

Engineキーワード
H3Dファイルを圧縮します。

フォーマット

```
/H3D/COMPRESS
```

Max%Loss

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Max%Loss	結果における最大損失率、推奨値 = 0.001%	

コメント

1. 最大損失率は、圧縮時にモデルの値が変化する許容量を示します。

   指定された値は、ユーザーのデータについて許容水準の精度を圧縮アルゴリズムが保持できるよう、誤差推定機能の結果と比較されます。

   ただし、微小な丸め誤差により、パーセンテージが0であっても多少の損失をもたらす場合があります。

/H3D/DT

Engineキーワード
指定した出力頻度でH3D結果ファイルを書き出します。

フォーマット

```
/H3D/DT
```

T_{start}*START*T_{freq}

例

```
# start writing the h3d file at t=0.0 and create results every t=0.005
/H3D/DT
0.0 .005
# node velocity vectors
/H3D/NODA/VEL
# shell stress tensor for all integration points
/H3D/SHELL/TENS/STRESS/NPT=ALL
# shell plastic strain results at upper and lower integration points
/H3D/SHELL/EPSP/NPT=LOWER
/H3D/SHELL/EPSP/NPT=UPPER
/H3D/NODA/DMASS
# Equivalent strain rate for all elements
/H3D/ELEM/EPSD
# Solid element stress tensor.  Mean value if element has multiple integration points.
/H3D/SOLID/TENS/STRESS
# compress results with max change of 0.01%
/H3D/COMPRESS
0.01
```

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
T_{start}*START*	H3Dファイルの書き出し開始時間。	
T_{freq}	結果データがH3Dファイルに書き出しされる時間の頻度。	

コメント

1. h3dファイル名は、`Runname.h3d`となります。ここで、*Runname*は実行名（/RUN）。
2. どの結果が`h3d`ファイルに保存されるかの定義については、`/H3D/Element`ヘルプオプションをご参照ください。
3. /H3D/PARTオプションを使用することで、特定のパートのみを`h3d`ファイルに保存することが可能です。
4. `h3d`ファイルのサイズは、/H3D/COMPRESSの使用により大幅に減じることができます。

/H3D/LSENSOR

Engineキーワード
リスト内のセンサーがアクティブになった際に追加のアニメーション時間ステップをH3Dファイルに書き出します。

フォーマット

```
/H3D/LSENSOR
```

$sens\_ID_1 1$	$sens\_ID_2 2$	$sens\_D_N$

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
$sens\_ID_1 1$, $sens\_ID_2 2$, $sens\_ID_N$	センサーIDのリスト	

コメント

1. 書き出されるアニメーションデータは、センサーのアクティブ化により、`/H3D/DT`で定義される時間ステップ出力に追記されます。
2. アニメーションデータはリストのセンサーがアクティブになる毎に書き出されます。センサーアクティブ化の詳細については、/SENSORをご参照ください。

/H3D/NODA

Engineキーワード
節点についてH3Dコンター出力結果を生成します。

フォーマット

`/H3D/NODA`/*Keyword3*/*Keyword4*

#結果を保存するパートをリストする次の行（オプション）

$part\_ID_1$ ... $part\_ID_N$

例

節点速度ベクトル

```
/H3D/NODA/VEL
```

パートID356および293のみについての接触圧力

```
/H3D/NODA/PCONT
356 293
```

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Keyword3	出力タイプ。2	
Keyword4	出力タイプ。2	
$part\_ID_N$	結果が出力されるパートのIDのリスト（オプション）。	

コメント

1. PART IDが`/H3D/NODA`行の後ろにリストされている際、指定された結果はそれらのパートについてのみ出力されます。
2. 出力は、定義されているとおり、スカラー、ベクトルまたはテンソルです。

表 *26:* スカラー出力

Keyword3	**Keyword4**	内容
DAMA2		タイプ2インターフェースのダメージ。3
DENS		外部と内部エアバッグサーフェスの3D ALEおよびFVM節点の結合節点に外挿される要素密度。
DINER		節点慣性の変化 4
DMASS		節点質量の変化 5
DT		節点時間ステップ

Keyword3	**Keyword4**	内容
ENER		節点にリポートされる要素固有のエネルギー
GPS1	*P*	節点に外挿される要素の圧力
	VONM	節点に外挿される要素のフォンミーゼス応力
MASS		節点質量
NDMASS		非対角質量変化（/DT/AMSをご参照ください）6
NVAR1, *NVAR2*, ...*NVAR5*		節点変数1、2、...5
P		外部と内部エアバッグサーフェスの3D ALEおよびFVM節点の結合節点に外挿される要素圧力。
SKID_LINE	***INTER***またはALL	このオプションは、/INTER/TYPE8および/INTER/TYPE21で使用できます。 /INTER/TYPE21では、これは接線力F_tと制限接線力$F_t = P_{skid} \cdot \frac{S}{\sqrt{3}}$との間の特定の時間にわたる速度の最大値。$P_{skid}$を定義するには、/INTER/TYPE21をご参照ください。 *= 0.0* スライディングまたは接触がない場合 $= \frac{F_t}{P_{skid} \cdot \frac{S}{\sqrt{3}}}$ スライディングがあり、$F_t \le P_{skid} \cdot \frac{S}{\sqrt{3}}$の場合出力は0と1の間の値。 *= 1.0* スライディングがあり、$F_t > P_{skid} \cdot \frac{S}{\sqrt{3}}$の場合 /INTER/TYPE8では、ドロービード出力値は： *= 0* 接触なし。 *= 1.0* メイン節点はドロービードと接触。
SSP		節点の音速（FVMBAG）
STIF		節点の並進剛性
STIFR		節点の回転剛性

Keyword3	Keyword4	内容
TEMP		外部と内部エアバッグサーフェスの3D ALEおよびFVM節点の結合節点に外挿される要素圧力または熱交換についての節点温度。
VFRAC		節点の体積比率。要素の体積比率はLAW37およびLAW51で結合節点に外挿される。
ZVFRAC		節点の体積比率

表 *27:* ベクトル出力

Keyword3	Keyword4	内容
ACC		節点加速度
CLUSTER	*FORCE* *MOMENT*	全体座標系でのスポット溶接/CLUSTER力またはモーメント
CONT		節点接触力
	MAX	時間における節点の最大接触力
CONT2		タイドインターフェースの接触力(INTER/TYPE2)
DIS		節点変位
DROT		節点回転 I_{drot}= 1も/IOFLAGで設定する必要があります。設定しない場合は、回転自由度(DOF)は計算されず、このオプションは無視されます。
VROT		回転速度 I_{drot}= 1も/IOFLAGで設定する必要があります。設定しない場合は、回転自由度(DOF)は計算されず、このオプションは無視されます。
FEXT		外力
FINT		内力
FOPT		剛体、剛壁、および断面の力またはモーメント。
FRES		残差力(*FEXT –FINT*)
FREAC		強制速度、変位、加速度および境界条件に対する反力。

Keyword3	Keyword4	内容
FVEL		有限体積法のモニター体積/FVMBAG1での流体流動のための気体速度ベクトル。
MREAC		強制速度、変位、加速度および境界条件に対する反力モーメント。
PCONT		法線または接線接触圧力 7
PCONT2		法線またはタイド接線接触圧力 7
VEL		節点並進速度

表 *28:* テンソル出力

Keyword3	Keyword4	内容
GPS		要素の形状関数から計算される平均節点応力 8 /PROP/TYPE6 (SOL_ORTH)、/PROP/TYPE14 (SOLID)、/PROP/TYPE20 (TSHELL)、/PROP/TYPE21 (TSH_ORTH)および/PROP/TYPE22 (TSH_COMP)のソリッド要素のみで使用可能
GPSTRAIN		要素の形状関数から計算される平均節点ひずみ 8 /PROP/TYPE6 (SOL_ORTH)、/PROP/TYPE14 (SOLID)、/PROP/TYPE20 (TSHELL)、/PROP/TYPE21 (TSH_ORTH)および/PROP/TYPE22 (TSH_COMP)のソリッド要素のみで使用可能
GPS1		推奨されません - /H3D/NODA/GPSを使用してください。 節点に結合されている要素の平均応力。/BRICKと/TETRA4のみで使用可能。 コーナー節点の応力は、この節点に結合される全要素での、積分点での平均応力から外挿されます。
GPS2		推奨されません - /H3D/NODA/GPSを使用してください。 節点に結合されている要素の平均(相対要素体積を用いた)応力。/BRICKと/TETRA4のみで使用可能。 コーナー節点の応力は、積分点での応力から外挿されます。

3. *DAMA2* 損傷率(破断のある/INTER/TYPE2(*Spot*$_{flag}$*FLAG* = 20、21または22)の):

$$\min\left(100,\ 100\cdot\frac{normal\ relative\ displacement}{\max normal\ relative\ displacement}\right) \qquad (1435)$$

$$\min\left(100,\ 100\cdot\frac{\text{tangent } relative\ displacement}{\max tangent\ relative\ displacement}\right) \quad (1436)$$

4.

$$DINER=\left(\frac{Inertia(t)-I_0}{I_0}\right) \quad (1437)$$

ここで、

I_0	現在の実行の開始時における節点慣性で、$Inertia(t)$は現在の慣性

5. $DMASS=\left(\frac{\Delta M}{M_0}\right)$ ここで、$\Delta M=M-M_0$

ここで、

M_0	リスタート開始時の節点質量
M	現時点の質量

> **注:** ΔM は、各リスタートファイルの開始時に0にリセットされます。

6. /DT/AMSが使用される場合、時間ステップを増加させるために、非対角質量マトリックスが使用されます。質量マトリックスの各行で、集中質量M_0は、総質量を一定に保つために非対角項で補正される値ΔMだけ増加します。

$$NDMAS=\left(\frac{\Delta M}{M_0}\right) \quad (1438)$$

7. *PCONT*または*PCONT2*の場合は、以下の2つの節点ベクトルが出力されます:

$$\mathbf{P}_n=\frac{\mathbf{F}_n}{S},\quad \mathbf{P}_t=\frac{\mathbf{F}_t}{S} \quad (1439)$$

ここで、

$\mathbf{F}_n$	節点にかかる法線接触力の合計
$\mathbf{F}_t$	節点にかかる接線接触力の合計
S	節点に結合しているセグメントの外挿サーフェス

8. コーナー節点の応力またはひずみは、この節点に結合される各要素の積分点での応力またはひずみから、形状関数の双線形外挿を使用して計算されます。厚肉シェルプロパティについては、双線形外挿は、上層および下層の積分点を使用して計算されます。

/H3D/PART

Engineキーワード

どのパートがH3Dファイルに保存されるかを定義します。H3Dファイルは、リストされている*part_ID*$_s$のモデルおよび結果データのみを含みます。

フォーマット

```
/H3D/PART
```

part_ID$_1$... *part_ID*$_N$

例

h3dファイルは、*part_ID*$_s$=356、293、476、489、256のモデルおよび結果データのみを含みます。

```
/H3D/PART
356 293 476 489 256
```

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
part_ID$_1$...*part_ID*$_N$	H3Dファイルは、リストされている*part_ID*のモデルおよび結果データのみを含みます。	

/H3D/RBE2/SINGLE_PART

Engineキーワード
すべてのRBE2を単一パートに表示します。

フォーマット

```
/H3D/RBE2/SINGLE_PART
```

コメント

1. デフォルトでは、RBE2ごとに1つのパートが作成されます。このため、長いパートリストが返されることがあります。このオプションでは、すべてのRBE2が単一のパートにまとめられます。

See Also
2022の新しいキーワード

/H3D/RBE3/SINGLE_PART

Engineキーワード
すべてのRBE3を単一パートに表示します。

フォーマット

```
/H3D/RBE3/SINGLE_PART
```

コメント

1. デフォルトでは、RBE3ごとに1つのパートが作成されます。このため、長いパートリストが返されることがあります。このオプションでは、すべてのRBE3が単一のパートにまとめられます。

See Also
2022の新しいキーワード

/H3D/RBODY/SINGLE_PART

Engineキーワード
すべての剛体(`/RBODY`)を単一パートに表示します。

フォーマット

```
/H3D/RBODY/SINGLE_PART
```

コメント

1. デフォルトでは、RBODYごとに1つのパートが作成されます。このため、長いパートリストが返されることがあります。このオプションでは、すべてのRBODYが単一のパートにまとめられます。

See Also
2022の新しいキーワード

/H3D/QUAD

Engineキーワード

/QUAD2次元ソリッド要素についてH3Dコンター出力結果を生成します。

フォーマット

/H3D/QUAD/*Keyword4*/*Keyword5*

#結果を保存するパートをリストする次の行（オプション）

$part\_ID_1$... $part\_ID_N$

例

平均要素フォンミーゼス応力

```
/H3D/QUAD/VONM
```

パートID 55および 75についてのみの特定のエネルギー出力

```
/H3D/QUAD/ENER
1 55 75
```

ユーザー変数#12結果

```
/H3D/QUAD/USER/UVAR=12
```

1つ目の材料についての材料LAW20密度

```
/H3D/QUAD/LAW20/DENS1
```

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Keyword3	出力タイプ。3	
Keyword4	出力タイプ。3	
Keyword5	出力タイプ。3	
$part\_ID_N$	結果が出力されるパートのIDのリスト（オプション）。	

コメント

1. シンタックス/H3D/ELEM/Keyword3/Keyword4/Keyword5も有効です。
2. PART IDが/H3D/QUAD行の後ろにリストされている際、指定された結果はそれらのパートについてのみ出力されます。
3. 出力は、以下の表で定義されているとおり、スカラーまたはテンソルです。

表 *29:* スカラー出力

Keyword3	**Keyword4**	内容
BULK		人工粘性
DAM1, *DAM2*, *DAM3*		材料LAW24で/QUAD要素の局所亀裂スキュー方向1、2または3の主損傷値
DENS		密度
DT		時間ステップ
EINT		要素内部エネルギー
HOURGLASS		アワグラスエネルギー
OFF		要素ステータス。 結果の出力がある位置で: **= -1** 要素は非アクティブ（アクティブ化された剛体内で定義されます）。 **= 0** 削除された要素。 **0～1** 破壊プロセス下。 **= 1** アクティブな要素。
FORC		局所座標系でのすべての力とモーメント F1、F2、F3、M11、M21、M31、M12、M22、M
P		圧力
MASS		要素質量
SIGEQ		材料の降伏基準に基づく相当応力。降伏基準の例には、フォンミーゼス、Hill、Barlatがあります。
SIGX,*SIGY*,*SIGZ*, *SIGXY*,*SIGYZ*,*SIGZX*		指定方向の平均要素応力
VONM		平均要素フォンミーゼス応力

Keyword3	Keyword4	内容
USER	***UVAR=*** IまたはALL	ユーザー定義変数*i*用のユーザー材料(`/MAT/USERij`)則。

表 *30: スカラーALEおよびCFD出力*

Keyword3	Keyword4	内容
BFRAC		燃焼率(JWL EOS:`LAW5` と `LAW51`)
COLOR		1*vfrac1 + 2*vfrac2 + ... + last*vfracN (LAW51 and LAW151 only)
K		CFDでの乱流エネルギーに特異的
LAW20	*DENS1*	1つ目の材料の密度
	DENS2	2つ目の材料の密度
	ENER1	1つ目の材料に固有なエネルギー
	ENER2	2つ目の材料に固有なエネルギー
	EPSP1	1つ目の材料の塑性ひずみ
	P1	1つ目の材料の圧力
	P2	2つ目の材料の圧力
	QVIS1	1つ目の材料の人工粘性
	QVIS2	2つ目の材料の人工粘性
	SSP1	1つ目の材料の音速。ALE材料則でのみ有効。
	SSP2	2つ目の材料の音速。ALE材料則でのみ有効。
	TEMP1	1つ目の材料の温度
	TEMP2	2つ目の材料の温度
	VOLUM1	1つ目の材料の体積
	VOLUM2	2つ目の材料の体積
MACH		Mach数(`/MAT/LAW151`のみ)

Keyword3	Keyword4	内容
SCHLIEREN		シュリーレン像（*CFD*分野で広く使用されている光学的手法）。ALE材料則
SSP		音速。ALE材料則でのみ有効。
TDET		爆発時間出力
TVIS		CFDでの乱流密度に特異的
VFRAC1,*VFRAC2*, *VFRAC3*,*VFRAC4*		体積比率（ALE材料則： `LAW20`、`LAW37` および `LAW51`）
VORTX		X方向のALE材料の速度

表 *31:* テンソル出力

Keyword3	Keyword4	Keyword5	内容
TENS	*DAMA*		`/MAT/LAW24`のみについては、積分点における亀裂テンソル。 *Keyword5*が空白である場合、要素内の平均値が出力されます。
	EPSP	**IR** IまたはALL **IS** jまたはALL	`/MAT/LAW24`、I_{cpre}*CPRE*=2についてのみ使用可能な積分点における塑性ひずみテンソル *Keyword5*が空白である場合、要素内の平均値が出力されます。
	STRAIN	**IR** IまたはALL **IS** jまたはALL	積分点におけるひずみテンソル。 *Keyword5*が空白である場合、要素内の平均値が出力されます。
	STRESS	**IR** IまたはALL **IS** jまたはALL	積分点における応力テンソル。

Keyword3	**Keyword4**	**Keyword5**	内容
			*Keyword5*が空白である場合、要素内の平均値が出力されます。

4. 積分点結果を要求するには、/IR=i/IS=j記述を使用します。ここで、オプションは任意の順で入力できます。

/H3D/SHELL

Engineキーワード

/SHELLおよび/SH3Nシェル要素についてH3Dコンター出力結果を生成します。

フォーマット

/H3D/SHELL/*Keyword3*/*Keyword4*/*Keyword5*

#結果を保存するパートをリストする次の行（オプション）

$part\_ID_1$ ... $part\_ID_N$

例

ply=1およびすべての積分点の応力テンソル結果。PLYとNPTの順番は関係ありません。

```
/H3D/SHELL/TENS/STRESS/PLY=1/NPT=ALL
/H3D/SHELL/TENS/STRESS/NPT=ALL/PLY=1
```

すべての積分点の応力テンソル結果

```
/H3D/SHELL/TENS/STRESS/NPT=ALL
```

パートID 356および 293についてのみの特定のエネルギー密度結果

```
/H3D/SHELL/ENER
356 293
```

すべての積分点のユーザー変数#12結果

```
/H3D/SHELL/USER/NPT=ALL/UVAR=12
```

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Keyword3	出力タイプ。3	
Keyword4	出力タイプ。3	
Keyword5	出力タイプ。3	
$part\_ID_N$	結果が出力されるパートのIDのリスト（オプション）。	

コメント

1. シンタックス/H3D/ELEM/Keyword3/Keyword4/Keyword5も有効です。
2. PART IDが/H3D/SHELL行の後ろにリストされている際、指定された結果はそれらのパートについてのみ出力されます。
3. 出力は、以下の表で定義されているとおり、スカラー、ベクトルまたはテンソルです。

表 *32:* スカラー出力

Keyword3	Keyword4	内容
ALPHA	***PLY=*** I または ALL ***LAYER=*** I または ALL	材料/MAT/LAW58のせん断角度alpha（単位：度）
AMS		/DT/CST_AMSにより*AMS*時間ステップを使用する要素：
BULK		人工粘性
DAM1, *DAM2*, *DAM3*		材料LAW15およびLAW25の局所直交異方性スキュー方向1、2または3の主損傷値
DAMA	***MEMB*** ***PLY=*** I または ALL ***LAYER=*** I または ALL ***NPT=*** I, ALL、LOWER または UPPER	材料に作用するすべての/FAIL基準の特定の期間にわたる損傷最大値。損傷がどのように計算されるかについて使用される特定の/FAIL則を参照のこと。
DAMG	*MEMB* *NPT=* I, ALL、LOWER または UPPER	板厚方向の積分点にわたる平均損傷（/FAIL/GURSONの場合のみ）。8
DENS		密度
DOMAIN		要素のSPMDドメイン数
DT		要素の時間ステップ
EINT		要素内部エネルギー
ENER		比エネルギー密度（内部エネルギーを要素の質量で割った値）
EPSD		相当塑性ひずみ速度
EPSP	***PLY=*** I または ALL ***LAYER=*** I または ALL	塑性ひずみ

Keyword3	Keyword4	内容
	NPT= I, ALL、LOWER または UPPER	
ERROR	*THICK*	シェル厚の推定誤差
FAIL	***PLY=*** I または ALL	`/PROP/TYPE10`、`/PROP/TYPE11`、`/PROP/TYPE17`、`/PROP/TYPE51`、`/PCOMPP`、`/MAT/LAW15`および`/MAT/LAW25`についてソリッドの破断した層の数。他のプロパティセットと材料則の場合、値は以下のようになります：破断なし= 0、破断した要素= 1
FLDF	***MEMB*** ***LAYER=*** I または ALL ***NPT=*** I, ALL、LOWER または UPPER	FLD損傷係数の指標 6
FLDZ	***MEMB*** ***LAYER=*** I または ALL ***NPT=*** I, ALL、LOWER または UPPER	FLD損傷モデルのFLD破壊ゾーン係数 7 **= 1** ルーズメタル **= 2** 高い皺 **= 3** 圧縮 **= 4** 安全 **= 5** マージン **= 6** 破壊
HOURGLASS		アワグラスエネルギー
MASS		要素質量
MDS		使用されるMDS則に従って出力するユーザー変数の自動選択。 （ユーザー変数ごと、およびスタックとプライの場合はプライごとに1つの値）
MDS	***MDS_VAR=*** DEF または ALL ***PLY=*** I または ALL ***LAYER=*** I または ALL	MDSユーザー変数

Keyword3	Keyword4	内容
	NPT= I, ALL、LOWER または UPPER	
NXTF	***MEMB*** ***LAYER=*** I または ALL ***NPT=*** I, ALL、LOWER または UPPER	/FAIL/NXT破壊モデルの不安定性要因
OFF		要素ステータス。 結果の出力がある位置で: **= -1** 要素は非アクティブ（アクティブ化された剛体内で定義されます）。 **= 0** 削除された要素。 **0～1** 破壊プロセス下。 **= 1** アクティブな要素
PEXT		/PLOAD, /LOAD/PFLUID, /LOAD/PBLASTまたは/LOAD/PRESSUREから得られるシェル要素にかかる外部圧力
PHI	***MEMB*** ***PLY=*** I または ALL ***NPT=*** I, ALL、LOWER または UPPER	要素座標系と異方性の方向1の間の角度。
SIGEQ		材料の降伏基準に基づく相当応力。降伏基準の例には、フォンミーゼス、Hill、Barlatがあります。
SIGX, *SIGY*, *SIGZ*, *SIGXY*, *SIGYZ*, *SIGZX*		指定した方向の応力
TDEL		/FAIL基準を用いて定義された破壊のため、要素が削除された時間。材料に組み込まれた破壊基準は無視されます。
TEMP		温度
THICK		板厚

Keyword3	Keyword4	内容
THIN		シェル厚減少率
USER	***PLY=*** I または ALL ***LAYER=*** I または ALL ***NPT=*** I, ALL、LOWER または UPPER ***UVAR=*** I または ALL	ユーザー定義変数*i*用のユーザー材料(`/MAT/USERij`)則。また、`LAW58`など一部のRadioss材料については、USR出力を要求します。USR1出力は、*UVAR*=1を用いて要求されます。
VONM		中立繊維におけるフォンミーゼス応力
WPLA	***PLY=*** I または ALL ***LAYER=*** IまたはALL ***NPT=*** I, ALL、LOWER または UPPER	`/MAT/LAW15 (CHANG)`および`/MAT/LAW25 (COMPSH)`についての塑性仕事。

表 *33:* テンソル出力

Keyword3	Keyword4	Keyword5	内容
TENS	*EPSDOT*	***MEMB*** ***BEND*** ***PLY=*** I または ALL ***LAYER=*** I または ALL ***NPT=*** I または ALL	ひずみ速度テンソル
	STRAIN	***MEMB*** ***BEND*** ***PLY=*** I または ALL ***LAYER=*** I または ALL ***NPT=*** I, ALL、LOWER または UPPER	ひずみテンソル

Keyword3	Keyword4	Keyword5	内容
	STRAIN_ENG	--	微小な全ひずみ。要素ごとに1つのテンソルのみ。
	STRESS	***MEMB*** ***BEND*** ***PLY=*** I または ALL ***LAYER=*** I または ALL ***NPT=*** I または ALL	応力テンソル

4. *Keyword4*および*Keyword5*内の出力位置は下記を介して定義できます:

NPT	積分点
LAYER	`/PROP/TYPE11 (SH_SANDW)`、`/PROP/TYPE10 (SH_COMP)`の使用時の複合材シェル層
PLY	`/PROP/TYPE19 (PLY)`または`/PLY`の使用時の複合材シェル積層
MEMB	要素毎の一般化した膜応力。NPT、LAYERまたはPLYオプションとは使用できません。
BEND	要素毎の一般化した曲げ応力。NPT、LAYERまたはPLYオプションとは使用できません。

5. 出力は、特定の位置番号(I)、ALLについて、および、場合によってはUPPERまたはLOWER内で要求できます。出力位置は / で区切られ、任意の順が可能です。
6. FLD損傷係数の値は、成形限界線全体の実際の最大主ひずみの比と同じです。

$$FLDF = \frac{\varepsilon_{major}}{\varepsilon_{\lim}} \qquad (1440)$$

ここで、$\varepsilon_{\lim}$は、FLD(`/FAIL/FLD`での*fct_ID*)からの破壊限界における最大主ひずみです。

FLDは、ε_{major}と$\varepsilon_{\lim}$とを同じε_{minor}を用いて比較します。

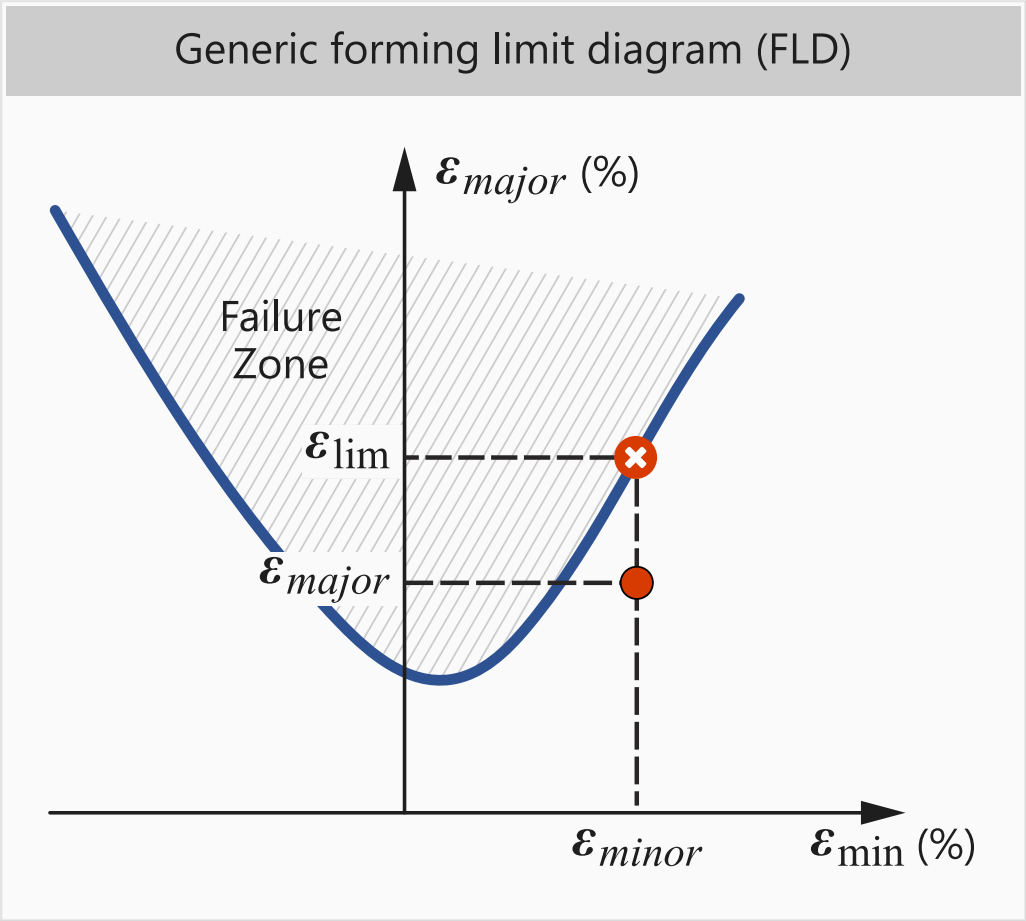


図 *437:*

*FLDF*は、オプション/FAIL/FLD, *Ifail_sh*=4が使用されている場合、1より大きくなることがあります。その場合、損傷係数はポスト処理用にのみ計算され、要素は削除されません。

7. FLDゾーンインデックスの値は、以下のように定義されます:

FLDZ=6 破壊

$$\varepsilon_{major} > \varepsilon_{\lim}$$

FLDZ=5 マージン

$$\varepsilon_{\lim} > \varepsilon_{major} > \varepsilon_{marginal}$$

FLDZ=4 安全

$$\varepsilon_{marginal} > \varepsilon_{major} > |\varepsilon_{minor}|$$

FLDZ=3 圧縮

$$-\varepsilon_{minor} > \varepsilon_{major} > -\varepsilon_{minor} \cdot \frac{R_{ani}}{1+R_{ani}}$$

FLDZ=2 高い皺

$$-\varepsilon_{minor} \cdot \frac{R_{ani}}{1+R_{ani}} > \varepsilon_{major}$$

FLDZ=1　　ルーズメタル

$$\varepsilon_{major}{}^2 + \varepsilon_{minor}{}^2 > Factor\_Loosemetal^2$$

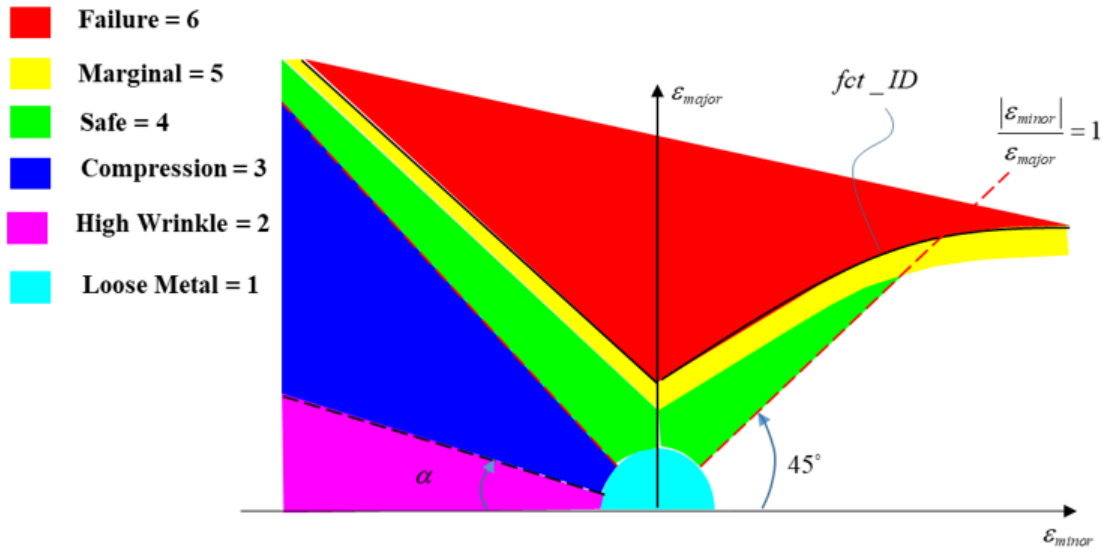


図 *438:*

ここで、

fct_ID　　右記で定義される; /FAIL/FLD

$\varepsilon_{\lim}$　　/FAIL/FLDでの*fct_ID*からのFLD図からの制限としての主ひずみ

ε_{minor} および ε_{major}　　最小および最大主ひずみ

R_{ani}　　FLD入力(/FAIL/FLD)で定義されている平均異方性係数

$Factor\_Marginal$　　FLD入力(/FAIL/FLD)で定義

$Factor\_Loosemetal$　　FLD入力(/FAIL/FLD)で定義

$$\alpha = \arctan\left(-\frac{R_{ani}}{1+R_{ani}}\right) \qquad (1441)$$

I_marg　　FLD入力(/FAIL/FLD)で定義

8. オプションDAMGは/FAIL/GURSONと共に使用し、損傷値(延性破壊における全ボイド体積率に対する現在の比率)を出力します。

$$D = \frac{f_t}{f_F} \qquad (1442)$$

/H3D/SOLID

Engineキーワード

/BRICK、/BRIC20、/TETRA4、/TETRA10ソリッド要素および/BRICK、/PENTA6、/SHEL16厚肉シェルについてH3Dコンター出力結果を生成します。

フォーマット

/H3D/SOLID/*Keyword3*/*Keyword4*/*Keyword5*

#結果を保存するパートをリストする次の行（オプション）

$part\_ID_1$... $part\_ID_N$

例

1つの積分点の応力テンソル結果

```
/H3D/SOLID/TENS/STRESS/IR=1/IS=2/IT=1
```

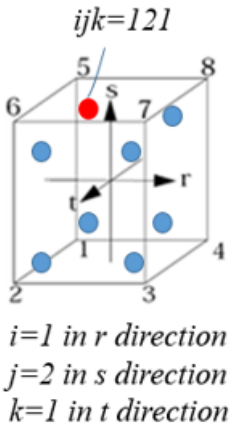


図 *439:*

すべての応力テンソル積分点結果が出力される

```
/H3D/SOLID/TENS/STRESS/IR=ALL/IS=ALL/IT=ALL
```

パートID 55および 75についてのみの特定のエネルギー出力

```
/H3D/SOLID/ENER
1 55 75
```

定義

フィールド	内容	SI単位の例
Keyword3	出力タイプ。3	
Keyword4	出力タイプ。3	
Keyword5	出力タイプ。3	

フィールド	内容	**SI**単位の例
part_ID$_N$	結果が出力されるパートのIDのリスト(オプション)。	

コメント

1. シンタックス/H3D/ELEM/*Keyword3*/*Keyword4*/*Keyword5*も有効です。
2. PART IDが/H3D/SOLID行の後ろにリストされている際、指定された結果はそれらのパートについてのみ出力されます。
3. 出力は、以下の表で定義されているとおり、スカラーまたはテンソルです。

表 *34:* スカラー出力

Keyword3	**Keyword4**	内容
AMS		/DT/CST_AMSのために*AMS*時間ステップを使用した要素
DAM1, *DAM2*, *DAM3*		材料LAW24で/BRICK要素の局所亀裂スキュー方向1、2または3の主損傷値
DAMA	***IR=*** i または ALL ***IS=*** j または ALL ***IT=*** k または ALL	材料に作用するすべての/FAIL基準の特定の期間にわたる損傷最大値。 *Keyword4*が空白である場合、要素の積分点の最大値が出力されます。 損傷がどのように計算されるかについて使用される特定の/FAIL則を参照のこと。
DAMG		積分点の平均ダメージ(/FAIL/GURSONの場合のみ)。 5
DENS		密度
DOMAIN		要素のSPMDドメイン数
DT		要素の時間ステップ
EINT		要素内部エネルギー
ENER		比エネルギー密度(内部エネルギーを要素の質量で割った値)
EPSD		相当塑性ひずみ速度
EPSP		塑性ひずみ
FILL		/INIBRI/FILLの充填パーセンテージ
FLDF	*OUTER*	FLD損傷係数の指標 6

Keyword3	Keyword4	内容
FLDZ	*OUTER*	FLD損傷モデルのFLD破壊ゾーン係数 *= 1* ルーズメタル *= 2* 高い皺 *= 3* 圧縮 *= 4* 安全 *= 5* マージン *= 6* 破壊 6
HOURGLASS		アワグラスエネルギー
MASS		要素質量
MDS		*MDS*ユーザー変数 使用されるMDS則に従って出力するユーザー変数の自動選択。 （すべてのソリッド積分点の平均値）
MDS	***MDS_VAR***DEF または ALL **=**	*MDS*ユーザー変数 （すべてのソリッド積分点の平均値）
OFF		要素ステータス 結果の出力がある位置で: **= -1** 要素は非アクティブ（アクティブ化された剛体内で定義されます）。 **= 0** 削除された要素。 **0～1** 破壊プロセス下。 **= 1** アクティブな要素
ORTHD	***LAYER=*** i または ALL ***IR=*** i または ALL ***IS=*** j または ALL	全体参照座標系から直交異方性参照座標系へ移行するために回転マトリックスを定義するオイラー角（度）。 固有の角度を要求するには、ORTHD/PSI、ORTHD/THETAまたはORTHD/PHIを使用します。

Keyword3	Keyword4	内容
	IT= k または ALL	
P		圧力
PEXT		/PLOAD, /LOAD/PFLUID, /LOAD/PBLASTまたは/LOAD/PRESSUREから得られるソリッド要素にかかる外部圧力 圧力を表示するために、外皮が自動的に作成されます。
SIGEQ		材料の降伏基準に基づく相当応力。降伏基準の例には、フォンミーゼス、Hill、Barlatがあります。
SIGX, *SIGY*, *SIGZ*, *SIGXY*, *SIGYZ*, *SIGZX*		指定方向の平均要素応力
TEMP		温度
TDEL		/FAIL基準を用いて定義された破壊のため、要素が削除された時間。材料に組み込まれた破壊基準は無視されます。
USER	***UVAR=*** i または ALL ***IR=*** i または ALL ***IS=*** j または ALL ***IT=*** k または ALL	ユーザー定義変数*i*用のユーザー材料(/MAT/USERij)則。また、LAW59またはLAW70など一部のRadioss材料については、USR出力を要求します。*USR1*出力は、*UVAR*=1を用いて要求されます。積分点結果については、*IR*, *IS* and *IT*オプションを使用します。
VDAM1	***IR=*** i または ALL ***IS=*** j または ALL ***IT=*** k または ALL	/FAIL/SNCONNECTについての損傷係数Dの値
VDAM2	***IR=*** i または ALL ***IS=*** j または ALL ***IT=*** k または ALL	/FAIL/SNCONNECTについての損傷面σ_{y0}の値
VDAM3	***IR=*** i または ALL ***IS=*** j または ALL ***IT=*** k または ALL	/FAIL/SNCONNECTについての破断面σ_{yf}の値

Keyword3	Keyword4	内容
VONM		平均要素フォンミーゼス応力
WPLA		/MAT/LAW12 (3D_COMP)および/MAT/LAW25 (COMPSH)についての塑性仕事。

表 *35: スカラーALEおよびCFD*出力

Keyword3	Keyword4	内容
BFRAC		燃焼率(JWL EOS:LAW5およびLAW51).
BULK		人工粘性
COLOR		1*vfrac1 + 2*vfrac2 + ...+ last*vfracN (LAW51 and LAW151 only).
K		CFDでの乱流エネルギーに特異的
MACH		Mach数(/MAT/LAW151のみ)
MOM		すべての成分と大きさについてインターフェースTYPE22でのFVMのセル運動量密度(*MOM*)それぞれを別個に要求するには、*MOMX*、*MOMY*、*MOMZ*、*MOMXY*、*MOMYZ*、*MOMXZ*、|*MOM*|を使用します。
SCHLIEREN		シュリーレン像(*CFD*分野で広く使用されている光学的手法)。ALE材料則
SSP		音速。ALE材料則でのみ有効。
TDET		爆発時間出力
TVIS		CFDでの乱流密度に特異的
VEL		すべての成分と大きさについてインターフェースTYPE22でのFVMのセル速度それぞれを別個に要求するには、*VELX*、*VELY*、*VELZ*、*VELXY*、*VELYZ*、*VELXZ*、|*VEL*|を使用します。
VFRAC1,*VFRAC* *VFRAC3*,*VFRAC*		体積比率(ALE材料則:LAW20, LAW37およびLAW51).
VORT, *VORTX*, *VORTY*, *VORTZ*		結果のX、Y、Z成分でのALE材料の速度

Keyword3	Keyword4	内容
VECT	*VEL*	有限体積セル重心における速度ベクトル
	CONT	有限体積セル重心における接触力ベクトル

表 *36:* テンソル出力

Keyword3	Keyword4	Keyword5	内容
TENS	*DAMA*		材料LAW24のみについては、積分点における亀裂テンソル。 *Keyword5*が空白である場合、要素内の平均値が出力されます。
	EPSP	***IR=*** i または ALL ***IS=*** j または ALL ***IT=*** k または ALL	/MAT/LAW24、I_{cpre}*CPRE*=2についてのみ使用可能な積分点における塑性ひずみテンソル *Keyword5*が空白である場合、要素内の平均値が出力されます。
	STRAIN	***IR=*** i または ALL ***IS=*** j または ALL ***IT=*** k または ALL	積分点におけるひずみテンソル。 *Keyword5*が空白である場合、要素内の平均値が出力されます。
		OUTER	ソリッドまたは厚肉シェルコンポーネントの外側のサーフェス上の膜ひずみテンソル。膜層が自動的に作成され、ソリッドひずみテンソルがこのサーフェスに外挿されます。
		CORNER_DATA	各要素のすべての節点に対して保存されたひずみテンソル(/SHE16または/BRICK20では使用できません)。
	STRAIN_ENG	--	微小な全ひずみ。要素ごとに1つのテンソルのみ。
	STRESS	***IR=*** i または ALL ***IS=*** j または ALL ***IT=*** k または ALL	積分点における応力テンソル。*Keyword5*が空白である場合、要素内の平均値が出力されます。
		OUTER	ソリッドまたは厚肉シェルコンポーネントの外側のサーフェス上の膜応力テンソル。膜層が自動

Keyword3	Keyword4	Keyword5	内容
			的に作成され、ソリッド応力テンソルがこのサーフェスに外挿されます。
		CORNER_DATA	各要素のすべての節点に対して保存された応力テンソル(/SHE16または/BRICK20では使用できません)。

4. 積分点結果を要求するには、/IR=i/IS=j/IT=k記述を使用します。ここで、オプションは任意の順で入力できます。
5. オプションDAMGは`/FAIL/GURSON`と共に使用し、損傷値(延性破壊における全ボイド体積率に対する現在の比率)を出力します。

$$D = \frac{f_t}{f_F} \tag{1443}$$

/H3D/SPH

Engineキーワード
SPHについてH3Dコンター出力結果を生成します。

フォーマット

`/H3D/SPH/`*Keyword3Keyword4Keyword5*

#結果を保存するパートをリストする次の行（オプション）

part_ID$_1$... *part_ID*$_N$

例

すべての積分点の応力テンソル結果

```
/H3D/SPH/TENS/STRESS
```

パートID 356および 293についてのみの特定のエネルギー密度結果

```
/H3D/SPH/ENER
356 293
```

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Keyword3	出力タイプ。3	
Keyword4	出力タイプ。3	
part_ID$_N$	結果が出力されるパートのIDのリスト（オプション）。	

コメント

1. シンタックス`/H3D/ELEM/Keyword3/Keyword4`も有効です。
2. PART IDが`/H3D/SPH`行の後ろにリストされている際、指定された結果はそれらのパートについてのみ出力されます。
3. 出力は、以下の表で定義されているとおり、スカラーまたはテンソルです。

表 *37:* スカラー出力

Keyword3	**Keyword4**	内容
DAM1, *DAM2*, *DAM3*		材料`LAW24`の局所亀裂スキュー方向1、2または3の主損傷値
DAMA		材料に作用するすべての`/FAIL`基準の特定の期間にわたる損傷最大値。損傷がどのように計算されるかについて使用される特定の`/FAIL`則を参照のこと。

Keyword3	**Keyword4**	内容
DENS		密度
DIAMETER		SPH直径
DOMAIN		要素のSPMDドメイン数
ENER		比エネルギー密度（内部エネルギーを要素の質量で割った値）
EPSP		材料則が28より大きい塑性ひずみ
MASS		要素質量
OFF		要素ステータス。 結果の出力がある位置で: **= -1** 要素は非アクティブ（アクティブ化された剛体内で定義されます）。 **= 0** 削除された要素。 **0～1** 破壊プロセス下。 **= 1** アクティブな要素。
P		圧力
SIGEQ		材料の降伏基準に基づく相当応力。降伏基準の例には、フォンミーゼス、Hill、Barlatがあります。
SIGX, *SIGY*, *SIGZ*, *SIGXY*, *SIGYZ*, *SIGZX*		指定した方向の応力
TEMP		温度
VONM		フォンミーゼス応力
USER	***UVAR=*** IまたはALL	ユーザー定義変数*i*用のユーザー材料（`/MAT/USERij`）則。一部のRadioss材料については、USR出力を要求します。*USR1*出力は、*UVAR*=1を用いて要求されます。

表 *38:* テンソル出力

Keyword3	**Keyword4**	内容
TENS	*STRAIN*	材料則が28より大きいひずみテンソル
TENS	*STRESS*	応力テンソル
TENS	*DAMA*	材料`LAW24`のみについては、積分点における亀裂テンソル。

/H3D/SPRING

Engineキーワード

/SPRINGスプリング要素についてH3Dコンター出力結果を生成します。

フォーマット

/H3D/SPRING/*Keyword3*

#結果を保存するパートをリストする次の行(オプション)

part_ID$_1$... *part_ID*$_N$

例

スプリング要素の時間ステップ

```
/H3D/SPRING/DT
```

パートID 356および 293についてのみの力とモーメントの出力

```
/H3D/SPRING/FORC
356 293
```

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Keyword3	出力タイプ。3	
part_ID$_N$	結果が出力されるパートのIDのリスト(オプション)。	

コメント

1. シンタックス/H3D/ELEM/Keyword3も有効です。
2. PART IDが/H3D/SPRING行の後ろにリストされている際、指定された結果はそれらのパートについてのみ出力されます。
3. スカラー出力は以下の表に定義されます:

表 *39:* スカラー出力

Keyword3	内容
AMS	/DT/CST_AMSのために*AMS*時間ステップを使用した要素
DAM1, *DAM2*, *DAM3*	方向1、2または3の損傷 4
DT	要素の時間ステップ
ENER	比エネルギー密度(内部エネルギーを要素の質量で割った値)
EPSP	塑性ひずみ。

Keyword3	内容
F1, *F2*, *F3*	局所座標系での力 ***F1*** X方向の力 ***F2*** Y方向の力 ***F3*** Z方向の力
FORC	局所座標系でのすべての力とモーメント *F1*, *F2*, *F3*, *M11*, *M21*, *M31*, *M12*, *M22*, *M32*。
M11, *M21*, *M31*, *M12*, *M22*, *M32*	局所座標系でのモーメント ***M11*** 節点1におけるX方向モーメント ***M21*** 節点1におけるY方向モーメント ***M31*** 節点1におけるZ方向モーメント ***M12*** 節点2におけるX方向モーメント ***M22*** 節点2におけるY方向モーメント ***M32*** 節点2におけるZ方向モーメント
MASS	要素質量
OFF	要素ステータス。 結果の出力がある位置で: **= -1** 要素は非アクティブ(アクティブ化された剛体内で定義されます)。 **= 0** 削除された要素。 **0～1** 破壊プロセス下。 **= 1** アクティブな要素。

4. スプリングの損傷は、0の時点から現時点までの変位の最大値と破壊変位との比率として、次のように定義します:

$$DAM = \max_t\left(\frac{\delta(t)}{\delta_{\max}}\right) \quad (1444)$$

TYPE13(/PROP/SPR_BEAM)のスプリングでは、損傷の方向1は引張 / 圧縮で、2と3はyとzのせん断です。

TYPE8(/PROP/SPR_GENE)のスプリングでは、損傷の方向1、2、3はそれぞれ、x、y、zの各方向です。

/H3D/TITLE

Engineキーワード
追加の名前情報をH3Dファイルコンテンツに書き込みます。

フォーマット

```
/H3D/TITLE
```

Number_h3d_1	*h3d_title_1*
Number_h3d_2	*h3d_title_2*
...	
Number_h3d_N	*h3d_title_N*

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Number_h3d_1, *Number_h3d_2*, *Number_h3d_N*	H3Dファイルの番号に対応する整数のリスト	
h3d_title_1, *h3d_title_2*, *h3d_title_N*	対応するH3Dファイルコンテンツに追加される必要のある名前のタグまたは文字列 （最大80文字）	

/H3D/TRUSS

Engineキーワード

/TRUSSトラス要素についてH3Dコンター出力結果を生成します。

フォーマット

/H3D/TRUSS/*Keyword3*/*Keyword4*

#結果を保存するパートをリストする次の行（オプション）

$part\_ID_1$ ... $part\_ID_N$

例

フォンミーゼス応力

```
/H3D/TRUSS/VONM
```

パートID 356および 293についてのみの特定のエネルギー密度結果

```
/H3D/TRUSS/ENER
356 293
```

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Keyword3	出力タイプ。3	
$part\_ID_N$	結果が出力されるパートのIDのリスト（オプション）。	

コメント

1. シンタックス/H3D/ELEM/Keyword3も有効です。
2. PART IDが/H3D/TRUSS行の後ろにリストされている際、指定された結果はそれらのパートについてのみ出力されます。
3. スカラー出力は以下に定義されます。

表 *40:* スカラー出力

Keyword3	内容
AMS	/DT/CST_AMSのために*AMS*時間ステップを使用した要素
DT	要素の時間ステップ
ENER	比エネルギー密度（内部エネルギーを要素の質量で割った値）
EPSP	塑性ひずみ。
F1	局所座標系での力 ***F1*** X方向の力

Keyword3	内容
FORC	局所座標系でのすべての力とモーメント *F1*, *F2*, *F3*, *M11*, *M21*, *M31*, *M12*, *M22*, *M32*
MASS	要素質量
OFF	要素ステータス 結果の出力がある位置で: **= -1** 要素は非アクティブ（アクティブ化された剛体内で定義されます）。 **= 0** 削除された要素。 **0～1** 破壊プロセス下。 **= 1** アクティブな要素
SIGX	指定した方向の応力
VONM	フォンミーゼス応力

表 *41:* テンソル出力

Keyword3	**Keyword4**	内容
TENS	*STRAIN*	ひずみテンソル出力（グローバル）
	STRESS	応力テンソル出力（グローバル）

その他の出力ファイル

Engineキーワード

/OUTP

Engineキーワード
ASCIIフォーマットの出力ファイルを書き込みます。

フォーマット

`/OUTP`/*Keyword2*/*Keyword3*/*Keyword4*

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Keyword2	ASCII出力ファイル(STY-ファイル)を参照	
Keyword3	ASCII出力ファイル(STY-ファイル)を参照	
Keyword4	ASCII出力ファイル(STY-ファイル)を参照	

コメント

1. `/OUTP`で使用可能な機能の一覧:

Keyword2	**Keyword3**	**Keyword4**
DT		
VECT	*VEL*, *DIS*, *ACC*, *CONT*, *FINT*, *FEXT*, *FOPT*, *VROT*, *PCONT*	
NODA	*DT*, *DMAS*, *DINER*	
ELEM	*OFF*, *EPSP*, *ENER*, *VONM*, *HOUR*, *SLEN*, *USER1*, *USER2*, *USER3*, *USER4*, *USER5*	
BRIC	*OFF*, *EPSP*, *ENER*, *DENS*, *TEMP*, *P*, *VONM*, *HOUR*, *USER1*, *USER2*, *USER3*, *USER4*, *USER5*, *STRES*	
	STRAI, *STRES*, *USERS*	*FULL*
SHEL	*OFF*, *EPSP*, *HOUR*, *ENER*, *THIC*, *VONM*, *USER1*, *USER2*, *USER3*, *USER4*, *USER5*	

Keyword2	Keyword3	Keyword4
	USRii	*FULL*
	USERS	*FULL*
	STRES, *STRAI*, *EPSD0*	*MEMB*, *BEND*, *UPPER*, *LOWER*, *FULL*
TRUS	*OFF*, *EPSP*	
SPRI	*OFF*, *FULL*	
BEAM	*OFF*, *EPSP*	
SPH	*OFF*, *EPSP*, *ENER*, *DENS*, *TEMP*, *P*, *VONM*, *STRES*, *SLEN*, *USER1*, *USER2*, *USER3*, *USER4*, *USER5*	
	STRES	*FULL*

`/OUTP`のための出力:

DT
節点時間ステップ

VEL
節点並進用

DIS
変位

ACC
加速度

CONT
接触力

FINT
内力

FEXT
外力

FOPT
剛体、剛壁、および断面の力とモーメント

VROT
節点回転速度用

PCONT
接触圧力アニメーションベクトル

DMAS
質量変化(時間ステップ制御/DT/NODA/Keyword3/Iflagをご参照ください)

DINER
節点毎に加えた慣性の出力

OFF
要素の状態の出力。`sty`ファイル内に以下が表示されます:

0
削除された要素

1
アクティブな要素

2
微小ひずみ定式化に切り替えられた要素

-1
待機中の要素（例えば：剛体に属している）

EPSP	ソリッド塑性ひずみ
ENER	ソリッド内部エネルギー
VONM	フォンミーゼス応力
HOUR	アワグラスエネルギー
SLEN	現在のスムージング長さの値
USER1, USER2, USER3, USER4, USER5	ユーザー材料則の変数1～5を出力
USRii	1つのユーザー変数番号*ii*のみを出力 各積分点におけるユーザー材料則の変数（*ii* = 1～99の変数番号）
USERS	ユーザー材料でのすべてのユーザー変数を出力
DENS	ソリッド密度
TEMP	節点温度
P	節点圧力
STRES	応力テンソル
STRAI	ひずみテンソル
FULL	ひずみまたは応力テンソル
MEMB	膜
BEND	曲げ
UPPER	上層
LOWER	下層

2. `OUTP`ファイルは、Radioss Starter入力/IOFLAGに従って名前が付けられます。

/OUTPUT/LSENSOR

Engineキーワード
定義済みリスト内のセンサーがアクティブになるたびに、`outp`ファイルに書き込まれます。

フォーマット

`/OUTPUT/LSENSOR`

sensor_ID$_i$*sensor_ID*$_2$ ... *sensor_ID*$_n$

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
sensor_ID$_i$	センサー識別子（複数行に書き込み可能な任意のセンサー数）	

/REPORT

Engineキーワード
シミュレーションのHTMLレポートまたはHyperViewセッションファイルレポートを作成します。

フォーマット

`/REPORT`/*Keyword2*

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Keyword2	*HTML* 基本的なHTMLレポートは、モデル情報、Starterワーニングおよび最終サイクル情報と共に作成されます。 *MVW* HyperView MVWセッションファイルは、4つのウィンドウ(モデルのアニメーション、全体質量プロット、時間ステッププロット、全体エネルギープロット)を含む1つのページで作成されます。 1	

コメント

1. MVW出力には、アニメーションおよび時刻歴出力が必要です。アニメーション出力は、`/ANIM`または`/H3D`が可能です。時刻歴出力は、`/TFILE`または`/ABF`が可能です。両方の出力タイプが要求される場合、`/ANIM`と`/TFILE`が使用されます。

/STATE/LSENSOR

Engineキーワード
定義済みリスト内のセンサーがアクティブになるたびに、状態ファイルがに書き込まれます。

フォーマット

```
/STATE/LSENSOR
```

sensor_ID$_i$*sensor_ID*$_2$ ... *sensor_ID*$_n$

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
sensor_ID$_i$	センサー識別子（複数行に書き込み可能な任意のセンサー数）	

陰解法

Engineキーワード
このグループのキーワードは、陰解法に使用されます。さまざまな陰解法ソルバーの手法(線形、非線形、座屈、準-静的)、陰解法の計算を制御するさまざまなオプション、さまざまな陰解法時間ステップ手法および陰解法出力メッセージが導入されています。

コメント

1. `/IMPL`キーワードには1つまたは2つの追加キーワードがあります。これらのキーワードとそれぞれの入力データは以下で定義されています。

陰解法コントロール

Engineキーワード

/IMPL/AUTOSPC

Engineキーワード
ゼロ剛性自由度が自動的に拘束されます。

フォーマット

`/IMPL/AUTOSPC/`*Keyword3*

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Keyword3	= *ON*(デフォルト) すべての方向でゼロ剛性の場合にのみ、並進または回転の自由度で節点が拘束されます。 *OFF* 非アクティブ化フラグ *ALL* ゼロ剛性の自由度すべてが拘束されます。	

コメント

1. 特に幾何学的非線形解析では、`/IMPL/AUTOSPC/ALL`により構造が過度に拘束されることがあります。このような場合は、準-静的解析を使用するほうが適切です。

See Also
陰解法構造有限要素解析

/IMPL/DIVERG/n

Engineキーワード
非線形解析で、残りの番号が連続して増加する発散基準です。

フォーマット

```
/IMPL/DIVERG/N
```

コメント

1. 連続して増加する残りの番号がNより大きい場合は発散であると見なされ、反復がより小さいタイムステップで再開されます。
2. 通常はN=1がデフォルト値ですが、/IMPL/RREF/INTERF/nのnが2より大きい場合はN=2がデフォルト値です。

See Also
陰解法構造有限要素解析

/IMPL/DYNA/1

Engineキーワード
α-HHT法による陰解法動解析を記述します。

フォーマット

```
/IMPL/DYNA/1
α
```

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
α	α（HHT法）による陰解法動解析 (-1/3 < α < 0) α =0 の場合は-0.05に設定されます。	

コメント

1. /IMPL/NONLINには、デフォルト値ではなく非線形パラメータを定義できます。
2. α-HHT法は、/1を省略した場合にデフォルトで適用される陰解法動解析法です。

See Also
陰解法構造有限要素解析

/IMPL/DYNA/2

Engineキーワード
一般的なニューマーク法による陰解法動解析を記述します。

フォーマット

```
/IMPL/DYNA/2
```

$\gamma\beta$

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
γ	一般的なニューマーク法による陰解法動解析 (-2 $\beta \le \gamma \le$ 1/2) γ , β =0の場合は、γ =1/2; β =1/4に設定されます。	
β	一般的なニューマーク法による陰解法動解析 (-2 $\beta \le \gamma \le$ 1/2) γ , β =0の場合は、γ =1/2; β =1/4に設定されます。	

コメント

1. /IMPL/NONLINには、デフォルト値ではなく非線形パラメータを定義できます。
2. α-HHT法は、/2を省略した場合にデフォルトで適用される陰解法動解析法です。

See Also
陰解法構造有限要素解析

/IMPL/DYNA/DAMP

Engineキーワード
動的陰解法解析でのレイリー構造減衰です。

フォーマット

```
/IMPL/DYNA/DAMP
```

α β

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
α	係数	
β	係数	

コメント

1. レイリー減衰の計算式:

$$\mathbf{C} = \alpha\mathbf{M} + \beta\mathbf{K} \qquad (1445)$$

2. /DAMP（Starterで定義）は陰解析の実行に影響しません。このオプションは、（陽解析の実行とは異なり）陰解法オプションで設定した剛性マトリックスを取得してレイリー減衰マトリックスを計算します。

See Also
陰解法構造有限要素解析

/IMPL/DYNA/FSI

Engineキーワード
AcuSolveとの流体構造連成解析設定の定義

フォーマット

`/IMPL/DYNA/FSI`

ESETSSETPORTFTOLDTOLTTOLFXTOLMINEXMAXEXTAGDATAMSGWAITINIT

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
ESET	減衰サーフェス要素の`/GRSHEL/SHEL/`、`/GRSH3N/SH3N/`または`/GRBEAM/BEAM/ ID`。これらはシェルまたはビーム要素であることができます。ソリッド要素サーフェスでは、/MAT/LAW0材料で定義された*SHEL*または*SH3N*要素で覆います。 **注:** *ESET*と*SSET*の両方を減衰サーフェスの定義に用いることができます。*ESET*が用いられる必要があります(減衰サーフェスがビーム要素を含む場合)。 整数 > 0、または*ESET*なしの場合0	
SSET	減衰サーフェスの`/SURF/`*surf_ID* **注:** *ESET*と*SSET*の両方を減衰サーフェスの定義に用いることができます。*ESET*が用いられる必要があります(減衰サーフェスがビーム要素である場合)。 整数 > 0、または*SSET*なしの場合0	
PORT	AcuSolveとの通信のためのポート番号AcuSolve入力データの`EXTERNAL_CODEsocket_port`設定と同じである必要があります。 デフォルト = 10000(整数 > 0または0でデフォルト)	
FTOL	力の交換の収束判定基準 デフォルト = 0.005(実数 > 0.0または0でデフォルト)	
DTOL	変位の交換の収束判定基準 デフォルト = 0.0001(実数 > 0.0または0でデフォルト)	
TTOL	温度の交換の収束判定基準(将来使用) 5 デフォルト = 0.005(実数 > 0.0または0でデフォルト)	
FXTOL	熱流束の交換の収束判定基準(将来使用) 5	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	デフォルト = 0.0001（実数 > 0.0または0でデフォルト）	
MINEX	RadiossとAcuSolveの間のタイムステップごとの交換の最小回数。これはAcuSolve入力データのAUTO_SOLUTION_STRATEGYmin_stagger_iterationsと同じにするべきです。 デフォルト = 1（整数 > 0または0でデフォルト）	
MAXEX	時間ステップ当たりのRadiossとAcuSolveの間の最大交換数。これはAcuSolve入力データのAUTO_SOLUTION_STRATEGYmax_stagger_iterationsと同じにするべきです。 デフォルト = 10（整数 > 0または0でデフォルト）	
TAG	*USETAG*が0の場合、全ての減衰サーフェスは"0"とタグがつけられます。 *USETAG*が1の場合、全ての減衰サーフェスはそのPART IDのタグがつけられます。それぞれのPART IDはAcuSolve入力データEXTERNAL_CODE_SURFACEコマンドのexternal_code_tagsパラメーターで指定されるTAG IDと一致する必要があります。 デフォルト = 0（整数= 0または1、0でデフォルト）	
DATA	RadiossとAcuSolveの間で交換されるデータを決めます。 *= 1*（デフォルト） 力と変位が交換されます。 *= 2* 力 / モーメントと変位 / 回転が交換されます。 *= 3* 温度と熱流束が交換されます。 *= 4* 力/温度と変位 / 熱流束を交換 *= 5* 力/モーメント / 温度と変位 / 回転 / 熱流束を交換 整数 = 1 または 2、0でデフォルト（3、4、5は将来の使用）	
MSG	*= 0*（デフォルト） メッセージは出力されません *= 1* 基本的なメッセージが出力されます *= 2* より多くのメッセージが出力されます	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 3 すべての通信が出力されます （3 ≥ 整数 ≥ 0）	
WAIT	AcuSolveが開始された後、Radiossの開始を待つ秒単位の時間 デフォルト = 3600（整数 > 0または0でデフォルト）	
INIT	Radiossとの連成を開始する初期AcuSolve時間増分 デフォルト = 0（整数 > 0）	

コメント

1. Engineファイルで`/IMPL/DYNA/FSI`データは1つだけです。
2. ビーム要素は2次元要素やソリッドサーフェスの減衰サーフェスと組み合わせることはできません。
3. データの最初の行で*ESET*または*SSET*のどちらかが指定される必要があります。.
4. 収束判定基準の2行目のデータはオプションです。
5. *TTOL*と*FXTOL*は現在使われません。

See Also

陰解法構造有限要素解析

/IMPL/GSTIF/OFF

Engineキーワード
幾何剛性マトリックスが陰解法非線形計算で使用されなくなります。

フォーマット

```
/IMPL/GSTIF/OFF
```

See Also
陰解法構造有限要素解析

/IMPL/INTER/KCOMP

Engineキーワード
剛性マトリックスを記述します。接触により、インターフェースが完全に組み立てられます。

フォーマット

```
/IMPL/INTER/KCOMP
```

コメント

1. このキーワードはSPMDバージョンでのみ使用できます。
2. MUMPS直接法ソルバーを使用すると、このキーは自動的にアクティブになります。

See Also
陰解法構造有限要素解析

/IMPL/INTER/KNONL

Engineキーワード
PCG線形ソルバーで一部の接触の非線形性を扱うことを定義します。

フォーマット

```
/IMPL/INTER/KNONL
```

コメント

1. このオプションは線形解析（接触あり）と非線形解析の両方で使用できますが、/IMPL/SOLVERでPCG反復ソルバーまたは混合ソルバーを使用していることが条件です。

See Also
陰解法構造有限要素解析

/IMPL/LINEAR/INTER

Engineキーワード
陰解法線形解析で接触インターフェースを考慮します。

フォーマット

```
/IMPL/LINEAR/INTER
```

コメント

1. 非線形陰解法解析では、接触インターフェースを自動的に考慮します。
2. `/IMPL/LINEAR/INTER`をEngine入力ファイルで指定している場合、/IMPL/LINEARはオプションです。

See Also
陰解法構造有限要素解析

/IMPL/LSEARCH/OFF

Engineキーワード
非線形解析用のラインサーチを非アクティブ化します。

フォーマット

```
/IMPL/LSEARCH/OFF
```

See Also
陰解法構造有限要素解析

/IMPL/LSEARCH/n

Engineキーワード
非線形解析向けのラインサーチ手法です。

フォーマット

```
/IMPL/LSEARCH/N
```

*MAX_ls**TOL_ls*

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
N	*= 0* 3に設定 *= 1* エネルギーの残差を最小限に抑える標準的なラインサーチ *= 2* 力の残差を最小限に抑えるラインサーチ *= 3* /IMPL/NONLINで定義した*Itol*に従って手法1または手法2を自動選択。	
MAX_ls	ラインサーチの最大反復回数 デフォルト = 20	
TOL_ls	ラインサーチ反復の許容値 デフォルト = 1.0e-3	

コメント

1. 材料の非線形解析には*N*=1の手法が適しています（バージョン10-SA1-202以降）。接触を伴う一般的な非線形解析には、従来からある*N*=3の手法が適しています。

See Also
陰解法構造有限要素解析
RD-E:5500 ファンブレードの回転の初期設定と衝突

/IMPL/MONVOL/OFF

Engineキーワード
モニター体積タイプ3（タイヤのモデリング）での気体の剛性を記述します。

フォーマット

```
/IMPL/MONVOL/OFF
```

コメント

1. 剛性を無視できるとみなして直接法ソルバーを使用する場合に設定してください。

See Also
陰解法構造有限要素解析

/IMPL/NCYCLE/STOP

Engineキーワード
*Ncy_max*に達すると、計算は停止します。

フォーマット

```
/IMPL/NCYCLE/STOP
```

Ncy_max

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Ncy_max	最大増分（サイクル）数 *= 0* 無制限	

See Also
陰解法構造有限要素解析

/IMPL/PREPAT

Engineキーワード
前処理の陰解法オプションを記述します。

フォーマット

```
/IMPL/PREPAT/N
```

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
N	(1 <*N* < 5) A^Nのスパースパターンが前処理に使用されます。	

コメント

1. このキーワードは*Iprec*=5の場合にのみ使用できます。

See Also
陰解法構造有限要素解析

/IMPL/PSTIF/OFF

Engineキーワード
荷重(圧力)剛性マトリックスを非アクティブ化します。

フォーマット

```
/IMPL/PSTIF/OFF
```

See Also
陰解法構造有限要素解析

/IMPL/RREF/INTERF/n

Engineキーワード
接触を伴う非線形解析の終了基準に使用するさまざまな参照力残差の計算です。

フォーマット

```
/IMPL/RREF/INTERF/N
```

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
N	*= 0* 積極的(不釣り合い値によって全面的に変更)。 *= 1* 平均的(毎回最大200%変更) *= 2* 消極的(毎回最大20%変更) *= 3* 変更なし。 *= 4* 変更なし(最初の接触を除く)。 *= 5* 自動的に変更(強制変位の場合のみ)	

コメント

1. 接触解析では、細心の注意を払って適切な参照値を計算する必要があります(特に、変形しやすいパートに衝撃を与える強制変位を発生する剛体パートを扱うシミュレーションの場合)。Radiossは、(一般的には1回目の反復で)参照値を変更することによって例外を設けます。受け取る参照値が大きすぎて不適切な収束が得られる場合もあれば、参照値が小さすぎて収束できない場合もあります。この新しいキーワードは、個々のシミュレーションに適した選択肢を提示します。

See Also
陰解法構造有限要素解析

/IMPL/RREF/LIMIT

Engineキーワード
陰解法非線形解析の終了基準で使用する参照力の残差制限値を定義します。

フォーマット

```
/IMPL/RREF/LIMIT
```

R_minR_max

コメント

1. 参照力の残差制限値を直接定義することにより、精度の確保(*R_max*を使用)や収束の容易化(*R_min*を使用)が可能です。

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
R_min	力の最小残差値 デフォルト = 0(実数)	
R_max	力の最大残差値 デフォルト = 0、この場合は1.e30に設定(実数)	

See Also

陰解法構造有限要素解析

/IMPL/RREF/OFF

Engineキーワード

参照残差オプションを非アクティブ化し、陰解法非線形解析の終了基準で前の基準を使用します。

フォーマット

```
/IMPL/RREF/OFF
```

コメント

1. このバージョンから`/IMPL/RREF`がデフォルトになりました。この場合、

   残差 r = $\mathbf{r} = \mathbf{f}_{ext} - \mathbf{f}_{\text{int}} - M\mathbf{a}$

   $\| \mathbf{r} \|_0 = \max\left(\| \mathbf{f}_{ext} \|, \| \mathbf{f}_{\text{int}} \|, \| M\mathbf{a} \| \right)$

   （静解析の場合、$\mathbf{a}$=0）。

   `/IMPL/RREF/OFF`が用いられる場合は、前の基準が使用されます：各サイクルの開始時は、$\| \mathbf{r} \|_0 = \| \mathbf{r} \|$。
2. このキーワードは陰解法非線形解析にのみ使用され、一般的に他よりも収束しにくいキーワードです。

See Also

陰解法構造有限要素解析

/IMPL/SBCS/MSGLV

Engineキーワード
BCS(Boeing)ソルバーのメッセージレベルを記述します。

フォーマット

```
/IMPL/SBCS/MSGLV/n
```

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
n	*= 0*(デフォルト) 標準エラーハンドラによって生成される主要なメッセージ以外のメッセージは出力されません。 *= 1* 少量の実行時統計とすべての詳細エラーメッセージが生成されます。 *= 2* より包括的な実行時統計のセットとプロセス内の手順のログが作成されます。 *= 3* 要素数が方程式の数より少ない各種配列の内容の出力を含む診断出力が生成されます。 *≥ 4* デバッグ目的の大量の出力が生成されます。	

コメント

1. 設定が2より大きい場合はデバッグ出力が生成されるので、一般的な用途向けではありません。

See Also

陰解法構造有限要素解析

/IMPL/SBCS/ORDER

Engineキーワード
BCSの順序変更方法の定義です。

フォーマット

```
/IMPL/SBCS/ORDER/n
```

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
n	*= 0*（デフォルト） マトリックスのサイズに従って手法1または手法2を自動選択。 *= 1* 多重最小次数法 *= 2* ネストされた詳細な分析法（Metis）	

See Also

陰解法構造有限要素解析

/IMPL/SBCS/OUTCORE

Engineキーワード
BCSソルバーによるin-coreメモリの使用が最小限に抑えられます。

フォーマット

```
/IMPL/SBCS/OUTCORE
```

コメント

1. 通常、BCSはin-coreメモリとout-of-coreメモリの使用を自動的に管理します。このキーワードを使用すると、メモリに問題がある場合や他のアプリケーション用にメモリの一部を予約する場合に、BCSソルバーによるin-coreの使用量を最小限に抑えるようにユーザー側から設定できます。

See Also
陰解法構造有限要素解析

/IMPL/SHPOFF

Engineキーワード
剛性マトリックスと内力計算の一貫性を維持するために、反った要素に対するQEPHシェル要素の完全な投影が非アクティブになります。

フォーマット

```
/IMPL/SHPOFF
```

コメント

1. このオプションにより、反った要素の剛体回転を十分に小さく維持しておけば、反ったQEPHシェル要素を使用した陰解法非線形解析を改善できます。
2. 反ったシェル要素による剛体の有限な回転の場合は、より正確な結果を得るために/IMPL/SHPONを使用してください。

See Also
陰解法構造有限要素解析

/IMPL/SHPON

Engineキーワード
剛性マトリックスで内力計算との一貫性を維持するために、反った要素に対するQEPHシェル要素の完全投影がアクティブになります。

フォーマット

```
/IMPL/SHPON
```

コメント

1. このオプションでは、補足的なコストを負担することで、反ったQEPHシェル要素を使用した陰解法非線形解析の収束を改善できます。

See Also
陰解法構造有限要素解析

/IMPL/SINIT

Engineキーワード
徐々に強制される初期応力を記述します。

フォーマット

```
/IMPL/SINIT
```

コメント

1. このキーワードは、非線形陰解法解析にのみ使用し、初期応力による初期状態の不つり合いが存在する場合に使用することを推奨します。

   例：/IMPL/SPRBACKでは、初期応力が徐々に（経過時間に比例して）追加されることで、各増分時の大きな不均衡荷重が回避されて、収束がより適切に管理されるようになります。解析で荷重が存在する場合は、可能であれば、荷重に対して（時間の）線形関数が推奨されます。
2. モデル内でモニター体積タイプ3を使用できる場合は、このキーワードは自動的にアクティブになります。

See Also
陰解法構造有限要素解析

/IMPL/SPRBACK

Engineキーワード
このセッションで陰解法スプリングバックを実行します。

フォーマット

```
/IMPL/SPRBACK
```

コメント

1. スプリングバックのセッションでは、/IMPL/NONLINで定義した入力の許容値まで残差力が減少します。

See Also
陰解法構造有限要素解析

/IMPL/SPRING

Engineキーワード

陰解法非線形解析で非線形スプリングに対する線形または非線形の選択を記述します。

フォーマット

`/IMPL/SPRING/`*Keyword3*

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Keyword3	スプリングの剛性タイプ: *LINEAR* 線形 *NONLIN* 非線形	

コメント

1. このキーワードは、非線形陰解法解析にのみ使用します。H=0とした関数で定義されているスプリング剛性にのみ適用可能です。このキーワードを定義していない場合は、デフォルトで*NONLIN*が使用されます。

See Also

陰解法構造有限要素解析

陰解法ソルバー

Engineキーワード

/IMPL/BUCKL/1

Engineキーワード
Euler座屈モードを計算します。

フォーマット

`/IMPL/BUCKL/1`

V1V2NbuckMSGLVLMAXSETSHFCL

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
V1, *V2*	対象の固有値範囲 2 （実数）	
Nbuck	計算対象のモードの数 （0より大きい整数）	
MSGLVL	診断（出力）レベル （整数の範囲：[0;4]）	
MAXSET	ブロック内またはセット内にあるベクトルの数。 *= 0* 8に設定します （整数の範囲：[0;16]）	
SHFCL	座屈モードのシフト *= 0* 1.e-2に設定されます。	

コメント

1. Euler座屈モード計算は、線形の陰解法です。/IMPL/LINEAR を定義する必要があります。
2. *V1*と*V2*の単位は固有値です。各座屈固有値は応力の座屈前状態に乗じる係数で、対応する固有値が定義する形状で座屈を作成します。負の固有値は、臨界荷重の作用方向が逆方向であることを意味します。
3. 固有値は、大きさの昇順に見つかります。すなわち、ゼロに一番近いものが最初に見つかります。異なる*V1*と*V2*の入力は下の表の範囲を示します：

V1	*V2*	[V1,V2]（V1 V2）
0.	*V2*	*V2*未満で最小の固有値から*Nbuck*個。
V1	0.	[V1,+∞]
0.	0.	[-∞,+∞]

4. バージョンSMP*MONOPROC*でのみ、*BCSLIB-EXT*（Lanczos法）によって使用できます。
5. *MSGLVL*は、固有値の抽出中に得られる診断出力の量を制御します。デフォルト値のゼロでは診断出力がすべて抑制されます。値が1の場合、各シフトで適用されている固有値が出力されます。この値が大きくなるほど、診断の出力レベルも増えます。
6. *MAXSET*は、Lanczosソルバーの最大ブロックサイズを制限するために使用します。十分なメモリがない場合、この値を減らすことができます。デフォルト値の使用を推奨します。
7. 臨界荷重の最初の係数に近い値に*SHFCL*を指定すると、パフォーマンスを改善できる場合があります。特に、かかっている荷重が最初の座屈荷重と大幅に異なる場合に有効です。

See Also

陰解法構造有限要素解析

/IMPL/BUCKL/2

Engineキーワード
実際の初期応力統計に基づきEuler座屈モードを計算します。

フォーマット

```
/IMPL/BUCKL/2
```

V1V2NbuckMSGLVLMAXSETSHFCL

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
V1, *V2*	対象の固有値範囲2. （実数）	
Nbuck	計算対象のモードの数 （0より大きい整数）	
MSGLVL	診断（出力）レベル （整数の範囲：[0;4]）	
MAXSET	ブロック内またはセット内にあるベクトルの数。 *= 0* 8に設定します （整数の範囲：[1;16]）	
SHFCL	座屈モードのシフト *= 0* 1.e-2に設定されます。	

コメント

1. Euler座屈モード計算は、線形または非線形の陰解法解析または陽解法解析によって行われます。
2. *V1*と*V2*の単位は固有値です。各座屈固有値は応力の座屈前状態に乗じる係数で、対応する固有値が定義する形状で座屈を作成します。負の固有値は、臨界荷重の作用方向が逆方向であることを意味します。

   前の解析が可変オプションの場合もあるので、臨界荷重係数は有効な係数として解釈される必要があります。
3. 固有値は、大きさの昇順に見つかります。すなわち、ゼロに一番近いものが最初に見つかります。異なる*V1*と*V2*の入力は下の表の範囲を示します：

V1	*V2*	[*V1*,*V2*] (*V1* <*V2*)

0.	*V2*	*V2*未満で最小の固有値から*Nbuck*個。
V1	0。	[*V1*,+∞]
0.	0.	[-∞,+∞]

4. バージョンSMP*MONOPROC*でのみ、*BCSLIB-EXT*（Lanczos法）によって使用できます。
5. *MSGLVL*は、固有値の抽出中に得られる診断出力の量を制御します。デフォルト値のゼロでは診断出力がすべて抑制されます。値が1の場合、各シフトで適用されている固有値が出力されます。この値が大きくなるほど、診断の出力レベルも増えます。
6. *MAXSET*は、Lanczosソルバーの最大ブロックサイズを制限するために使用します。十分なメモリがない場合、この値を減らすことができます。デフォルト値の使用を推奨します。
7. 臨界荷重の最初の係数に近い値に*SHFCL*を指定すると、パフォーマンスを改善できる場合があります。特に、かかっている荷重が最初の座屈荷重と大幅に異なる場合に有効です。

See Also

陰解法構造有限要素解析

/IMPL/LBFGS/L

Engineキーワード
陰解法非線形解析で使用するBFGS準ニュートン法の最大数を変更します。

フォーマット

```
/IMPL/LBFGS/L
```

L

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
L	BFGSベクトルの最大数	

コメント

1. `/IMPL/NONLIN/2`を定義してください。
2. *L* =0の場合や`/IMPL/LBFGS/L`を定義していない場合は、*L* = L_Aが/IMPL/NONLINで定義されます。

   このキーワードを定義すると、最も古いベクトルを解放して一連のベクトルをスライドすることにより、古いベクトルの上に新しい最新のベクトルを重ねることができます。

See Also
陰解法構造有限要素解析

/IMPL/LINEAR

Engineキーワード
線形陰解法で計算されます。

フォーマット

```
/IMPL/LINEAR
```

コメント

1. 線形静解析、ノーマルモード解析と線形座屈解析で必要です。

See Also
陰解法構造有限要素解析
RD-E:1600 ダミーポジショニング

/IMPL/LRIGROT

Engineキーワード
幾何学的非線形解析で用いられるいくつかの線形化のため、大回転下での累積誤差を避けるために小さな時間ステップを選択しなければならない場合があります。この場合、このオプションは通常の時間ステップを用いて精度を改善します。

フォーマット

```
/IMPL/LRIGROT
```

See Also
陰解法構造有限要素解析

/IMPL/NONLIN

Engineキーワード
非線形陰解法

フォーマット

```
/IMPL/NONLIN/N
```

L_AItolToliToljTolk

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
N	非線形ソルバーの解法 *= 0* 1に設定 *= 1* 修正Newton法 *= 2* BFGS準-Newton 法	
L_A	剛性マトリックス更新の最大反復回数 *= 0* 反復ソルバーのときは3、直接法ソルバーのときは6に設定されます。	
Itol	終了の条件 *= 0* 2に設定 *= 1* エネルギーの相対残差 *= 2* 力の相対残差 *= 3* 変位の相対残差 *=12* エネルギーと力の相対残差 *=13* エネルギーと変位の相対残差 *=23* 力と変位の相対残差 *=123* 力、エネルギーと変位の相対残差	

フィールド	内容	**SI**単位の例
Toli ... Tolj ... Tolk	*Itol* = 1、2、3の場合は、終了するための許容値 *Toli* *= 0*(デフォルト) エネルギーまたは変位(*Itol* = 1、3)では1.0e-3に設定されます。 力(*Itol* = 2)では1.0e-3に設定されます。 *Itol* = 12、13、23の場合は、終了するための2つの許容値 *ToliTolj* *=0.0 0.0*(デフォルト) エネルギーでは1.0e-3、力では1.0e-2、変位では1.0e-2に設定されます。 *Itol* = 123の場合は、終了するための3つの許容値 *ToliToljTolk* *=0.0 0.0 0.0*(デフォルト) エネルギーでは1.0e-3、力では1.0e-2、変位では1.0e-2に設定されます。	

コメント

1. 静的陰解法の計算では、収束をよりよく管理するために、荷重は時間の経過と共に単調増加するように定義してください。
2. 入力許容値の順序は、*Itol*の値(1:エネルギー、2:力、3:変位)に従います。
   例:*Itol* = 23の場合、力の許容値、変位の許容値の順番になります。

See Also

陰解法構造有限要素解析
RD-E:1600 ダミーポジショニング
RD-E:5500 ファンブレードの回転の初期設定と衝突

/IMPL/NONLIN/SMDISP

Engineキーワード
このオプションでは、微小変位の影響のみが考慮されます。

フォーマット

```
/IMPL/NONLIN/SMDISP
```

コメント

1. このオプションは、大きい変位の影響を無視できる用途向けに実装されています。大部分の計算は線形要素を使用した初期構成で実行されているため（材料やその他の幾何学的な非線形がない場合）、収束ははるかに容易で、結果として優れたパフォーマンスを実現できます。

   このオプションは予備解析やモデルのチェックとしても使用できます。
2. より良いパフォーマンスを得るために、非線形性が低い問題には一般的なソルバー（*Isolver* = 3、1）、非線形性が中程度または高いアプリケーションには混合ソルバー（*Isolver* = 5）を推奨します。

   微小変位オプションを使用する動的陰解法で一般的なソルバーを使用している場合は、パフォーマンス上の理由から一定の時間ステップが選択されます。
3. このオプションは`/IMPL/SPRING/LINEAR`および`/IMPL/DT/3`とは適合性がありません。

See Also
陰解法構造有限要素解析

/IMPL/NONLIN/SOLVINFO

Engineキーワード

求解の各反復でグローバルな求解情報を出力します。

このコマンドでは、3つの追加ファイルが作成されます:

- `Filename_implicit.info`: 各反復および各増分での最大残差(力およびモーメント)、最大変位および回転増分、最大修正用。
- `Filename_implicit.hist`: Altair Simulationでのプロット用の全データが含まれます。
- `Filename_implicit.tpl`: Altair Simulationで`.hist`ファイルのデータをプロットするための`tpl`スクリプト。

フォーマット

```
/IMPL/NONLIN/SOLVINFO
```

コメント

1. Compute Console (ACC)から起動した場合、求解中に残差および変位のプロットを表示および更新できます。このためには次の操作を行います:
   - Compute Console (ACC)からRadiossを起動します。
   - **Graph**ボタンをクリックして、目的のグラフをプロット(Fig. 1)します。
2. 実行の最後に求解情報をプロットするには、次の操作を行います:
   - HyperWorksポストプロセッサを起動します。
   - 生成済みの`.tpl`ファイルを読み込みます(**File** > **Open** > **Report Template**)。異なるグラフがプロットされます(Fig. 2)。

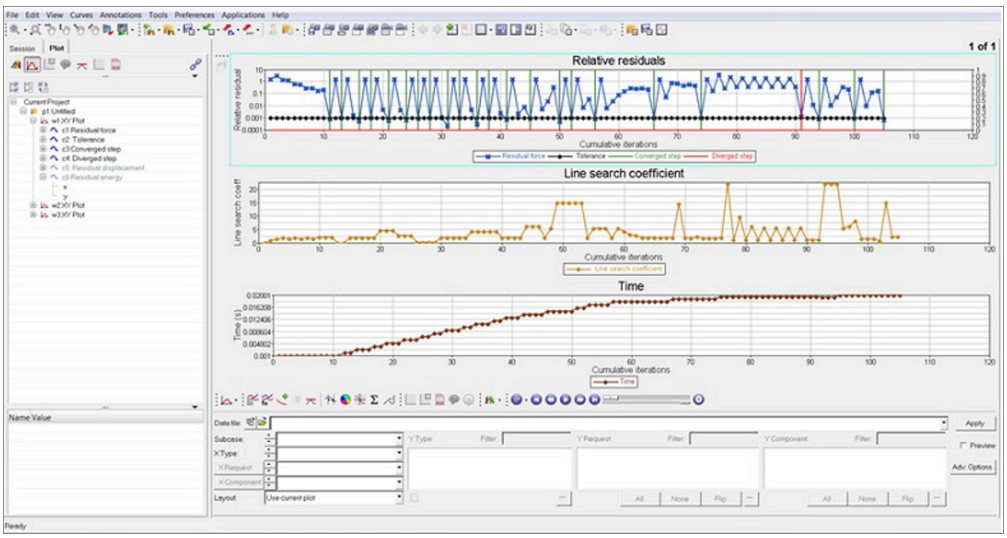


図 *441: HyperWorksのSolvinfoプロット*

See Also

陰解法構造有限要素解析

/IMPL/QSTAT

Engineキーワード
準-静的陰解法で計算されます。

フォーマット

```
/IMPL/QSTAT
```

コメント

1. 準-静的解析を使用している場合、慣性マトリックスを含めると剛性マトリックスが正定値になる性質を強化できます。余分な剛性は、質量、慣性、およびタイムステップの各関数に存在します。タイムステップが小さいほど、より多くの変化が剛性の影響を受けます。この追加マトリックスをスケーリングするには、/IMPL/QSTAT/DTSCALでスケールファクターを定義します（時間ステップのように二乗に逆比例します。例えば、スケールファクター0.1により、慣性剛性は100倍になります）。非線形解析の場合、収束速度のみが変化し、結果は変化しません。線形解析の場合、タイムステップ（1ステップ）を慎重に選択する必要があります（結果が大幅に変化するような小さい値ではなく、同時にマトリックスを正定に維持できないような大きい値ではないことが必要です）。このオプションは、シミュレーション中の接触によってのみ自由な要素が結合され、他の解析タイプでは適切に解析できないモデルに非常に適しています。線形準-静的解析を高レベルのモデルチェックに使用することもできます（陽解析にも使用可）。タイムステップが大きすぎなければ、モデルを適切に拘束しているかどうかにかかわらず、必ず結果を得ることができます。
2. このオプションは、/IMPL/LINEARまたは/IMPL/NONLINと組み合わせることができます。

See Also
陰解法構造有限要素解析

/IMPL/QSTAT/DTSCAL

Engineキーワード
慣性剛性マトリックスの係数を使用する準-静的陰解法解析です。

フォーマット

```
/IMPL/QSTAT/DTSCAL
```

ΔT_{sca1}

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
ΔT_{sca1}	準-静的解析で使用する慣性剛性マトリックスのスケールファクター	

コメント

1. 慣性剛性マトリックスは、タイムステップのように二乗に逆比例してスケーリングされます。

See Also

陰解法構造有限要素解析

/IMPL/QSTAT/MRIGM

Engineキーワード
剛体移動は準-静的陰解法解析では削除または最小化されています。

フォーマット

```
/IMPL/QSTAT/MRIGM
```

N1N2N3

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
N1, *N2*, *N3*	(オプション)剛体移動補正を定義するための参照節点識別子。 省略した場合、自動的に節点が選択されます。 (整数)	

コメント

1. このオプションは、成形後のスプリングバックのために開発されました。準-静的解析で使用する慣性剛性マトリックスのために、剛体移動を解析結果に埋め込むことができます(準-静的の使用時)。ただし、これにより結果の比較が難しくなる可能性があり、特に並列計算では、再現性の問題も発生します。
2. このオプションはシェルモデルのみで使用可能です。
3. *N1*、*N2*、*N3*の入力を省略した場合、1つの参照シェル要素(3nまたは4n)が自動的に決定され、要素の中心で回転が計算されています。*N1*、*N2*、*N3*を入力した場合、3つの節点が参照シェル要素(3n)として使用され、架空の要素の中心で回転が計算されています。

See Also
陰解法構造有限要素解析

/IMPL/SOLVER

Engineキーワード
線形ソルバーを選択します。

フォーマット

```
/IMPL/SOLVER/N
IprecIt_maxItolTol
```

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
N	線形ソルバー法の番号（Ax=bを解く） *= 0* 1に設定 *= 1* 反復ソルバー反復的な前処理付き共役勾配法（PCG） *= 2* 直接法ソルバー*MUMPS* *= 3* 直接法： • *SMP*：Boeingソルバー（*BCS*） • *SPMD*：超並列マルチフロント法ソルバー（*MUMPS*） *= 5* Mix 2つのソルバーが同時に使用されます。例えば、*SMP*の場合、2つのソルバー*BCS*と*PCG*が同時に使用されます。 • *SMP*：*BCS*と*PCG* (*Iprec* =5) • *SPMD*：*MUMPS*と*PCG*（*Iprec* =5） *= 7* Auto 4 • 直接法ソルバーまたは*PCG*（*Iprec* =5）を自動選択	
Iprec	前処理法 *= 0* 5に設定 *= 1* 前処理なし *= 2* 対角Jacobi	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 5 因子化された近似逆行列	
It_max	終了基準として使用する最大反復回数 *0* または *> NDOF* *NDOF*(システムの次元)に設定	
Itol	前処理付き反復ソルバーの終了基準フラグ *= 0* 3に設定 *= 1* 元のマトリックスの相対残差(残差 $r = Ax - b, \|r\| < Tol * \|b\|$) *= 2* 前処理したマトリックスの相対残差($\|r\| < Tol * \|b'\|$) *= 3* 前処理したマトリックスの相対残差($\|r\| < Tol * \|b'\| * \|A'\| * \|x\|$)	
Tol	終了基準の入力許容値 *= 0.0* *Itol* =1または2の場合、1.0e-5に設定されます。*Itol* =3の場合はマシンの単純精度に設定されます。	

コメント

1. このキーワードを定義していない場合は、すべてのデフォルト値が使用されます。
2. 非線形反復でも線形ソルバーが使用されます。/IMPL/NONLINを使用すると、このキーワードにデフォルト値ではなく線形ソルバーパラメータを定義できます。
3. 直接法ソルバー(*N*=3)または混合ソルバー(*N*=5)の場合、13.0より前のバージョンでは単一スレッド(nt=1)を推奨します。BCSは単一ドメイン、*MUMPS*は複数ドメイン(*np* > 1)で使用します。
4. *N*=5 (Mix):

   2つのソルバーが同時に使用されます。例えば、*SMP*の場合、2つのソルバー*BCS*と*PCG*が同時に使用されます。

   N=7 (Auto):

   *PCG*が基本のソルバーとして最初に用いられます。係数行列は三角化され(これは直接ソルバーで行われます)、プレコンディショナーとして用いられます。*PCG*のパフォーマンスが直接ソルバーよりも遅いと見積もられた場合には、ソルバーは自動的に直接ソルバーに変更されます。この場合、残りの実行では直接法ソルバーが使用されます。
5. 非線形陰解法解析には、混合ソルバーおよび自動ソルバーが使用されます。

See Also

陰解法構造有限要素解析

RD-E:1600 ダミーポジショニング

RD-E:4200 ゴムのリング: クラッシュとスライドの例題
RD-E:5500 ファンブレードの回転の初期設定と衝突

陰解法時間ステップ

Engineキーワード

/IMPL/DT/1

Engineキーワード
陰解法時間ステップコントロール手法1です。

フォーマット

`/IMPL/DT/1`

It_wΔT_{sca_i}*L_dtn*ΔT_{sca_d}

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
It_w	その時間ステップの解が*It_w*回以下の反復計算で収束する場合は、次の時間ステップがΔT_{sca_i}の係数だけ増加します。 *= 0* 2に設定します	
ΔT_{sca_i}	タイムステップを大きくする際のスケールファクター *= 0* 1.1に設定します	
L_dtn	時間ステップのリセットの前、および時間ステップを係数ΔT_{sca_d}によって減少させる前の最大反復計算回数。 *= 0* 15に設定します	
ΔT_{sca_d}	タイムステップを小さくする際のスケールファクター *= 0* 0.67に設定します	

コメント

1. `/IMPL/DT/1`、`/IMPL/DT/2`、または`/IMPL/DT/3`が存在しない場合の唯一のタイムステップコントロールは/IMPL/NCYCLE/STOPと/IMPL/DT/STOPです。発散した場合は、時間ステップを半分の長さにして繰り返されます。

See Also

陰解法構造有限要素解析
RD-E:1600 ダミーポジショニング

/IMPL/DT/2

Engineキーワード
陰解法自動時間ステップコントロール手法2です。

フォーマット

`/IMPL/DT/2`

It_wL_arcL_dtn$\Delta T_{sca_d}$$\Delta T_{sca_max}$

定義

フィールド	内容	SI単位の例
It_w	その時間ステップの解が*It_w*回以下の反復計算で収束する場合は、次の時間ステップがΔT_{sca_max}で制御される係数だけ増加します。 *= 0* 6に設定されます。	
L_arc	弧長の入力 *= 0* 自動的に計算されます。	
L_dtn	時間ステップのリセットの前、および時間ステップを係数ΔT_{sca_d}によって減少させる前の最大反復計算回数。 *= 0* 20に設定されます。	
ΔT_{sca_d}	*L_dtn*に達したときのタイムステップ減少のスケールファクター *= 0* 0.67に設定されます。	
ΔT_{sca_max}	タイムステップを大きくする際の最大スケールファクター *= 0* 1.1に設定されます。	

コメント

1. 弧長法を使用して収束を加速および制御します。タイムステップは、変位ノルム制御（弧長）によって決定します。
2. この方法は、一般的な非線形陰解法解析で推奨されます。
3. `/IMPL/DT/1`、`/IMPL/DT/2`、または`/IMPL/DT/3`が存在しない場合の唯一の時間ステップコントロールは、`/IMPL/NCYCLE/STOP`と`/IMPL/DT/STOP`です。発散した場合は、時間ステップを半分の長さにして繰り返されます。

See Also

陰解法構造有限要素解析

RD-E:5500 ファンブレードの回転の初期設定と衝突

/IMPL/DT/3

Engineキーワード
Riks法による陰解法自動時間ステップコントロールです。

フォーマット
/IMPL/DT/3
It_wL_arcL_dtn$\Delta T_{sca_d}$$\Delta T_{sca_max}$*C_typeW_scal*

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
It_w	その時間ステップの解が*It_w*回以下の反復計算で収束する場合は、次の時間ステップがΔT_{sca_max}で制御される係数だけ増加します。 *= 0* 12に設定されます。	
L_arc	弧長の入力 *= 0* 自動的に計算されます。	
L_dtn	時間ステップのリセットの前、および時間ステップを係数ΔT_{sca_d}によって減少させる前の最大反復計算回数。 *= 0* 25に設定されます。	
ΔT_{sca_d}	*L_dtn*に達したときのタイムステップ減少のスケールファクター *= 0* 0.67に設定されます。	
ΔT_{sca_max}	タイムステップを大きくする際の最大スケールファクター *= 0* 1.2に設定されます。	
C_type	*= 0* 2に設定されます。 *= 1* Crisfield拘束方程式 *= 2* 修正Forde Steimer方程式	

フィールド	内容	**SI**単位の例
W_scal	拘束方程式で荷重が影響する程度を制御するスケールファクター デフォルト = 0.0	

コメント

1. Riksタイプの弧長法は、座屈や飛移座屈等の不安定な問題の非線形静解析に適しています。この手法では、拘束方程式を追加することによって変位ベクトルと荷重スケールファクターについて同時に解が得られます。

   この手法は静解析にのみ使用でき、荷重はリスタート実行毎の比例数であることが必要です。
2. 一定の弧長は、$\Delta T_{sca_d} = \Delta T_{sca_max} = 1$を指定するか、直接*L_arc*を指定して定義できます。その他の場合は、収束率に基づいて適応する弧長が使用されます。この調整は:

   $$L\_new = L\_old \cdot \left(\frac{It\_w}{It\_old}\right)^{0.5} \qquad (1446)$$

   ここで、*It_old*は前の荷重増分での収束反復回数です。
3. 時間ステップの調整では、弧長と同じであるもののΔT_{sca_d}およびΔT_{sca_max}で制限した係数が使用されます。Riks法では、最終的なタイムステップは各荷重増分の最後で決まるので、新しい各タイムステップは単なる予測値です。したがって、荷重増分によっては負のタイムステップとなる場合もあります。
4. Riks法は、(剛性マトリックスの改良という意味での)修正ニュートン法およびラインサーチ手法でのみ使用できますが、剛性マトリックスの改善頻度のためにL_Aには小さい数(*L_A* ≤ 3)が推奨されます。
5. 最大サイクル数(/IMPL/NCYCLE/STOPをご参照ください)を使用すると、指定された荷重に解析がいつまでも到達しない場合に実行を停止できます。
6. `/IMPL/DT/1`、`/IMPL/DT/2`、または`/IMPL/DT/3`が存在しない場合の唯一の時間ステップコントロールは、`/IMPL/NCYCLE/STOP`と`/IMPL/DT/STOP`です。発散した場合は、時間ステップを半分の長さにして繰り返されます。
7. 接触を伴う座屈後シミュレーションの場合はRiks法が機能しないことがあります。特に最初の時点では接触が発生していない場合やシミュレーション中に接触しなくなる場合に、機能しなくなる可能性が高くなります。この場合は、陰解法動解析を使用することを推奨します。
8. Riks解析で塑性等の元に戻せない変形が発生し、構造にかかる荷重の大きさが減っている間に別のRiksステップを使用してリスタートを試すと、ソルバーは弾性除荷解析を検索します。このため、塑性がある場合は、解析の中で荷重の大きさが増加する時点でリスタートが発生します。

See Also

陰解法構造有限要素解析

RD-E:1600 ダミーポジショニング

/IMPL/DT/FIXPOINT

Engineキーワード
自動タイムステップコントロールにより陰解法非線形計算が失敗することがない、ユーザーの入力固定時間ポイントです。

フォーマット

```
/IMPL/DT/FIXPOINT
```

T1, *T2*, ... *Tn* (n<100)

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
T1, *T2*, ... *Tn*	ユーザーの入力固定時間ポイント。このポイントでは、自動タイムステップコントロールにより陰解法非線形計算が失敗することはありません。	

See Also
陰解法構造有限要素解析

/IMPL/DT/STOP

Engineキーワード

*DT_min*に達すると、計算は停止します。*DT_max*に達すると、*DT_max*として設定されている一定のタイムステップで計算が継続します。

フォーマット

```
/IMPL/DT/STOP
```

DT_minDT_max

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
DT_min	最小時間ステップ *= 0* 1.e-10に設定されます。	
DT_max	最大時間ステップ *= 0* 1.0e10に設定されます。	

See Also

陰解法構造有限要素解析

/IMPL/DTINI

Engineキーワード
非線形陰解法解析の初期時間ステップです。

フォーマット

```
/IMPL/DTINI
```

ΔT

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
ΔT	初期陰解法時間ステップ	

コメント

1. この実行セッションの初期荷重増分は初期時間ステップで決まります。非線形解析ではこのキーを定義してください。

See Also

陰解法構造有限要素解析
RD-E:1600 ダミーポジショニング
RD-E:5500 ファンブレードの回転の初期設定と衝突

陰解法モデルチェック

Engineキーワード

/IMPL/CHECK

Engineキーワード
陰解法モデルのチェックを実行します。

フォーマット

```
/IMPL/CHECK
```

コメント

1. このキーを使用すると、実際の実行ではチェックだけが行われ、他のすべてのタイプの解析は無視されます。

See Also

陰解法構造有限要素解析

陰解法出力メッセージ

Engineキーワード

/IMPL/PRINT/LINEAR

Engineキーワード
線形ソルバーの出力頻度です。

フォーマット

`/IMPL/PRINT/LINEAR/`*Nprint*

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Nprint	線形ソルバーの出力間隔（非線形解析でも有効ですが、主にデバッグ用途として使用します）	

コメント

1. このキーワードは主に反復ソルバーで使用します。直接法ソルバーを使用している場合は、線形解析の場合のみ相対残差だけが出力されます。

See Also

陰解法構造有限要素解析
RD-E:1600 ダミーポジショニング

/IMPL/PRINT/NONLIN

Engineキーワード
非線形陰解法の反復の出力頻度です。

フォーマット

`/IMPL/PRINT/NONLIN/`*Nprint*

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Nprint	非線形反復の出力頻度（/PRINTと同じ）	

See Also
陰解法構造有限要素解析

運動条件と荷重

Engineキーワード
このグループでは、キーワードを使用して、運動条件（回転自由度または並進自由度の拘束 / 解放）と初期条件（回転速度 / 並進速度）を定義します。

運動条件

/BCS/ALE

Engineキーワード
指定した番号の節点の、指定したX、Y、またはZの方向のグリッド自由度を拘束します：Ω = 0。

フォーマット

`/BCS/ALE`/*Keyword3*/*skew_ID*

$N_1 1$、$N_2 2$、..., N_N

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Keyword3	次のような*X*、*Y*、*Z*の任意の組み合わせ： *X*, *Y*, *Z*, *XY*, *XZ*, *YZ*, *YX*, *ZX*, *ZY*, *XYZ*, *YXZ*, ...	
skew_ID	スキュー識別子（オプション） 省略した場合は、境界条件が全体スキュー座標系で適用されます。そうでない場合は、指定された*skew_ID*で適用されます。	
$N_1 1$, $N_2 2$ ... N_N	境界条件の適用対象とする節点の番号のリスト。	

See Also
スキューとフレーム（/SKEW & /FRAME）

/BCS/LAG

Engineキーワード
指定した番号の節点は、指定した方向X、Y、またはZでlagrange条件になります：V = W。

フォーマット

`/BCS/LAG/`*Keyword3*`/`*skew_ID*

N_1*1*、N_2*2*、..., N_N

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Keyword3	次のような*X*、*Y*、*Z*の任意の組み合わせ： *X*, *Y*, *Z*, *XY*, *XZ*, *YZ*, *YX*, *ZX*, *ZY*, *XYZ*, *YXZ*, ...	
skew_ID	スキュー識別子（オプション） 省略した場合は、境界条件が全体スキュー座標系で適用されます。そうでない場合は、指定された*skew_ID*で適用されます。	
N_1*1*, N_2*2* ... N_N	境界条件の適用対象とする節点の番号のリスト。	

See Also
スキューとフレーム（/SKEW & /FRAME）

/BCS/ROT

Engineキーワード
指定した番号の節点の、指定したX、Y、またはZの方向の回転自由度を拘束します：Ω = 0。

フォーマット

`/BCS/ROT`/*Keyword3*/*skew_ID*

$N_1$1 $N_2$2 ..., N_N

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Keyword3	次のような*X*、*Y*、*Z*の任意の組み合わせ： *X*, *Y*, *Z*, *XY*, *XZ*, *YZ*, *YX*, *ZX*, *ZY*, *XYZ*, *YXZ*, ...	
skew_ID	省略した場合は、境界条件が全体スキュー座標系で適用されます。そうでない場合は、指定された*skew_ID*で適用されます。	
$N_1$1、$N_2$2..., N_N	この境界条件が適用される節点群のリスト	

See Also
スキューとフレーム（/SKEW & /FRAME）

/BCS/TRA

Engineキーワード
指定した番号の節点の、指定したX、Y、またはZの方向の材料並進自由度を拘束します：V = 0。

フォーマット

`/BCS/TRA`/*Keyword3*/*skew_ID*

$N_1$1 $N_2$2 ..., N_N

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Keyword3	次のような*X*、*Y*、*Z*の任意の組み合わせ： *X*, *Y*, *Z*, *XY*, *XZ*, *YZ*, *YX*, *ZX*, *ZY*, *XYZ*, *YXZ*, ...	
skew_ID	省略した場合は、境界条件が全体スキュー座標系で適用されます。そうでない場合は、指定された*skew_ID*で適用されます。	
$N_1$1、$N_2$2..., N_N	この境界条件が適用される節点群のリスト	

See Also
スキューとフレーム（/SKEW & /FRAME）

/BCSR/ALE

Engineキーワード
指定した番号の節点の、指定したX、Y、またはZの方向のグリッド自由度をリリースします：

フォーマット

`/BCSR/ALE`/*Keyword3*

$N_1 1$、$N_2 2$、..., N_N

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Keyword3	次のような*X*、*Y*、*Z*の任意の組み合わせ： *X*, *Y*, *Z*, *XY*, *XZ*, *YZ*, *YX*, *ZX*, *ZY*, *XYZ*, *YXZ*, ...	
$N_1 1$, $N_2 2$ ... N_N	境界条件を解除する節点群のリスト	

See Also
スキューとフレーム（/SKEW & /FRAME）

/BCSR/LAG

Engineキーワード
指定した番号の節点は、指定の方向X、Y、またはZでlagrange条件ではなくなります。

フォーマット

`/BCS/LAG/`*Keyword3*

$N_1 1$、$N_2 2$、..., N_N

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Keyword3	次のような*X*、*Y*、*Z*の任意の組み合わせ: *X*, *Y*, *Z*, *XY*, *XZ*, *YZ*, *YX*, *ZX*, *ZY*, *XYZ*, *YXZ*, ...	
$N_1 1$, $N_2 2$ ... N_N	境界条件を解除する節点群のリスト	

See Also
スキューとフレーム(/SKEW & /FRAME)

/BCSR/ROT

Engineキーワード
指定した番号の節点の、指定したX、Y、またはZの方向の回転自由度をリリースします:

フォーマット

`/BCSR/ROT`/*Keyword3*

N_1*1* N_2*2 ..., *N_N

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Keyword3	次のような*X*、*Y*、*Z*の任意の組み合わせ: *X*, *Y*, *Z*, *XY*, *XZ*, *YZ*, *YX*, *ZX*, *ZY*, *XYZ*, *YXZ*, ...	
N_1*1*、N_2*2..., *N_N	境界条件を解除する節点群のリスト	

See Also
スキューとフレーム(/SKEW & /FRAME)
RD-E:4200 ゴムのリング: クラッシュとスライドの例題
RD-E:5500 ファンブレードの回転の初期設定と衝突

/BCSR/TRA

Engineキーワード
指定した番号の節点の、指定したX、Y、またはZの方向の材料並進自由度をリリースします：

フォーマット

`/BCSR/TRA`/*Keyword3*

$N_1$1 $N_2$2 ..., N_N

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Keyword3	次のような*X*、*Y*、*Z*の任意の組み合わせ： *X*, *Y*, *Z*, *XY*, *XZ*, *YZ*, *YX*, *ZX*, *ZY*, *XYZ*, *YXZ*, ...	
$N_1$1、$N_2$2.. ., N_N	境界条件を解除する節点群のリスト	

See Also
スキューとフレーム（/SKEW & /FRAME）

/VEL/ROT

Engineキーワード
指定された節点群に対し、特定の方向X、Y、またはZに同じ回転速度を設定します。

フォーマット

`/VEL/ROT`/*Keyword3*/*skew_ID*

$N_1$1 $N_2$2 ... N_N

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Keyword3	次のような*X*、*Y*、*Z*の組み合わせ: *X*, *Y*, *Z*, *XY*, *XZ*, *YZ*, *YX*, *ZX*, *ZY*, *XYZ*, *YXZ*, ...	
skew_ID	スキュー識別子(オプション) 省略した場合は、全体スキューシステムで方程式が書き込まれます。そうでない場合は、指定された*skew_ID*で方程式が適用されます。	
$N_1$1 $N_2$2 ... N_N	同じ速度を持つ節点群のリスト	

コメント

1. 指定された節点群に対し、特定の方向X、Y、またはZに同じ回転速度を設定します:

$$\Omega_X = \frac{\sum_{j=1}^{N} I_J \Omega_x^j}{\sum_{j=1}^{N} I_J} \qquad (1447)$$

See Also
スキューとフレーム(/SKEW & /FRAME)

/VEL/TRA

Engineキーワード
指定された節点群に対し、材料並進自由度の特定の方向X、Y、またはZに同じ速度を設定します。

フォーマット

`/VEL/TRA`/*Keyword3*/*skew_ID*

$N_1$1 $N_2$2... N_N

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Keyword3	次のような*X*、*v*、*Z*の組み合わせ: *X*, *Y*, *Z*, *XY*, *XZ*, *YZ*, *YX*, *ZX*, *ZY*, *XYZ*, *YXZ*, ...	
skew_ID	スキュー識別子(オプション) 省略した場合は、全体スキューシステムで方程式が書き込まれます。そうでない場合は、指定された*skew_ID*で方程式が適用されます。	
$N_1$1 $N_2$2 ... N_N	同じ速度を持つ節点群のリスト	

コメント

1. 指定された節点群に対し、材料並進自由度(剛結)の特定の方向X、Y、またはZに同じ速度を設定します:

$$V_X = \frac{\sum_{j=1}^{N} M_J V_x^j}{\sum_{j=1}^{N} M_J} \qquad (1448)$$

See Also
スキューとフレーム(/SKEW & /FRAME)

初期条件

Engineキーワード

/INIV/AXIS

Engineキーワード
軸に対する回転速度と並進速度を初期化します。

フォーマット

`/INIV/AXIS/`*Keyword3*

Frame_ID

$V_X^t V_Y^t V_Z^t V^r$

$N_1 N_2 ..., N_N$

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Keyword3	回転軸を定義するフレームのX、Y、Z方向の定義	
Frame_ID	フレーム識別子 （整数）	
V_X^t , V_Y^t , V_Z^t , V^r	局所フレームにおける並進速度成分と軸に関する回転速度 （実数）	$\left[\frac{m}{s}\right]$ または $\left[\frac{rad}{s}\right]$
$N_1 N_2 ..., N_N$	節点のリスト	

コメント

1. *Frame_ID*が0でない場合、初速度はこの局所軸に関して作用します。
2. $\mathbf{V}^t$が全体座標系で表現される場合、その速度は以下に関して初期化されます：

$$\mathbf{v}(M) = \mathbf{V}^t + V^r \frac{\mathbf{U}}{\|\mathbf{U}\|} \wedge \mathbf{OM} \qquad (1449)$$

ここで、

$\mathbf{U}$	回転軸を定義するベクトル
$\mathbf{O}$	その軸上の点を表し、フレームの原点として設定されます。

3. より簡単な入力、より速い速度の初期化のためには、 `/INIV/AXIS/Keyword3/1`または`/INIV/AXIS/Keyword3/2`を使用します。

See Also
スキューとフレーム（/SKEW & /FRAME）

/INIV/AXIS/Keyword3/1

Engineキーワード
軸に対する回転速度と並進速度を初期化します。

フォーマット

`/INIV/AXIS/`*Keyword3/1*

Frame_ID

$VX^tVY^tVZ^tV^r$

N^1_{first}, N^2_{last}…, N^i_{first}, N^i_{last}

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
Keyword3	回転軸を定義するフレームの*X*、*Y*、*Z*方向の定義	
Frame_ID	フレーム識別子 （整数）	
V_X^t , V_Y^t , V_Z^t , V^r	局所フレームにおける並進速度成分と軸に関する回転速度 （実数）	$\left[\frac{m}{s}\right]$ または $\left[\frac{rad}{s}\right]$
N^1_{first}, N^2_{last}…, N^i_{first}, N^i_{last}	リストの最初と最後の節点	

コメント

1. *frame_ID*が0でない場合、初速度はこの局所軸に関して作用します。
2. $\mathbf{V}^t$が全体座標系で表現される場合、その速度は以下に関して初期化されます：

$$\mathbf{v}(M) = \mathbf{V}^t + V^r \frac{\mathbf{U}}{\|\mathbf{U}\|} \wedge \mathbf{OM} \qquad (1450)$$

ここで、

$\mathbf{U}$	回転軸を定義するベクトル
$\mathbf{O}$	その軸上の点を表し、フレームの原点として設定されます。

See Also
スキューとフレーム（/SKEW & /FRAME）
RD-E：5500 ファンブレードの回転の初期設定と衝突

/INIV/AXIS/Keyword3/2

Engineキーワード
節点セット上で軸に対する回転速度と並進速度を初期化します。

フォーマット

`/INIV/AXIS/`*Keyword3/2*

Frame_ID

$VX^tVY^tVZ^tV^r$

grnd_ID

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
Keyword3	回転軸を定義するフレームの*X*、*Y*、*Z*方向の定義	
Frame_ID	フレーム識別子 （整数）	
V_X^t , V_Y^t , V_Z^t	局所フレームの並進速度成分。 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\right]$
V^r	局所フレームの軸*Keyword3*を中心にした回転速度。 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{rad}}{\mathrm{s}}\right]$
grnd_ID	特定の初速度が適用される節点グループ（`/GRNOD`）または節点セット（`/SET`）。	

コメント

1. *frame_ID*が0でない場合、初速度はこの局所軸に関して作用します。
2. $\mathbf{V}^t$が全体座標系で表現される場合、その速度は以下に関して初期化されます：

$$\mathbf{v}(M) = \mathbf{V}^t + V^r \frac{\mathbf{U}}{\|\mathbf{U}\|} \Lambda \mathbf{OM} \qquad (1451)$$

ここで、

$\mathbf{U}$	回転軸を定義するベクトル
$\mathbf{O}$	その軸上の点を表し、フレームの原点として設定されます。

See Also
2022の新しいキーワード
スキューとフレーム（/SKEW & /FRAME）

/INIV/ROT

Engineキーワード
X、Y、Z軸周りの回転速度を初期化します。

フォーマット

`/INIV/ROT`/*Keyword3*

Ω

$N_1 1\ N_2 2\ \ldots\ N_N$

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Keyword3	*X*, *Y* または*Z*.	
Ω	回転速度	$\left[\frac{\text{rad}}{\text{s}}\right]$
$N_1 1\ N_2 2\ \ldots\ N_N$	節点のリスト	

コメント

1. 節点$N_1 1\ N_2 2\ldots N_N$ の回転速度はΩです。
2. より簡単な入力、より速い速度の初期化のためには、 `/INIV/ROT/Keyword3/1`または`/INIV/ROT/Keyword3/2`を使用します。

/INIV/ROT/Keyword3/1

Engineキーワード
X、*Y*または*Z*軸周りの回転速度を初期化します。

フォーマット

`/INIV/ROT/`*Keyword3*`/1`

Ω

$N^1_{first} N^1_{last}$ ... $N^I_{first} N^I_{last}$

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Keyword3	*X*, *Y*または*Z*.	
Ω	回転速度	$\left[\frac{\text{rad}}{\text{s}}\right]$
$N^1_{first} N^1_{last}$ ... $N^I_{first} N^I_{last}$	リストの最初と最後の節点	

コメント

1. N^1_{first}とN^1_{last} .. . N^I_{first} とN^I_{last}の間の節点の回転速度はΩです。

/INIV/ROT/Keyword3/2

Engineキーワード

節点セット上の指定された*X*、*Y*、または*Z*軸周りの回転速度を初期化します。

フォーマット

`/INIV/ROT/`*Keyword3/2*

Ω

grnd_ID

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Keyword3	*X*、*Y*、または*Z*。	
Ω	回転速度	$\left[\frac{\text{rad}}{\text{s}}\right]$
grnd_ID	特定の初速度が適用される節点グループ(`/GRNOD`)または節点セット(`/SET`)。	

コメント

1. 節点セット*grnd_ID*で定義された節点は、回転速度Ωを有します。

See Also

2022の新しいキーワード

/INIV/TRA

Engineキーワード
X、Y、Z軸方向の並進速度を初期化します。

フォーマット

`/INIV/TRA/`*Keyword3*

V

N_1*1* N_2*2* ... N_N

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Keyword3	X、Y、またはZ	
V	並進速度	$[\frac{m}{s}]$
N_1*1* N_2*2* ... N_N	節点のリスト	

コメント

1. 節点N_1*1* N_2*2*。.. N_N の並進速度は*V*です。
2. より簡単な入力、より速い速度の初期化のためには、 `/INIV/TRA/Keyword3/1`または`/INIV/TRA/Keyword3/2`を使用します。

/INIV/TRA/Keyword3/1

Engineキーワード
X、Y、Z軸方向の並進速度を初期化します。

フォーマット

`/INIV/TRA/`*Keyword3/1*

V

$N^1_{first}N^1_{last}$ … $N^I_{first}N^I_{last}$

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Keyword3	X、Y、またはZ	
V	並進速度	$\left[\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\right]$
$N^1_{first}N^1_{last}$ … $N^I_{first}N^I_{last}$	リストの最初と最後の節点	

コメント

1. N^1_{first}とN^1_{last} … N^I_{first}とN^I_{last}の間の節点の並進速度は*V*です。

/INIV/TRA/Keyword3/2

Engineキーワード

節点セット上の指定された方向X、Y、またはZの並進速度を初期化します。

フォーマット

`/INIV/TRA/`*Keyword3/2*

V

grnd_ID

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Keyword3	X、Y、またはZ	
V	並進速度	$\left[\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\right]$
grnd_ID	特定の初速度が適用される節点グループ(`/GRNOD`)または節点セット(`/SET`)。	

コメント

1. 節点セット*grnd_ID*で定義された節点は、並進速度*V*を有します。

See Also

2022の新しいキーワード

時間ステップ

Engineキーワード
このグループでは、キーワードを使用して、計算時にさまざまなエンティティ(シェル、ソリッド、ビーム、エアバッグ、インターフェースなど)に対してさまざまな時間ステップコントロール(*STOP*、*KILL*、*CST*または*DEL*)を定義します。

/DT

Engineキーワード
すべての要素に対する時間ステップのデフォルトです。

フォーマット

`/DT`

$\Delta T_{sca}\Delta T_{\min}$

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
ΔT_{sca}	すべての要素の時間ステップに対するデフォルトの比例倍数 デフォルト = 0.9	
$\Delta T_{\min}$	すべての要素に対するデフォルトの最小時間ステップ	

コメント

1. シミュレーションの時間ステップが$\Delta T_{\min}$に達すると、どの要素タイプが時間ステップを制御しているかに応じて以下のアクションが起こります。`/BRICK`または`/QUAD`要素の場合、シミュレーションが停止し、リスタートファイルが生成されます。`/SHELL`または`/SH_3N`要素の場合、時間ステップを制御している要素がシミュレーションから削除されます。その他のすべての要素タイプでは、$\Delta T_{\min}$は使用されません。

/DT/AIRBAG/Keyword3

Engineキーワード
エアバッグを含む時間ステップと時間ステップコントロール。

フォーマット

```
/DT/AIRBAG/Keyword3
```

ΔT_{sca} $\Delta T_{\min}$

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Keyword3	時間ステップコントロールタイプ: *STOP* 時間ステップが$\Delta T_{\min}$に到達すると、実行が停止して、リスタートファイルが書き込まれます。 *Keyword3*が指定されていない、すなわち/DT/AIRBAGである場合、入力された$\Delta T_{\min}$は使用されません。	
ΔT_{sca}	エアバッグの限界時間ステップのスケールファクター。 デフォルト = 0.9	
$\Delta T_{\min}$	最小時間ステップ	

コメント

1. /DT/AIRBAG/Keyword3は/DT/NODAまたは/DT/NODA/CSTと組み合わせることが可能です。

/DT/ALE

Engineキーワード
ALEまたはEULERセルの時間ステップ制御

フォーマット

$\Delta T_{sca}\Delta T_{\min}$

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
ΔT_{sca}	限界時間ステップのスケールファクター デフォルト = 0.5	
$\Delta T_{\min}$	最小時間ステップ	

コメント

1. ALE時間ステップが$\Delta T_{\min}$より小さくなると、シミュレーションは停止し、リスタートファイルが書き込まれます。
2. 2018.0リリースより、/DT/BRICKと /DT/QUADはLagrangian要素にのみ関連しています。
3. 2018.0リリースより、ALEまたはEULERセルの時間ステップは、/DT/ALEでのみ制御が可能です。これにより、ALEまたはEULERセルの時間ステップ制御は、入力ファイル内にLagrangianおよびALEソリッドが存在する際には別々にできます。
4. デフォルトでは、スケールファクターΔT_{sca}は0.5で、これはALEまたはEULERセルに推奨される値です。ゆえに、/DTまたは/DT/BRICKまたは/DT/QUADをΔT_{sca}=0.5で使用しなかった場合、2018.0より、デフォルトで異なる時間ステップをもつようになります。以前の結果を取り出すには、/DT/ALEで該当する時間ステップを設定する必要があります。

2017.0 Engine File	**2018.0 Engine File**
/DT/BRICK、ΔT_{sca}**=0.3**	Add /DT/ALE、ΔT_{sca}=0.3
/DT/QUAD、ΔT_{sca}**=0.0**	/DT/QUADを追加、ΔT_{sca}=0.9
/DT、ΔT_{sca}**=0.4**	適用不可
時間ステップコントロールなし	/DT/ALEを追加、ΔT_{sca}=0.9（3次元の場合）、または ΔT_{sca}=0.67（2次元の場合）

/DT/AMS

Engineキーワード

アドバンストマススケーリング（AMS：Advanced Mass Scaling）用の時間ステップアドバンストマススケーリングは要素時間ステップ手法の1つで、時間ステップを通常の要素または節点時間ステップよりも大きな値にに増やすことができます。

フォーマット

`/DT/AMS`/*Iflag*

$\Delta T_{sca}\Delta T_{\min}$

Iflag=1または2の場合、次の行を挿入

Tol_AMS

Iflag=2の場合、次の行を挿入

NiterNprint

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Iflag	付加（オプション）行の数 *0*または空白 ΔT_{sca}および$\Delta T_{\min}$のために1つのカードのみが読み込まれます。 *= 1*または*2* *Tol_AMS*が入力から読み込まれます。 *= 2* *Tol_AMS*、*Niter*、*Nprint*が入力から読み込まれます。	
ΔT_{sca}	限界時間ステップのスケールファクター ΔT_{sca}を0.67に設定することが推奨されます。 デフォルト = 0.9	
$\Delta T_{\min}$	最小時間ステップ 2	
Tol_AMS	AMS収束の許容値 デフォルト = 10^{-3}	
Niter	共役勾配法の最大反復回数 デフォルト = 1000	
Nprint	共役勾配法での収束前に反復回数に関して付加的な出力を行う頻度（サイクル数） デフォルト = 0	

コメント

1. アドバンストマススケーリングを適用するには、Engineキーワード/DT/AMSおよびStarterキーワード/AMSが定義される必要があります。
2. AMS時間ステップ法は、要素の時間ステップが下記未満となった際に要素に適用されます：

   $$\frac{\Delta T_{\min}}{\Delta T_{sca}}$$
3. *Iflag*=0の場合、*Tol_AMS*、*Niter*、*Nprint*のデフォルト値が使用されます。
4. それぞれのサイクルで、*AMS*は節点加速度$[\mathbf{M}]\boldsymbol{\gamma} = \mathbf{F}$を共役勾配法アルゴリズムを用いて反復計算で解きます（*AMS*を用いると質量行列は対角ではなくなるため）。
5. 共役勾配法の収束は以下のの時に仮定されます：

   $$\|\mathbf{F} - [\mathbf{M}]\boldsymbol{\gamma}\| \le Tol\_AMS \cdot \|\mathbf{F}\| \qquad (1452)$$
6. *Iflag* = 2の場合、共役勾配法の最大反復回数*Niter*と付加出力の頻度*Nprint*が入力される必要があります。そうでない場合、共役勾配法の最大反復回数はデフォルト値 (1000)に設定され、付加的な出力は行われません。
7. 共役勾配法の収束前に*Niter*よりも多い反復回数が実行された時、以下のメッセージが出力され計算は停止します：

   ```
   "** ERROR: AMS IS LIKELY DIVERGING"
   ```
8. *Nprint*が指定された場合*Nprint*サイクルごとに以下を含む付加的な出力がなされます：そのサイクルでの共役勾配法の収束前の反復回、最後の残差ノルムと力のベクトルのノルム。
9. グループパートにアドバンストマススケーリングを使用できます。Radioss Starter入力デックでパートグループを指定する必要があります（/AMS）。計算時間のパフォーマンスを最適化するには、/AMSパートグループに属さないパートには古典的なマススケーリング/DT/NODA/CSTを適用することが推奨されます。

   例：

   ```
   /DT/AMS/1
   ΔT_sca ΔT_min

   Tol_AMS
   /DT/NODA/CST
   ΔT_sca ΔT_min
   ```

   /DT/AMSと/DT/NODA/CSTが一緒に使用される際は、/DT/NODA/CSTは、/AMSでパートグループを用いてAMSと定義されていないパートにのみ適用されます。シミュレーションは常に最小時間ステップを使用するため、同じ$\Delta T_{\min}$を使用することもまた推奨されます。/AMSにパートグループが指定されていない場合、/DT/NODA/CSTであってもAMSはモデル全体に適用されます。
10. Advanced Mass Scaling（AMS）では、全体質量が変化しないので、関連節点の全体運動量が保存されます。そのため、/DT/NODA/CSTよりも正確です。
11. /DT/Eltyp/Keyword3は/DT/AMSと適合性があります（/DT/INTER/CSTは除きます。これは、/DT/AMSが適用されない節点にのみ適用されます）。
12. /AMSと接触の非線形剛性インターフェースTYPE7、TYPE11またTYPE19を使用する場合は、Radioss Engine入力デックでの/DT/INTER/DELの使用が必要になる可能性があります；そうでない場合、AMSは収束が遅くなる可能性や、発散の可能性もあります。
13. /DT/AMSに関する情報については、ユーザーガイドの適合性と制限事項（Advanced Mass Scaling (AMS)内）を参照してください）。

See Also

Advanced Mass Scaling Recommended Checklist (User Guide)

例：自動車分野の適用
金属成型適用例
RD-E：4400 AMSを用いたブロー成型

/DT/CST_AMS

Engineキーワード

このオプションは、同じ目標時間ステップでのAMS（アドバンストマススケーリング）（/DT/AMS）と節点時間ステップ（/DT/AMS）の組み合わせです。

指定の基準未満の初期要素時間ステップをもつ要素はすべて自動的にAMS用に選択されます。従来の一定節点時間ステップは、モデルの残りの部分に適用されます。

フォーマット

DT/CST_AMS/*Iflag*

$\Delta T_{sca} \Delta T_{\min} \Delta T_{sca\_ams}$

Iflag=1または2の場合、次の行を挿入

Tol_AMS

Iflag=2の場合、次の行を挿入

NiterNprint

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Iflag	付加（オプション）行の数 *0*または空白 ΔT_{sca}および$\Delta T_{\min}$のために1つのカードのみが読み込まれます。 *=1* *Tol_AMS*が入力から読み込まれます。 *=2* *Tol_AMS*、*Niter*、*Nprint*が入力から読み込まれます。	
ΔT_{sca}	限界時間ステップのスケールファクター デフォルト = 0.9	
ΔT_{sca_ams}	AMSの限界時間ステップのスケールファクター（オプション） デフォルト = 0.67	
$\Delta T_{\min}$	最小時間ステップ 2	
Tol_AMS	AMS収束の許容値 デフォルト = 10^{-3}	
Niter	共役勾配法の最大反復回数 デフォルト = 1000	

フィールド	内容	**SI**単位の例
Nprint	共役勾配法での収束前に反復回数に関して付加的な出力を行う頻度(サイクル数) デフォルト = 0	

コメント

1. Starterキーワード/AMSがStarter入力ファイル内で定義される必要があります。
2. AMSは、初期要素ステップ時間が右記未満になった際に要素に適用されます;

   $\frac{\Delta T_{\min}}{\Delta T_{sca}}$

   。要素が選択されていない場合、/DT/NODA/CSTが適用されます。
3. Engine入力ファイル内で/DT/CST_AMSキーワードが検知されると、Starterで要素の自動選択が行われます。要素選択は、Starter出力ファイルで確認できます。
4. AMS要素選択は、キーワード/ANIM/ELEM/AMSを使用することによりアニメーションファイルで確認することも可能です。
5. *Iflag* = 0の場合、*Tol_AMS*、*Niter*、*Nprint*のデフォルト値が使用されます。
6. AMSについては、*Iflag* = 2の場合、共役勾配法の最大反復回数*Niter*と付加出力の頻度*Nprint*が入力される必要があります。そうでない場合、共役勾配法の最大反復回数はデフォルト値(1000)に設定され、付加的な出力は行われません。
7. AMSの場合、共役勾配法の収束前に*Niter*よりも多い反復回数が実行されると、以下のメッセージが出力され計算は停止します:

   ```
   "** ERROR: AMS IS LIKELY DIVERGING"
   ```
8. AMSの場合、*Nprint*が指定されていると、各*Nprint*サイクル毎に、下記を含む付加的な出力がなされます:
   - そのサイクルでの共役勾配の収束前の反復計算回数
   - 最後の残差ノルムと力のベクトルのノルム
9. 要素の自動選択と、パートのグループに基づいた手動による要素選択を組み合わせることも可能です。Radioss Starter入力デックでパートグループを指定する必要があります(/AMS)。
10. 一定節点時間ステップの詳細は/DT/NODA/CST、AMSについては/DT/AMSおよびユーザーズガイドの" 高度マススケーリング(AMS)内、適合性と制限事項 と制限事項(共存は可能ですがAMSパートグループ外であることが必要)"をご参照ください。

See Also

Advanced Mass Scaling Recommended Checklist (User Guide)

例:自動車分野の適用

金属成型適用例

RD-E:4400 AMSを用いたブロー成型

/DT/Eltyp/Keyword3/Iflag

Engineキーワード
要素時間ステップコントロール

フォーマット

`/DT/Eltyp/Keyword3/`*Iflag*

ΔT_{sca} $\Delta T_{\min}$

`/DT/BRICK/CST/1`を使用する場合、次の行を挿入

ASP_minVDEF_min

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Eltyp	エンティティ選択: *BRICK* ソリッド要素 *QUAD* 2次元ソリッド要素 *SHELL* シェル要素 7 *SH_3N* 三角形シェル要素 *TRUSS* トラス要素 *BEAM* ビーム要素 *SPRING* スプリング要素	
Keyword3	時間ステップ制御タイプ。1 *CST* 要素は一定時間ステップ$\Delta T_{\min}$を保持するために微小ひずみ定式化に切り替えられます。*Eltyp*=*BRICK*または*SHELL*および要素プロパティで定義されているI_{smstr}*SMSTR*の一定の値でのみ有効です。5 *DEL* 時間ステップを制御している要素は、一定時間ステップ$\Delta T_{\min}$が保持されるよう削除されます。 *STOP* 時間ステップが$\Delta T_{\min}$に到達すると、実行が停止して、リスタートファイルが書き込まれます。	

フィールド	内容	SI単位の例
	*Keyword3*が指定されていない、すなわち/DT/Eltypである場合、デフォルトの*Keyword3*オプションが各*Eltyp*に使用されます。2	
ΔT_{sca}	*Eltyp*で定義したオプションで使用する限界時間ステップのスケールファクター。 デフォルト = 0.9	
$\Delta T_{\min}$	最小時間ステップ	
Iflag	付加(オプション)カードの数/DT/BRICK/CST/1にのみ使用されます。 *0*または空白 ΔT_{sca}および$\Delta T_{\min}$のために1つのカードのみが読み込まれます。 *= 1* *ASP_min*および*VDEF_min*のために追加のカードが読み込まれます。	
ASP_min	最小アスペクト比(Tet崩壊)。アスペクト比 ≤*ASP_min*であるソリッド要素は、一定の時間ステップを保つために微小ひずみ定式化に切り替えられます 6 デフォルト = 0	
VDEF_min	最小体積比(V/Vo)。体積変化 ≤*VDEF_min*であるソリッド要素は、一定の時間ステップを保つために微小ひずみ定式化に切り替えられます 6 デフォルト = 0	

コメント

1. すべての*Keyword3*オプションで時間ステップコントロールは、シミュレーションの時間ステップを制御する要素の時間ステップが右記より小さい場合にアクティブ化されます;

   $$\frac{\Delta T_{\min}}{\Delta T_{sca}}$$

2. 下の一覧は、使用可能な*Eltyp*と*Keyword3*の組み合わせを示すものです。*Keyword3*が/DT/BRICKまたは/DT/SHELLのように指定されていない場合、デフォルトのオプションが使用されます。

	STOP	DEL	CST
QUAD	デフォルト	オプション	
BRICK	デフォルト	オプション	オプション
SHELL, SH_3N	オプション	デフォルト	オプション

	STOP	DEL	CST
BEAM, *TRUSS*, *SPRING*	オプション	オプション	

3. 各*Eltyp*値について、1つのシミュレーション内で1つの/DT/Eltyp/Keyword3オプションのみが使用できます。
4. /DT/Eltyp/Keyword3は/DT/NODA/Keyword3と共に使用できます。
5. /DT1/BRICK/CSTは、I_{smstr}*SMSTR*=2または12が/PROP/SOLIDで定義されている際にのみアクティブとなります。/TETRA4（I_{tetra}*TETRA*=0）、/TETRA10、および/BRICKソリッド要素（I_{solid}*SOLID*=1、2、14、17または24）と適合性があります。
6. /DT/BRICK/CST/1を使用する場合、*ASP_min*または*VDEF_min*の2つの最小値のいずれかに到達した時点で、要素は微小ひずみ定式化に切り替えられます。*ASP_min*は、HyperMeshの要素品質チェックと同じテトラ崩壊計算を使用します。*ASP_min*基準を満たせない要素は、シミュレーションの開始時または実行中に微小ひずみ定式化に切り替えられます。*VDEF_min*を使用すると、シミュレーションの実行中に、大きく変形または圧縮された要素を微小ひずみ定式化に切り替えることができるので、負の体積の問題の発生を防止できます。
7. シェル要素についてより控え目でより低い時間ステップの計算は、/DT1/SHELLを使用することでアクティブにすることができます。

/DT/FVMBAG/Iflag

Engineキーワード
有限体積法エアバッグの制御のための時間ステップ。

フォーマット

`/DT/FVMBAG/`*Iflag*

ΔT_{sca} $\Delta T_{\min}$

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Iflag	有限体積マージのフラグ。 *0*または空白 時間ステップが$\Delta T_{\min}$よりも小さく、かつ、エアバッグ体積が10 *全体マージ`/FVMBAG/MODIF`で定義されている最小体積よりも小さい場合に、有限体積はマージされます。 *= 1* 時間ステップが$\Delta T_{\min}$よりも小さい場合に、有限体積はマージされます。	
ΔT_{sca}	時間ステップのスケールファクター	
$\Delta T_{\min}$	最小時間ステップ	

コメント

1. FVMBAG1エンティティにより計算が規制される場合に、追加の有限体積マージを実行することにより、安定性および最小時間ステップサイズを確保するために、ΔT_{sca}および$\Delta T_{\min}$を定義できます。

/DT/GLOB/Iflag

Engineキーワード
全体時間ステップ予測では、通常の要素または節点時間ステップよりも大きな値を時間ステップに設定することができます。

フォーマット

`/DT/GLOB/`*Iflag*

ΔT_{sca}

Iflag=1の場合、次の行を挿入

Tol_GTSNcycles

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Iflag	付加(オプション)カードの数 *0*または空白 ΔT_{sca}のために1つのカードのみが読み込まれます。 *=1* *Tol_GTS*および*Ncycles*が入力から読み込まれます。2	
ΔT_{sca}	限界時間ステップのスケールファクター デフォルト = 0.9	
Tol_GTS	GTS収束の許容値 デフォルト = 10^{-3}	
Ncycles	全体時間ステップ予測の頻度(サイクル数) デフォルト = 20	

コメント

1. `/DT/GLOB`を`/DT/NODA`と共に使用する場合、シミュレーションは節点時間ステップで始まり、全体時間ステップが後に続きます。

   `/DT/GLOB`を単独で使用するか、`/DT`と共に使用する場合、開始の時間ステップは要素タイプステップで、その後に全体時間ステップが続きます。
2. *Iflag* =1の場合、GTS収束の許容値(*Tol_GTS*)と、全体時間ステップの頻度(*Ncycles*)を入力する必要があります。

   Iflag =0または空白の場合、*Tol_GTS*と*Ncycles*のデフォルト値が使用されます。
3. 全体時間ステップオプションは、次のフィーチャーに適用できます。
   - ソリッド要素:`/TETRA4`、`/TETRA10`、次のフラグのヘキサ要素

- `/PROP/SOLID`: I_{solid}*SOLID* = 1（Belytschko）、14（HA8）、17（H8C）、24（HEPH）および16（20節点）
- シェル要素：I_{shell}*SHELL* = 1（Belytschko-Tsay）、12（Batoz）および24（HEPH）
- トラス要素
- ビーム要素
- 接触インターフェース：`TYPE7`、`TYPE24`エッジ-エッジオプションの設定なし）、`TYPE2`（$Spot_{flag}$*FLAG*= 25および27）

4. ほとんどの場合は、デフォルト値で十分に安定した実行が確保されますが、振動する接触条件のために全体剛性が頻繁に変動するケースでは、収束判定基準を上げて*Tol_GTS*= 0.05にし、時間ステップのスケールファクターを下げてΔT_{sca}= 0.8にすることが推奨されます。

/DT/INTER/Keyword3/Iflag

Engineキーワード
インターフェース時間ステップコントロール

フォーマット

`/DT/INTER/Keyword3/`*Iflag*`Iflag`

$\Delta T_{sca}\Delta T_{\min}$

`/DT/INTER/AMS/1`を使用する場合、次の行を挿入

Tol_AMS

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Keyword3	時間ステップ制御タイプ。1: *CST* デフォルトの一定時間ステップ法`/DT/INTER/CST2`を使用。 *CST1* 取り付けセカンダリ節点の節点質量は、一定時間ステップ$\Delta T_{\min}$を保つために増加されます。 *CST2*（デフォルト） 取り付けセカンダリ節点の節点質量は、一定時間ステップ$\Delta T_{\min}$を保つために増加されます。改良定式化。 *DEL* 衝撃セカンダリ節点は、一定時間ステップ$\Delta T_{\min}$が保持され得るよう、接触インターフェースから削除されます。 *STOP* 時間ステップが$\Delta T_{\min}$に到達すると、実行が停止して、リスタートファイルが書き込まれます。 *AMS* 一定時間ステップ$\Delta T_{\min}$を保つために、アドバンストマススケーリングが取り付けセカンダリ節点に使用されます。 *Keyword3*が指定されていない、すなわち`/DT/INTER`の場合、$\Delta T_{\min}$は使用されず、TYPE7接触のみにΔT_{sca}が使用されます。	
Iflag	付加（オプション）カードの数*Keyword3=AMS*の場合にのみ使用されます。 *0*または空白 ΔT_{sca}と$\Delta T_{\min}$のみが読み出されます。 *= 1* 追加のカード*Tol_AMS*が読み出されます。	

フィールド	内容	SI単位の例
ΔT_{sca}	インターフェースの限界時間ステップのスケールファクター。 デフォルト = 0.9	
$\Delta T_{\min}$	最小時間ステップ	
Tol_AMS	AMS収束のトレランス - /DT/INTER/AMS/1にのみ使用されます。 デフォルト = 10^{-3}	

コメント

1. すべての*Keyword3*オプションで時間ステップコントロールは、シミュレーションの時間ステップを制御する節点の時間ステップが右記より小さい場合にアクティブ化されます;

   $\frac{\Delta T_{\min}}{\Delta T_{sca}}$
2. *Keyword3*のオプションはすべて、TYPE7、TYPE10、TYPE11、TYPE19インターフェースにのみ適用されます。
3. *Keyword3 = STOP*もTYPE21インターフェースに適用されます。
4. /DT/INTER/CSTと/DT/INTER/AMSは共に、/DT/INTER/DELまたは/DT/INTER/STOPと同時に使用できます。
5. /DT/INTER/Keyword3は/DT/NODAまたは/DT/NODA/CSTと組み合わせることが可能です。
6. *Keyword3=AMS*の場合
   - 高度マススケーリングは全体質量を変更しないため、関連節点の全体運動量が維持されます。したがって、/DT/INTER/AMSは/DT/INTER/CST、/DT/INTER/CST1および/DT/INTER/CST2と比べてより精確です。
   - /DT/INTER/AMSは、境界条件、強制速度、強制変位、強制加速度、タイドインターフェース(/INTER/TYPE2)、剛体、固定剛体壁、剛結、および円筒ジョイントといった運動条件と適合性があります。
   - /DT/INTER/AMSは動的緩和(/DAMP)およびレイリー減衰(/DAMP)と適合性があります。
   - /DT/INTER/AMS は、作用するパートがリベット(/RIVET)またはLagrange乗数(/MPCや/GJOINTなど)を含む場合、機能しません。このような場合は、Radioss Engineによってエラーが出力されます。
   - AMSを適用した節点に結合された剛体は、センサーを使用せずに/RBODY/ONおよび/RBODY/OFFを使用して、Radioss Engineを実行している際にアクティブ / 非アクティブにすることができます。
   - /DT/INTER/AMSは、必ずモデル全体に適用されます。ただし、AMS(/DT/AMS)の要素時間ステップをパートグループに使用すると同時に、/DT/INTER/AMSを使用することができます: /DT/INTER/AMSは、その後、そのパートグループに属さない節点に適用されます。

     例:

     /DT/AMS/1
     $\Delta T_{sca}\Delta T_{\min}$
     Tol_AMS
     /DT/INTER/AMS
     $\Delta T_{sca}\Delta T_{\min}$

- アドバンストマススケーリングの要素時間ステップは、Radioss Starter入力デックの/AMSで宣言したパートグループに適用されますが、/DT/INTER/AMSはこのパートグループに属していない節点に適用されます。

/DT/NODA/Keyword3/Iflag

Engineキーワード
モデルの時間ステップを増やすためにマススケーリングを適用するオプションを含んだ節点時間ステップコントロール法をアクティブ化します。

フォーマット

/DT/NODA/Keyword3/Iflag

ΔT_{sca} $\Delta T_{\min}$ *initial_mass_ratio*

*Iflag=1*の場合、次の行を挿入
grnd_ID

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Keyword3	時間ステップ制御タイプ。1 *CST* デフォルトの一定時間ステップ法/DT/NODA/CST2を使用。5 6 *CST1* 節点質量は、一定時間ステップ$\Delta T_{\min}$を保つために増加されます。56 推奨されるΔT_{sca}=0.67 *CST2*（デフォルト） 節点質量は、一定時間ステップ$\Delta T_{\min}$を保つために増加されます。改良定式化。56 *SET* 右記の一定時間ステップを保つために、相当節点剛性を減らします；$\Delta T_{\min}$ *STOP* シミュレーションの開始時に、*initial_mass_ratio*を使用して初期節点質量が増加し、初期時間ステップが決定されます。シミュレーション中に質量は追加されません。時間ステップが$\Delta T_{\min}$に達すると、シミュレーションは停止し、リスタートファイルが書き込まれます。 /DT/NODA/*Iflag*のように*Keyword3*が指定されていない場合、計算は節点時間ステップを使用し、$\Delta T_{\min}$は使用されません。	
Iflag	節点グループのフラグ *=0*または空白 すべての節点は、節点時間ステップ法を使用します。	

フィールド	内容	SI単位の例
	=1 節点時間ステップ法は、右記の節点グループ内の節点にのみ適用されます:	
ΔT_{sca}	限界節点時間ステップのスケールファクター デフォルト = 0.9	
$\Delta T_{\min}$	最小時間ステップ	
initial_mass_ratio	最小時間ステップを増やすために使用される計算の開始時の質量比の増加。この値は比率として入力されるため、質量の5%の増加は`0.05`として入力されます。 デフォルト = 0	
grnd_ID	節点時間ステップ法は、この節点グループ内の節点にのみ適用され、*Iflag*=1の場合は読み取り専用です。	

コメント

1. すべての*Keyword3*オプションで時間ステップコントロールは、シミュレーションの時間ステップを制御する節点の時間ステップが、定義されたタイムステップをΔT_{sca}で割った値より小さい場合にアクティブ化されます。
2. 1つのシミュレーション内で1つの`/DT/NODA/Keyword3`オプションのみが使用できます。
3. 節点時間ステップを使用する際、サイクル毎の計算量は若干増加しますが、特に品質の低いメッシュの場合、時間ステップは大きくなります。
4. `/DT/NODA/Iflag`が使用される際、計算は節点時間ステップ法を用い、$\Delta T_{\min}$は使用されません。
5. *Keyword3*の一定時間ステップオプション(CST、CST1、およびCST2)の場合、シミュレーションの開始時に使用される時間ステップが最大($\Delta T_{\min}$、*initial_mass_ratio*によって追加された質量で計算された時間ステップ)です。この開始時間ステップは、シミュレーション中に必要に応じて質量を追加することにより維持されます。
6. 異なる量のパーセント質量増加情報に対する時間ステップは、Starter出力ファイルに表とグラフとして出力されます。
7. `/DT/NODA/Keyword3`は、`/DT/Eltyp/Keyword3`のすべてのオプションと適合性があります。
8. 2017.2.3以降、`/DT/NODA`と`/DT/NODA/CST*`は、`/DT/INTER/AMS`と互換です。
9. `/DT/NODA/CST*`は、アドバンストマススケーリング`/DT/AMS`と互換です。`/DT/AMS`と共に使用されると、アドバンストマススケーリングはStarter `/AMS`カードで定義されているパートグループ、およびAMSパートグループに属さない節点に適用される`/DT/NODA/CST*`に適用されます。

   例:

   ```
   /DT/AMS/1
   dtsca1 dtmin1
   Tol_AMS
   /DT/NODA/CST
   dtsca1 dtmin1
   ```

これは、AMSが指定されたパートにのみ適用される場合も、計算時間を最小化するために推奨されます。

> **注：** 時間ステップが小さいほど性能が制限されるため、従来のマススケーリングで使用するよりも大きなタイムステップをAMSで使用しても効果はありません。

See Also

粒子法流体力学（SPH）

節点時間ステップ

時間ステップコントロールの制限

/DT/SHNOD/Keyword3

Engineキーワード
シェルサブサイクリングの時間ステップ制御。

フォーマット

```
/DT/SHNOD/Keyword3
```

$\Delta T_{sca}\Delta T_{\min}$

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Keyword3	時間ステップ制御タイプ。 ***CST*** シェル要素の節点質量は、一定時間ステップ$\Delta T_{\min}$を保つために増加されます。この質量増加のせいで、運動量は維持されず、モデルの質量増加は計算中に注意深く監視される必要があります。 /DT/SHNOD/のように*Keyword3*が指定されていない場合、シェル要素は節点時間ステップ法を使用し、要素時間ステップは使用されません。	
ΔT_{sca}	シェルの節点の安定性時間ステップに対する比例倍数 デフォルト = 0.9	
$\Delta T_{\min}$	最小時間ステップ	

コメント

1. シェルサブサイクリングは、Engineファイルオプション/SHSUBの使用によりアクティブ化されます。
2. /DT/SHNOD/CSTは、*SHELL*および*SH3N*要素のサブサイクリングに設定されている節点時間ステップを使用するために、Radioss Engineファイル内で設定できます。/DT/NODA/CSTと同様、質量は$\Delta T_{\min}$を保持するために追加されます。

   $$\Delta T_{sca} \cdot \sqrt{2\frac{M}{Ksh}} \qquad (1453)$$

   は右記よりも小；$\Delta T_{\min}$
3. /DT/SHNODは、すべてのシェル(*SHELL*および*SH3N*)に対してのみ異なる時間ステップを設定します。モデルの残りの時間ステップパラメータは、/DT/NODAで定義します。/DT/SHNODを使用する場合は、/DT/NODAが必要です。

/DT/SPHCEL/Keyword3

Engineキーワード
SPHセルの時間ステップコントロールのタイプを生成します。

フォーマット

`/DT/SPHCEL/`*Keyword3*

$\Delta T_{sca}\Delta T_{\min}$

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Keyword3	時間ステップコントロールタイプ: *DEL* 時間ステップを制御しているSPHセルは、一定時間ステップ$\Delta T_{\min}$が保持されるよう削除されます。 *STOP* SPHセルの時間ステップが$\Delta T_{\min}$に到達すると、実行が停止して、リスタートファイルが書き込まれます。 *KILL* SPHセルの時間ステップが右記に到達すると、計算が中断されます; $\Delta T_{\min}$ `/DT/SPHCEL/`のように*Keyword3*が指定されていない場合、$\Delta T_{\min}$は使用されません。	
ΔT_{sca}	オプション*SPHCEL*の時間ステップに対する倍率	
$\Delta T_{\min}$	オプション*SPHCEL*の最小時間ステップ	

コメント

1. このオプションは、`/DT/NODA`オプションと共に使用できます。このような場合の*SPH*セルを削除する(または計算を中断する)基準は次のとおりです。

$$\Delta T_{sca}\cdot\sqrt{\frac{2m}{K^*}} \le \Delta t_{\min} \qquad (1454)$$

   ここで、K^*はSPH相互作用に基づく剛性です。
2. 一般的に、節点時間ステップの方がロバストです。

See Also
粒子法流体力学(SPH)

/DT/THERM

Engineキーワード
熱解析の安定性時間ステップ。

フォーマット

```
/DT/THERM
```

次行はオプションです。

ΔT_{sca}

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
ΔT_{sca}	要素熱時間ステップのためのスケールファクター(オプション) デフォルト = 0.9	

コメント

1. 熱時間ステップは熱解析の安定性について計算され、機械時間ステップより遥かに大きいため、計算時間が低減されます。
2. 熱時間ステップは熱プロパティに基づいています。
3. 2つの使用可能な方法のどちらを選択するかは、シミュレーションのタイプに依存します。

   要素熱ステップ(デフォルト):

   安定条件は次のとおりです:

   $$\Delta t = \min_{elements}\left(\frac{l_c 2}{2\alpha}\right) \quad (1455)$$

   ここで、

   l_c 要素の特性長さ

   a 熱拡散

   このオプションはソリッドとシェルに使用できます。

   節点熱時間ステップ:

   節点熱時間ステップは要素時間ステップより小さいため、シートと接触しているツールとの熱交換によって結果の精度と安定性が確保されると考えられる場合に使用されます。このオプションがアクティブになるのは、/DT/NODA/Keyword3/Iflagオプションが設定されているかインターフェースが定義されている場合です。

   $$\Delta t = \min_{nodes}\left(\frac{2m_{node}c}{K_{node}}\right) \quad (1456)$$

   ここで、

   $m_{node}c$ 節点比熱容量

K_{node} 等価な節点伝導率

4. このオプションは、純粋な熱解析にのみ使用されます。/DT/THERMが使用されている場合は、すべての節点は自動的に制約されます。実行の完了後に、すべての節点の拘束は解除されて、実行開始時点の状態に戻ります。LAW80を使用している場合は、熱膨張は無視されます。

/DT1/BRICK/Keyword3/Iflag

Engineキーワード

`/PROP/SOLID` I_{tetra4}=1000ソリッド要素を用いた`/TETRA4`のための時間ステップ計算代替法。

デフォルトの計算法よりも小さいがより精確な時間ステップが得られます。結果はよりロバストで安定しています。それ以外は、`/DT/BRICK/Keyword3`/*Iflag*オプションと同じです。

フォーマット

`/DT1/BRICK`/*Keyword3*/*Iflag*

$\Delta T_{sca}\Delta T_{\min}$

`/DT1/BRICK/CST/1`を使用する場合、次の行を挿入

ASP_minVDEF_min

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Keyword3	時間ステップ制御タイプ。1 *CST* 要素は一定時間ステップ$\Delta T_{\min}$を保持するために微小ひずみ定式化に切り替えられます。要素プロパティで定義されているI_{smstr}*SMSTR*の一定の値でのみ有効です。4 *DEL* 時間ステップを制御している要素は、一定時間ステップ$\Delta T_{\min}$が保持されるよう削除されます。 *STOP* 時間ステップが$\Delta T_{\min}$に到達すると、実行が停止して、リスタートファイルが書き込まれます。 *Keyword3*が指定されていない、すなわち`/DT1/BRICK`,である場合、デフォルトのSTOPオプションがに使用されます。	
ΔT_{sca}	限界時間ステップのスケールファクター デフォルト = 0.9	
$\Delta T_{\min}$	最小時間ステップ	
Iflag	付加(オプション)カードの数`/DT/BRICK/CST/1`にのみ使用されます。 *0*または空白 ΔT_{sca}および$\Delta T_{\min}$のために1つのカードのみが読み込まれます。 *= 1* *ASP_min*および*VDEF_min*のために追加のカードが読み込まれます。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
ASP_min	最小アスペクト比(Tet崩壊)。アスペクト比 ≤*ASP_min*であるソリッド要素は、一定の時間ステップを保つために微小ひずみ定式化に切り替えられます 5 デフォルト = 0	
VDEF_min	最小体積比(V/Vo)。体積変化 ≤*VDEF_min*であるソリッド要素は、一定の時間ステップを保つために微小ひずみ定式化に切り替えられます 5 デフォルト = 0	

コメント

1. 時間ステップコントロールは、シミュレーションの時間ステップを制御する要素の時間ステップが右記より小さい場合にアクティブ化されます;

   $$\frac{\Delta T_{\min}}{\Delta T_{sca}}$$

2. `/DT1/BRICK/Keyword3`は`/DT/NODA/Keyword3`と共に使用できます。また、時間ステップのよりロバストな計算、より安定した計算が得られます。
3. 時間ステップ計算は実際のところ、I_{tetra4}=1000を用いた`/TETRA4`を除くと、デフォルトのものと同じです。
4. `/DT1/BRICK/CST`は、I_{smstr}*SMSTR*=2または12が`/PROP/SOLID`で定義されている際にのみアクティブとなります。`/TETRA4`(I_{tetra4}=1000)、`/TETRA10`、および`/BRICK`ソリッド要素(I_{solid}*SOLID*=1、2、14、17または24)と適合性があります。
5. `/DT1/BRICK/CST/1`を使用する場合、*ASP_min*または*VDEF_min*の2つの最小値のいずれかに到達した時点で、要素は微小ひずみ定式化に切り替えられます。*ASP_min*は、HyperMeshの要素品質チェックと同じテトラ崩壊計算を使用します。*ASP_min*基準を満たせない要素は、シミュレーションの開始時または実行中に微小ひずみ定式化に切り替えられます。*VDEF_min*を使用すると、シミュレーションの実行中に、大きく変形または圧縮された要素を微小ひずみ定式化に切り替えることができるので、負の体積の問題の発生を防止できます。

See Also

要素の時間ステップ

時間ステップスケールファクター

/DT1/SHELL

Engineキーワード
デフォルトの計算法よりも小さく、より正確な時間ステップをもたらすシェル要素に対する時間ステップ計算代替法。

フォーマット

`/DT1/SHELL`/*Keyword3*

$\Delta T_{sca}\Delta T_{\min}$

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Keyword3	時間ステップコントロールタイプ: *CST* 要素は一定時間ステップ$\Delta T_{\min}$を保持するために微小ひずみ定式化に切り替えられます。 要素プロパティで定義されているI_{smstr}*SMSTR*の一定の値でのみ有効です。 *DEL* 時間ステップを制御している要素は、一定時間ステップ$\Delta T_{\min}$が保持されるよう削除されます。 *STOP* 時間ステップが$\Delta T_{\min}$に到達すると、実行が停止して、リスタートファイルが書き込まれます。	
ΔT_{sca}	時間ステップのスケールファクター デフォルト = 0.9	
$\Delta T_{\min}$	最小時間ステップ	

コメント

1. このオプションはシェル要素について、より小さく、それ故により控え目な計算法をアクティブ化します; それ以外は、このオプションは`/DT/SHELL`と同様です。

See Also

時間ステップスケールファクター

要素の時間ステップ

/DT1TET10

Engineキーワード
/TETRA10要素のための改善された時間ステップ計算法。

フォーマット
/DT1TET10

コメント

1. 10節点の四面体/TETRA10では、より信頼性のある時間ステップがこのオプションで計算されます。一般的に、この時間ステップは標準の時間ステップよりも短くなりますが、安定性の問題を解決できることがあります。

/DTIX

Engineキーワード
現在の実行の初期時間ステップと最大時間ステップを設定します。

フォーマット
/DTIX
$\Delta T_{ini}\Delta T_{max}$

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
ΔT_{ini}	現在の実行の初期時間ステップその値が、安定性のために必要な要素もしくは節点の時間ステップより小さい場合にのみ使用されます。	
ΔT_{max}	最大時間ステップ	

コメント

1. 時間ステップΔT_{ini}は、ΔT_{max}より大きくはなりません。

/DTSDE

Engineキーワード
ソリッド6節点五面体要素のためのより大きな時間ステップの計算法。

フォーマット

```
/DTSDE
```

コメント

1. ソリッド6節点五面体要素のための時間ステップは、デフォルトの時間ステップ計算の約2倍大きくなります。
2. このオプションは、縮退ソリッド6節点五面体要素および/PENTA6厚肉シェル五面体要素に適用されます。
3. このオプションでは、限界長さ(Lc)は三角面の最小の高さです。
4. このオプションは、バージョン13.0から2019.1では、/VERSによって定義された入力デックフォーマットが120より大きい際にはデフォルトで有効になっていました。バージョン2019.2以降では、このオプションは使用されず、より小さくより安定した時間ステップが使用されるようになっています。一定節点時間ステップ(/DT/NODA/CST)では、結果に小さな変化が期待されます。

初期状態

Engineキーワード
このグループでは、キーワードを使用して、さまざまな情報（応力、ひずみ、直交異方性方向、温度など）を状態ファイル（STA-ファイル）に出力します。

/DYNAIN/DT

Engineキーワード
状態ファイルに書き出される時間出力の頻度とパートを定義します。

フォーマット

`/DYNAIN/DT/`*Keyword3*

T_{start}*START*T_{freq}

part_ID$_1$ ... *part_ID*$_N$

定義

データ	説明	**SI**単位の例
Keyword3	パート選択の方法。 *0*または空白 *part_ID*$_N$を使用して状態ファイルに出力するパートを定義します。 *= ALL* モデル内のすべての節点は、状態ファイルに出力されます。	
T_{start}*START*	開始時間。	
T_{freq}	時間間隔。	
part_ID$_1$ ... *part_ID*$_N$	*Keyword3*が空白の場合、状態出力が状態ファイルに書き出されるパートがのリストが必要	

コメント

1. 時間間隔T_{freq}で初期状態ファイルをLS-DYNAフォーマット（`.dynain`）で書き出します。最初のファイルはT_{start}*START*の時点で書き出します。
2. 状態ファイル名は`Runname_nnn#.dynain`です。
   ここで、

   Runname　実行名（/RUN）。

   nnn#　ファイル番号（4桁）。0001から9999まで。
3. 各dynainファイルには以下が含まれます：

- *NODEブロック: 節点IDとそれに対応する節点の実際の座標を定義
- *ELEMENT_SHELL_THICKNESSブロック: シェルID、シェルの結合性、板厚を定義

4. 状態出力フィールド(応力やひずみなど)では、状態ファイルへの出力が、要求されているパートIDに属している要素についてのみ書き出されること、または*Keyword3*=ALLの場合はすべてのパートについて書き出されることが要求されます。
5. シェル要素の状態を完全に復元できるようにするには、/DYNAIN/SHELL/STRESS/FULLと/DYNAIN/SHELL/STRAIN/FULLを使用することが推奨されます。

/DYNAIN/SHELL/STRAIN/FULL

Engineキーワード
シェルのひずみ状態をLS-DYNAフォーマットで記述します。

フォーマット

```
/DYNAIN/SHELL/STRAIN/FULL
```

コメント

1. ブロック*INITIAL_STRAIN_SHELLが、このブロックに属するシェルのひずみテンソルに関する記述も含め、/DYNAIN/DTで指定したパート毎に各状態ファイルに書き込まれます。ひずみテンソルは全体座標系に出力されます。

/DYNAIN/SHELL/STRESS/FULL

Engineキーワード
シェルの応力状態をLS-DYNAフォーマットで記述します。

フォーマット

```
/DYNAIN/SHELL/STRESS/FULL
```

コメント

1. *INITIAL_STRESS_SHELLブロックが、このブロックに属するシェルの応力テンソルに関する記述も含め、/DYNAIN/DTで指定したパート毎に各状態ファイルに書き込まれます。応力は全体座標系に出力されます。

/STATE/BEAM/AUX

Engineキーワード
ビームの内部変数の状態を記述します。

フォーマット

```
/STATE/BEAM/AUX
```

コメント

1. ブロック/INISH3/AUXが、シェルの状態を完全に復元するために必要な追加の内部変数も含め、/STATE/DTで指定したパート毎に各状態ファイルに書き込まれます。
2. ビームが追加の内部変数を使用していない場合、パートについてはブロックは書き込まれません。

/STATE/BEAM/FULL

Engineキーワード
ビームの内部変数の状態を記述します。

フォーマット

```
/STATE/BEAM/FULL
```

コメント

1. ブロック/INISH3/FULLが、シェルの状態を完全に復元するために必要な追加の内部変数も含め、/STATE/DTで指定したパート毎に各状態ファイルに書き込まれます。

/STATE/BRICK

このグループでは、キーワードを使用して、ソリッド要素についてのさまざまな情報（応力、ひずみ、直交異方性方向、温度など）を状態ファイル（STA-ファイル）に出力します。

/STATE/BRICK/AUX/FULL

Engineキーワード
ソリッドの内部変数状態を記述します。

フォーマット

```
/STATE/BRICK/AUX/FULL
```

コメント

1. ブロックの/INIBRIが、/STATE/DTで指定されたパート毎に、各状態ファイルに書き込まれます。

/STATE/BRICK/EREF

Engineキーワード
全体参照座標系でのソリッドの基準状態を記述します。

フォーマット

```
/STATE/BRICK/EREF
```

コメント

1. ブロックの/INIBRI/EREFが、/STATE/DTで指定されたパート毎に、各状態ファイル(*.sta)に書き込まれます。
2. このカードは、全体ひずみ定式化(Ismstr = 1,10,11,12)を使用したソリッド要素に対してのみ記述されます。

/STATE/BRICK/FAIL

Engineキーワード
全体参照座標系でのソリッドの破壊基準状態を記述します。

フォーマット

```
/STATE/BRICK/FAIL
```

コメント

1. ブロックの/INIBRI/FAILが、/STATE/DTで指定されたパート毎に、各状態ファイル(`*.sta`)に書き込まれます。
2. 破壊基準が正しい破壊モデルと関連付けされるよう、破壊識別子*fail_ID*を`/FAIL`モデルで定義する必要があります。*fail_ID*が`/FAIL`で定義されていない場合、破壊情報は状態ファイルの`/INIBRI/FAIL`に出力されません。

/STATE/BRICK/ORTHO

Engineキーワード
直交異方性ソリッドまたは厚肉シェルの直交方向を記述します。

フォーマット

```
/STATE/BRICK/ORTHO
```

コメント

1. ブロックの/INIBRI/ORTHOが、/STATE/DTで指定されたパート毎に、各状態ファイルに書き込まれます。

/STATE/BRICK/STRAIN/FULL

Engineキーワード
ソリッドのひずみ状態を記述します。

フォーマット

```
/STATE/BRICK/STRAIN/FULL
```

コメント

1. ブロックの/INIBRIが、/STATE/DTで指定されたパート毎に、各状態ファイルに書き込まれます。

/STATE/BRICK/STRAIN/GLOBFULL

Engineキーワード
全体参照座標系でのソリッドのひずみ状態を記述します。

フォーマット

```
/STATE/BRICK/STRAIN/GLOBFULL
```

コメント

1. ブロックの/INIBRI/STRA_FGLOが、/STATE/DTで指定されたパート毎に、各状態ファイルに書き込まれます。

/STATE/BRICK/STRES/FULL

Engineキーワード
ソリッドの応力状態を記述します。

フォーマット

```
/STATE/BRICK/STRES/FULL
```

コメント

1. ブロックの/INIBRIが、/STATE/DTで指定されたパート毎に、各状態ファイルに書き込まれます。

/STATE/BRICK/STRES/GLOBFULL

Engineキーワード
全体参照座標系でのソリッドの応力状態を記述します。

フォーマット

```
/STATE/BRICK/STRES/GLOBFULL
```

コメント

1. ブロックの/INIBRI/STRS_FGLOが、/STATE/DTで指定されたパート毎に、各状態ファイルに書き込まれます。

/STATE/DT

Engineキーワード
状態ファイルに書き出される時間出力の頻度とパートを定義します。

フォーマット

`/STATE/DT/`*Keyword3*

T_{start}*START*T_{freq}

part_ID$_1$ ... *part_ID*$_N$

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Keyword3	パート選択の方法。 *0*または空白 *part_ID*を使って状態ファイルに出力されるパートを定義します。*n* *= ALL* モデル内のすべての節点は、状態ファイルに出力されます。	
T_{start}*START*	開始時間	
T_{freq}	時間間隔	
part_ID$_1$ ... *part_ID*$_N$	*Keyword3*が空白の場合、状態出力が状態ファイルに書き出されるパートがのリストが必要	

コメント

1. 時間間隔T_{freq}で状態ファイル(`.sta`)を書き出します。最初のファイルはT_{start}*START*の時点で書き出します。この状態ファイルの名前は`Runname_nnn#.sta`です。ここで、`Runname`は実行名(/RUNを参照)で、`nnn#`は0001～9999のファイル番号(4桁)です。

   状態ファイルには、Radioss Starterの`_0000.rad`ファイルにその状態ファイルを追加できるようなフォーマットが使用されます。
2. 節点IDとそれに対応する節点の実際の座標が各状態ファイルの`/NODE`ブロックに書き込まれます。

   要素IDおよび要素の結合性は、`/SHELL`、`/BRICK`、`/BEAM`などの要素定義ブロックを用いて各状態ファイルに書き出されます。

   状態ファイルへの出力が求められている状態出力フィールド(stresses、strains、...)は、要求されているパートIDに属している要素についてのみ書き出されます。もしくは、*Keyword3*=ALLの場合は、すべてのパートが書き出されます。
3. シェル要素の状態を完全に復元できるようにするには/STATE/SHELL/STRESS/FULL、/STATE/SHELL/AUX/FULLおよび/STATE/SHELL/STRAIN/FULLを、ソリッド要素状態を復元するには`/STATE/BRICK/AUX/FULL`, `/STATE/BRICK/STRAIN/FULL`, `/STATE/BRICK/STRES/FULL`を使用することが推奨されます。

4. アダプティブメッシングの場合は、メッシュデータ構造を記述した/STATE/ADMESHブロックが書き込まれます。このブロックは、別のステージの実行に必要です。
5. ブロック/INISHE、/INISH3、/INIBRI、/INIBEAM等は、/STATE/STR_FILEを用いて別のファイルに書き出すことが可能です。

See Also

ASCII出力ファイル（STA-ファイル）

RD-E：5500 ファンブレードの回転の初期設定と衝突

/STATE/INIMAP1D/Keyword3

Engineキーワード
状態ファイルは、関数(/FUNCT)としてのマッピングデータで記述されるか、バイナリファイルに生成されます。

フォーマット

/STATE/INIMAP1D/*Keyword3*

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Keyword3	*VP* 速度-圧力の状態ファイルは、関数(/FUNCT)としてのマッピングデータで記述され、Starterの/INIMAP1Dにより、2つ目のシミュレーションでインクルードファイルとして使用されます。 *VE* 速度-エネルギーの状態ファイルは、関数(/FUNCT)としてのマッピングデータで記述され、Starterの/INIMAP1Dにより、2つ目のシミュレーションでインクルードファイルとして使用されます。 *FILE* マッピングデータはバイナリファイル内に生成され、Starterの/INIMAP1D/FILEにより、2つ目のシミュレーションで初期条件として使用されます。	

コメント

1. 状態ファイルが記述されます。出力頻度は/STATE/DTで定義されます。1つ目のファイルの名前はROOT_1D_0001.inimapです。*Keyword3*= FILEの場合、このファイルはgzipフォーマットを使用して圧縮されます。1つ目のファイルの名前はROOT_1D_0001.inimap.gzです。このファイルは、Starterオプション/INIMAP1D/FILEを使用し、2つ目のシミュレーションで初期条件として直接読み取られます。
2. 1Dモデリングに使用される軸は自動的に認識されます。

/STATE/INIMAP2D/Keyword3

Engineキーワード
状態ファイルは、関数(/FUNCT)としてのマッピングデータで記述されるか、バイナリファイルに生成されます。

フォーマット
/STATE/INIMAP2D/*Keyword3*

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Keyword3	*VP* 速度-圧力の状態ファイルは、関数(/FUNCT)としてのマッピングデータで記述され、Starterの/INIMAP2Dにより、2つ目のシミュレーションでインクルードファイルとして使用されます。 *VE* 速度-エネルギーの状態ファイルは、関数(/FUNCT)としてのマッピングデータで記述され、Starterの/INIMAP2Dにより、2つ目のシミュレーションでインクルードファイルとして使用されます。 *FILE* マッピングデータはバイナリファイル内に生成され、Starterの/INIMAP2D/FILEにより、2つ目のシミュレーションで初期条件として使用されます。	

コメント

1. 1.2DのQUADSまたはTRIAS、および3DのBRICKSに適合します。
2. 出力頻度と関連パートは、Engineキーワード/STATE/DTを使用して定義できます。
3. 副材料ごとに、状態関数が単一ファイル内に生成されます。このファイルの名前は、ROOT_INIMAP1D_0001.staから始まり、番号が増分されていきます。
   - $(y,z)\mapsto\alpha(y,z)$: 体積率
   - $(y,z)\mapsto\rho(y,z)$: 質量密度
   - $(y,z)\mapsto E(y,z)$: エネルギー密度
   - $(y,z)\mapsto F(y,z)$: 燃焼率
   - $(y,z)\mapsto v(y,z)$: 速度関数

   生成されたファイルは、次のStarter実行でインクルードされる必要があります: #include ROOT_INIMAP1D_0001.sta

   Keyword3= FILEの場合、このファイルはgzipフォーマットを使用して圧縮されます。出力頻度は/STATE/DTで定義します。1つ目のファイルの名前はROOT_2D_0001.inimap.gzです。
4. 生成されたデータは、/INIMAP2D/VP、/INIMAP2D/VE、または/INIMAP2D/FILEを使用して後でターゲットモデルで使用できます。ターゲットモデルでは、フレームを定義する必要があり、以下のようにマッピングデータと一貫している必要があります:

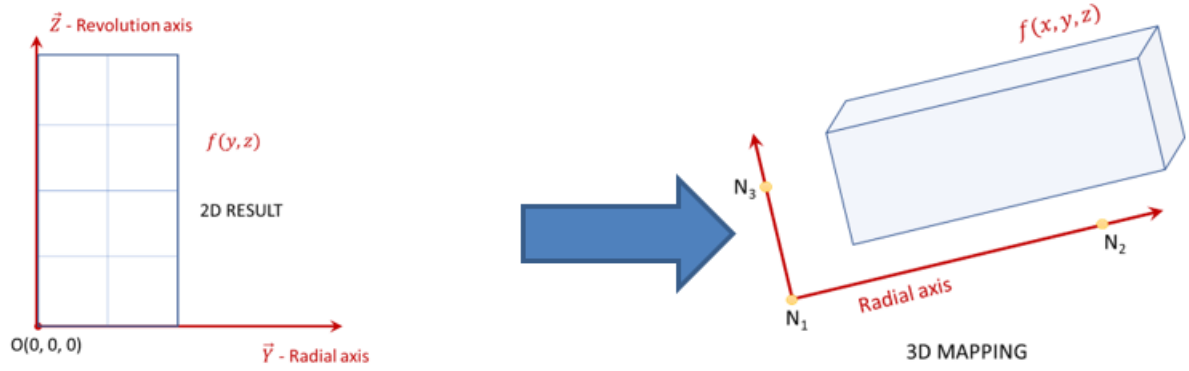


図 *442:*

2Dのオリジナルモデル	**3D**のターゲットモデル
O	N_1
Y	$\mathbf{N_1N_2}$
Z	$\mathbf{N_1N_3}$

/STATE/NO_DEL

Engineキーワード
削除されない要素のみの状態ファイルを書き出します。

フォーマット

```
/STATE/NO_DEL
```

コメント

1. 削除されない要素のIDおよびそれに対応する要素の結合性のみが、各状態ファイルの`/SHELL/`*part_ID*ブロック、`/SH3N/`*part_ID*ブロック、または`/BRICK/`*part_ID*に書き込まれます。

   該当のパートに属している削除されない要素についてのみ、状態ファイルへの出力を要求するフィールド（stressesなど）も書き込まれます。

/STATE/NODE/BCS

Engineキーワード
節点の境界条件。節点に適用される境界条件は、状態ファイルに書き出されます。

フォーマット

```
/STATE/NODE/BCS
```

コメント

1. ブロックのNBCSが、/STATE/DTで指定されたパート毎に、各状態ファイルに書き込まれます。

/STATE/NODE/TEMP

Engineキーワード
節点の温度を記述します。

フォーマット

```
/STATE/NODE/TEMP
```

コメント

1. ブロックの/INITEMPが、/STATE/DTで指定されたパート毎に、各状態ファイルに書き込まれます。

/STATE/NODE/VEL

Engineキーワード
節点の速度が、状態ファイルに書き出されます。

フォーマット

```
/STATE/NODE/VEL
```

コメント

1. ブロックの/INIVEL/NODEが、/STATE/DTで指定されたパート毎に、各状態ファイルに書き込まれます。
2. 選択されたパートに接続している剛体ボディのメイン節点が自動的に状態ファイルに書き込まれます。この節点は、状態ファイルの`/NODE`および`/INIVEL`出力に含まれます。

/STATE/SHELL

このグループでは、キーワードを使用して、シェル要素についてのさまざまな情報（応力、ひずみ、直交異方性方向、温度など）を状態ファイル（STA-ファイル）に出力します。

/STATE/SHELL/AUX/FULL

Engineキーワード
シェルの内部変数の状態を記述します。

フォーマット

```
/STATE/SHELL/AUX/FULL
```

コメント

1. ブロック/INISHE/AUXまたは/INISH3/AUXが、シェルの状態を完全に復元するために必要な追加の内部変数も含め、/STATE/DTで指定したパート毎に各状態ファイルに書き込まれます。
2. ブロック/INISHE/AUXまたは/INISH3/AUXが、シェルの状態を完全に復元するために必要な追加の内部変数も含め、`/STATE/DT`で指定したパート毎に各状態ファイルに書き込まれます。
3. 追加の内部変数を使用しているシェル要素も3節点シェル要素も持たないパートについては、ブロックは書き込まれません。

/STATE/SHELL/EPSP/FULL

Engineキーワード
シェルの塑性ひずみ状態を記述します。

フォーマット

```
/STATE/SHELL/EPSP/FULL
```

コメント

1. ブロック/INISHE/EPSP_Fまたは/INISH3/EPSP_Fが、このブロックに属するシェルの塑性ひずみに関する完全な記述も含め、/STATE/DTで指定したパート毎に各状態ファイルに書き込まれます。
2. ブロック/INISHE/EPSP_Fまたは/INISH3/EPSP_Fが、このブロックに属する3節点シェルの塑性ひずみに関する完全な記述も含め、`/STATE/DT`で指定したパート毎に各状態ファイルに書き込まれます。

/STATE/SHELL/FAIL

Engineキーワード
シェルの破壊基準状態を記述します。

フォーマット

```
/STATE/SHELL/FAIL
```

コメント

1. ブロックの`/INISHE/FAIL`が、/STATE/DTで指定されたパート毎に、各状態ファイル(`*.sta`)に書き込まれます。
2. 破壊基準が正しい破壊モデルと関連付けされるよう、破壊識別子*fail_ID*を`/FAIL`モデルで定義する必要があります。*fail_ID*が`/FAIL`で定義されていない場合、破壊情報は状態ファイルの`/INISHE/FAIL`に出力されません。

/STATE/SHELL/ORTHL

Engineキーワード
シェルの直交方向を記述します。

フォーマット

```
/STATE/SHELL/ORTHL
```

コメント

1. ブロックの/INISHE/ORTH_LOCまたは/INISH3/ORTH_LOCまたは/INISHE/ORTH_LOCまたは/INISH3/ORTH_LOCが、/STATE/DTで指定されたパート毎に、各状態ファイルに書き込まれます。

/STATE/SHELL/STRAIN/FULL

Engineキーワード
シェルのひずみ状態を記述します。

フォーマット

```
/STATE/SHELL/STRAIN/FULL
```

コメント

1. ブロック/INISHE/STRA_Fまたは/INISH3/STRA_Fが、このブロックに属するシェルのひずみテンソルに関する完全な記述も含め、/STATE/DTで指定したパート毎に各状態ファイルに書き込まれます。
2. ブロック/INISHE/STRA_Fまたは/INISH3/STRA_Fが、このブロックに属する3節点シェルのひずみテンソルに関する完全な記述も含め、/STATE/DTで指定したパート毎に各状態ファイルに書き込まれます。

/STATE/SHELL/STRAIN/GLOBFULL

Engineキーワード
シェルのひずみ状態を記述します。

フォーマット

```
/STATE/SHELL/STRA_FGLO
```

コメント

1. ブロック/INISHE/STRA_F/GLOBが、このブロックに属するシェルのひずみテンソルに関する完全な記述も含め、/STATE/DTで指定したパート毎に各状態ファイルに書き込まれます。
2. ブロック/INISH3/STRA_F/GLOBが、このブロックに属する3節点シェルのひずみテンソルに関する完全な記述も含め、/STATE/DTで指定したパート毎に各状態ファイルに書き込まれます。

/STATE/SHELL/STRESS/FULL

Engineキーワード
シェルの応力状態を記述します。

フォーマット

```
/STATE/SHELL/STRESS/FULL
```

コメント

1. ブロック/INISHE/STRS_Fまたは/INISH3/STRS_Fが、このブロックに属するシェルの応力テンソルに関する完全な記述も含め、/STATE/DTで指定したパート毎に各状態ファイルに書き込まれます。

/STATE/SHELL/STRESS/GLOBFULL

Engineキーワード
シェルの応力状態を記述します。

フォーマット

```
/STATE/SHELL/STRESS/GLOBFULL
```

コメント

1. ブロック/INISHE/STRA_F/GLOBが、このブロックに属するシェルの応力テンソルに関する完全な記述も含め、/STATE/DTで指定したパート毎に各状態ファイルに書き込まれます。
2. ブロック/INISH3/STRA_F/GLOBが、このブロックに属する3節点シェルの応力テンソルに関する完全な記述も含め、/STATE/DTで指定したパート毎に各状態ファイルに書き込まれます。

/STATE/SPRING/FULL

Engineキーワード
スプリング要素の内部変数の状態を記述します。

フォーマット

```
/STATE/SPRING/FULL
```

コメント

1. ブロック`/INISPRI/FULL`が、スプリングの状態を完全に復元するために必要な追加の内部変数も含め、`/STATE/DT`で指定したパート毎に各状態ファイルに書き込まれます。

/STATE/STR_FILE

Engineキーワード

状態ファイルの書き込み時に、/INISHE、/INISH3、および/INIBRIが、圧縮(GZIPを使用)するかどうかを指定可能な別々のファイルに書き込まれます。その後で、この状態ファイルは節点座標と要素コネクティビティに戻ります。

フォーマット

/STATE/STR_FILE

Izip

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Izip	.strファイルを圧縮するかどうかを指定するフラグを定義します。 *= 0* ファイルは圧縮されません。 *= 1* ファイルはGZIPを使用して圧縮されます。書き込まれるファイルの接尾辞は.str.gzです。 (整数、最大10桁)	

コメント

1. 以下のオプションを指定することで、.staファイルから応力ファイルを参照します:

```
/STATE/STR_FILE
Izip
Stress_File_Name
```

2. 応力ファイル名はRunname_nnn#.strになります。ここで、Runnameは実行名(/RUNを参照)で、nnn#は0001～9999のファイル番号(4桁)(状態ファイル番号と同じ)です。

/STATE/TRUSS/FULL

Engineキーワード
トラスの内部変数の状態を記述します。

フォーマット

```
/STATE/TRUSS/FULL
```

コメント

1. ブロック`/TRUSS/FULL`が、トラスの状態を完全に復元するために必要な追加の内部変数も含め、`/STATE/DT`で指定したパート毎に各状態ファイルに書き込まれます。

廃止

Engineキーワード
まだサポートされているもののこれ以上は維持されない(*)キーワードは、廃止と見なされます。

(*)キーワードが廃止になるには、いくつかの理由が挙げられます:

- 新規のさらに強力なキーワードに引き継がれた
- 使用されなくなった
- 開発が却下された

> **注:** 廃止キーワードは引き続きサポートされますが、マニュアルの今後のバージョンには表示されなくなる可能性があります。また、廃止キーワードの代わりに、新しいキーワードが推奨されます。

以下は、廃止されたEngineキーワードのリストです:

廃止キーワード	廃止されたバージョン	新しいキーワードへの置き換え
/ALE/0(または/ALE)	v12.0.210	
/ALE/2	v12.0.210	/ALE/SPRING
/ALE/3	v12.0.210	/ALE/ZERO
/ALE/4	v12.0.210	/ALE/STANDARD
/ANIM/KEEPD	v13.0	
/SHVER/V51	v13.0	
/VEL/ALE	v13.0	
/ALE/DISP	v14.0.220	/ALE/GRID/DISP
/ALE/DONEA	v14.0.220	/ALE/GRID/DONEA
/ALE/SPRING	v14.0.220	/ALE/GRID/SPRING
/ALE/STANDARD	v14.0.220	/ALE/GRID/STANDARD
/ALE/ZERO	v14.0.220	/ALE/GRID/ZERO
/ALESUB	v2018	
/ANIM/CUT/1	v2018	
/ANIM/CUT/2	v2018	
/ANIM/CUT/3	v2018	
/INCMP	v2018	
/UPWIND	v2018	/ALE/MUSCL
/UPWM/SUPG	v2018	/ALE/SUPG/OFF

廃止キーワード	廃止されたバージョン	新しいキーワードへの置き換え
/UPWM/TG	v2018	
/MADYMO/ON	v2021.2	

/ALESUB（廃止）

Engineキーワード
Lagrangeパートのサブサイクリング

フォーマット

```
/ALESUB
```

ΔT_{sca} *dummy*

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
ΔT_{sca}	流体パートのタイムステップに対する倍率	
dummy	ダミー実変数（実際には使用されない）	

コメント

1. ΔT_{sca}は、1.0以下にする必要があります。値1.0を推奨します。
2. ΔT_{sca}が1.0と一致する場合は、流体部分の時間ステップが流体の限界時間ステップと一致します。

/ANIM/CUT/1（廃止）

Engineキーワード
変形形状の切断面を定義します。

フォーマット

```
/ANIM/CUT/1
```

Name

x_0、y_0、および$z_0$$n_x$、*ny*、および$_zV$

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Name	切断面の名前	
x_0, y_0、およびz_0	参照点の座標	
nx、*y*、および n_z	法線ベクトル	
V	速度	

コメント

1. 平面は変形形状内で、参照点の座標（x_0, y_0, z_0）と法線ベクトル（n_x,n_y, n_z）で定義します。切断面は速度*V*で法線ベクトルに沿って移動します。
2. 質量オプション/ANIM/MASSを使用している場合は、後処理で表示されるバランスが体積流束になります。
3. このキーワードはSPMDバージョンには使用できません。

/ANIM/CUT/2（廃止）

Engineキーワード
初期形状の切断面を定義します。

フォーマット

```
/ANIM/CUT/2
```

Name

x_0、y_0、および$z_0$$n_x$、$ny$、および$_zV$

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Name	切断面の名前	
x_0, y_0、およびz_0	参照点の座標	
nx、y、および n_z	法線ベクトル	
V	速度	

コメント

1. 変形する平面は初期形状内で、参照点の座標（x_0, y_0, z_0）と法線ベクトル（n_x,n_y, n_z）で定義します。切断面は速度Vで法線ベクトルに沿って移動します。
2. 質量オプション/ANIM/MASSを使用している場合は、後処理で表示されるバランスが体積流束になります。
3. このキーワードはSPMDバージョンには使用できません。

/ANIM/CUT/3（廃止）

Engineキーワード
3節点を使用して変形形状の切断面を定義します。

フォーマット

```
/ANIM/CUT/3
```

Name

N_1, N_2、およびN_3

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Name	切断面の名前	
N_1、N_2 、およびN_3	節点	

コメント

1. 変形形状に対する切断面は、3節点のN_1、N_2、N_3を使用して定義します。
2. 質量オプション/ANIM/MASSを使用している場合は、後処理で表示されるバランスが体積流束になります。
3. このキーワードはSPMDバージョンには使用できません。

/ANIM/KEEPD（廃止）

Engineキーワード
アニメーションファイルで、削除した要素が元のパートに保持されます。このオプションを使用しない場合、削除した要素はすべて別のパート"deleted elements"に移動します。

フォーマット

```
/ANIM/KEEPD
```

コメント

1. バージョン42より新しいアニメーションフォーマットでは、このキーワードは無意味です。

/INCMP（廃止）

Engineキーワード
流体材料（`/MAT/LAW6`および`/MAT/LAW11`と適合性があるもの）の疑似非圧縮定式化。

フォーマット

```
/INCMP
```

コメント

1. このオプションは、非流体材料が存在する場合、または$k-\varepsilon$乱流または熱伝導がアクティブな場合には使用しないでください。

/MADYMO（廃止）

Engineキーワード
MADYMO- Radioss連成をアクティブにします。

フォーマット

`/MADYMO/`*Keyword2*

$l_{unit}t_{unit}m_{unit}$

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Keyword2	*ON* MADYMO- Radioss直接連成をアクティブにします。	
l_{unit}	長さ単位変換係数、Radiossモデル単位で1mにする必要があります。	
t_{unit}	時間単位変換係数、Radiossモデル単位で1秒にする必要があります。	
m_{unit}	質量単位変換係数、Radiossモデル単位で1kgにする必要があります。	

コメント

1. `/MADYMO/ON`を使用するには、MADYMO 6.3.1以降のインストールと特定のRadioss実行ファイルが必要です。

/SHVER/V51（廃止）

Engineキーワード
QEPH、*QBAT*および*DKT18*に対して、新しい大型回転体の動作定式化が非アクティブになります。

/UPWIND（廃止）

Engineキーワード
Starter入力または以前の実行であらかじめ定義された標準の風上定式化の係数を変更可能にします。

フォーマット

```
/UPWIND
```

η_1 η_2 η_3

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
η_1	ALE運動量輸送時の風上係数 2 デフォルト = 1.0（実数） $0 \le \eta_1 \le 1$（風上最大）	
η_2	その他のALE輸送（質量、エネルギー等）時の風上係数 デフォルト = 1.0（実数） $0 \le \eta_2 \le 1$（風上最大）	
η_3	ぬれ面積の風上係数 3 デフォルト = 1.0（実数） $0 \le \eta_3 \le 1$	

コメント

1. このオプションは、ALEまたはEulerのモデル化で使用できます。
2. Taylor Galerkine（/UPWM/SUPG（廃止））またはStreamline Upwind（/UPWM/SUPG（廃止））の定式化が定義されている場合は、このη_2係数は、多相材料則51（/MAT/LAW51 (MULTIMAT)）を除き、何の影響も与えません。
3. η_3 は多相材料則の係数です。η_3は多相材料則51（/MAT/MULTIMAT）でのみ使用できます。

   η_3 =1は安定していますが、拡散性があります。

   η_3 =0は拡散性は低めですが、不安定になる可能性があります。

/UPWM/SUPG（廃止）

Engineキーワード
流線風上Petrov Galerkin定式化を記述します。

フォーマット

`/UPWM/SUPG`

fac

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
fac	Petrov Galerkine重み関数に適用されるスケールファクター。 デフォルト = 1.00（推奨値）	

コメント

1. 流線風上Petrov Galerkin（SUPG）は、フロー方向でのみ作用する最適な風上技法です。
2. このキーワードが使用される場合は、運動量移流のための通常の風上法は使用されなくなります。この結果として、/UPWIND（廃止） Starterの係数η_1も使用されません。
3. Galerkin（形状関数φ）は、運動量対流項[(u - w). #]uを統合するために変更されます。これにより、例えば次のような重み関数W*を使用したPetrov Galerkine法が得られます：

$$W^* = \varphi + fac\frac{k'}{(u-w)^2}u_j\frac{\partial\varphi}{\partial x_j} \qquad (1457)$$

ここで、k'は、レイノルズ数、材料速度、および要素の長さの関数であり、facはスケールファクターです。fac = 1.00はSUPG定式化の標準値です（推奨）。

4. `/UPWM/SUPG`は、最も正確な結果を返すため、2Dおよび3D解析において、デフォルトでアクティブになっています。
5. これは多相材料則51に使用できます。
6. 風上技法は、数値的な拡散をスキームに付加するために導入されました。風上技法が使用されない場合は、スキームは一般的に拡散が足りないため、不安定になります。通常の方法が最初です。順序は正確であり、メッシュの様相に大きく依存します。場合によっては（下の例を参照）、従来の方法では、不適切なメッシュについて局所的に不規則な速度が生じることがあります。現象がメッシュの様相の影響を受けやすい場合は、SUPG法を使用した方がより正確な結果を得られます。SUPG法をシステマチックにアクティブにすることを推奨します。

   モデリング状況：

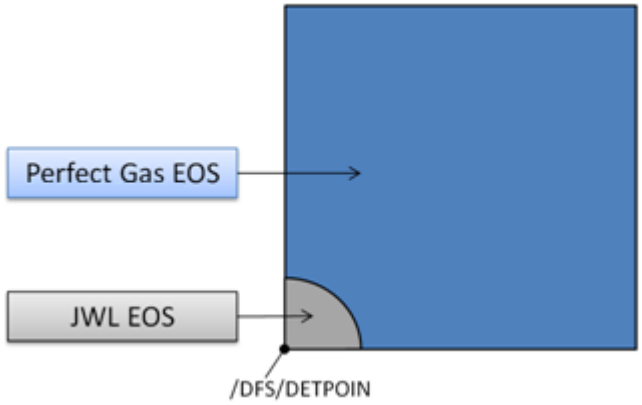


図 *443:* 爆風のモデリング

この現象は球形に発生しますが、規則的なメッシュが使用されています。結果は多相材料則51を使用して得られます。

速度結果 - 従来の風上法:

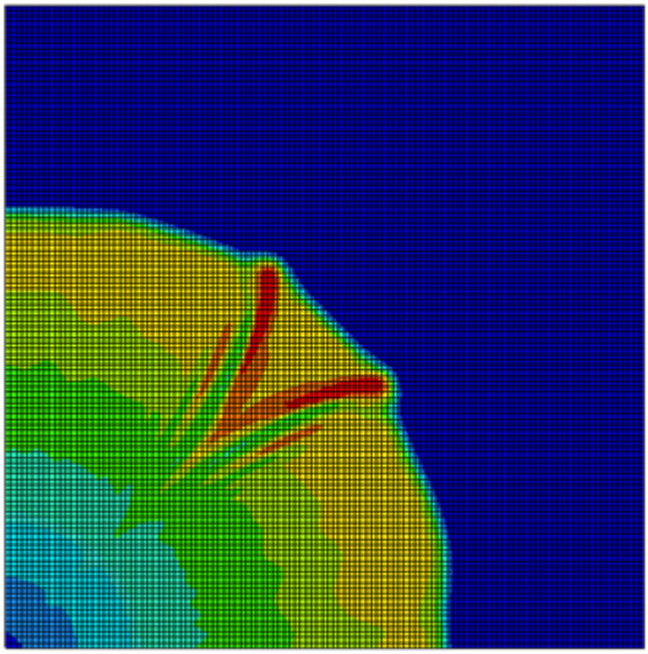


図 *444:* 通常の方法による爆風の発生

運動量輸送のための従来の風上法は、球形に発生する現象と規則的なメッシュには適していません。

速度結果 - SUPG:

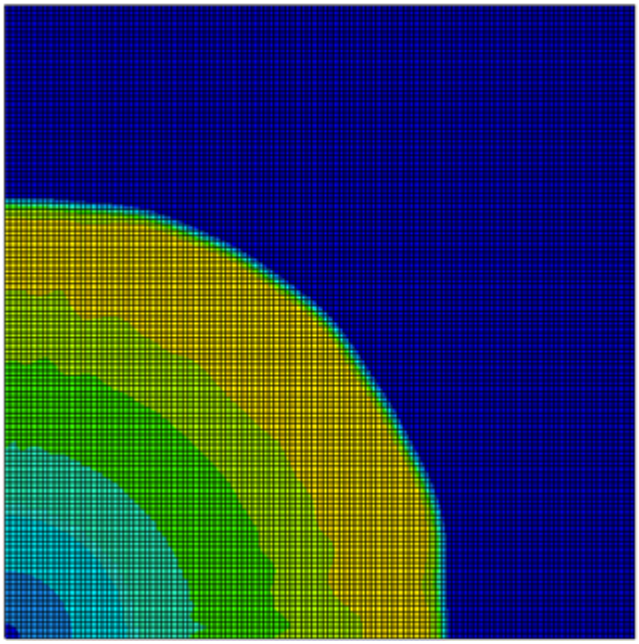


図 *445: SUPG*法による爆風の発生

運動量移流のためのSUPG法は、メッシュの感度を除去します。球形の現象をモデル化するために球形メッシュを使用する必要はなくなります。

See Also
ALE and CFD Space Integration (User Guide)

/UPWM/SUPG（廃止）

Engineキーワード
運動量移流のためのTaylor Galerkin法を記述します。この方法は、多相材料則51（/MAT/MULTIMAT）では使用できません。

フォーマット

/UPWM/TG

fac

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
fac	風上項の係数。3 デフォルト = 1.00	

コメント

1. Taylor展開が、速度ベクトルに適用され、Navier Stokes方程式に代入されます。標準のBubnov Galerkin積分を使用して積分が実行されます。これにより、流線特性を持つ項が得られます。粘性応力は無視可能であると想定されています（大きなレイノルズ数）。これは静止しているケースについても有効ではありません。
2. このキーワードが使用される場合は、運動量移流のための通常の風上法（/UPWIND（廃止）からの係数η_1で定義）が置き換えられます。
3. 以下について、最適な結果が得られます：

$$\text{fac} = \max\ (1, \frac{1}{M}) \qquad (1458)$$

ここで、Mはマッハ数です。すなわち、音速以下のシミュレーションの場合は、係数*fac* > 1が推奨されます。元のTG法は*fac* = 1.00について得られ、安定時間ステップの圧縮性を考慮しません（風上項はこれに比例します）。
4. /SUPGオプションと/TGオプションは、3次元Euler、3次元ALE、および2次元Eulerで使用できますが、軸対象のケースにはお勧めできません。

See Also
ALE and CFD Space Integration (User Guide)

/VEL/ALE（廃止）

Engineキーワード
グリッド速度へのALEリンクを使用すると、指定した節点が、指定したメイングリッド速度にリンクされます。ユーザーは、方向、または方向の組み合わせを指定できます。

フォーマット

`/VEL/ALE`/*Keyword3*/*Iform*/*Keyword5*

M_1 ,M_2

ID_1 , ..., ID_n

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Keyword3	X、Y、Zの組み合わせ： *X, Y, Z, XY, XZ, YZ, YX, ZX, ZY, XYZ, YXZ*, . ..	
Option	定式化フラグ（整数） = 0（線形）： $W_{N1} = W_{M1} + (W_{M2} - W_{M1})\frac{1}{N+1}$ = 1（最大）： W_{N1} = W_{M1}（ $\|W_{M1}\| > \|W_{M2}\|$ の場合） W_{N1} = W_{M2}（ $\|W_{M1}\| < \|W_{M2}\|$ の場合） = -1（最小）： W_{N1} = W_{M1}（ $\|W_{M1}\| < \|W_{M2}\|$ の場合） W_{N1} = W_{M2}（ $\|W_{M1}\| > \|W_{M2}\|$ の場合）	
Keyword5	«*GRNOD*»または«*NODES*»は、セカンダリ節点を提供する方法を定義します。	
M_1	第1メイン節点番号	
M_2	第2メイン節点番号	
ID_i	セカンダリ節点の識別子または節点グループの識別子（*Keyword5*に依存）。 2	

コメント

1. このカードは廃止されました。/ALE/LINK/VELが取って代わっています。
2. *Keyword5*=«*GRNOD*»を使用するには、単一の識別子ID_1が必要です。

3. 定式化*Iform*=0の使用には、順序付き節点のリストが必要です。*Iform*=0を*Keyword5*=«*GRNOD*»と共に使用するには、ソート不可の節点グループが必要です（/GRNOD/NODENS）。

LS-DYNA入力

本マニュアルには、Radiossで使用できるLS-DYNA入力ファイルのアルファベット順リストを記載しています。

LS-DYNAの入力フォーマットを使用して定義されているモデルであれば、Radiossで使用できます。読み取りプロセスで入力が読み取られ、Radiossで相当する機能にマップされます。Radiossでは、本マニュアルに記載されている入力キーワードと入力オプションのみがサポートされています。サポートされているキーワードとオプションは、動解析で広く使用されているものです。他のキーワードやオプションが必要な場合は、Altairのサポートまでご意見をお寄せください。

マッピングはモデルの単位系に依存しているので、*CONTROL_UNITでモデルの単位を定義する必要があります。Starterの出力には、LS-DYNAのキーワードがRadiossのブロックフォーマットにどのようにマップされるのかに関する情報が記述されています。モデルで警告メッセージまたはエラーメッセージが発行される場合、それらはLS-DYNAのキーワードマッピングに関連しています。エラーが発生せずにStarterを実行できると、リスタートファイルが作成されます。*CONTROL_TERMINATIONキーワードがモデルに存在する場合は、RadiossのEngineファイルがStarterによって作成されます。LS-DYNAの入力フォーマットでモデルを容易に実行するには、RadiossのStarterとEngineを実行するAltair Compute Console（ACC）の使用をお勧めします。

どちらのソルバーでも同じ陽解法が使用されますが、同じモデルをLS-DYNAで実行して得られる結果と完全に一致する結果が必ずこれらのソルバーで得られるとは限りません。他のシミュレーションの場合と同様に、シミュレーションから得られた結果を必ず確認する必要があります。LS-DYNAのモデルをRadiossで解析した場合に、入力モデルのどの制約事項にも違反していないことを確認する必要があります。このモデルの使用に伴う一切の責任はユーザーにあります。

既知の制限事項

- マッピングはモデルの単位系に依存しているので、*CONTROL_UNITでモデルの単位を定義する必要があります。
- *RIGIDWALL_PLANAR_FINITE_FORCES_IDはサポートされていません。このオプションを*RIGIDWALL_PLANAR_FINITE_IDに置き換えて、FORCESオプションの入力にある最後の行を削除します。

サポートされるキーワード

*AIRBAG_SIMPLE_AIRBAG_MODEL

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
このモデルは、一定圧力法、注入気体、およびベントホールを備えた単室型エアバッグを定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*AIRBAG_SIMPLE_AIRBAG_MODEL_{OPTION}							

OPTION=IDの場合、次の行を挿入。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
monvol_ID				*Title*			

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
surf_IDex	*Surf_typ*						
CV	*CP*	*T*	fct_ID_M	*MU*	*AREA*	*Pext*	ρ
fct_ID_p	*Text*	*Cpa*	*Cpb*	*MW*	*GASC*		

定義

フィールド	内容	SI単位の例
monvol_ID	エアバッグ識別子 （整数）	
Title	タイトル （文字）	
surf_IDex	エアバッグ外部サーフェスの識別子 （整数）	
Surf_typ	セットタイプ。 *= 0*（デフォルト） *surf_IDex*はセグメントです。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	≠ 0 *surf_IDex*はパートのセットです。 （整数）	
CV	一定体積における熱容量 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{kg}\cdot\mathrm{K}}\right]$
CP	一定圧力における熱容量 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{kg}\cdot\mathrm{K}}\right]$
T	入力気体温度 （実数）	$[\mathrm{K}]$
fct_ID_M	注入気体の質量流量対時間関数の識別子 （整数）	
MU	ベントホールの形状 *< 0* 形状係数対絶対圧力の関数識別子 デフォルト = 1（実数）	
Area	ベントホールの面積 *< 0* 面積 *> 0* 面積対絶対圧力の関数識別子 （実数）	$[\mathrm{mm}^2]$
Pext	外部圧力 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
ρ	周囲密度（*CV*=0の場合に使用）。 デフォルト = $\frac{Pext\cdot MW}{Text\cdot GACS}$（実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
fct_ID_p	ベントホールの質量流出関数対絶対圧力（*CV*=0の場合に使用）。 （整数）	
Text	外部温度	$[\mathrm{K}]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
	デフォルト = 295K（実数）	
Cpa	注入気体の最初の熱容量係数（*CV*=0の場合に使用）。 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{mole.K}}\right]$
Cpb	注入気体の最初の熱容量係数（*CV*=0の場合に使用）。 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{mole}\cdot\mathrm{K}^2}\right]$
MW	気体の分子量（*CV*=0の場合に使用）。 （実数 > 0）	$\left[\frac{kg}{mole}\right]$
GASC	一般気体定数 $8.314\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{mole.K}}$（*CV*=0の場合に使用）。 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{mole.K}}\right]$

コメント

1. このキーワードは、/MONVOL/AIRBAG1、/MAT/GAS、および/PROP/INJECT1にマップされます。
2. 関数*fct_ID*$_p$で定義されたベントオプションは、*CV* = 0の場合にのみ使用できます。

*AIRBAG_SIMPLE_PRESSURE_VOLUME

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
体積の関数として圧力を使用した単室型エアバッグを表現します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*AIRBAG_SIMPLE_PRESSURE_VOLUME_{OPTION}							

OPTION=IDの場合、次の行を挿入。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
ID				*Title*			

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
surf_IDex	*Surf_typ*						
CN	*BETA*						

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
ID	エアバッグ識別子 （整数）	
Title	タイトル （文字）	
surf_IDex	エアバッグ外部サーフェスの識別子 （整数）	
Surf_typ	セットタイプ *≠ 0* パートセット	
CN	圧力係数	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	> 0 $pressure = \frac{BETA*CN}{relative\_volume}$ デフォルト = 0（実数）	
BETA	圧力スケールファクター （実数）	[Pa]

コメント

1. このキーワードは/MONVOL/PRESにマップされます。
2. 相対体積は次のように定義されます：

$$relative\_volume = \frac{Current\_volume}{Initial\_volume} \quad (1459)$$

*BOUNDARY_PRESCRIBED_MOTION

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
このキーワードは、節点または節点セットに適用する強制速度、強制加速度、または強制変位を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*BOUNDARY_PRESCRIBED_MOTION_OPTION1_{OPTION2}							

OPTION2=IDの場合、次の行を挿入。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
ID				*Title*			

If *OPTION1* = NODE

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
NID/set_ID	*DOF*	*VAD*	fct_ID_T	$Fscale_Y$	*VID*	T_{stop}*STOP*	T_{start}*START*

OPTION1 = SETの場合

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
set_ID	*DOF*	*VAD*	fct_ID_T	$Fscale_Y$	*VID*	T_{stop}*STOP*	T_{start}*START*

OPTION1 = RIGIDの場合

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Part_ID	*DOF*	*VAD*	fct_ID_T	$Fscale_Y$	*VID*	T_{stop}*STOP*	T_{start}*START*

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
OPTION1	境界条件タイプ必要なオプション。 *NODE* 単一節点は*NID*として入力します。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	SET 節点セットIDを*set_ID*に入力します。 *RIGID* 剛体パートIDを*Part_ID*に入力します。 （文字）	
OPTION2	*ID* 境界条件のIDを指定するフラグ（省略可能）。 （整数）	
Title	強制運動のタイトル（省略可能） （文字）	
NID	節点識別子 （整数）	
set_ID	節点セットの識別子 （整数）	
Part_ID	剛体パートの識別子 （整数）	
DOF	方向 *= 1* X軸方向変位 *= 2* Y軸方向変位 *= 3* Z軸方向変位 *= 4* *VID*で指定した方向がX軸方向 *= -4* *VID*で指定した方向のX軸並進と、法平面上での固定運動 *= 5* XX回転 *= 6* YY回転 *= 7* ZZ回転	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 8 *VID*で指定した方向のXX回転 *= -8* *VID*で指定した方向のXX回転と、法平面上での固定回転 （整数）	
VAD	運動タイプ *= 0* 強制速度 *= 1* 強制加速度 *= 2* 強制変位	
fct_ID_T	時間曲線の識別子。 （整数）	
$Fscale_Y$	fct_ID_Tの縦軸スケールファクター。 デフォルト = 1.0（実数）	
VID	ベクトル識別子。	
T_{stop}*STOP*	停止時間 デフォルト = 10^{28}（実数）	[s]
T_{start}*START*	開始時間 デフォルト = 0.0（実数）	[s]

コメント

1. このキーワードは、/IMPVEL、/IMPACC、または/IMPDISPにマップされます。

*BOUNDARY_SPC

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
並進と回転を固定するために節点に対する境界条件を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*BOUNDARY_SPC_OPTION1_{OPTION2}							
ID	*Heading*						
NID/set_ID	*CID*	*DOFX*	*DOFY*	*DOFZ*	*DOFXX*	*DOFYY*	*DOFZZ*

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
OPTION1	境界条件タイプ必要なオプション。 *NODE* 単一節点は*NID*として入力します。 *SET* 節点セットIDを*set_ID*に入力します。 （文字）	
OPTION2	*ID* 境界条件のIDを指定するフラグ（省略可能）。 （文字）	
ID	ID（省略可能）。 （整数）	
Heading	境界条件のタイトル。 （文字）	
NID/set_ID	節点IDまたはセットID。 （整数）	
CID	座標系識別子。 （整数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
DOFX, *DOFY*, *DOFZ*, *DOFXX*, *DOFYY*, *DOFZZ*	対応する自由度の拘束フラグ: *0* フリー *1* 固定	

コメント

1. このカードは、/BCSカードにマップされます。
2. 剛体材料`*MAT_020`を使用したパートに属している節点の拘束には使用できません。

*CONSTRAINED_EXTRA_NODES

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
剛体に追加する追加節点を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*CONSTRAINED_EXTRA_NODES_OPTION							

OPTION=NODEの場合、次の行を挿入。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
part_ID	*node_ID*	*Iflag*					

OPTION=SETの場合、次の行を挿入。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
part_ID	*set_ID*	*Iflag*					

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
OPTION	エンティティタイプ。 *NODE* 節点のリストはSETです。	
part_ID	剛体材料として定義した剛体のパート識別子。 （整数）	
node_ID	セカンダリ節点として剛体に追加する節点の識別子。 （整数）	
set_ID	セカンダリ節点として剛体に追加する節点セットの識別子。 （整数）	
Iflag	マージした剛体のプロパティに対するフラグ（*part_ID*がPART_INERTIAの場合に使用します）。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= *0*（デフォルト） マージしたすべての剛体に基づいて、剛体の重心、質量、慣性を再計算します。 = *1* 剛体の重心、質量、慣性を、*part_ID*で指定した値のままとします。 （整数）	

コメント

1. このキーワードは/MERGE/RBODYにマップされます。

*CONSTRAINED_GENERALIZED_WELD_SPOT

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
可能性のある力ベースの破壊モデルを使用して、2つの節点間の結合を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*CONSTRAINED_GENERALIZED_WELD_SPOT_{OPTION}							

OPTION = *ID*の場合、次の行を挿入。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
ID							

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
NSID							

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
		SN	*SS*	*N*	*M*		

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
ID	溶接識別子。 （整数）	
NSID	節点セット識別子。 （整数）	
SN	破壊時の法線方向引張力。 （実数）	[N]
SS	破壊時の法線方向せん断力。 （実数）	[N]

フィールド	内容	**SI**単位の例
N	垂直抗力の指数。 （実数）	
M	せん断力の指数。 （実数）	

コメント

1. このキーワードは、オプションの破壊を伴う剛体要素（/RBODY）にマップされます。
2. スポット溶接の各節点の法線方向とせん断方向は、節点から節点の形状重心への方向に従って定義されます。
3. 破壊は次の式で定義します：

$$\left(\frac{|Normal\_force|}{SN}\right)^N + \left(\frac{|Shear\_force|}{SS}\right)^M \geq 1 \qquad (1460)$$

*CONSTRAINED_INTERPOLATION

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
RBE3要素を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*CONSTRAINED_INTERPOLATION_{OPTION}							

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
ICID	*DNID*	*DDOF*	*CIDD*	*ITYP*			

ITYP = 0の場合、独立節点ごとに次の行を挿入。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
INID	*IDOF*	*TWGHT*					

ITYP = 1の場合、独立節点のセットにつき1行を挿入。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
ISNID	*IDOF*	*TWGHT*					

OPTION = LOCALの場合、次の行を挿入。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
CIDI							

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
OPTION	座標系オプション。 = <*blank*> 全体座標系で指定された従属節点と独立節点の自由度。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= LOCAL 局所座標系で指定された従属節点と独立節点の自由度。	
ICID	補間拘束要素の識別子 （整数）	
DNID	従属節点の数。 （整数）	
DDOF	従属節点の自由度。 （整数）	
CCID	従属節点の自由度定義用の局所座標系識別子。LOCALオプション専用です。全体座標系がデフォルトで使用されます。 （整数）	
ITYP	独立節点の入力フラグ。 *= 0* 節点番号は別個の行で指定されます。 *= 1* 節点セット番号が指定されます。	
INID	独立節点の番号。 （整数）	
ISNID	独立節点のセット番号。 （整数）	
IDOF	独立節点または独立節点セットの自由度。	
TWGHT	独立節点または独立節点セットの重み係数（すべての自由度について同じ）。 （整数）	
CIDI	独立節点の自由度定義用の局所座標系識別子。LOCALオプション専用です。全体座標系がデフォルトで使用されます。 **注：** この値は、*CIDD*とまったく同じである必要があります。 （整数）	

コメント

1. このキーワードは、/RBE3にマップされます。

*CONSTRAINED_JOINT

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
2つの剛体間のジョイントを定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*CONSTRAINED_JOINT_TYPE_{OPTION}							

OPTION=IDの場合、次の行を挿入。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
JID				*Title*			

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
node_ID$_1$	*node_ID*$_2$	*node_ID*$_3$	*node_ID*$_4$	*node_ID*$_5$	*node_ID*$_6$		

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
TYPE	*CYLINDRICAL* 方向(*node_ID*$_1$, *node_ID*$_3$)に沿った、節点*node_ID*$_1$と*node_ID*$_2$の間の円筒ジョイント *REVOLUTE* 方向(*node_ID*$_1$, *node_ID*$_3$)に沿った、節点*node_ID*$_1$と*node_ID*2の間の回転ジョイント *SPHERICAL* 節点*node_ID*$_1$と *node_ID*$_2$間の円筒ジョイント *LOCKING* 節点*node_ID*$_1$と*node_ID*$_2$の間の剛性ジョイント *TRANSLATIONAL* 方向(*node_ID*$_1$, *node_ID*$_3$)に沿った、節点*node_ID*$_1$と*node_ID*$_2$の間の並進ジョイント *UNIVERSAL* 局所座標系(*node_ID*$_1$、*node_ID*$_3$、*node_ID*$_4$)に沿った、節点*node_ID*$_1$と*node_ID*$_2$の間のユニバーサルジョイント。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	PLANAR 局所座標系（$node\_ID_1$、$node\_ID_3$、$node\_ID_4$）に沿った、節点$node_ID_1$と$node_ID_2$の間の平面ジョイント デフォルト値なし	
OPTION	ID	
JID	ジョイントID （整数）	
Title	ジョイントのタイトル （文字、最大70文字）	
$node\_ID_1$	剛体Aに結合したジョイントの節点識別子1 （整数）	
$node\_ID_2$	剛体Bに結合したジョイントの節点識別子2 （整数）	
$node\_ID_3$	剛体Aに結合したジョイントの節点識別子3 （整数）	
$node\_ID_4$	剛体Bに結合したジョイントの節点識別子4 （整数）	
$node\_ID_5$	剛体Aに結合したジョイントの節点識別子5 （整数）	
$node\_ID_6$	剛体Bに結合したジョイントの節点識別子6 （整数）	

コメント

1. このキーワードは、/SPRING、/PROP/TYPE45 (KJOINT2)、および/PARTにマップされます。
2. $node_ID_1$と$node_ID_2$は、同じ初期位置に配置することをお勧めします。

*CONSTRAINED_JOINT_STIFFNESS

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
2つの剛体間のジョイントの回転自由度の剛性、停止角度、摩擦を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*CONSTRAINED_JOINT_STIFFNESS_{OPTION}							

OPTION=IDの場合、次の行を挿入。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Title							

OPTION = GENERALIZEDの場合、次の行を挿入。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
JSID	*PIDA*	*PIDB*	*CIDA*	*CIDB*			
LCIDPH	*LCIDTH*	*LCIDPS*	*LCIDDPH*	*LCIDDTH*	*LCIDDPS*		
ESPH	*FMPH*	*ESTH*	*FMTH*	*ESPS*	*FMPS*		
NSAPH	*PSAPH*	*NSATH*	*PSATH*	*NSAPS*	*PSAPS*		

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
JSID	ジョイントID。 （整数）	
Title	ジョイントのタイトル （文字、最大70文字）	
PIDA	1つ目の剛体コンポーネントのパートID。 （整数）	
PIDB	2つ目の剛体コンポーネントのパートID。 （整数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
CIDA	1つ目の剛体コンポーネントの座標系。 （整数）	
CIDB	2つ目の剛体コンポーネントの座標系。 （整数）	
LCIDPH	PHI軸を中心とした角度（ラジアン単位）とモーメントの関係を表す曲線のID。 （整数）	
LCIDTH	THETA軸を中心とした角度（ラジアン単位）とモーメントの関係を表す曲線のID。 （整数）	
LCIDPS	PSI軸を中心とした角度（ラジアン単位）とモーメントの関係を表す曲線のID。 （整数）	
LCIDDPH	PHI軸を中心とした回転速度と減衰モーメントの関係を表す曲線のID。 （整数）	
LCIDDTH	THETA軸を中心とした回転速度と減衰モーメントの関係を表す曲線のID。 （整数）	
LCIDDPS	PSI軸を中心とした回転速度と減衰モーメントの関係を表す曲線のID。 （整数）	
ESPH	摩擦の弾性剛性とPHI軸を中心とした停止角度。 （整数）	$\left[\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}\right]$
FMPH	*> 0* PHI軸の摩擦力。 *< 0* PHI軸を中心とした角度と摩擦力の関係を表す曲線のID。 （整数）	$[\mathrm{N}]$ またはなし
ESTH	摩擦の弾性剛性とTHETA軸を中心とした停止角度。 （整数）	$\left[\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}\right]$
FMTH	*> 0* THETA軸の摩擦力。	$[\mathrm{N}]$ またはなし

フィールド	内容	**SI**単位の例
	< 0 THETA軸を中心とした角度と摩擦力の関係を表す曲線のID。 （整数）	
ESPS	摩擦の弾性剛性とPSI軸を中心とした停止角度。 （整数）	$\left[\frac{N}{m}\right]$
FMPS	*> 0* THETA軸の摩擦力。 *< 0* PSI軸を中心とした角度と摩擦力の関係を表す曲線のID。 （整数）	[N] またはなし
NSAPH	負のPHI方向の停止角度。 （正の実数）	[deg]
PSAPH	正のPHI方向の停止角度。 （正の実数）	[deg]
NSATH	負のTHETA方向の停止角度。 （正の実数）	[deg]
PSATH	正のTHETA方向の停止角度。 （正の実数）	[deg]
NSAPS	負のPSI方向の停止角度。 （正の実数）	[deg]
PSAPS	正のPSI方向の停止角度。 （正の実数）	[deg]

コメント

1. このキーワードは、/SPRING、/PROP/TYPE45 (KJOINT2)、および/PARTにマップされます。
2. これは運動学的ジョイントと連係して機能し、剛体コンポーネント*PIDA*と*PIDB*を相互に結合しているジョイントの回転自由度の剛性、摩擦、停止角度を決定します。

*CONSTRAINED_NODAL_RIGID_BODY

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
このキーワードは節点剛体を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*CONSTRAINED_NODAL_RIGID_BODY_{OPTION}_{OPTION}_{OPTION}							
rbody_ID	*CID*	*NSID*	*PNODE*				

OPTION=SPCの場合、次の行を挿入。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
CMO	*CON1*	*CON2*					

OPTION=INERTIAの場合、次の行を挿入。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
XCOG	*YCOG*	*ZCOG*	*TM*		*node_ID*		
IXX	*IXY*	*IXZ*	*IYY*	*IYZ*	*IZZ*		
VTX	*VTY*	*VTZ*	*VRX*	*VRY*	*VRZ*		

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
OPTION	*SPC* *INERTIA*	
rbody_ID	節点剛体の識別子 （整数）	
CID	局所座標系の識別子 （整数）	
NSID	節点セットの識別子	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 0 *NSID= rbody_ID* （整数）	
PNODE	メイン節点（オプション） （整数）	
CMO	質量中心の拘束のオプション *= -1* 局所座標系で拘束が適用されます *= 0*（デフォルト） 拘束なし *= 1* 全体座標系内で拘束が適用されます （整数）	
CON1	*CMO* = 1の場合は、変位拘束の方向を指定します。 *= 0* 拘束なし *= 1* X軸方向変位 *= 2* Y軸方向変位 *= 3* Z軸方向変位 *= 4* X軸並進とY軸並進 *= 5* Y軸並進とZ軸並進 *= 6* Z軸並進とX軸並進 *= 7* X軸並進、Y軸並進、およびZ軸並進 *CMO* = -1の場合は、*CON2*で定義した拘束の局所座標系識別子。 （整数）	
CON2	*CMO* = 1の場合は、回転拘束の方向。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 0 拘束なし *= 1* X軸を中心とした回転 *= 2* Y軸を中心とした回転 *= 3* Z軸を中心とした回転 *= 4* X軸を中心とした回転とY軸を中心とした回転 *= 5* Y軸を中心とした回転とZ軸を中心とした回転 *= 6* Z軸を中心とした回転とX軸を中心とした回転 *= 7* X軸を中心とした回転、Y軸を中心とした回転、およびZ軸を中心とした回転 *CMO*の場合、 *= -1* 局所拘束の方向 *= 0* フリー自由度 *= 1* 拘束自由度 （6つのブーリアン） 例：101 111は、変位方向がX軸並進とZ軸並進で、すべての回転が固定され、Y軸並進がフリーであることを意味します。 （整数）	
XCOG, *YCOG*, *ZCOG*	パートの重心の軌跡。 （実数）	[m]
TM	剛体パートの質量。 （実数）	[kg]
node_ID	パートの重心の節点番号。 （整数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
IXX, *IXY*, *IXZ*, *IYY*, *IYZ*, *IZZ*	剛体の慣性テンソル。 （実数）	$[\mathrm{kg}\cdot\mathrm{m}^2]$
VTX, *VTY*, *VTZ*	剛体コンポーネントに適用する初期並進速度。 デフォルト = 0（実数）	$\left[\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\right]$
VRX, *VRY*, *VRZ*	剛体コンポーネントに適用する初期回転速度。 デフォルト = 0（実数）	$\left[\frac{\mathrm{rad}}{\mathrm{s}}\right]$

コメント

1. このキーワードは/RBODYにマップされます。_SPCオプションを使用している場合、このキーワードは/BCSにマップされます。
2. *PNODE*で指定した節点は、どの変形可能要素にも属していない場合、メイン節点として使用されます。この節点が変形可能要素に属している場合、この節点は複製されて、新しいメイン節点が同じ位置に作成されます。
3. オプション、"_TITLE" は、このキーワードの最後に加えることができます。"_TITLE "を含めると，キーワード入力行の後に80文字の長い行が追加され、ここにエンティティのタイトルを定義することが可能になります。

*CONSTRAINED_RIGID_BODIES

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
剛体アセンブリを定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*CONSTRAINED_RIGID_BODIES							
Part_M_ID	*Part_S_ID*	*Iflag*					

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Part_M_ID	メイン剛体材料が定義されているパート識別子 （整数）	
Part_S_ID	セカンダリ剛体材料が定義されているパート識別子 （整数）	
Iflag	マージした剛体のプロパティに対するフラグ （*Part_M_ID*がPART_INERTIAの場合に使用します）。 *= 0*（デフォルト） マージしたすべての剛体に基づいて、剛体の重心、質量、慣性を再計算します。 *= 1* 剛体の重心、質量、慣性を、*Part_M_ID*で指定した値のままとします。 （整数）	

コメント

1. このキーワードは/MERGE/RBODYにマップされます。

*CONSTRAINED_ SPOTWELD

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
発生することが考えられる力に基づく破壊モデルを使用して、2つの節点間の結合を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*CONSTRAINED_SPOTWELD_{OPTION}							

OPTION = IDの場合、次の行を挿入。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
ID							

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
node_ID1	*node_ID2*	*SN*	*SS*	*N*	*M*		

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
ID	溶接識別子 （整数）	
node_ID1	節点識別子1 （整数）	
node_ID2	節点識別子2 （整数）	
SN	破壊時の法線方向引張力 *= 0* 破壊なし *> 0* 破壊 （実数）	[N]

フィールド	内容	**SI**単位の例
SS	破壊時の法線方向せん断力 *= 0* 破壊なし *> 0* 破壊 （実数）	[N]
N	法線力の指数 （実数）	
M	せん断力の指数 （実数）	

コメント

1. このキーワードは、スプリング要素（/SPRING）、およびプロパティ（/PROP/TYPE25 (SPR_AXI)）と（SENSOR/TIME）にマップされます。
2. 破壊は次の式で定義します：

$$\left(\frac{|Normal\_force|}{SN}\right)^N + \left(\frac{|Shear\_force|}{SS}\right)^M \geq 1 \qquad (1461)$$

*CONTACT_AUTOMATIC_GENERAL

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
要素間の自動一般接触インターフェースを定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*CONTACT_AUTOMATIC_GENERAL							

OPTION3=IDの場合、次の行を挿入。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
inter_ID				*Title*			

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
SSID		*SSTYP*					
FS	*FD*	*DC*				*Tstart*	*Tstop*
SFS		*SST*		*SFTS*		*FSF*	

オプションカードA

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
SOFT							

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
OPTION3	*ID* 接触識別子とタイトルを含みます。	
inter_ID	接触インターフェースの識別子 （整数）	
Title	接触インターフェースのタイトル。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（文字、最大70文字）	
SSID	パート識別子のセット （整数）	
SSTYP	入力セットタイプ。 *= 0* セグメントセットID *= 1* シェル要素セットID *= 2* パートセットID *= 3* パートID *= 5* すべてのパート（*SID*は無視されます）。 *= 6* パートセットIDパートセットIDで定義されているものを除き、すべてのパートが接触に含まれます。 *= 7* サブセットID （整数）	
FS	静的摩擦係数 （実数）	
FD	動的摩擦係数 （実数）	
DC	指数減衰係数	$[\frac{s}{m}]$
Tstart	開始時間 （実数）	[s]
Tstop	停止時間 デフォルト = 1E+30（実数）	[s]
SST	剛性スケールファクター （実数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
SFS	最大ギャップ値 （実数）	[m]
SFTS	接触ギャップスケール （実数）	
FSF	クーロン摩擦係数スケールファクター （実数）	
SOFT	接触剛性定義フラグ *= 0* 接触剛性は、メインおよびセカンダリ剛性の平均です。 *> 0* 接触剛性は、メインおよびセカンダリ剛性の最小値です。 （整数）	

コメント

1. このキーワードは/INTER/TYPE25にマップされます。

*CONTACT_AUTOMATIC_NODES_TO_SURFACE

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
サーフェス接触インターフェースへの節点を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*CONTACT_AUTOMATIC_NODES_TO_SURFACE_{OPTION3}							

OPTION3=IDの場合、次の行を挿入。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
inter_ID				*Title*			

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
SSID	*MSID*	*SSTYP*	*MSTYP*				
FS	*FD*	*DC*				*Tstart*	*Tstop*
SFS	*SFM*	*SST*	*MST*	*SFTS*	*SFMT*	*FSF*	

オプションカードA

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
SOFT							

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
OPTION3	*ID* 接触識別子とタイトルを含みます。	
inter_ID	接触インターフェースの識別子 （整数）	
Title	接触インターフェースのタイトル	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（文字、最大70文字）	
SSID	セカンダリセットまたはパート識別子 （整数）	
MSID	メインセットまたはパート識別子 （整数）	
SSTYP	入力セカンダリセットタイプ *= 0* セグメントセットID *= 1* シェル要素セットID *= 2* パートセットID *= 3* パートID *= 4* 節点セットID *= 5* すべてのパート（*SID*は無視されます）。 *= 6* パートセットIDパートセットIDで定義されているものを除き、すべてのパートが接触に含まれます。 *= 7* サブセットID （整数）	
MSTYP	入力メインセットタイプ *= 0* セグメントセットID *= 1* シェル要素セットID *= 2* パートセットID *= 3* パートID *= 5* すべてのパート（*SID*は無視されます）。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 6 パートセットIDパートセットIDで定義されているものを除き、すべてのパートが接触に含まれます。 *= 7* サブセットID （整数）	
FS	静的摩擦係数 （実数）	
FD	動的摩擦係数 （実数）	
DC	指数減衰係数	$[\frac{s}{m}]$
Tstart	開始時間 （実数）	[s]
Tstop	停止時間 デフォルト = 1E+30（実数）	[s]
SFS	セカンダリ剛性スケールファクター （実数）	
SFM	メイン剛性スケールファクター （実数）	
SST	セカンダリ最大ギャップ値 （実数）	[m]
MST	メイン最大ギャップ値 （実数）	[m]
SFTS	セカンダリ接触ギャップスケール （実数）	
SFMT	メイン接触ギャップスケール （実数）	
FSF	クーロン摩擦係数スケールファクター	

フィールド	内容	**SI**単位の例
SOFT	接触剛性定義フラグ *= 0* 接触剛性は、メインおよびセカンダリ剛性の平均です。 *> 0* 接触剛性は、メインおよびセカンダリ剛性の最小値です。 （整数）	

コメント

1. このキーワードは/INTER/TYPE25にマップされます。

*CONTACT_AUTOMATIC_SINGLE_SURFACE

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
要素間の自動単一接触インターフェースを定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*CONTACT_AUTOMATIC_SINGLE_SURFACE_{OPTION3}							

OPTION3=IDの場合、次の行を挿入。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
inter_ID				*Title*			

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
SSID		*SSTYP*					
FS	*FD*	*DC*				*Tstart*	*Tstop*
SFS		*SST*		*SFTS*		*FSF*	

オプションカードA

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
SOFT							

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
OPTION3	*ID* 接触識別子とタイトルを含みます。	
inter_ID	接触インターフェースの識別子 （整数）	
Title	接触インターフェースのタイトル	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（文字、最大70文字）	
SSID	パート識別子のセット （整数）	
SSTYP	入力セットタイプ。 *= 0* セグメントセットID *= 1* シェル要素セットID *= 2* パートセットID *= 3* パートID *= 5* すべてのパート（*SID*は無視されます）。 *= 6* パートセットIDパートセットIDで定義されているものを除き、すべてのパートが接触に含まれます。 *= 7* サブセットID （整数）	
FS	静的摩擦係数 （実数）	
FD	動的摩擦係数 （実数）	
DC	指数減衰係数	$\left[\frac{s}{m}\right]$
Tstart	開始時間 （実数）	$[s]$
Tstop	停止時間 デフォルト = 1E+30（実数）	$[s]$
SST	剛性スケールファクター （実数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
SFS	最大ギャップ値 （実数）	[m]
SFTS	接触ギャップスケール （実数）	
FSF	クーロン摩擦係数スケールファクター	
SOFT	接触剛性定義フラグ *= 0* 接触剛性は、メインおよびセカンダリ剛性の平均です。 *> 0* 接触剛性は、メインおよびセカンダリ剛性の最小値です。 （整数）	

コメント

1. このキーワードは/INTER/TYPE25にマップされます。

*CONTACT_AUTOMATIC_SURFACE_TO_SURFACE

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
シェル要素とソリッド要素のセット間のサーフェス間接触を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*CONTACT_AUTOMATIC_SURFACE_TO_SURFACE_{OPTION3}							

OPTION3=IDの場合、次の行を挿入。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
inter_ID				*Title*			

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
SSID	*MSID*	*SSTYP*	*MSTYP*				
FS	*FD*	*DC*				*Tstart*	*Tstop*
SFS	*SFM*	*SST*	*MST*	*SFTS*	*SFMT*	*FSF*	

オプションカードA

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
SOFT							

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
OPTION3	*ID* 接触識別子とタイトルを含みます。	
inter_ID	接触インターフェースの識別子 （整数）	
Title	接触インターフェースのタイトル	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（文字、最大70文字）	
SSID	セカンダリセットまたはパート識別子 （整数）	
MSID	メインセットまたはパート識別子 （整数）	
SSTYP	入力セカンダリセットタイプ *= 0* セグメントセットID *= 1* シェル要素セットID *= 2* パートセットID *= 3* パートID *= 5* すべてのパート（*SID*は無視されます）。 *= 6* パートセットIDパートセットIDで定義されているものを除き、すべてのパートが接触に含まれます。 *= 7* サブセットID （整数）	
MSTYP	入力メインセットタイプ *= 0* セグメントセットID *= 1* シェル要素セットID *= 2* パートセットID *= 3* パートID *= 5* すべてのパート（*SID*は無視されます）。 *= 6* パートセットIDパートセットIDで定義されているものを除き、すべてのパートが接触に含まれます。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 7 サブセットID （整数）	
FS	静的摩擦係数 （実数）	
FD	動的摩擦係数 （実数）	
DC	指数減衰係数	$[\frac{s}{m}]$
Tstart	開始時間 （実数）	$[s]$
Tstop	停止時間 デフォルト = 1E+30（実数）	$[s]$
SFS	セカンダリ剛性スケールファクター （実数）	
SFM	メイン剛性スケールファクター （実数）	
SST	セカンダリ最大ギャップ値 （実数）	$[m]$
MST	メイン最大ギャップ値 （実数）	$[m]$
SFTS	セカンダリ接触ギャップスケール （実数）	
SFMT	メイン接触ギャップスケール （実数）	
FSF	クーロン摩擦係数スケールファクター	
SOFT	接触剛性定義フラグ *= 0* 接触剛性は、メインおよびセカンダリ剛性の平均です。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	> 0 接触剛性は、メインおよびセカンダリ剛性の最小値です。 （整数）	

コメント

1. このキーワードは/INTER/TYPE25にマップされます。

*CONTACT_ERODING_NODES_TO_SURFACE

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
節点とサーフェスの接触インターフェースを定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*CONTACT_ERODING_NODES_TO_SURFACE_{OPTION3}							

OPTION3 = IDの場合、次の行を挿入

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
inter_ID	*Title*						

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
SSID	*MSID*	*SSTYP*	*MSTYP*				
FS	*FD*	*DC*				*Tstart*	*Tstop*
SFS	*SFM*	*SST*	*MST*	*SFTS*	*SFMT*	*FSF*	
空白カード							

オプションカードA

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
SOFT							

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
OPTION3	*ID* 接触の識別子とタイトルを含めます。	
inter_ID	接触インターフェース識別子。 （整数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
Title	接触インターフェースのタイトル。 （文字、最大70文字）	
SSID	セカンダリのセットまたはパートの識別子。 （整数）	
MSID	メインのセットまたはパートの識別子。 （整数）	
SSTYP	セカンダリセットタイプを入力します。 *= 0* セグメントセットID *= 1* シェル要素セットID *= 2* パートセットID *= 3* パートID *= 4* 節点セットID *= 5* すべてのパート（*SID*は無視されます） *= 6* パートセットID。すべてのパートは接触に含まれます（パートセットIDで定義されたパートは除く）。 *= 7* サブセットセットID （整数）	
MSTYP	メインセットタイプを入力します。 *= 0* セグメントセットID *= 1* シェル要素セットID *= 2* パートセットID *= 3* パートID	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 5 すべてのパート(*SID*は無視されます) *= 6* パートセットID。すべてのパートは接触に含まれます(パートセットIDで定義されたパートは除く)。 *= 7* サブセットセットID (整数)	
FS	静止摩擦係数。 (実数)	
FD	動摩擦係数。 (実数)	
DC	指数減衰係数。	$[\frac{s}{m}]$
Tstart	開始時間。 (実数)	[s]
Tstop	停止時間 デフォルト = 1E+30(実数)	[s]
SFS	セカンダリの剛性スケールファクター。 (実数)	
SFM	メインの剛性スケールファクター。 (実数)	
SST	セカンダリの最大ギャップ値。 (実数)	[m]
MST	メインの最大ギャップ値。 (実数)	[m]
SFTS	セカンダリの接触ギャップスケール。 (実数)	
SFMT	メインの接触ギャップスケール。 (実数)	

フィールド	内容	**SI**単位の例
FSF	クーロン摩擦係数スケールファクター	
SOFT	接触剛性定義フラグ。 *= 0* 接触剛性は、メインおよびセカンダリ剛性の平均です。 *> 0* 接触剛性は、メインおよびセカンダリ剛性のうち小さい方です。 （整数）	

コメント

1. このキーワードは/INTER/TYPE25にマップされます。

*CONTACT_ERODING_SINGLE_SURFACE

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
シェルおよびソリッド要素の自動単一接触インターフェースセットを定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*CONTACT_ERODING_SINGLE_SURFACE_{OPTION3}							

OPTION3 = IDの場合:

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
inter_ID				*Title*			
SSID		*SSTYP*					
FS	*FD*	*DC*				*Tstart*	*Tstop*
SFS		*SST*		*SFST*		*FSF*	

オプションカードA

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
SOFT							

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
OPTION3	*ID* 接触の識別子とタイトルを含めます。	
inter_ID	接触インターフェース識別子。 （整数）	
Title	接触インターフェースのタイトル。 （文字、最大70文字）	
SSID	セットまたはパートの識別子。 （整数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
SSTYP	セットタイプを入力します。 *= 0* セグメントセットID。 *= 1* シェル要素セットID。 *= 2* パートセットID。 *= 3* パートID。 *= 5* すべてのパート(*SID*は無視されます)。 *= 6* パートセットID。すべてのパートは接触に含まれます(パートセットIDで定義されたパートは除く)。 *= 7* サブセットセットID。 (整数)	
FS	静止摩擦係数。 (実数)	
FD	動摩擦係数。 (実数)	
DC	指数減衰係数。 (実数)	$[\frac{s}{m}]$
Tstart	開始時間。 (実数)	[s]
Tstop	停止時間 デフォルト = 1E+30(実数)	[s]
SST	剛性スケールファクター。 (実数)	
SFS	最大ギャップ値。 (実数)	[m]

フィールド	内容	**SI**単位の例
SFST	接触ギャップスケール。 （実数）	
FSF	クーロン摩擦係数スケールファクター。 （実数）	
SOFT	接触剛性定義フラグ。 *= 0* 接触剛性は、メインおよびセカンダリ剛性の平均です。 *> 0* 接触剛性は、メインおよびセカンダリ剛性のうち小さい方です。 （整数）	

コメント

1. このキーワードは/INTER/TYPE25にマップされます。

*CONTACT_INTERIOR

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
定義されたパートセット内で定義された各パートの内部接触を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*CONTACT_INTERIOR							
set_ID1	*set_ID2*	*set_ID3*	*set_ID4*	*set_ID5*	*set_ID6*	*set_ID7*	*set_ID8*

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
set_ID1 - set_ID8	パート識別子のセット （整数）	

コメント

1. このキーワードは、*set_ID*でパートごとに定義された1つのインターフェースを/INTER/TYPE7にマップします。

*CONTACT_NODES_TO_SURFACE

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
節点とサーフェスの接触インターフェースを定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*CONTACT_NODES_TO_SURFACE_{OPTION3}							

OPTION3 = IDの場合、次の行を挿入

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
inter_ID				*Title*			

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
SSID	MSID	*SSTYP*	*MSTYP*				
FS	*FD*	*DC*				*Tstart*	*Tstop*
SFS	*SFM*	*SST*	*MST*	*SFTS*	*SFMT*	*FSF*	

オプションカードA

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
SOFT							

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
OPTION3	*ID* 接触の識別子とタイトルを含めます。	
inter_ID	接触インターフェース識別子。 （整数）	
Title	接触インターフェースのタイトル。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（文字、最大70文字）	
SSID	セカンダリのセットまたはパートの識別子。 （整数）	
MSID	メインのセットまたはパートの識別子。 （整数）	
SSTYP	セカンダリセットタイプを入力します。 *= 0* セグメントセットID *= 1* シェル要素セットID *= 2* パートセットID *= 3* パートID *= 4* 節点セットID *= 5* すべてのパート（*SID*は無視されます） *= 6* パートセットID。 すべてのパートは接触に含まれます（パートセットIDで定義されたパートは除く）。 *= 7* サブセットセットID （整数）	
MSTYP	メインセットタイプを入力します。 *= 0* セグメントセットID *= 1* シェル要素セットID *= 2* パートセットID *= 3* パートID *= 5* すべてのパート（*SID*は無視されます）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 6 パートセットID。 すべてのパートは接触に含まれます（パートセットIDで定義されたパートは除く）。 *= 7* サブセットセットID （整数）	
FS	静止摩擦係数。 （実数）	
FD	動摩擦係数 （実数）	
DC	指数減衰係数。	$[\frac{s}{m}]$
Tstart	開始時間。 （実数）	[s]
Tstop	停止時間 デフォルト = 1E+30（実数）	[s]
SFS	セカンダリの剛性スケールファクター。 （実数）	
SFM	メインの剛性スケールファクター。 （実数）	
SST	セカンダリの最大ギャップ値。 （実数）	[m]
MST	メインの最大ギャップ値。 （実数）	[m]
SFTS	セカンダリの接触ギャップスケール。 （実数）	
SFMT	メインの接触ギャップスケール。 （実数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
FSF	クーロン摩擦係数スケールファクター。 （実数）	
SOFT	接触剛性定義フラグ。 *= 0* 接触剛性は、メインおよびセカンダリ剛性の平均です。 *> 0* 接触剛性は、メインおよびセカンダリ剛性のうち小さい方です。 （整数）	

コメント

1. このキーワードは/INTER/TYPE25にマップされます。

*CONTACT_SPOTWELD

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
スポット溶接結合専用の節点対サーフェスの接触インターフェースへのノードを定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*CONTACT_SPOTWELD_{OPTION3}							

OPTION3=IDの場合、次の行を挿入。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
inter_ID	*Title*						

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
SSID	*MSID*	*SSTYP*	*MSTYP*				
空白カード							
空白カード							

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
OPTION3	*ID* 接触識別子とタイトルを含みます。	
inter_ID	接触インターフェースの識別子 （整数）	
Title	接触インターフェースのタイトル （文字、最大70文字）	
SSID	セカンダリセットまたはパート識別子 （整数）	
MSID	メインセットまたはパート識別子	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	
SSTYP	入力セカンダリセットタイプ *= 0* セグメントセットID *= 1* シェル要素セットID *= 2* パートセットID *= 3* パートID *= 4* 節点セットID *= 5* すべてのパート（*SID*は無視されます）。 *= 6* パートセットIDパートセットIDで定義されているものを除き、すべてのパートが接触に含まれます。 *= 7* サブセットID （整数）	
MSTYP	入力メインセットタイプ *= 0* セグメントセットID *= 1* シェル要素セットID *= 2* パートセットID *= 3* パートID *= 5* すべてのパート（*SID*は無視されます）。 *= 6* パートセットIDパートセットIDで定義されているものを除き、すべてのパートが接触に含まれます。 *= 7* サブセットID	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	

コメント

1. このキーワードは/INTER/TYPE2にマップされます。
2. セカンダリ節点は元の位置に留まります。

*CONTACT_TIED

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
このキーワードは、エンティティ間のタイド接触を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
* CONTACT_TIED_OPTION_{OPTION3}							

OPTION3=IDの場合、次の行を挿入。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
inter_ID	タイトル						

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
SSID	*MSID*	*SSTYP*	*MSTYP*				
空白行							
		SST	*MST*	*SFST*	*SFMT*		

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
OPTION	*SHELL_EDGE_TO_SURFACE* シェルエッジとサーフェスの間のタイド接触 *NODE_TO_SURFACE* 節点とサーフェスの間のタイド接触	
OPTION3	*ID* 接触識別子とタイトルを含みます。	
inter_ID	接触ID （整数）	
TITLE	接触のタイトル（*OPTION3* = IDのみが定義されています）。 （文字）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
SSID	セカンダリ節点セット （整数）	
MSID	メインサーフェスセット （整数）	
SSTYP	入力セカンダリセットタイプ *= 0* セグメントセットID *= 1* シェル要素セットID *= 2* パートセットID *= 3* パートID *= 5* すべてのパート（*SID*は無視されます）。 *= 6* パートセットIDパートセットIDで定義されているものを除き、すべてのパートが接触に含まれます。 *= 7* サブセットID （整数）	
MSTYP	入力メインセットタイプ *= 0* セグメントセットID *= 1* シェル要素セットID *= 2* パートセットID *= 3* パートID *= 5* すべてのパート（*SID*は無視されます）。 *= 6* パートセットIDパートセットIDで定義されているものを除き、すべてのパートが接触に含まれます。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 7 サブセットID （整数）	
SST	セカンダリ最大ギャップ値 （実数）	[m]
MST	メイン最大ギャップ値 （実数）	[m]
SFTS	セカンダリ接触ギャップスケール （実数）	
SFMT	メイン接触ギャップスケール （実数）	

コメント

1. このキーワードは$Spot_{flag}FLAG$ = 28の/INTER/TYPE2にマップされます。

*CONTROL_OUTPUT

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
Starter出力の詳細を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*CONTROL_OUTPUT							
NPOPT							

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
NPOPT	Starter出力フラグ。 = *0*または*1*（デフォルト） パートの質量と慣性を含むデフォルト出力。 = *11* デフォルト出力 + 剛壁 + インターフェース。 = *12* 11 + 境界条件 + 節点質量 + 初速度。 = *13* 12 + ALE表。 = *14* 13 + 節点座標。 = *15* 14 + 要素の結合性 + 剛体の非アクティブ化された要素（完全出力）。 （整数）	

コメント

1. このキーワードは/IOFLAGにマップされます。

*CONTROL_TERMINATION

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
このキーワードは、シミュレーション実行を停止するための条件を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*CONTROL_TERMINATION							
ENDTIME			*ENDENG*	*ENDMASS*			

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
ENDTIME	シミュレーション終了時間 （実数）	[s]
ENDENG	シミュレーションを停止させるエネルギーエラー（パーセント） （実数）	
ENDMASS	シミュレーションを停止させる質量エラー（パーセント） （実数）	

コメント

1. このキーワードは、/RUNおよび/STOPにマップされます。

*CONTROL_TIMESTEP

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
時間ステップコントロール条件を指定します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*CONTROL_TIMESTEP							
	TSSFAC			*DT2MS*			

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
TSSFAC	時間ステップのスケール係数 （実数）	
DT2MS	*< 0* 一定最小時間ステップ （実数）	[s]

コメント

1. このキーワードは/DT/NODE/CSTにマップされます。

*CONTROL_UNITS

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
このキーワードは、入力ファイルの単位系を定義します。このキーワードを含めることを推奨します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*CONTROL_UNITS							
Length	*Time*	*Mass*					

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Length	長さ単位: = *m* （デフォルト） メートル = *mm* ミリメートル = *cm* センチメートル （テキスト）	
Time	時間単位: = *s*（デフォルト） 秒 = *ms* ミリ秒 = *micro_s* マイクロ秒 （テキスト）	
Mass	質量単位: = *kg*（デフォルト） キログラム = *g* グラム = *mg* ミリグラム	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= *mtrc_ton* メートルトン （テキスト）	

コメント

1. このキーワードは/BEGINにマップされます。

*DAMPING_GLOBAL

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
モデル全体の質量および剛性のレイリー減衰係数を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*DAMPING_GLOBAL							
	Alpha	*Scale_X*	*Scale_Y*	*Scale_Z*	*Scale_XX*	*Scale_YY*	*Scale_ZZ*

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Alpha	質量減衰係数。 （実数）	$\left[\frac{1}{s}\right]$
Scale_X	X方向の並進自由度（DOF）のスケールファクター。 （実数）	
Scale_Y	Y方向の並進自由度（DOF）のスケールファクター。 （実数）	
Scale_Z	Z方向の並進自由度（DOF）のスケールファクター。 （実数）	
Scale_XX	X方向の回転自由度（DOF）のスケールファクター。 （実数）	
Scale_YY	Y方向の回転自由度（DOF）のスケールファクター。 （実数）	
Scale_ZZ	Z方向の回転自由度（DOF）のスケールファクター。 （実数）	

コメント

1. このキーワードは、/DAMPにマップされます。
2. すべてのスケールファクターがゼロの場合、*Alpha*の値はすべての方向で設定されます。

*DAMPING_PART_STIFFNESS

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
全体座標系で適用されたパートまたはパートセットに適用されるレイリー剛性減衰を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*DAMPING_PART_STIFFNESS							
PART_ID	*Beta*						

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*DAMPING_PART_STIFFNESS_SET							
PSID	*Beta*						

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
OPTION	<空白> 減衰は定義済みパートに適用されます。 *SET* 減衰は定義済みパートセットに適用されます。	
PART_ID	パート識別子 （整数）	
PSID	パートセット識別子。 （整数）	
Beta	剛性減衰係数。 （実数）	[s]

コメント

1. このキーワードは、/DAMPにマップされます。

*DATABASE

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
時刻歴データの出力頻度を設定します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*DATABASE_{OPTION}							
DT							

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
OPTION	時刻歴出力タイプ。 *ABSTAT* エアバッグデータ *BNDOUT* 適用した移動に対する節点の反力 *DEFORC* スプリング *DISBOUT* ビーム要素。 *ELOUT* 要素 *GLSTAT* グローバル変数 *JNTFORC* ジョイント *MATSUM* パート別エネルギー *NODOUT* 節点の変位と回転 *RBDOUT* 剛体の移動 *RCFORC* 合成接触力 *RWFORC* 剛壁	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	SBTOUT シートベルトの加速度計 *SECFORC* 断面力 *SPCFORC* 境界条件の力 *SWFORC* スポット溶接力	
DT	時刻歴出力を書き込む頻度 （実数）	[s]

コメント

1. このキーワードは/TFILE/4にマップされます。設定したすべての`*DATABASE_{OPTION}`の中で最小の時間間隔が使用されます。
2. このカードは出力の頻度のみを制御します。どのオブジェクトを出力するかを指定するには、追加のカードの設定が必要になる場合があります。たとえば、節点数、要素、断面力の設定が必要になります。

*DATABASE_BINARY_D3DUMP

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
リスタートファイルの書き込みの出力頻度を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*DATABASE_BINARY_D3DUMP							
NCYCL							

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
NCYCL	リスタート出力間のサイクル数。 デフォルト = 1000000（整数）	

コメント

1. このキーワードは/RFILE/nにマップされます。

*DATABASE_BINARY_D3PLOT

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
アニメーションファイルへの出力頻度を設定します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*DATABASE_BINARY_D3PLOT							
DT							

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
DT	アニメーション出力を書き込む頻度 （実数）	[s]

コメント

1. このキーワードは/ANIM/DTにマップされます。

*DATABASE_BINARY_INTFOR

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
接触力と圧力のベクトル、およびアニメーションファイルの出力頻度を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*DATABASE_BINARY_INTFOR_{OPTION}							
DT							

OPTION=FILEの場合：

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
空白							

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
DT							

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
DT	アニメーション出力を書き込む頻度。 （実数）	[s]

コメント

1. このキーワードは、/ANIM/VECT/CONT、/ANIM/VECT/CONT2、/ANIM/VECT/PCONTにマップされます。

*DATABASE_BINARY_RUNRSF

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
リスタートファイルへの出力頻度を設定します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*DATABASE_BINARY_RUNRSF							
NCYCL							

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
NCYCL	リスタート出力間のサイクル数 デフォルト = 5000（整数）	

コメント

1. このキーワードは/RFILE/nにマップされます。

*DATABASE_CROSS_SECTION_PLANE

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
パートセットで定義された力とモーメントを出力する断面を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*DATABASE_CROSS_SECTION_PLANE_{OPTION}							

OPTION = IDの場合、次の行を挿入。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
ID				*Title*			

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
PSID	$P1_X$	$P1_Y$	$P1_Z$	$P2_X$	$P2_Y$	$P2_Z$	*Radius*
$P3_X$	$P3_Y$	$P3_Z$	*LEN_1*	*LEN_2*			

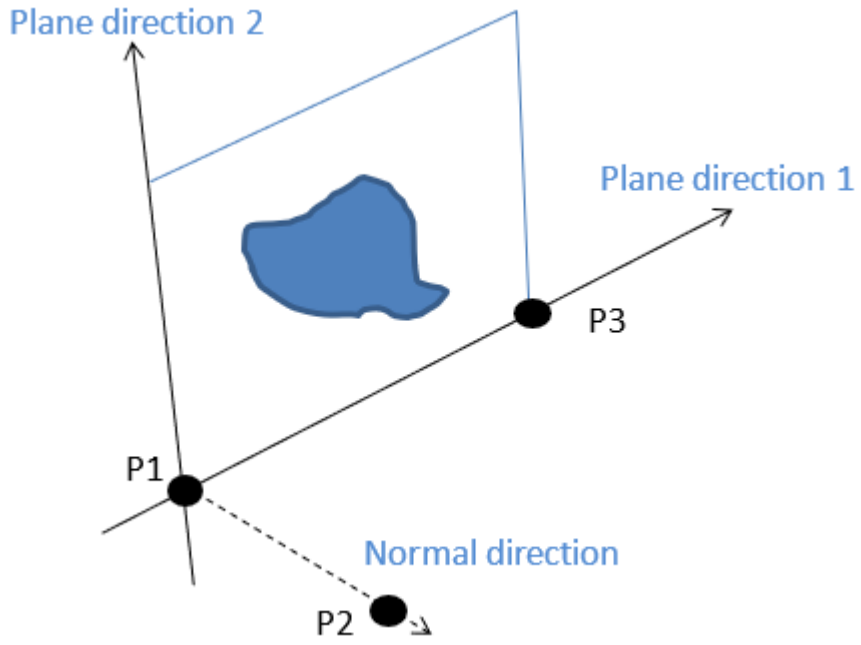


図 *446:*

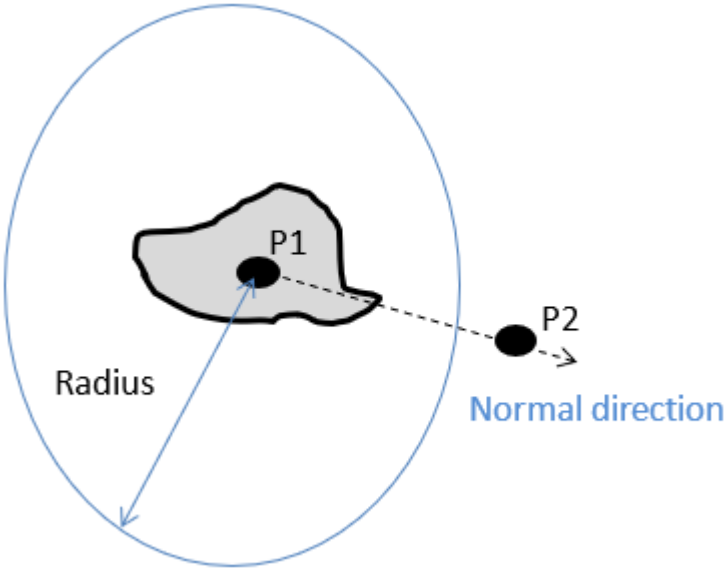


図 *447:*

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
ID	断面識別子 （整数）	
Title	接触インターフェースのタイトル （文字、最大70文字）	
PSID	パートセット識別子。 （整数）	
$P1_X$	法線方向のポイント1のX座標 （実数）	[m]
$P1_Y$	法線方向のポイント1のY座標 （実数）	[m]
$P1_Z$	法線方向のポイント1のZ座標 （実数）	[m]
$P2_X$	法線方向のポイント2のX座標 （実数）	[m]
$P2_Y$	法線方向のポイント2のY座標	[m]

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（実数）	
$P2_Z$	法線方向のポイント2のZ座標 （実数）	[m]
Radius	円形用の半径	[m]
$P3_X$	最初の面方向のポイント3のX座標 （実数）	[m]
$P3_Y$	最初の面方向のポイント3のY座標 （実数）	[m]
$P3_Z$	最初の面方向のポイント3のZ座標 （実数）	[m]
LEN_1	矩形の最初の平面方向の長さ	[m]
LEN_2	矩形の2番目の平面方向の長さ	[m]

コメント

1. このキーワードは、/SECT、/SECT/PARAL、または/SECT/CIRCLEにマップされます。

*DATABASE_CROSS_SECTION_SET

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
節点グループと要素グループによって定義された力とモーメントを出力する断面を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*DATABASE_CROSS_SECTION_SET_{OPTION2}							

OPTION2=IDの場合、次の行を挿入。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
CSID				*Title*			

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
NSID	*HSID*	*BSID*	*SSID*	*TSID*	*DSID*		

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
CSID	断面識別子 （整数）	
Title	接触インターフェースのタイトル （文字、最大70文字）	
NSID	節点セット識別子 （整数）	
HSID	ソリッドセット識別子 （整数）	
BSID	ビームセット識別子 （整数）	
SSID	シェルセット識別子	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	
TSID	板厚シェルセット識別子 （整数）	
DSID	離散化セット識別子 （整数）	

コメント

1. このキーワードは、/SECTおよび/TH/SECTIOにマップされます。

*DATABASE_EXTENT_BINARY

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
アニメーション出力ファイルに書き込まれる結果を指定します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*DATABASE_EXTENT_BINARY_{OPTION}							

OPTION = COMPの場合、以下の行が挿入され、その他の入力行は含まれません。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
		IVEL	*IACC*	*ISTRS*	*ISTRA*	*ISED*	

OPTION=BLANKの場合、次の4行を挿入。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
			STRFLG	*SIGFLG*	*EPSFLG*	*RLTFLG*	*ENGFLG*
			DCOMP	*SHGE*	*STSSZ*		
	PKP_SEN			*MSSCL*	*THERM*		*NODOUT*
DTDT							

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
IVEL	節点速度出力。 *= 0* なし *= 1* あり	
IACC	節点加速度出力。 *= 0* なし *= 1* あり	

フィールド	内容	**SI**単位の例
ISTRS	応力テンソルと塑性ひずみの出力。 *= 0* なし *= 1* あり	
ISTRA	ひずみテンソル出力。 *= 0* なし *= 1* あり	
ISED	比エネルギー出力。 *= 0* なし *= 1* あり	
STRFLG	ひずみテンソル出力。 *= 1* ひずみテンソル出力。 *= 10* 塑性ひずみ出力。 *= 11* ひずみテンソルと塑性ひずみの出力。	
SIGFLG	応力テンソル出力。 *= 1*（デフォルト） シェルとソリッドのひずみテンソル。 *= 2* ソリッドのひずみテンソル。	
EPSFLG	塑性ひずみ出力。 *= 1*（デフォルト） シェルとソリッドのひずみテンソル。 *= 2* ソリッドのひずみテンソル。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
RLTFLG	相当ひずみ出力。 *= 1*（デフォルト） あり *= 2* なし	
ENGFLG	比エネルギーとシェル厚みの出力。 *= 1*（デフォルト） あり *= 2* なし	
DCOMP	アニメーションファイルの圧縮。 *= 1*（デフォルト） なし *> 1* あり	
SHGE	アワグラスエネルギー出力。 *= 1*（デフォルト） なし *= 2* あり	
STSSZ	要素の時間ステップ、質量、または付加質量。 *= 1*（デフォルト） なし *= 2* 時間ステップのみ。 *= 3* 時間ステップ、質量、または付加質量。	
PKP_SEN	接触圧力出力。 *= 0*（デフォルト） なし *= 1* あり	

フィールド	内容	**SI**単位の例
MSSCL	マススケーリング出力。 *= 0*（デフォルト） なし *≥ 1* あり	
THERM	温度出力。 *= 0*（デフォルト） なし *= 1* あり	
NODOUT	節点出力。 *= STRESS* 節点の応力。 *= STRAIN* 節点の応力。 *= ALL* 節点の応力とひずみ。	
DTDT	温度の節点出力と時間ステップ。 *= 0*（デフォルト） なし *= 1* あり	

コメント

1. このキーワードは/ANIMオプションにマップされます。

*DATABASE_HISTORY

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
このキーワードは、どのエンティティを時刻歴ファイルに出力するかを指定します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*DATABASE_HISTORY_{OPTION}							
ID1	*ID2*	*ID3*	*ID4*	*ID5*	*ID6*	*ID7*	*ID8*
Etc.							

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
OPTION	要素タイプ出力 *BEAM* ビーム要素、トラス要素、および離散化ビーム要素のリスト *DISCRETE* 離散化ビーム要素のリスト *SOLID* ソリッド要素のリスト *SHELL* シェル要素のリスト *SEATBELT* シートベルト要素のリスト	
ID	要素番号 （整数）	

コメント

1. これらのキーワードは、要素タイプオプションに応じて/TH/ACCEL、/TH/BEAM、/TH/TRUSS、/TH/SPRING、/TH/SH3N、/TH/SHEL、/TH/BRICにマップされます。

*DATABASE_HISTORY_NODE

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
時刻歴ファイルに出力する節点のリストを設定します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*DATABASE_HISTORY_NODE_{OPTION}							
ID1	*ID2*	*ID3*	*ID4*	*ID5*	*ID6*	*ID7*	*ID8*
Etc.							

OPTION=LOCALの場合、次の行を挿入。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
ID1	*CID*	*REF*					
ID2	*CID*	*REF*					
Etc.							

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
OPTION	*LOCAL* 固定した局所座標系または移動する局所座標系で節点が時刻歴ファイルに出力されます。指定しない場合は全体座標系で出力されます。	
ID	節点識別子 （整数）	
CID	出力に使用する局所座標系の識別子 （整数）	
REF	*= 0* 節点は固定した座標系で出力されます。 *= 1* 節点で定義した移動座標系で節点が出力されます。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	

コメント

1. このキーワードは/TH/NODEにマップされます。
2. *REF*=1の場合は、節点に基づく移動座標系が使用されます。

*DEFINE_BOX

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
グローバル座標系またはローカル座標系で矩形ボックスを定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*DEFINE_BOX_{OPTION}							
Box_ID	*XP1*	*YP1*	*ZP1*	*XP2*	*YP2*	*ZP2*	

OPTION=LOCALの場合、次の行を挿入。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
X1	*Y1*	*Z1*	*X2*	*Y2*	*Z2*		
Ox	*Oy*	*Oz*					

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Box_ID	ボックスの識別子	
XP1	最初のポイントのX座標（最小） （実数）	[m]
YP1	最初のポイントのY座標（最小） （実数）	[m]
ZP1	最初のポイントのZ座標（最小） （実数）	[m]
XP2	2番目のポイントのX座標（最大） （実数）	[m]
YP2	2番目のポイントのY座標（最大） （実数）	[m]
ZP2	2番目のポイントのZ座標（最大） （実数）	[m]

フィールド	内容	**SI**単位の例
X1	局所x軸のX座標 （実数）	
Y1	局所x軸のY座標 （実数）	
Z1	局所x軸のZ座標 （実数）	
X2	局所xyベクトルのX座標 （実数）	
Y2	局所xyベクトルのY座標 （実数）	
Z2	局所xyベクトルのZ座標 （実数）	
Ox	スキュー原点のX座標 （実数）	[m]
Oy	スキュー原点のY座標 （実数）	[m]
Oz	スキュー原点のZ座標 （実数）	[m]

コメント

1. *OPTION*が定義されている場合、*XP1*、*YP1*、*ZP1*、*YP2*、*ZP2*は局所座標系で表現されます。
2. このキーワードは、LOCALオプションが定義されている場合、/BOX/RECTAと/SKEW/FIXにマップされます。

*DEFINE_COORDINATE_NODES

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
節点に基づく移動座標系を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*DEFINE_COORDINATE_NODES							
CID	*N1*	*N2*	*N3*	*Iflag*	*DIR*		

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
CID	座標系識別子。 （整数）	
N1, *N2*, *N3*	座標系を定義する節点ID （整数）	
DIR	*N1-N2*方向の定義: = *X* X軸 = *Y* Y軸 = *Z* Z軸 （テキスト）	
Iflag	= *0*（デフォルト） 座標系は固定されます。 = *1* 移動スキュー。解析時、局所座標系の位置は更新されます。 （整数）	

コメント

1. このキーワードは*Iflag* = 0の場合、/SKEW/FIXにマップされます。
2. このキーワードは*Iflag* = 1の場合、/SKEW/MOVにマップされます。

3. オプション、"_TITLE" は、このキーワードの最後に加えることができます。"_TITLE "を含めると，キーワード入力行の後に80文字の長い行が追加され、ここにエンティティのタイトルを定義することが可能になります。

*DEFINE_COORDINATE_SYSTEM

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
このキーワードは、固定の座標系を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*DEFINE_COORDINATE_SYSTEM							
CID	*X0*	*Y0*	*Z0*	*X1*	*Y1*	*Z1*	
XP	*YP*	*ZP*					

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
CID	座標系識別子 （整数）	
X0, *Y0*, *Z0*	座標系原点の座標 （実数）	
X1, *X2*, *X3*	X軸を決定するポイントの座標 （実数）	
XP, *YP*, *ZP*	XY平面を決定するポイントの座標 （実数）	

コメント

1. このキーワードは/SKEW/FIXにマップされます。
2. オプション、"_TITLE" は、このキーワードの最後に加えることができます。"_TITLE "を含めると，キーワード入力行の後に80文字の長い行が追加され、ここにエンティティのタイトルを定義することが可能になります。

*DEFINE_COORDINATE_VECTOR

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
このキーワードは、局所ベクトル方向を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*DEFINE_COORDINATE_VECTOR							
CID	*XX*	*YX*	*YX*	*XV*	*YV*	*ZV*	

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
CID	座標系識別子。 （整数）	
XX	座標系X軸のX成分 （実数）	
YX	座標系X軸のY成分 （実数）	
ZX	座標系X軸のZ成分 （実数）	
XV	座標系XYベクトルのX成分 （実数）	
YV	座標系XYベクトルのY成分 （実数）	
ZV	座標系XYベクトルのZ成分 （実数）	

コメント

1. このキーワードは/SKEW/FIXにマップされます。

*DEFINE_CURVE

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
オフセットとスケールを含む表形式の入力を使用して関数を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*DEFINE_CURVE							
Curve_ID		*Scale_x*	*Scale_y*	*Offset_x*	*Offset_y*		
X1		*Y1*					
X2		*Y2*					
etc.		etc.					
X_N		Y_N					

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
Curve_ID	曲線の識別子 （整数）	
Scale_x	横軸のスケーリング係数（非負値）。 デフォルト = 1（実数）	
Scale_y	縦軸のスケーリング係数（非負値）。 デフォルト = 1（実数）	
Offset_x	横軸のオフセット デフォルト = 0（実数）	
Offset_y	縦軸のオフセット デフォルト = 0（実数）	
X1, *X2*, X_N	横軸値 （実数）	
Y1, *Y2*, Y_N	縦軸値	

フィールド	内容	**SI** 単位の例
	（実数）	

コメント

1. このキーワードは、/FUNCTおよび/MOVE_FUNCTにマップされます。
2. オプション、"_TITLE" は、このキーワードの最後に加えることができます。"_TITLE "を含めると，キーワード入力行の後に80文字の長い行が追加され、ここにエンティティのタイトルを定義することが可能になります。

*DEFINE_SD_ORIENTATION

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
離散的なスプリングの剛性方向を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*DEFINE_SD_ORIENTATION							
VID	*VFLAG*	*XT*	*YT*	*ZT*	*N1*	*N2*	

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
VID	方向識別子 （整数）	
VFLAG	*= 0*（デフォルト） 座標入力 *= 2* 節点入力 （整数）	
XT, *YT*, *ZT*	*VFLAG* = 0の場合は、ベクトル*XT*, *YT*, *ZT*で方向を指定します。 （実数）	[m]
N1, *N2*	*VFLAG* = 2の場合は、節点*N1*-*N2*で方向を指定します。 （整数）	

コメント

1. このキーワードは/SKEW/FIXのX軸または/SKEW/MOVにマップされます。
2. オプション、"_TITLE" は、このキーワードの最後に加えることができます。"_TITLE "を含めると，キーワード入力行の後に80文字の長い行が追加され、ここにエンティティのタイトルを定義することが可能になります。

*DEFINE_TABLE

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
表を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*DEFINE_TABLE							
table_ID							
A1							
A2							
An							

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
table_ID	曲線の識別子 （整数）	
An	n番目の*DEFINE_CURVEに続くキーワードに対応する値。 （実数）	

コメント

1. このキーワードは/TABLE/1にマップされます。
2. オプション、"_TITLE" は、このキーワードの最後に加えることができます。"_TITLE "を含めると，キーワード入力行の後に80文字の長い行が追加され、ここにエンティティのタイトルを定義することが可能になります。

*DEFINE_TRANSFORMATION

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
*INCLUDE_TRANSFORMで使用される節点とエンティティの変換を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*DEFINE_TRANSFORMATION							
TRA_ID							
Option	*Param_1*	*Param_2*	*Param_3*	*Param_4*	*Param_5*	*Param_6*	*Param_7*

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
TRA_ID	変換ID。 （整数）	
Option	**MIRROR** **SCALE** **ROTATE** **TRANSL** **TRANSL2ND**	
Param_1	*Option*の値が以下の場合 = *MIRROR* 対称面の法線ベクトル末端のX座標。 （実数） = *SCALE* スケール値のX座標。 デフォルト = 1（実数） = *ROTATE*（すべての*Param*が使用される場合は*Format*）3 回転軸のX成分。 （実数） = *ROTATE*（*Param_4*から*Param_7*までの値が*0*の場合は*Alternate Format*）3 回転中心を定義するための節点識別子1。 （整数）	[m]

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= *TRANSL* X軸並進。 （実数） = *TRANSL2ND* 並進ベクトルの末端を定義するための節点識別子1。 （整数）	
Param_2	*Option*の値が以下の場合 = *MIRROR* 対称面の法線ベクトル末端のY座標。 （実数） = *SCALE* スケール値のY座標。 デフォルト = 1（実数） = *ROTATE*（すべての*Param*が使用される場合は*Format*）3 回転軸のY成分。 （実数） = *ROTATE*（*Param_4*から*Param_7*までの値が*0*の場合は*Alternate Format*）3 回転軸を定義するための節点識別子2。 （整数） = *TRANSL* Y軸並進。 （実数） = *TRANSL2ND* 並進ベクトルの末端を定義するための節点識別子2。 （整数）	$[m]$ MIRROR、SCALE、ROTAT 場合
Param_3	*Option*の値が以下の場合 = *MIRROR* 対称面の法線ベクトル末端のZ座標。 （実数） = *SCALE* スケール値のZ座標。 デフォルト = 1（実数） = *ROTATE*（すべての*Param*が使用される場合は*Format*）3 回転軸のZ成分。 （実数） = *ROTATE*（*Param_4*から*Param_7*までの値が*0*の場合は*Alternate Format*）3 回転角度。	すべてのParamが使用される場合のFormatの場合：$[m]$ *Param_4*から*Param_7*までの値が0の場合のAlternate Formatの場合：$[deg]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= *TRANSL* Z軸並進。 （実数） = *TRANSL2ND* 並進値。 （実数）	
Param_4	*Option*の値が以下の場合 = *MIRROR* 対称面の法線ベクトル先端のX座標。 （実数） = *ROTATE*（すべての*Param*が使用される場合は*Format*）3 回転中心のX成分。 （実数）	[m]
Param_5	*Option*の値が以下の場合 = *MIRROR* 対称面の法線ベクトル先端のY座標。 （実数） = *ROTATE*（すべての*Param*が使用される場合は*Format*）3 回転中心のY成分。 （実数）	[m]
Param_6	*Option*の値が以下の場合 = *MIRROR* 対称面の法線ベクトル先端のZ座標。 （実数） = *ROTATE*（すべての*Param*が使用される場合は*Format*）3 回転中心のZ成分。 （実数）	[m]
Param_7	= *ROTATE*（すべての*Param*が使用される場合は*Format*）3 回転角度。	[deg]

コメント

1. このキーワードは、/TRANSFORMにマップされます。
2. オプション、"_TITLE" は、このキーワードの最後に加えることができます。"_TITLE "を含めると，キーワード入力行の後に80文字の長い行が追加され、ここにエンティティのタイトルを定義することが可能になります。

3. ROTATEオプションには2つの入力フォーマットオプションがあります。すべてのパラメータフィールドが入力されている場合は、これらによってベクトル（*Param_1-Param_3*）、座標（*Param_4-Param_6*）、および回転角度（*Param_7*）が定義されます。*Param_1-Param_3のみ*が入力されている場合は、これらによって、ベクトル（*Param_1-Param_2*）と回転角度（*Param_3*）を定義する2つの節点IDが示されます。

*DEFINE_VECTOR

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
このキーワードは、局所ベクトル方向を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*DEFINE_VECTOR							
VID	*XT*	*YT*	*ZT*	*XH*	*YH*	*ZH*	

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
VID	ベクトル識別子。	
XT	ベクトルの終端のX座標 （実数）	[m]
YT	ベクトルの終端のY座標 （実数）	[m]
ZT	ベクトルの終端のZ座標 （実数）	[m]
XH	ベクトルの先端のX座標 （実数）	[m]
YH	ベクトルの先端のY座標 （実数）	[m]
ZH	ベクトルの先端のZ座標 （実数）	[m]

コメント

1. このキーワードは/SKEW/FIXにマップされます。

*ELEMENT_BEAM

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
ビーム、離散化ビーム、またはトラス要素を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*ELEMENT_BEAM_{OPTION}							
EID	*part_ID*	*N1*	*N2*	*N3*			

OPTION = ORIENTATIONの場合、次の行を挿入

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
VX	*VY*	*VZ*					

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
OPTION	*ORIENTATION* ビーム要素の向きを定義するオプションのフラグです。	
EID	要素識別子 （整数）	
part_ID	パート識別子 （整数）	
N1, *N2*, *N3*	節点識別子 （整数）	
VX, *VY*, *VZ*	断面の向きを定義するベクトル。使用時には、*N3*の入力は無視されます。 （実数）	

コメント

1. このキーワードは、*SECTION_BEAMの*ELFORM* の値に応じて、/BEAM、/SPRING、/TRUSSのいずれかの要素にマッピングされます。

*ELEMENT_DISCRETE

1
LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
1自由度のスプリング要素を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*ELEMENT_DISCRETE							
EID	*part_ID*	*N1*	*N2*	*VID*			

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
EID	要素識別子 （整数）	
part_ID	パート識別子 （整数）	
N1, *N2*	節点識別子 （整数）	
VID	方向識別子 = *0*（デフォルト） スプリングのDOFは、*N1*-*N2*に沿っています。 > *0* スプリングのDOFは、*DEFINE_SD_ORIENTATIONで定義されます。 （整数）	

コメント

1. このキーワードは/SPRINGにマップされます。

*ELEMENT_MASS

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
このキーワードは、節点または節点セットに追加される質量を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
*ELEMENT_MASS_{OPTION}									
EID	*NID*または*set_ID*	*MASS*							

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
OPTION	質量分布オプション = <空白> 定義された質量は、節点識別子*NID*に適用されます。 = *NODE_SET* 質量は、*set_ID*で定義される節点のセットに均一に分布します。	
EID	要素識別子 （整数）	
NID	節点識別子 （整数）	
set_ID	節点セット識別子 （整数）	
Mass	質量。 （実数）	[kg]

コメント

1. このキーワードは/ADMASにマップされます。

*ELEMENT_MASS_PART

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
このキーワードは、パートまたはパートセットに追加される質量を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
*ELEMENT_MASS_PART_{OPTION}									
part_ID または *set_ID*	*ADDMASS*		*FINMASS*				*FLAG*		

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
OPTION	質量分布オプション = <空白> 質量は、パート識別子の節点に一様に分布されます*part_ID*。 = *SET* 質量は、パートセット識別子 *set_ID*の節点に一様に分布されます。	
part_ID	パート識別子 （整数）	
set_ID	パートセット識別子。 （整数）	
ADDMASS	パートに追加および分配する質量。 *FINMASS* > 0の場合、無視されます。 （実数）	[kg]
FINMASS	パートの最終質量。 パートの合計質量が*FINMASS*になるように、パートに質量が追加されます。 （実数）	[kg]
FLAG	質量分布フラグ = *0*（デフォルト） 面積加重質量分布	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 1 体積加重質量分布 （整数）	

コメント

1. このキーワードは/ADMASにマップされます。

*ELEMENT_SEATBELT_ACCELEROMETER

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
このキーワードは、加速度計を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*ELEMENT_SEATBELT_ACCELEROMETER							
ELE_ID	*node_ID1*	*node_ID2*	*node_ID3*			*Mass*	

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
ELE_ID	加速度計 ID。 （整数）	
node_ID1	定義されたローカル座標系(ベース)の最初の節点ID。 （整数）	
node_ID2	定義されたローカル座標系(ベース)の最初の節点ID。 （整数）	
node_ID3	定義されたローカル座標系（ローカル方向X）に対する2番目の節点ID。 （整数）	
Mass	加速度計の質量。 （実数）	[kg]

コメント

1. このキーワードは、/ACCEL、/SKEW/MOV、/ADMAS、および/TH/ACCELにマップされます。

*ELEMENT_SHELL

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
3つまたは4つの節点を持つシェル要素を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*ELEMENT_SHELL_{OPTION}							
EID	*part_ID*	*N1*	*N2*	*N3*	*N4*		

OPTION=THICKNESSの場合、次の行を挿入。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
T1		*T2*		*T3*		*T4*	

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
OPTION	*THICKNESS* 各節点における板厚を入力するためのオプションフラグです。	
EID	要素識別子 （整数）	
part_ID	パート識別子 （整数）	
N1, *N2*, *N3*, *N4*	節点ID （整数）	
T1, *T2*, *T3*, *T4*	各節点における任意の板厚。*OPTION*=THICKNESSの場合にのみ使用されます。 （実数）	

コメント

1. このキーワードは、4つの節点が入力されている場合は/SHELLに、3つの節点が入力されている場合は/SH3Nにマップされます。

2. 節点での板厚を入力すると、計算には平均要素板厚が使用されます。

*ELEMENT_SOLID

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
3次元のソリッド要素を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
*ELEMENT_SOLID									
EID	*part_ID*								
N1	*N2*	*N3*	*N4*	*N5*	*N6*	*N7*	*N8*	*N9*	*N10*

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
EID	要素識別子 （整数）	
part_ID	パート識別子 （整数）	
N1-N10	節点識別子 （整数）	

コメント

1. このキーワードは、/TETRA4、/BRICK、または/TETRA10にマップされます。
2. 同一パートにヘキサとテトラ4要素の両方が定義されている場合、テトラは縮退したヘキサではなく、通常のテトラ要素に変換されます。

*INCLUDE_PATH

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
インクルードファイルのパスまたは相対パスを定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
`*INCLUDE_PATH_{OPTION}`							
Path_name_1							
etc.							
Path_name_n							

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
OPTION	剛壁タイプ。 = <*BLANK*>（デフォルト） フルパス。 = *Relative* メイン入力ファイルの相対パス。	
Path_name_i	インクルードファイルのパスまたは相対パス。 （テキスト）	

コメント

1. このキーワードは#includeにマップされます。

*INCLUDE_TRANSFORM

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
変換を含むインクルードファイルを定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*INCLUDE_TRANSFORM							
file_name							
IDNOFF	*IDEOFF*	*IDPOFF*	*IDMOFF*	*IDSOFF*	*IDFOFF*	*IDDOFF*	
IDROFF		*PREFIX*	*SUFFIX*				
FCTMAS	*FCTTIM*	*FCTLEN*					
TRANID							

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
file_name	インクルードするファイルのファイル名とパス。 （文字）	
IDNOFF	節点IDのオフセット値。 （整数）	
IDEOFF	要素IDのオフセット値。 （整数）	
IDPOFF	パートID、節点剛体ID、拘束される節点セットのID、剛壁ID、および断面IDのオフセット値。 （整数）	
IDMOFF	*MATと*EOSのIDのオフセット値。 （整数）	
IDSOFF	*SET IDのオフセット値。 （整数）	
IDFOFF	*DEFINE_FUNCTION、*DEFINE_TABLE、および*DEFINE_CURVEのIDのオフセット値。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	
IDDOFF	他の`DEFINE` IDのオフセット値。 （整数）	
IDROFF	他のエンティティIDのオフセット値。 （整数）	
PREFIX	インクルード内で定義されたエンティティタイトルの先頭に付加される接頭辞。 接頭辞の後ろに記号"."が付加されます。 （テキスト）	
SUFFIX	インクルード内で定義されたエンティティタイトルの末尾に付加される接尾辞。 接尾辞の前に記号"."が付加されます。 （テキスト）	
FCTMAS	質量スケールファクター。 デフォルト = 1（実数）	
FCTTIM	時間スケールファクター。 デフォルト = 1（実数）	
FCTLEN	長さスケールファクター。 デフォルト = 1（実数）	
TRANID	定義された変換ID。 （整数）	

コメント

1. このキーワードは、//SUBMODELおよび/UNITにマップされます。
2. オプション、"`_TITLE`" は、このキーワードの最後に加えることができます。"`_TITLE` "を含めると，キーワード入力行の後に80文字の長い行が追加され、ここにエンティティのタイトルを定義することが可能になります。

*INITIAL_STRAIN_SHELL

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
全体座標系のシェル要素のひずみを初期化します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*INITIAL_STRAIN_SHELL							
section_title							
ELE_ID	*npg*	*nb_integr*	*LARGE*				

面内ポイント*npg*ごと、および積分点*nb_integr*ごと。

LARGE = 0ならば、

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
EPSxx	*EPSyy*	*EPSzz*	*EPSxy*	*EPSyz*	*EPSzx*	*T*	

LARGE = 1ならば、

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
EPSxx		*EPSyy*		*EPSzz*		*EPSxy*		*EPSyz*	
EPSzx		*T*							

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
ELE_ID	3節点または4節点のシェル要素の識別子。 （整数、最大10桁）	
npg	面内積分点の数。	
nb_integr	板厚方向の積分点の数。	
LARGE	行フォーマットフラグ： *= 1* ラージフォーマット （フィールドあたり16文字）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
EPSxx	全体座標系のひずみテンソル成分xx。	
EPSyy	全体座標系のひずみテンソル成分yy。	
EPSzz	全体座標系のひずみテンソル成分zz。	
EPSxy	全体座標系のひずみテンソル成分xy。	
EPSyz	全体座標系のひずみテンソル成分yz。	
EPSzx	全体座標系のひずみテンソル成分zx。	
T	板厚方向の積分点のパラメトリック位置（-1から1の間、境界値を含む）。	

コメント

1. このキーワードは/INISHE/STRA_F/GLOBまたは/INISH3/STRA_F/GLOBにマップされます。
2. *npg*と*nb_integr*が定義されていない（0に設定されている）場合は、外側と内側の層のみがカード内で設定されます。

*INITIAL_STRESS_SHELL_{OPTION}

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
指定した節点座標を使用して、パートに属する要素の参照状態を定義します。

フォーマット

Option = <BLANK>の場合

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*INITIAL_STRESS_SHELL							
EID	*npg*	*nb_integr*			*LARGE*		

Option = SETの場合

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*INITIAL_STRESS_SHELL_SET							
SID	*npg*	*nb_integr*			*LARGE*		

LARGE = 0の場合の応力カード

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
T	*SIGXX*	*SIGYY*	*SIGZZ*	*SIGXY*	*SIGYZ*	*SIGZX*	*EPSP*

LARGE = 1の場合の応力カード

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
T		*SIGXX*		*SIGYY*		*SIGZZ*		*SIGYZ*	
SIGZX		*SIGZX*		*EPSP*					

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
OPTION	<空白> シェル要素の初期状態を定義します。 *SET* 定義済みパートセット内のすべての要素の初期状態を定義します。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
EID	4節点または3節点のシェル要素の識別子。 （整数）	
SID	パートセット識別子。 （整数）	
npg	面内のGauss点の数。 *= 1* 低減積分要素および3節点のシェル要素。 *= 4* 完全積分要素。 （整数）	
nb_integr	板厚を通過する積分点の数。 （整数）	
LARGE	フォーマットサイズ。 *= 0* 標準フォーマット。 *= 1* ラージフォーマット。 （整数）	
T	板厚方向の積分点のパラメトリック位置（-1から1の間）。 （実数）	
SIGij	方向ijの応力値。 （実数）	[Pa]
EPSP	塑性ひずみ。	

コメント

1. このキーワードは/INISHE/STRS_F/GLOBまたは/INISH3/STRS_F/GLOBにマップされます。
2. *npg*=4の場合は、平面内のGauss積分点は次の順序で格納されます：

$$\left(-\frac{\sqrt{3}}{3},-\frac{\sqrt{3}}{3}\right),\left(+\frac{\sqrt{3}}{3},-\frac{\sqrt{3}}{3}\right),\left(+\frac{\sqrt{3}}{3},+\frac{\sqrt{3}}{3}\right),\left(-\frac{\sqrt{3}}{3},+\frac{\sqrt{3}}{3}\right) \quad (1462)$$

3. 板厚方向の積分ごと、およびGauss点ごとに、1つの応力カードが追加されます。

*INITIAL_VELOCITY

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
節点セットの初速度を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*INITIAL_VELOCITY							
set_ID	*Exset_ID*		*IRIGID*	*CID*			
VX	*VY*	*VZ*	*VXR*	*VYR*	*VZR*		

Exset_ID > 0の場合読み込む。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
空白							

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
set_ID	節点セット識別子 *= 0* 速度が全ての節点に与えられます *> 0* 速度は、節点セット識別子内の節点に適用されます （整数）	
Exset_ID	初期速度から除外される節点セット識別子（*VX*, *VY*, *VZ*, *VXR*, *VYR*, *VZR*） （整数）	
IRIGID	*PART_INERTIAまたは*CONSTRAINED_NODAL_RIGID_BODY_INERTIAで定義された速度を上書きするオプション。 *= 0* 上書きしない *= -1*または*-2* 上書きする。 （整数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
CID	座標系識別子。 （整数）	
VX, *VY*, *VZ*	並進方向の節点速度成分。 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\right]$
VXR, *VYR*, *VZR*	回転方向の節点速度成分。 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{rad}}{\mathrm{s}}\right]$

コメント

1. このキーワードは/INIVELにマップされます。

*INITIAL_VELOCITY_GENERATION

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
並進と回転の両方の初速度を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*INITIAL_VELOCITY_GENERATION							
ID	*STYP*	*OMEGA*	*VX*	*VY*	*VZ*		
XC	*YC*	*ZC*	*NX*	*NY*	*NZ*		*IRIGID*

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
ID	*STYP* = *1*の場合 パートセット識別子。 *STYP* = *2*の場合 パート識別子 *STYP* = *3*の場合 節点セット識別子 （整数）	
STYP	初速度を適用するための識別子タイプ。 = *1*（デフォルト） *ID*はパートセット識別子です。 = *2* *ID*はパート識別子です。 = *3* *ID*は節点セット識別子です。 （整数）	
OMEGA	軸回転速度 （実数）	$\left[\frac{\text{rad}}{\text{s}}\right]$
VX, *VY*, *VZ*	並進速度 （実数）	$\left[\frac{\text{m}}{\text{s}}\right]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
XC, *YC*, *ZC*	回転軸の位置 （実数）	[m]
NX, *NY*, *NZ*	回転軸の方向余弦 （実数）	
IRIGID	PART_INERTIAおよび*CONSTRAINED_NODAL_RIGID_BODY_INERTIAの初速度。 *= 0* 初速度は、PART_INERTIAおよび*CONSTRAINED_NODAL_RIGID_BODY_INERTIAで定義されます。 *= 1* 初速度は*INITIAL_VELOCITY_GENERATIONで定義されます。 （整数）	

コメント

1. このキーワードは/INIVEL/AXISにマップされます。

*INITIAL_VELOCITY_NODE

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
このキーワードは、節点の並進方向の初期速度と回転方向の初期速度を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*INITIAL_VELOCITY_NODE							
node_ID	*VX*	*VY*	*VZ*	*VXR*	*VYR*	*VZR*	

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
node_ID	節点番号 （整数）	
VX, *VY*, *VZ*	並進方向の節点速度成分。	$\left[\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\right]$
VXR, *VYR*, *VZR*	回転方向の節点速度成分。	$\left[\frac{\mathrm{rad}}{\mathrm{s}}\right]$

コメント

1. このキーワードは/INIVELにマップされます。
2. *node_ID*が剛体のセカンダリ節点である場合、その節点には初期速度が適用されません。

*INITIAL_VELOCITY_RIGID_BODY

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
剛体の初速度を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
`*INITIAL_VELOCITY_RIGID_BODY`							
Part_ID	*VX*	*VY*	*VZ*	*VXR*	*VYR*	*VZR*	*Skew_ID*

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Part_ID	剛体または節点剛体のパートID。 （整数）	
VX, *VY*, *VZ*	並進節点速度成分。 （実数）	$\left[\frac{m}{s}\right]$
VXR, *VYR*, *VZR*	回転節点速度成分。 （実数）	$\left[\frac{rad}{s}\right]$
Skew_ID	座標系識別子。 （整数）	

コメント

1. このキーワードは/INIVELにマップされます。
2. この設定は、モデル内で定義された他の`*INITIAL_VELOCITY`によって上書きできます。

*KEYWORD

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
このキーワードは、常に入力ファイルの最初のカードにする必要があります。オプションで*CONTROL_UNITカードを使用してモデルの単位を指定します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*KEYWORD							

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
Length	長さ単位: = *m* メートル = *mm* ミリメートル = *cm* センチメートル (テキスト)	
Time	時間単位: = *s* 秒 = *ms* ミリ秒 = *micro_s* マイクロ秒 (テキスト)	
Mass	質量単位: = *kg* キログラム = *g* グラム = *mg* ミリグラム	

フィールド	内容	**SI** 単位の例
	= *mtrc_ton* メートルトン （テキスト）	

コメント

1. このキーワードは/BEGINにマップします。

*LOAD_BODY

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
加速度荷重を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*LOAD_BODY_{OPTION}							
LCID	*SF*					*CID*	

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
OPTION	加速度荷重の方向。加速度からの力は、逆方向にかかります。 X、Y、Z	
LCID	時間の関数としての重力加速度荷重の曲線の識別子。 （整数）	
SF	重力曲線の縦軸に適用されるスケーリング係数。 デフォルト = 1.0（実数）	
CID	座標系識別子。 （整数）	

コメント

1. このキーワードは/GRAVにマップされます。

*LOAD_GRAVITY_PART

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
パートまたはパートセットに適用する重力荷重を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*LOAD_GRAVITY_PART_{OPTION}							

OPTION = <Blank>の場合

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
PID	*DOF*	*Fct_ID*	$Fscale_y$				

OPTION = SETの場合

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
SID	*DOF*	*Fct_ID*	$Fscale_y$				

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
OPTION	<空白> 単一パート*PID*で定義される重力荷重。 *SET* パートセット*SID*で定義される重力荷重。	
PID	重力荷重が適用されるパートのID。 （整数）	
SID	重力荷重が適用されるセットパートのID。 （整数）	
DOF	重力荷重の方向。 *1* -X方向 *2* -Y方向	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	3 -Z方向	
Fct_ID	時間の関数としての重力加速度荷重を表す曲線の識別子。 （整数）	
$Fscale_y$	重力曲線の縦軸に適用されるスケーリング係数。 デフォルト = 1.0（実数）	$\left[\frac{m}{s^2}\right]$

コメント

1. このキーワードは/GRAVにマップされます。

*LOAD_NODE

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
指定された節点または節点セットの各節点にかけられる集中荷重またはモーメントを定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*LOAD_NODE_{OPTION}							

OPTION=POINTの場合、次の行を挿入。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
node_ID	*DOF*	*fct_IDT*	*Fscaley*	*CID*			

OPTION=SETの場合、次の行を挿入。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
set_ID	*DOF*	*fct_IDT*	*Fscaley*	*CID*			

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
OPTION	結合する荷重タイプ **POINT** ポイントの荷重を定義 **SET** セットの荷重を定義	
node_ID	節点識別子 （整数）	
set_ID	節点セット識別子 （整数）	
DOF	荷重方向 *= 1* X方向に沿った力 *= 2* Y方向に沿った力	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 3 Z方向に沿った力 *= 5* XX方向のモーメント *= 6* YY方向のモーメント *= 7* ZZ方向のモーメント （整数）	
fct_IDT	関数の識別子 （整数）	
Fscaley	縦軸のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	
CID	座標系識別子。 （整数）	

コメント

1. このキーワードは、/CLOAD、/FUNCT、および/SKEW/FIXにマップされます。

*LOAD_SHELL

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
単一のシェル要素またはシェル要素セットに適用される圧力荷重を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*LOAD_SHELL_{OPTION1}_{OPTION2}							

OPTION2 = IDの場合

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
ID				*Title*			

OPTION1 = ELEMENT(または<空白>)の場合

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
EID	*fct_ID*	$Fscale_y$	T_{start}*START*				

OPTION1 = SETの場合

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
ESID	*fct_ID*	$Fscale_y$	T_{start}*START*				

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
OPTION1	*ELEMENT*(または<空白>) 指定されたシェル要素に適用される圧力。 *SET* 指定されたシェル要素セットに適用される圧力。	
OPTION2	*ID* 定義された識別子とタイトル。	
Title	荷重のタイトル。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（文字）	
EID	要素ID。 （整数）	
ESID	要素セットID。 （整数）	
fct_ID	圧力対時間荷重曲線の識別子。 （整数）	
$Fscale_y$	縦軸（圧力）のスケールファクター デフォルト = 1.0（実数）	[Pa]
$T_{start}START$	圧力をアクティブにする時間。関数*fct_ID*は$T_{start}START$でシフトされます。 デフォルト = 0.0（実数）	[s]

コメント

1. このキーワードは/PLOADにマップされます。

*MAT_001 (ELASTIC)

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
フックの法則を使用して等方性の線形弾性材料を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*MAT_001 or *MAT_ELASTIC							
mat_ID	ρ_i	*E*	υ				

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数）	
ρ_i	初期密度。 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
E	ヤング率 （実数）	[Pa]
υ	ポアソン比。 デフォルト = 0（実数）	

コメント

1. このキーワードは/MAT/LAW1 (ELAST)にマップされます。
2. オプション、"_TITLE" は、このキーワードの最後に加えることができます。"_TITLE "を含めると，キーワード入力行の後に80文字の長い行が追加され、ここにエンティティのタイトルを定義することが可能になります。

*MAT_002 (ORTHOTROPIC_ELASTIC)

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
このモデルは、簡潔な直交異方性弾性材料を表現します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*MAT_002または*MAT_ORTHOTROPIC_ELASTIC							
mat_ID	ρ_i	*E11*	*E22*	*E33*	*u12*		
G12	*G23*	*G31*	*AOPT*				
			A1	*A2*	*A3*		
			D1	*D2*	*D3*		

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
E11	方向1のヤング率 （実数）	[Pa]
E22	方向2のヤング率 （実数）	[Pa]
E33	方向3のヤング率 （実数）	[Pa]
u12	ポアソン比 （実数）	
G12	方向12におけるせん断係数 （実数）	[Pa]
G23	方向23におけるせん断係数	[Pa]

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（実数）	
G31	方向31におけるせん断係数 （実数）	[Pa]
AOPT	直交異方性軸のオプション *= 2* *A1*、*A2*、*A3*、*D1*、*D2*、で指定した直交異方性軸 *< 0* *AOPT*は、直交異方性の座標系を定義する`*DEFINE_COORDINATE_*`の数 （整数）	
A1, *A2*, *A3*	*AOPT* = 2の場合は、1番目の直交異方性方向ベクトル （実数）	
D1, *D2*, *D3*	*AOPT* = 2の場合、*A1*、*A2*、*A3*によって直交異方性の12個の平面を指定 （実数）	

コメント

1. このキーワードは、/MAT/LAW25 (COMPSH)および直交異方性要素プロパティ/PROP/TYPE9 (SH_ORTH)、/PROP/TYPE6 (SOL_ORTH)にマップされます。
2. オプション、"`_TITLE`" は、このキーワードの最後に加えることができます。"`_TITLE` "を含めると，キーワード入力行の後に80文字の長い行が追加され、ここにエンティティのタイトルを定義することが可能になります。

*MAT_003 (PLASTIC_KINEMATIC)

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
Cowper-Symondsモデルを使用した等方性弾塑性材料を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*MAT_003または*MAT_PLASTIC_KINEMATIC							
mat_ID	ρ_i	*E*	υ	*SIGY*	*ETAN*	*CHARD*	
SRC	*SRP*	*EPS_F*					

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数）	
ρ_i	初期密度。 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
E	ヤング率 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
υ	ポアソン比。 （実数）	
SIGY	降伏応力。 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
ETAN	塑性曲線。 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
CHARD	硬化係数。 （実数）	
SRC	Cowper – Symondひずみ速度依存係数。 （実数）	$\left[\frac{1}{\mathrm{s}}\right]$
SRP	Cowper Seymondsひずみ速度依存指数。	

フィールド	内容	**SI** 単位の例
	（実数）	
EPS_F	破壊塑性ひずみ。 （実数）	

コメント

1. このキーワードは/MAT/LAW44 (COWPER)にマップされます。
2. オプション、"_TITLE" は、このキーワードの最後に加えることができます。"_TITLE "を含めると，キーワード入力行の後に80文字の長い行が追加され、ここにエンティティのタイトルを定義することが可能になります。

*MAT_006 (VISCOELASTIC)

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
このキーワードは、等方粘弾性の材料を定義します。通常は、非圧縮性のゴム、ポリマー、フォーム、およびエラストマーのモデル化に使用されます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*MAT_006または*MAT_VISCOELASTIC							
mat_ID	ρ_i	*K*	*G0*	*G_INF*	*BETA*		

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
K	バルク係数 （実数）	[Pa]
G0	短期せん断係数 （実数）	[Pa]
G_INF	長期せん断係数 （実数）	[Pa]
BETA	減衰係数 （実数）	$\left[\frac{1}{\mathrm{s}}\right]$

コメント

1. このキーワードは/MAT/LAW42 (OGDEN)にマップされます。シェルおよびソリッドと適合性があります。
2. パラメータ*K*、*G0*、および*G_INF*は必須です。
3. 材料のパラメーターを温度の関数として入力することはサポートされていません。
4. オプション、"_TITLE" は、このキーワードの最後に加えることができます。"_TITLE "を含めると，キーワード入力行の後に80文字の長い行が追加され、ここにエンティティのタイトルを定義することが可能になります。

*MAT_007 (BLATZ_KO_RUBBER)

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
このキーワードは、等方性、非圧縮性、Neo-Hookean超弾性材料を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
`*MAT_007` or `*MAT_BLATZ_KO_RUBBER`							
mat_ID	ρ_i	*G*					

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right]$
G	せん断係数 （実数）	$[\text{Pa}]$

コメント

1. このキーワードは、ポアソン比=0.463のNew-Hookean非圧縮性材料/MAT/LAW42にマップされます。
2. オプション、"`_TITLE`" は、このキーワードの最後に加えることができます。"`_TITLE` "を含めると，キーワード入力行の後に80文字の長い行が追加され、ここにエンティティのタイトルを定義することが可能になります。

*MAT_009 (NULL)

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
剛性のないボイド材料を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*MAT_009または*MAT_NULL							
mat_ID	ρ_i					*E*	υ

定義

フィールド	内容	**SI** 単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数）	
ρ_i	初期密度。 （実数）	$\left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right]$
E	ヤング率 （実数）	[Pa]
υ	ポアソン比。 （実数）	

コメント

1. このキーワードは/MAT/LAW0 (VOID)にマップされます。
2. この材料には剛性がありません。ただし、接触剛性の計算には、ヤング率とポアソン比が使用されます。
3. 密度は、節点質量に追加される材料の質量を計算するために使用されます。
4. オプション、"_TITLE" は、このキーワードの最後に加えることができます。"_TITLE "を含めると，キーワード入力行の後に80文字の長い行が追加され、ここにエンティティのタイトルを定義することが可能になります。

*MAT_015 (JOHNSON_COOK)

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
このモデルは、材料の応力をひずみ、ひずみ速度、温度依存性、および塑性ひずみ破壊基準の関数で表します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*MAT_015または*MAT_JOHNSON_COOK							
mat_ID	ρ_i		*E*	*v*			
a	*b*	*n*	*c*	*m*	*Tmelt*	*Tr*	$\dot{\varepsilon}_0$
CP				*D1*	*D2*	*D3*	*D4*
D5		*EROD*	*EFMIN*	*NUINT*			

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
E	ヤング率 （実数）	[Pa]
v	ポアソン比。 （実数）	
a	降伏応力。 （実数）	[Pa]
b	塑性硬化パラメータ （実数）	[Pa]
n	塑性硬化指数 （実数）	
c	ひずみ速度係数。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（実数）	
m	温度指数。 デフォルト = 1.00（実数）	
Tmelt	溶融温度 デフォルト = 10^{30}（実数）	$[\mathrm{K}]$
Tr	参照温度。 デフォルト = 298K（実数）	$[\mathrm{K}]$
$\dot{\varepsilon}_0$	参照ひずみ速度 （実数）	$\left[\frac{1}{\mathrm{s}}\right]$
CP	比熱容量 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{kg}\cdot\mathrm{K}}\right]$
D1	第1パラメータまたはJohnson破壊モデル （実数）	
D2	第2パラメータまたはJohnson破壊モデル （実数）	
D3	第3パラメータまたはJohnson破壊モデル （実数）	
D4	第4パラメータまたはJohnson破壊モデル （実数）	
D5	第5パラメータまたはJohnson破壊モデル （実数）	
EROD	ソリッド要素のエロージョン挙動。 *= 0* 1つの積分が破壊基準に達すると、ソリッド要素は削除されます。 *≠ 0* 各積分点に対して、破壊基準に達した場合、偏差応力テンソルは消失します。	
EFMIN	低塑性ひずみ破壊モデル。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（実数）	
NUINT	シェル要素のエロージョンの積分点の数。 （実数）	

コメント

1. このキーワードは、/MAT/LAW2 (PLAS_JOHNS)および/FAIL/JOHNSONにマップされます。
2. オプション、"_TITLE" は、このキーワードの最後に加えることができます。"_TITLE "を含めると，キーワード入力行の後に80文字の長い行が追加され、ここにエンティティのタイトルを定義することが可能になります。

*MAT_018 (POWER_LAW_PLASTICITY)

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
このモデルは、指数硬化則を使用した、速度効果を扱う等方性塑性モデルを表現します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*MAT_018または*MAT_POWER_LAW_PLASTICITY							
mat_ID	ρ_i	*E*	*v*	*K*	*N*	*c*	*p*
SIGY	*VP*	ε_p^{max}					

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
E	ヤング率 （実数）	[Pa]
v	ポアソン比。 （実数）	
K	降伏応力。 （実数）	[Pa]
N	塑性硬化指数。 デフォルト = 1.0（実数）	[Pa]
c	ひずみ速度係数。 = *0*（デフォルト） ひずみ速度効果はなし （実数）	$\left[\frac{1}{\mathrm{s}}\right]$
p	ひずみ速度指数。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	デフォルト = 1.0(実数)	
SIGY	降伏応力値(省略可能) (実数)	[Pa]
VP	速度効果の定式化: *= 0* 全ひずみ速度 *= 1* 粘塑性ひずみ速度 (整数)	
ε_p^{max}	塑性最大応力 デフォルト = 10^{30}(実数)	

コメント

1. このキーワードは/MAT/LAW44 (COWPER) + /FAIL/JOHNSONにマップされます。
2. オプション、"_TITLE" は、このキーワードの最後に加えることができます。"_TITLE "を含めると, キーワード入力行の後に80文字の長い行が追加され、ここにエンティティのタイトルを定義することが可能になります。

*MAT_020 (RIGID)

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
パートに割り当てる剛体材料を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*MAT_020または*MAT_RIGID							
mat_ID	ρ_i	*E*	υ				
CMO	*CON1*	*CON2*					
LCO							

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数）	
ρ_i	初期密度。 （実数）	$\left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right]$
E	ヤング率 （実数）	[Pa]
υ	ポアソン比。 デフォルト = 0（実数）	
CMO	剛体の境界条件のオプション。 *= 0.0*（デフォルト） 境界条件なし。 *= 1.0* 全体座標系で境界条件を適用します。 *= -1.0* 局所座標系で境界条件を適用します。 （実数）	
CON1	*CMO* = 1の場合は、全体座標系の並進境界条件です。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 0 フリー。 *= 1* X軸並進を固定します。 *= 2* Y軸並進を固定します。 *= 3* Z軸並進を固定します。 *= 4* X軸並進とY軸並進を固定します。 *= 5* Y軸並進とZ軸並進を固定します。 *= 6* X軸並進とZ軸並進を固定します。 *= 7* X軸並進、Y軸並進、Z軸並進を固定します。 *CMO=-1*の場合 局所境界条件の座標系の識別子。 （整数）	
CON2	*CMO* = 1の場合は、全体座標系の回転境界条件です。 *= 0* フリー。 *= 1* X軸を中心とした回転を固定します。 *= 2* Y軸を中心とした回転を固定します。 *= 3* Z軸を中心とした回転を固定します。 *= 4* X軸を中心とした回転とY軸を中心とした回転を固定します。 *= 5* Y軸を中心とした回転とZ軸を中心とした回転を固定します。 *= 6* X軸を中心とした回転とZ軸を中心とした回転を固定します。 *= 7* X軸を中心とした回転、Y軸を中心とした回転、Z軸を中心とした回転を固定します。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	*CMO=-1*の場合 局所境界条件の座標系の識別子。 *CMO* = -1の場合局所座標系の境界条件。並進と回転を指定する6つの値を次に従って入力します: *= 0* フリー自由度 *= 1* 固定自由度 (6つのブーリアン) 例:値101111は、X軸並進、Z軸並進、およびすべての回転を固定することを意味します。Y軸並進は固定されません。	
LCO	*CMO* = -1の場合に時刻歴出力に使用する局所座標系識別子。	

コメント

1. このキーワードは/MAT/LAW1 (ELAST)にマップされます。パートのすべての節点を剛体(/RBODY)に定義し、全体座標系または局所座標系でその剛体に定義した独立節点に境界条件を適用します。
2. オプション、"_TITLE" は、このキーワードの最後に加えることができます。"_TITLE "を含めると, キーワード入力行の後に80文字の長い行が追加され、ここにエンティティのタイトルを定義することが可能になります。

*MAT_024 (PIECEWISE_LINEAR_PLASTICITY)

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
さまざまなひずみ速度による表形式の応力対塑性ひずみ入力を使用して、等方性弾塑性材料を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*MAT_024または*MAT_PIECEWISE_LINEAR_PLASTICITY							
mat_ID	ρ_i	*E*	υ	*SIGY*	*ETAN*	*FAIL*	
C	*P*	*LCSS*	*LCSR*	*VP*			
EPS1	*EPS2*	*EPS3*	*EPS4*	*EPS5*	*EPS6*	*EPS7*	*EPS8*
ES1	*ES2*	*ES3*	*ES4*	*ES5*	*ES6*	*ES7*	*ES8*

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
E	ヤング率 （実数）	[Pa]
υ	ポアソン比。 デフォルト = 0（実数）	
SIGY	降伏応力（*LCSS*が0より大きい場合、または指定した応力対ひずみ値*EPS1*～*EPS8*、*ES1*～*ES8*より大きい場合は無視されます） （実数）	[Pa]
ETAN	塑性硬化係数（*LCSS* > 0の場合は使用しません） （実数）	[Pa]
FAIL	破壊につながる塑性ひずみ （実数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
C	ひずみ速度係数。 （実数）	$\left[\frac{1}{s}\right]$
P	ひずみ速度指数。 （実数）	
LCSS	応力対塑性ひずみ特性の曲線または表の識別子 （整数）	[Pa]
LCSR	該当のひずみ速度での応力対ひずみ曲線のスケーリング係数を設定する曲線の識別子 （整数）	
VP	ひずみ速度タイプのフラグ： *0* 全ひずみ速度 *1* 塑性ひずみ速度 （整数）	
EPS1-EPS8	塑性ひずみのデータポイント （実数）	
ES1-ES8	降伏応力のデータポイント （実数）	[Pa]

コメント

1. *LCSS*または*EPS*と*ES*を使用して応力対ひずみ曲線を指定している場合、このキーワードは/MAT/LAW36 (PLAS_TAB)にマップされます。*SIGY*、*ETAN*、*P*を使用している場合、このキーワードは/MAT/LAW44 (COWPER)にマップされます。
2. *SIGY*と*ETAN*を使用して塑性を指定している場合にのみ、この材料はトラス要素で使用できます。
3. オプション、"_TITLE" は、このキーワードの最後に加えることができます。"_TITLE "を含めると，キーワード入力行の後に80文字の長い行が追加され、ここにエンティティのタイトルを定義することが可能になります。

*MAT_026 (HONEYCOMB)

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
このキーワードは、直交異方性の圧縮性ハニカム材料を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*MAT_026または*MAT_HONEYCOMB							
mat_ID	ρ_i						
LC1	*LC2*	*LC3*	*LCS*	*LC12*	*LC23*	*LC31*	*LCSR*
EAAU	*EBBU*	*ECCU*	*GABU*	*GBCU*	*GCAU*	*AOPT*	
			A1	*A2*	*A3*		
D1	*D2*	*D3*	*TSEF*	*SSEF*			

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
LC1	方向1の応力対相対体積または応力対体積ひずみの関係 （実数）	[Pa]
LC2	方向2の応力対相対体積または応力対体積ひずみの関係 （実数）	[Pa]
LC3	方向3の応力対相対体積または応力対体積ひずみの関係 （実数）	[Pa]
LCS	せん断応力対相対体積またはせん断応力対体積ひずみの関係 （実数）	[Pa]
LC12	方向12のせん断応力対せん断ひずみの関係 （実数）	[Pa]

フィールド	内容	**SI**単位の例
LC23	方向23のせん断応力対せん断ひずみの関係 （実数）	[Pa]
LC31	方向31のせん断応力対せん断ひずみの関係 （実数）	[Pa]
LCSR	応力対ひずみ速度の関係のスケーリング係数 （実数）	
LC31	方向31のせん断応力対相対体積またはせん断応力対体積ひずみの関係 （実数）	[Pa]
E11	方向1のヤング率 （実数）	[Pa]
E11	方向2のヤング率 （実数）	[Pa]
E11	方向3のヤング率 （実数）	[Pa]
G12	方向12におけるせん断係数 （実数）	[Pa]
G23	方向23におけるせん断係数 （実数）	[Pa]
G32	方向32におけるせん断係数 （実数）	[Pa]
AOPT	直交異方性軸のオプション *= 2* *A1*、*A2*、*A3*、*D1*、*D2*、で指定した直交異方性軸 *< 0* *AOPT*は、直交異方性の座標系を定義する`*DEFINE_COORDINATE_*`の数 （整数）	
A1, *A2*, *A3*	*AOPT* = 2の場合、1番目の直交異方性方向ベクトル	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（実数）	
D1, *D2*, *D3*	*AOPT* = 2の場合、*A1*、*A2*、*A3*によって直交異方性の12個の平面を指定 （実数）	
TSEF	破壊につながる引張ひずみ （実数）	
SSEF	破壊につながるせん断ひずみ （実数）	

コメント

1. この材料則は/MAT/LAW50 (VISC_HONEY)と/PROP/TYPE6 (SOL_ORTH)にマップされます。
2. 材料は完全に圧縮性です。すべての自由度は切り離されています。
3. 方向1、2、3の曲線は、体積ひずみの関数としての工学応力（最初の横座標ポイントは負数）、または相対体積の関数としての工学応力（最初の横座標ポイントは正数）です。
4. 正の応力とひずみは、方向1、2、3の圧縮に対応しています。
5. オプション、"_TITLE" は、このキーワードの最後に加えることができます。"_TITLE "を含めると，キーワード入力行の後に80文字の長い行が追加され、ここにエンティティのタイトルを定義することが可能になります。

*MAT_027 (MOONEY-RIVLIN_RUBBER)

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
Mooney-Rivlin等方性超弾性非圧縮性材料を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*MAT_027または*MAT_MOONEY-RIVLIN_RUBBER							
mat_ID	ρ_i	υ	*A*	*B*			
Length	*Width*	*Thickness*	*LCID*				

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
A, *B*	Mooney-Rivlin材料定数。 （実数）	
υ	ポアソン比。 （実数）	[Pa]
Length	サンプルの長さ。 （実数）	[m]
Width	サンプルの幅。 （実数）	[m]
Thickness	サンプルの厚み。 （実数）	[m]
LCID	力対伸張量の関数の識別子。 （整数）	[N]

コメント

1. *LCID*を設定している場合、このキーワードは/MAT/LAW69にマップされ、それ以外の場合は/MAT/LAW42 (OGDEN)にマップされます。
2. オプション、"_TITLE" は、このキーワードの最後に加えることができます。"_TITLE "を含めると，キーワード入力行の後に80文字の長い行が追加され、ここにエンティティのタイトルを定義することが可能になります。

*MAT_032 (LAMINATED_GLASS)

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
このキーワードは、高分子層材料モデルを使用した層状ガラスを定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*MAT_032または*MAT_LAMINATED_GLASS							
mat_ID	ρ_i	*E_g*	*Nu_g*	*SIG_g*	*ET_g*	*EPSP_g*	*E_p*
Nu_p	*SIG_p*	*ET_p*					

最大4つのカードを追加します（32個の積分点）。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
F1	*F2*	*F3*	*F4*	*F5*	*F6*	*F7*	*F8*
etc							
etc							
etc	etc				*F30*	*F31*	*F32*

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right]$
E_g	ガラスのヤング率 （実数）	$[\text{Pa}]$
Nu_g	ガラスのポアソン比 （実数）	
SIG_g	ガラスの降伏応力 （実数）	$[\text{Pa}]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
ET_g	ガラスの塑性硬化係数 （実数）	[Pa]
EPSP_g	ガラスの塑性ひずみ破壊 （実数）	
E_p	高分子材料のヤング率 （実数）	[Pa]
Nu_p	高分子材料のポアソン比 （実数）	
SIG_p	高分子材料の降伏応力 （実数）	[Pa]
ET_p	高分子材料の塑性硬化係数 （実数）	[Pa]
*F1*から*F32*	積分点の材料 *= 0* ガラスの材料 *= 1* 高分子材料 （実数）	

コメント

1. このキーワードは、/MAT/LAW27 (PLAS_BRIT)および/PROP/TYPE11 (SH_SANDW)にマップされます。
2. オプション、"_TITLE" は、このキーワードの最後に加えることができます。"_TITLE "を含めると，キーワード入力行の後に80文字の長い行が追加され、ここにエンティティのタイトルを定義することが可能になります。

*MAT_034 (FABRIC)

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
圧縮によって軟化する直交異方性弾性材料を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*MAT_034または*MAT_FABRIC							
mat_ID	ρ_i	*E1*	*E2*		*v12*		
G12	*G23*	*G32*	*RE*				
AOPT							
				A1	*A2*	*A3*	
V1	*V2*	*V3*				*BETA*	

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
E1, *E2*	材料が方向1と2で示すヤング率 *E2*=*E1*、*E2*が0から指定されていない場合。 （実数）	[Pa]
v12	材料が方向1と2で示すポアソン比 デフォルト = 0（実数）	
G12, *G23*, *G32*	該当方向のせん断係数 （実数）	[Pa]
RE	圧縮時の剛性低下のオプション *= 0* 圧縮しても剛性が低下しません	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 1 圧縮すると剛性が低下します （整数）	
AOPT	材料軸フラグ *= 0*（デフォルト） 節点によって決まる、局所的に直交異方性である軸 *= 2* ベクトルによって決まる、全体的に直交異方性である軸 *= 3* 要素の法線によって決まる、局所的に直交異方性である軸 *AOPT < 0* *AOPT*の絶対値は、直交異方性方向を定義する座標系の識別子です （実数）	
A1, *A2*, *A3*	*AOPT* = 2の場合、最初の直交異方性方向を定義するベクトル （実数）	
V1, *V2*, *V3*	*AOPT*= 3の場合、要素の法線との組み合わせによって最初の直交異方性方向を定義するベクトル （実数）	
BETA	*AOPT* = 3、0の場合の材料角度 （実数）	[deg]

コメント

1. このキーワードは/MAT/LAW19 (FABRI)にマップされます。
2. オプション、"_TITLE" は、このキーワードの最後に加えることができます。"_TITLE "を含めると，キーワード入力行の後に80文字の長い行が追加され、ここにエンティティのタイトルを定義することが可能になります。

*MAT_057 (LOW_DENSITY_FOAM)

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
等方性の粘弾性低密度フォームを定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*MAT_057または*MAT_LOW_DENSITY_FOAM							
mat_ID	ρ_i	*E*	*LCID*		*HU*		
SHAPE							

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right]$
E	ヤング率 （実数）	$[\text{Pa}]$
LCID	工学ひずみの関数としての工学応力を指定する曲線の識別子。圧縮時の応力とひずみは正です。引張時の応力とひずみは負です。 （整数）	
HU	ヒステリシス除荷係数。 デフォルト = 1.0（実数）	
SHAPE	形状除荷係数 デフォルト = 1.0（実数）	

コメント

1. このキーワードは/MAT/LAW90にマップされます。
2. オプション、"_TITLE" は、このキーワードの最後に加えることができます。"_TITLE "を含めると，キーワード入力行の後に80文字の長い行が追加され、ここにエンティティのタイトルを定義することが可能になります。

*MAT_061 (KELVIN_MAXWELL_VISCOELASTIC)

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
ソリッド要素に等方性粘弾性材料を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*MAT_061または*MAT_KELVIN_MAXWELL_VISCOELASTIC							
mat_ID	ρ_i	*K*	*G0*	*G_INF*	*BETA*		

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
K	バルク係数 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
G0	短期せん断係数 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
G_INF	長期せん断係数 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
BETA	減衰係数 （実数）	$\left[\frac{1}{\mathrm{s}}\right]$

コメント

1. このキーワードは/MAT/LAW40 (KELVINMAX)にマップされます。
2. *K*、*G0*、および*G_INF*を定義する必要があります。

*MAT_066 (LINEAR_ELASTIC_DISCRETE_BEAM)

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
このキーワードは、任意指定のプレロードオプションと6つの切り離された自由度を有する線形弾性離散化ビーム材料を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*MAT_066または*MAT_LINEAR_ELASTIC_DISCRETE_BEAM							
mat_ID	ρ_i	*TK_r*	*TK_s*	*TK_t*	*RK_r*	*RK_s*	*RK_t*
TD_r	*TD_s*	*TD_t*	*RD_r*	*RD_s*	*RD_t*		
FO_r	*FO_s*	*FO_t*	*MO_r*	*MO_s*	*MO_t*		

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{kg}{m^3}\right]$
TK_r, *TK_s*, *TK_t*	r、s、tの各方向の剛性 （実数）	$\left[\frac{N}{m}\right]$
RK_r, *RK_s*, *RK_t*	r、s、tの各軸の回転剛性 （実数）	$\left[\frac{Nm}{rad}\right]$
TD_r, *TD_s*, *TD_t*	r、s、tの各方向の減衰 （実数）	$\left[\frac{N \cdot s}{m}\right]$
RD_r, *RD_s*, *RD_t*	r、s、tの各方向の回転減衰 （実数）	$\left[\frac{Nms}{rad}\right]$
FO_r, *FO_s*, *FO_t*	r、s、tの各方向の、力によるプレロード （実数）	$[N]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
MO_r, *MO_s*, *MO_t*	r、s、tの各方向の、モーメントによるプレロード （実数）	$[\mathrm{N}\cdot\mathrm{m}]$

コメント

1. このキーワードは/MAT/LAW108 (SPR_GENE)にマップされます。
2. この材料は、`*SECTION_BEAM`で*ELFORM* = 6とした離散化ビーム要素のみで使用できます。
3. 初期長さをゼロとしたビームの使用をお勧めします。
4. オプション、"`_TITLE`" は、このキーワードの最後に加えることができます。"`_TITLE` "を含めると，キーワード入力行の後に80文字の長い行が追加され、ここにエンティティのタイトルを定義することが可能になります。

*MAT_067 (NONLINEAR_ELASTIC_DISCRETE_BEAM)

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
このキーワードは、プレロードを指定できる6つの切り離された自由度を持つ非線形弾性離散化ビーム材料を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*MAT_067または*MAT_NONLINEAR_ELASTIC_DISCRETE_BEAM							
mat_ID	ρ_i	*T_r*	*T_s*	*T_t*	*R_r*	*R_s*	*R_t*
TD_r	*TD_s*	*TD_t*	*RD_r*	*RD_s*	*RD_t*		
FO_r	*FO_s*	*FO_t*	*MO_r*	*MO_s*	*MO_t*		
FFAIL_r	*FFAIL_s*	*FFAIL_t*	*MFAIL_r*	*MFAIL_s*	*MFAIL_t*		
UFAIL_r	*UFAIL_s*	*UFAIL_t*	*TFAIL_r*	*TFAIL_s*	*TFAIL_t*		

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{kg}{m^3}\right]$
T_r, *T_s*, *T_t*	r、s、tの各方向の力対変位載荷曲線の曲線識別子。 （整数）	$\left[\frac{N}{m}\right]$
R_r, *R_s*, *R_t*	r、s、tの各方向のモーメント対回転載荷曲線の曲線識別子。 （整数）	$\left[\frac{N \cdot m}{rad}\right]$
TD_r, *TD_s*, *TD_t*	r、s、tの各方向の力対速度減衰曲線の曲線識別子 （整数）	$\left[\frac{N \cdot s}{m}\right]$
RD_r, *RD_s*, *RD_t*	r、s、tの各方向のモーメント対回転速度減衰曲線の曲線識別子 （整数）	$\left[\frac{Nms}{rad}\right]$
FO_r, *FO_s*, *FO_t*	r、s、tの各方向の、力によるプレロード	[N]

フィールド	内容	**SI**単位の例
MO_r, *MO_s*, *MO_t*	r、s、tの各方向の、モーメントによるプレロード	[Nm]
FFAIL_r, *FFAIL_s*, *FFAIL_t*	r、s、tの各方向の破壊力	[N]
MFAIL_r, *MFAIL_s*, *MFAIL_t*	r、s、tの各方向の破壊モーメント	[Nm]
UFAIL_r, *UFAIL_s*, *UFAIL_t*	r、s、tの各方向の破壊伸張量	[m]
TFAIL_r, *TFAIL_s*, *TFAIL_t*	r、s、tの各方向の破壊回転角度	[rad]

コメント

1. このキーワードは/MAT/LAW108 (SPR_GENE)にマップされます。
2. この材料は、`*SECTION_BEAM`で*ELFORM* = 6とした離散化ビーム要素のみで使用できます。
3. 初期長さをゼロとしたビームの使用をお勧めします。
4. 力対変位曲線とモーメント対角度曲線は、第一象限でのみ指定できます。圧縮時のスプリングの挙動は、入力した曲線の鏡映になるため、圧縮と引張の挙動は等しくなります。
5. 減衰曲線は、圧縮時と引張時で互いに対称になるので、(0,0)を始点として第一象限で定義する必要があります。
6. 同じ自由度に対して力に基づく破壊と変位に基づく破壊の両方を定義している場合は、変位に基づく破壊のみが使用されます。
7. オプション、"`_TITLE`" は、このキーワードの最後に加えることができます。"`_TITLE` "を含めると，キーワード入力行の後に80文字の長い行が追加され、ここにエンティティのタイトルを定義することが可能になります。

*MAT_068 (NONLINEAR_PLASTIC_DISCRETE_BEAM)

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
プレロードを指定できる6つの切り離された自由度を持つ非線形弾塑性離散化ビーム材料を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*MAT_068または*MAT_NONLINEAR_PLASTIC_DISCRETE_BEAM							
mat_ID	ρ_i	*TK_r*	*TK_s*	*TK_t*	*RK_r*	*RK_s*	*RK_t*
TD_r	*TD_s*	*TD_t*	*RD_r*	*RD_s*	*RD_t*		
LCPD_r	*LSPD_s*	*LCPD_t*	*LCPM_r*	*LCPM_s*	*LCPM_t*		
FFAIL_r	*FFAIL_s*	*FFAIL_t*	*MFAIL_r*	*MFAIL_s*	*MFAIL_t*		
UFAIL_r	*UFAIL_s*	*UFAIL_t*	*TFAIL_r*	*TFAIL_s*	*TFAIL_t*		
FO_r	*FO_s*	*FO_t*	*MO_r*	*MO_s*	*MO_t*		

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{kg}{m^3}\right]$
TK_r, *TK_s*, *TK_t*	r、s、tの各方向の剛性 （実数）	$\left[\frac{N}{m}\right]$
RK_r, *RK_s*, *RK_t*	r、s、tの各軸の回転剛性 （実数）	$\left[\frac{N \cdot m}{rad}\right]$
TD_r, *TD_s*, *TD_t*	r、s、tの各方向の減衰 （実数）	$\left[\frac{N \cdot s}{m}\right]$
RD_r, *RD_s*, *RD_t*	r、s、tの各方向の回転減衰 （実数）	$\left[\frac{Nms}{rad}\right]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
LCPD_r, *LCPD_s*, *LCPD_t*	r、s、tの各方向の力対塑性変位曲線の識別子。4をご参照ください。 （実数）	[N]
LCPM_r, *LCPM_s*, *LCPM_t*	r、s、tの各方向のモーメント対塑性回転曲線の識別子。4をご参照ください。 （実数）	[Nm]
FO_r, *FO_s*, *FO_t*	r、s、tの各方向の、力によるプレロード	[N]
MO_r, *MO_s*, *MO_t*	r、s、tの各方向の、モーメントによるプレロード	[Nm]
FFAIL_r, *FFAIL_s*, *FFAIL_t*	r、s、tの各方向の破壊力	[N]
MFAIL_r, *MFAIL_s*, *MFAIL_t*	r、s、tの各方向の破壊モーメント	[Nm]
UFAIL_r, *UFAIL_s*, *UFAIL_t*	r、s、tの各方向の破壊伸張量	[m]
TFAIL_r, *TFAIL_s*, *TFAIL_t*	r、s、tの各方向の破壊回転角度	[rad]

コメント

1. このキーワードは/MAT/LAW108 (SPR_GENE)にマップされます。
2. この材料は、`*SECTION_BEAM`で*ELFORM* = 6とした離散化ビーム要素のみで使用できます。
3. 初期長さをゼロとしたビームの使用をお勧めします。
4. 力対変位曲線とモーメント対角度曲線は、第一象限でのみ指定できます。圧縮時のスプリングの挙動は、入力した曲線の鏡映になるため、圧縮と引張の挙動は等しくなります。
5. 同じ自由度に対して力に基づく破壊と変位に基づく破壊の両方を定義している場合は、力に基づく破壊のみが使用されます。
6. オプション、"`_TITLE`" は、このキーワードの最後に加えることができます。"`_TITLE` "を含めると，キーワード入力行の後に80文字の長い行が追加され、ここにエンティティのタイトルを定義することが可能になります。

*MAT_071 (CABLE_DISCRETE_BEAM)

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
このキーワードは、圧縮時に剛性がゼロになる弾性ケーブル材料を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*MAT_071または*MAT_CABLE_DISCRETE_BEAM							
mat_ID	ρ_i	*E*	*CID*	*F0*			

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
E	*> 0* ヤング率 *< 0* 剛性。 （実数）	[Pa] または $\left[\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}\right]$
CID	工学応力対工学ひずみ曲線の識別子 *= 0* 圧縮時に剛性がゼロになります （整数）	
F0	初期荷重（引張）力 （実数）	[N]

コメント

1. このキーワードは/MAT/LAW113 (SPR_BEAM)にマップされます。
2. この材料は、*SECTION_BEAMで*ELFORM* = 6とした離散化ビーム要素のみで使用できます。

3. オプション、"_TITLE" は、このキーワードの最後に加えることができます。"_TITLE "を含めると，キーワード入力行の後に80文字の長い行が追加され、ここにエンティティのタイトルを定義することが可能になります。

*MAT_074 (ELASTIC_SPRING_DISCRETE_BEAM)

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
このキーワードは、1つの自由度と任意指定のプレロードオプションを有する非線形弾塑性離散化ビーム材料を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*MAT_074または*MAT_ELASTIC_SPRING_DISCRETE_BEAM							
mat_ID	ρ_i	*K*	*F0*	*D*	*FC*	*FT*	
LCF	*LCD*	*C1*	*C2*	*V0*			

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
K	*LCF*=0：剛性。 *LCF*>0：曲線のLCF縦軸のスケーリング係数 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}\right]$
F0	初期の力 （実数）	$[\mathrm{N}]$
D	線形減衰係数 （実数）	
FC, *FT*	圧縮時と引張時の破壊伸張量（どちらも正の値で入力する必要があります） （実数）	$[\mathrm{m}]$
LCF	力対変位曲線の識別子。 （整数）	
LCD	減衰力対速度曲線の識別子	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	
C1, *C2*	非線形減衰係数。	
V0	非線形減衰の計算に使用する基準速度	$[\frac{m}{s}]$

コメント

1. このキーワードは、1つの自由度を持つ/MAT/LAW108 (SPR_GENE)にマップされます。
2. 剛性の方向は、*SECTION_BEAMで参照する座標系によります。デフォルトでは全体座標系です。
3. 初期長さをゼロとしたビームの使用をお勧めします。
4. この材料は、*SECTION_BEAMで*ELFORM* = 6とした離散化ビーム要素のみで使用できます。
5. オプション、"_TITLE" は、このキーワードの最後に加えることができます。"_TITLE "を含めると，キーワード入力行の後に80文字の長い行が追加され、ここにエンティティのタイトルを定義することが可能になります。

*MAT_077_O (OGDEN_RUBBER)

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
Ogden材料モデルを使用して指定した、等方性、超弾性、粘性、非圧縮性を備えた材料を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*MAT_077_Oまたは*MAT_OGDEN_RUBBER							
mat_ID	ρ_i	*v*	*N_pair*				

N_pair = 0の場合は、次の2行を挿入します。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
μ1	*μ2*	*μ3*	*μ4*	*μ5*			
α1	*α2*	*α3*	*α4*	*α5*			

N_pair > 0の場合は、次の行を挿入します。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
SGL	*SW*	*ST*	*Fct_ID*	*DATA*			

どの場合でも、最大で12行を追加します。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Gi	*βi*						

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
v	ポアソン比。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	デフォルト = 0.495（実数）	
N_pair	ひずみエネルギー密度関数（W）の表現で計算した材料パラメータペア（*μi*と*αi*）の数。これらの材料パラメータは、指定の応力対ひずみ曲線（*fct_ID*）から計算されます。 *(N_pair* ≤ 5) デフォルト = 2（整数）	
μ1 - μ5	せん断超弾性係数のパラメータ （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
α1 - α5	せん断超弾性係数の指数 （実数）	
SGL	試験体の測定部位の長さ	$[\mathrm{m}]$
SW	試験体の幅	$[\mathrm{m}]$
ST	試験体の厚み	$[\mathrm{m}]$
Fct_ID	力と測定部位長さの変化との関係を表す関数の識別子圧縮は第三象限（負）で定義し、引張は第一象限（正）で定義します。 （整数）	$\left[\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}\right]$
DATA	実験データタイプ = *1*（デフォルト） 単軸試験データ （整数）	
Gi	緩和のせん断弾性係数	$[\mathrm{Pa}]$
βi	緩和の減衰定数	$\left[\frac{1}{\mathrm{s}}\right]$

コメント

1. このキーワードは、/MAT/LAW42 (OGDEN)にマップされるか（*N_pair* = 0の場合）、/MAT/LAW69にマップされます（*N_pair* > 0の場合）。
2. オプション、"`_TITLE`" は、このキーワードの最後に加えることができます。"`_TITLE` "を含めると，キーワード入力行の後に80文字の長い行が追加され、ここにエンティティのタイトルを定義することが可能になります。

*MAT_081 (PLASTICITY_WITH_DAMAGE)

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
簡潔な損傷モデルとさまざまなひずみ速度による表形式の応力対塑性ひずみ入力を使用して、等方性弾塑性材料を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*MAT_081または*MAT_PLASTICITY_WITH_DAMAGE							
mat_ID	ρ_i	*E*	*v*	*SIGY*	*ETAN*	*FAIL*	
C	*P*	*LCSS*	*LCSR*	*EPS_max*	*VP*		*Numint*
EPS1	*EPS2*	*EPS3*	*EPS4*	*EPS5*	*EPS6*	*EPS7*	*EPS8*
ES1	*ES2*	*ES3*	*ES4*	*ES5*	*ES6*	*ES7*	*ES8*

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right]$
E	ヤング率 （実数）	[Pa]
v	ポアソン比。 デフォルト = 0（実数）	
SIGY	降伏応力（*LCSS*が0より大きい場合、または指定した応力対ひずみ値*EPS1*～*EPS8*、*ES1*～*ES8*より大きい場合は、無視されます） （実数）	[Pa]
ETAN	塑性硬化係数（*LCSS* > 0の場合は使用しません） （実数）	[Pa]
FAIL	材料が軟化する塑性ひずみ	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（実数）	
C	ひずみ速度係数。 （実数）	$\left[\frac{1}{s}\right]$
P	ひずみ速度指数。 （実数）	
LCSS	応力対塑性ひずみ特性の曲線または表の識別子 （整数）	[Pa]
LCSR	該当のひずみ速度での応力対ひずみ曲線のスケーリング係数を設定する曲線の識別子 （整数）	
EPS_max	要素が削除される塑性ひずみ （実数）	
VP	ひずみ速度タイプのフラグ： *0* 全ひずみ速度 *1* 塑性ひずみ速度 （整数）	
EPS1-EPS8	塑性ひずみのデータポイント （実数）	
ES1-ES8	降伏応力のデータポイント （実数）	[Pa]

コメント

1. このキーワードは、入力に応じて/MAT/LAW36 (PLAS_TAB)または/MAT/LAW44 (COWPER)にマップされます。
2. オプション、"_TITLE" は、このキーワードの最後に加えることができます。"_TITLE "を含めると，キーワード入力行の後に80文字の長い行が追加され、ここにエンティティのタイトルを定義することが可能になります。

*MAT_083 (FU_CHANG_FOAM)

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
等方性の高圧縮性Fu Changフォームを定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*MAT_083または*MAT_FU_CHANG_FOAM							
mat_ID	ρ_i	*E*					*TBID*
							HU
							SHAPE

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right]$
E	ヤング率 （実数）	[Pa]
TBID	さまざまなひずみ速度における工学応力と工学ひずみの関係を示す表の識別子。正のひずみと応力は圧縮に対応しています。 （実数）	
HU	ヒステリシス除荷係数。 $0 < HU < 1$ （実数）	
SHAPE	形状除荷係数 （実数）	

コメント

1. このキーワードは/MAT/LAW90にマップされます。

2. *HU* =0の場合、除荷は最初の載荷曲線に従います。*HU*>0の場合は、最初の載荷曲線を使用して、損傷の定式化に基づく除荷経路が計算されます。
3. オプション、"_TITLE" は、このキーワードの最後に加えることができます。"_TITLE "を含めると，キーワード入力行の後に80文字の長い行が追加され、ここにエンティティのタイトルを定義することが可能になります。

*MAT_098 (SIMPLIFIED_JOHNSON_COOK)

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
Johnson-Cook材料モデルを使用して等方性弾塑性材料を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*MAT_098または*MAT_SIMPLIFIED_JOHNSON_COOK							
mat_ID	ρ_i	*E*	υ				
A	*B*	*N*	*C*	*FAIL*	*SIGMAX*		*EPS0*

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
E	ヤング率 （実数）	[Pa]
υ	ポアソン比。 デフォルト = 0（実数）	
A	降伏応力。 （実数）	[Pa]
B	硬化係数。 （実数）	[Pa]
N	硬化指数 （実数）	
C	ひずみ速度係数。 （実数）	
FAIL	破壊につながる塑性ひずみ	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（実数）	
SIGMAX	最大応力限界 （実数）	[Pa]
EPS0	参照ひずみ速度 （実数）	$\left[\frac{1}{s}\right]$

コメント

1. このキーワードは/MAT/LAW2にマップされます。
2. オプション、"_TITLE" は、このキーワードの最後に加えることができます。"_TITLE "を含めると，キーワード入力行の後に80文字の長い行が追加され、ここにエンティティのタイトルを定義することが可能になります。

*MAT_099 (SIMPLIFIED_JOHNSON_COOK_ORTHOTROPIC_DAMAGE)

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
Johnson-Cook材料モデルを使用して等方性弾塑性材料を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*MAT_098または*MAT_SIMPLIFIED_JOHNSON_COOK_ORTHOTROPIC_DAMAGE							
mat_ID	ρ_i	*E*	*v*		ε_p^{max}		
a	*b*	*n*	*c*	*FAIL*	σ_{max0}		$\dot{\varepsilon}_0$

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{kg}{m^3}\right]$
E	ヤング率 （実数）	[Pa]
v	ポアソン比。 デフォルト = 0（実数）	
ε_p^{max}	破壊塑性ひずみ。 デフォルト = 10^{30}（実数）	
a	降伏応力。 （実数）	[Pa]
b	硬化係数。 （実数）	[Pa]
n	硬化指数 （実数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
c	ひずみ速度係数。 （実数）	
FAIL	破壊につながる主塑性ひずみ （実数）	
σ_{max0}	最大応力限界 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
$\dot{\varepsilon}_0$	参照ひずみ速度 （実数）	$\left[\frac{1}{\mathrm{s}}\right]$

コメント

1. このキーワードは、/MAT/LAW2 (PLAS_JOHNS)および/FAIL/FLDにマップされます。
2. オプション、"_TITLE" は、このキーワードの最後に加えることができます。"_TITLE "を含めると，キーワード入力行の後に80文字の長い行が追加され、ここにエンティティのタイトルを定義することが可能になります。

*MAT_100 (SPOTWELD)

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
ビーム要素（*elform*=9）またはソリッド要素向けの弾塑性スポット溶接材料を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*MAT_100または*MAT_SPOTWELD							
mat_ID	ρ_i	*E*	*v*	*SIGY*	*ET*		
EFAIL	*NRR*	*NRS*	*NRT*	*MRR*	*MSS*	*MTT*	

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
E	ヤング率 （実数）	[Pa]
v	ポアソン比。 （実数）	
SIGY	降伏応力。 （実数）	[Pa]
ET	塑性硬化係数 （実数）	[Pa]
EFAIL	破壊につながる塑性ひずみ （実数）	
NRR	軸破壊力（ビームのみで使用し、値は必ず0以上）*EFAIL*は無視されます。 （実数）	[N]

フィールド	内容	**SI**単位の例
NRS	局所S方向のせん断破壊力（ビームのみで使用し、値は必ず0以上）*EFAIL*は無視されます。 （実数）	[N]
NRT	局所T方向のせん断破壊力（ビームのみで使用し、値は必ず0以上）*EFAIL*は無視されます。 （実数）	[N]
MRR	ねじれ破壊モーメント（ビームのみで使用し、値は必ず0以上） （実数）	[Nm]
MSS	局所S方向の曲げ破壊モーメント（ビームのみで使用し、値は必ず0以上） （実数）	[Nm]
MTT	局所T方向の曲げ破壊モーメント（ビームのみで使用し、値は必ず0以上） （実数）	[Nm]

コメント

1. このキーワードは、/PROP/TYPE43 (CONNECT)、/MAT/LAW59 (CONNECT)、および/FAIL/CONNECTにマップされます。
2. ビーム要素にリンクしたこのキーワードは/PROP/TYPE13 (SPR_BEAM)にマップされます。
3. オプション、"`_TITLE`" は、このキーワードの最後に加えることができます。"`_TITLE` "を含めると，キーワード入力行の後に80文字の長い行が追加され、ここにエンティティのタイトルを定義することが可能になります。

*MAT_119 (GENERAL_NONLINEAR_6DOF_DISCRETE_BEAM)

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
6つの自由度（DOF）を持つ非線形弾塑性離散化ビーム材料を定義します。さまざまな載荷挙動と除荷挙動を指定できます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*MAT_119または*MAT_GENERAL_NONLINEAR_6DOF_DISCRETE_BEAM							
mat_ID	ρ_i	*KT*	*KR*	*H*			
T_r	*T_s*	*T_t*	*R_r*	*R_s*	*R_t*		
TU_r	*TU_s*	*TU_t*	*RU_r*	*RU_s*	*RU_t*		
TD_r	*TD_s*	*TD_t*	*RD_r*	*RD_s*	*RD_t*		
空白行							
ufT_r	*ufT_s*	*ufT_rt*	*wfT_r*	*wfT_s*	*wfT_t*		
ufC_r	*ufC_s*	*ufC_rt*	*wfC_r*	*wfC_s*	*wfC_t*		
空白行							

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
KT	並進自由度の剛性 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}\right]$
KR	回転自由度の剛性 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{Nm}}{\mathrm{rad}}\right]$
H	除荷スプリング硬化フラグ	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 0（デフォルト） 弾性スプリング *= 1* 非線形除荷と等方性硬化。 *= 2* 除荷時の弾性ヒステリシス。 （整数）	
T_r, T_s, T_t	r、s、tの各方向の力対変位載荷曲線の曲線識別子。 （整数）	
R_r, R_s, R_t	r、s、tの各方向のモーメント対回転載荷曲線の曲線識別子。 （整数）	
TU_r,TU_s，TU_T	r、s、tの各方向の力対変位除荷曲線の曲線識別子。 （整数）	
RU_r, RU_s, RU_t	r、s、tの各方向のモーメント対回転除荷曲線の曲線識別子。 （整数）	
TD_r, TD_s, TD_t	r、s、tの各方向の力対速度減衰曲線の曲線識別子 （整数）	
RD_r, RD_s, RD_t	r、s、tの各方向のモーメント対回転速度減衰曲線の曲線識別子 （整数）	
ufT_r,ufT_s, ufT_t	r、s、tの各方向の引張時の破壊変位量。すべて正の値で入力します。 （実数）	[m]
wfT_r, wfT_s, wfT_t	r、s、tの各方向の引張時の破壊回転量。すべて正の値で入力します。 （実数）	[rad]
ufC_r, ufC_s, ufC_t	r、s、tの各方向の圧縮時の破壊変位量。すべて正の値で入力します。 （実数）	[m]
wfC_r, wfC_s, wfC_t	r、s、tの方向の圧縮時の破壊回転量。すべて正の値で入力します。 （実数）	[rad]

コメント

1. このキーワードは、6つの自由度（DOF）を持つ/MAT/LAW108 (SPR_GENE)にマップされます。
2. 自由度の方向は、*SECTION_BEAMで指定した座標系によります。デフォルトでは全体座標系を使用します。
3. この材料は、離散化ビームでのみ使用します（*SECTION_BEAMで*CA*>0および*ELFORM*=6）。
4. 初期長さをゼロとしたビーム要素の使用をお勧めします。
5. オプション、"_TITLE" は、このキーワードの最後に加えることができます。"_TITLE "を含めると，キーワード入力行の後に80文字の長い行が追加され、ここにエンティティのタイトルを定義することが可能になります。

*MAT_121 (GENERAL_NONLINEAR_1DOF_DISCRETE_BEAM)

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
1つの自由度(DOF)を持つ非線形弾塑性離散化ビーム材料を定義します。さまざまな載荷挙動と除荷挙動を指定できます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*MAT_121または*MAT_GENERAL_NONLINEAR_1DOF_DISCRETE_BEAM							
mat_ID	ρ_i	*K*	*H*				
LCL	*LCU*	*LCD*					
FAILT	*FAILC*						

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 (整数)	
ρ_i	初期密度 (実数)	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
K	剛性。 (実数)	$\left[\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}\right]$
H	除荷のオプション。 *= 0*(デフォルト) 弾性スプリング *= 1* 非線形除荷と等方性硬化。 *= 2* 除荷時の弾性ヒステリシス。 *= 3* 非線形除荷を伴う非線形弾塑性スプリング (実数)	
LCL	力対変位載荷曲線の曲線識別子。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	
LCU	力対変位除荷曲線の曲線識別子。 （整数）	
LCD	力対速度減衰曲線の曲線識別子。 （整数）	
FAILT	引張時の破壊伸張量。 （実数）	[m]
FAILC	圧縮時の破壊伸張量。 （実数）	[m]

コメント

1. このキーワードは、1つの自由度（DOF）を持つ/MAT/LAW108 (SPR_GENE)にマップされます。
2. 自由度の方向は、*SECTION_BEAMで指定した座標系によります。デフォルトでは全体座標系を使用します。
3. この材料は、離散化ビームでのみ使用します（*SECTION_BEAMで*CA*>0および*ELFORM*=6）。
4. 初期長さをゼロとしたビーム要素の使用をお勧めします。
5. オプション、"_TITLE" は、このキーワードの最後に加えることができます。"_TITLE "を含めると，キーワード入力行の後に80文字の長い行が追加され、ここにエンティティのタイトルを定義することが可能になります。

*MAT_123 (MODIFIED_PIECEWISE_LINEAR_PLASTICITY)

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
さまざまなひずみ速度による表形式の応力対塑性ひずみ入力を使用して、等方性弾塑性材料を定義します。材料の厚み減少とFLD破壊も対象としています。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*MAT_123または*MAT_MODIFIED_PIECEWISE_LINEAR_PLASTICITY							
mat_ID	ρ_i	*E*	*v*	*SIGY*	*ETAN*	*FAIL*	
C	*P*	*LCSS*	*LCSR*	*VP*	*EPSTHIN*	*EPSMAJ*	
EPS1	*EPS2*	*EPS3*	*EPS4*	*EPS5*	*EPS6*	*EPS7*	*EPS8*
ES1	*ES2*	*ES3*	*ES4*	*ES5*	*ES6*	*ES7*	*ES8*

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right]$
E	ヤング率 （実数）	[Pa]
v	ポアソン比。 デフォルト = 0（実数）	
SIGY	降伏応力（*LCSS*が0より大きい場合、または指定した応力対ひずみ値*EPS1*～*EPS8*、*ES1*～*ES8*より大きい場合は、無視されます） （実数）	[Pa]
ETAN	塑性硬化係数（*LCSS* > 0の場合は使用しません） （実数）	[Pa]
FAIL	破壊につながる塑性ひずみ	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（実数）	
C	ひずみ速度係数。 （実数）	
P	ひずみ速度指数。 （実数）	
LCSS	応力対塑性ひずみ特性の曲線または表の識別子 （整数）	[Pa]
LCSR	該当のひずみ速度での応力対ひずみ曲線のスケーリング係数を設定する曲線の識別子 （整数）	
VP	ひずみ速度タイプのフラグ： *= 0* 全ひずみ速度 *= 1* 塑性ひずみ速度 （整数）	
EPSTHIN	破壊時の厚み減少によるひずみ （実数）	
EPSMAJ	破壊時の最大主ひずみ （実数）	
EPS1-EPS8	塑性ひずみのデータポイント （実数）	
ES1-ES8	降伏応力のデータポイント （実数）	[Pa]

コメント

1. *LCSS*または*EPS*と*C*を使用して応力対ひずみ曲線を指定している場合、このキーワードは/MAT/LAW36 (PLAS_TAB)にマップされます。*SIGY*、*ETAN*、*P*を使用している場合、このキーワードは/MAT/LAW44 (COWPER)にマップされます。破壊入力は/FAIL/FLDにマップされます。
2. *SIGY*と*ETAN*を使用して塑性を指定している場合のみ、この材料はトラス要素で使用できます。

3. オプション、"_TITLE" は、このキーワードの最後に加えることができます。"_TITLE "を含めると，キーワード入力行の後に80文字の長い行が追加され、ここにエンティティのタイトルを定義することが可能になります。

*MAT_126 (MODIFIED_HONEYCOMB)

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
このモデルは、3次元直交異方性非線形弾塑性材料を表現し、通常、この材料はハニカム材料やフォーム材料のモデル化に使用します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*MAT_126または*MAT_MODIFIED_HONEYCOMB							
mat_ID	ρ_i						
fct_ID_{11}	fct_ID_{22}	fct_ID_{33}		fct_ID_{12}	fct_ID_{23}	fct_ID_{31}	*fctIDsr*
E_{11}	E_{22}	E_{33}	G_{12}	G_{23}	G_{31}	*AOPT*	
			A1	*A2*	*A3*		
D1	*D2*	*D3*					

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{kg}{m^3}\right]$
fct_ID_{11}	方向11の降伏応力関数の曲線識別子。 （整数）	
fct_ID_{22}	方向22の降伏応力関数の曲線識別子。 （整数）	
fct_ID_{33}	方向33の降伏応力関数の曲線識別子。 （整数）	
fct_ID_{12}	方向12の降伏応力関数の曲線識別子。 （整数）	
fct_ID_{23}	方向23の降伏応力関数の曲線識別子。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	
fct_ID_{31}	方向31の降伏応力関数の曲線識別子。 （整数）	
fctIDsr	ひずみ速度降伏のスケールファクターとひずみ速度との関係を定義する曲線の識別子。 （整数）	
E_{11}	方向1のヤング率 （実数）	[Pa]
E_{22}	方向2のヤング率 （実数）	[Pa]
E_{33}	方向3のヤング率 （実数）	[Pa]
G_{12}	方向12におけるせん断係数 （実数）	[Pa]
G_{23}	方向23におけるせん断係数 （実数）	[Pa]
G_{31}	方向31におけるせん断係数 （実数）	[Pa]
AOPT	直交異方性軸のオプション *< 0* *AOPT*の絶対値は、直交異方性方向の指定に使用する`*DEFINE_COORDINATE_*`の座標系識別子です。 *=2* *A1*、*A2*、*A3*、*D1*、*D2*、で指定した直交異方性軸 （整数）	
A1, *A2*, *A3*	*AOPT* = 2の場合は、1番目の直交異方性方向ベクトル （実数）	
D1, *D2*, *D3*	*AOPT* = 2の場合に、*A1*、*A2*、*A3*と共に使用して直交異方性の12個の平面を指定するベクトル成分。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（実数）	

コメント

1. このキーワードは、/MAT/LAW50 (VISC_HONEY)、/PROP/TYPE6 (SOL_ORTH)、および/SKEW/FIXにマップされます。
2. オプション、"_TITLE" は、このキーワードの最後に加えることができます。"_TITLE "を含めると，キーワード入力行の後に80文字の長い行が追加され、ここにエンティティのタイトルを定義することが可能になります。

*MAT_169 (ARUP_ADHESIVE)

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
粘着性接合材料を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*MAT_169または*MAT_ARUP_ADHESIVE							
mat_ID	ρ_i	*E*	*v*	*TENMAX*	*GCTEN*	*SHRMAX*	*GCSHR*
PWRT	*PWRS*						

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
E	ヤング率 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
v	ポアソン比 （実数）	
TENMAX	引張による降伏応力 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
GCTEN	引張によって接合を破壊するために単位面積あたりで必要なエネルギー （実数）	$\left[\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{m}^2}\right]$
SHRMAX	せん断による降伏応力 （実数）	$[\mathrm{Pa}]$
GCSHR	せん断によって接合を破壊するために単位面積あたりで必要なエネルギー （実数）	$\left[\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{m}^2}\right]$
PWRT	引張による破壊に必要な指数値	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（実数）	
PWRS	せん断による破壊に必要な指数値 （実数）	

コメント

1. このキーワードは、/MAT/LAW83、/FAIL/SNCONNECT、および/PROP/TYPE43 (CONNECT)にマップされます。
2. この材料は、ソリッド要素のフェイス1からフェイス2に対して垂直な方向で全面的に圧縮性です。
3. 引張剛性は垂直方向に働き、せん断剛性は垂直方向と直角の方向に働きます。
4. オプション、"_TITLE" は、このキーワードの最後に加えることができます。"_TITLE "を含めると，キーワード入力行の後に80文字の長い行が追加され、ここにエンティティのタイトルを定義することが可能になります。

*MAT_181 (SIMPLIFIED_RUBBER/FOAM)

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
単軸引張試験と単軸圧縮試験の結果を入力曲線としてゴム材料とフォーム材料を定義します。この材料はソリッド要素のみで使用できます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*MAT_181または*MAT_SIMPLIFIED_RUBBER/FOAM							
mat_ID	ρ_i	*K*		*G*			
Length	*Wide*	*Thick*	*Table_ID*	*Tension*			

オプションのカード1：除荷挙動

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Fct_unl	*Hys*	*Shape*					

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数）	
ρ_i	ポアソン比。 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
K	体積弾性率。 （実数）	[Pa]
G	せん断係数 （実数）	[Pa]
Length	試験体の測定部位の長さ （実数）	[m]
Wide	試験体の測定部位の幅 （実数）	[m]

フィールド	内容	**SI**単位の例
Thick	試験体の測定部位の厚み （実数）	[m]
Table_ID	表で指定したさまざまなひずみ速度値で力と測定部位の長さとの関係を定義する曲線または表のID （整数）	
Tension	除荷速度効果オプションのフラグ *= 0*（デフォルト） 除荷は準-静的除荷曲線に従います。 *= 1* 除荷は載荷ひずみ速度依存の曲線に従い、除荷曲線は使用されません。 *= -1* 引張での除荷は準-静的除荷曲線に従います。圧縮での除荷は載荷ひずみ速度依存の曲線に従います。 （整数）	
Fct_unl	除荷曲線ID （整数）	
Hys	ヒステリシス除荷係数。除荷関数が使用されている場合、無視 0.0 ≤ Hys ≤ 1.0 デフォルト = 0（実数）	
Shape	形状係数。除荷関数が使用されている場合、無視 デフォルト = 1.0（実数）	

コメント

1. このキーワードは、フォーム材料の場合は/MAT/LAW70 (FOAM_TAB)にマップされ、超弾性材料の場合は/MAT/LAW88にマップされます。
2. オプション、"_TITLE" は、このキーワードの最後に加えることができます。"_TITLE "を含めると，キーワード入力行の後に80文字の長い行が追加され、ここにエンティティのタイトルを定義することが可能になります。

*MAT_196 (GENERAL_SPRING_DISCRETE_BEAM)

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
6つの自由度を持つ非線形弾塑性離散化ビーム材料を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*MAT_196または*MAT_GENERAL_SPRING_DISCRETE_BEAM							
mat_ID	ρ_i						

定義した自由度1～6のそれぞれについて、次の2つのカードを入力します。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
DOF	*TYPE*	*K*	*D*	*FC*	*FT*		
LCF	*LCD*	*C1*	*C2*	*V0*			

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
DOF	自由度。1から6。 （整数）	
TYPE	材料タイプ。 *0* 弾性。 *1* 弾塑性。 （整数）	
K	剛性。 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}\right]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
D	粘性減衰係数。 （実数）	$\left[\frac{N \cdot s}{m}\right]$
FC	圧縮による破壊伸張量。正の値で入力します。 （実数）	$[m]$
FT	引張による破壊伸張量。正の値で入力します。 （実数）	$[m]$
LCF	*TYPE=0*の場合 力対変位曲線の識別子。 *TYPE=1*の場合 力対塑性変位曲線の識別子。 この入力は必須です。 （整数）	
LCD	減衰力対速度曲線の識別子（省略可能）。 （整数）	
C1, *C2*	非線形減衰係数。 （実数）	
V0	非線形減衰の基準速度。 （実数）	$\left[\frac{m}{s}\right]$

コメント

1. このキーワードは、同等数の自由度（DOF）を持つ/MAT/LAW108 (SPR_GENE)にマップされます。
2. 自由度の方向は、`*SECTION_BEAM`で指定した座標系によります。デフォルトでは全体座標系を使用します。
3. この材料は、離散化ビームでのみ使用します（`*SECTION_BEAM`で*CA*>0および*ELFORM*=6）。
4. 初期長さをゼロとしたビーム要素の使用をお勧めします。
5. オプション、"`_TITLE`" は、このキーワードの最後に加えることができます。"`_TITLE` "を含めると，キーワード入力行の後に80文字の長い行が追加され、ここにエンティティのタイトルを定義することが可能になります。

*MAT_240 (COHESIVE_MIXED_MODE_ELASTOPLASTIC_RATE)

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
状態依存性、法線方向とせん断方向の損傷性、および法線方向とせん断方向の破壊性を持つ完全塑性の粘着性材料を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*MAT_240または*MAT_COHESIVE_MIXED_MODE_ELASTOPLASTIC_RATE							
mat_ID	ρ_i			*En*	*Gs*	*Thick*	
En_0	*En_1*	*En_rate*	*σn_0*	*σn_1*	*N_rate*	*Form_n*	
Es_0	*Es_1*	*Es_rate*	*σs_0*	*σs_1*	*S_rate*	*Form_s*	

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数）	
ρ_i	初期密度 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right]$
En	法線方向のヤング率 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}\right]$
Gs	せん断面内のせん断弾性係数 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}\right]$
Thick	基準粘着厚み （実数）	$[\mathrm{m}]$
En_0	法線方向の損傷と破壊のエネルギー *> 0* エネルギー値（速度依存性なし） *< 0* 小さい方のエネルギー値	$[\mathrm{J}]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（実数）	
En_1	法線方向の損傷エネルギーと破壊エネルギーのうち、大きい方の値（*En_0* < 0の場合にのみ使用）。 （実数）	[J]
En_rate	法線方向の損傷と破壊の塑性ひずみ速度係数（*En_0* < 0の場合にのみ使用）。 （実数）	
σn_0	法線方向の降伏応力 *> 0* 降伏値（速度依存性なし） *< 0* 速度依存性に対する降伏値 （実数）	[Pa]
σn_1	法線方向の降伏応力係数（< 0の場合にのみ使用）。 （実数）	[Pa]
N_rate	法線方向の降伏応力の塑性ひずみ速度係数（< 0の場合にのみ使用）。 （実数）	
Form_n	法線方向の三線形状定式化 *> 0* 破壊エネルギーの比率 *< 0* 破壊変位の比率 （実数）	
Es_0	せん断面内の損傷と破壊のエネルギー *> 0* エネルギー値（速度依存性なし） *< 0* 小さい方のエネルギー値 （実数）	[J]
Es_1	せん断面内の損傷エネルギーと破壊エネルギーのうち、大きい方の値（*Es_0* < 0の場合にのみ使用）。	[J]

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（実数）	
Es_rate	せん断面内の損傷と破壊の塑性ひずみ速度係数（*Es_0* < 0の場合にのみ使用）。 （実数）	
σs_0	せん断面内の降伏応力 *> 0* 降伏値（速度依存性なし） *< 0* 速度依存性に対する降伏値 （実数）	[Pa]
σs_1	せん断面内の降伏応力係数（< 0の場合にのみ使用）。 （実数）	[Pa]
S_rate	せん断面内の降伏応力の塑性ひずみ速度係数（< 0の場合にのみ使用）。 （実数）	
Form_s	せん断面内の三線形状定式化 *> 0* 破壊エネルギーの比率 *< 0* 破壊変位の比率 （実数）	

コメント

1. このキーワードは、/MAT/LAW116および/PROP/TYPE43 (CONNECT)にマップされます。
2. 速度依存性のある降伏応力は次のように定義できます：
   - $\sigma n_1 > 0$の場合：$\sigma n = |\sigma n\_0| + |\sigma n\_1| * \max\left(0, \ln\left(\frac{\dot{\varepsilon}}{N\_rate}\right)\right)^2$
   - $\sigma n_1 < 0$の場合：$\sigma n = |\sigma n\_0| + |\sigma n\_1| * \max\left(0, \ln\left(\frac{\dot{\varepsilon}}{N\_rate}\right)\right)$
   - $\sigma s_1 > 0$の場合：$\sigma s = |\sigma s\_0| + |\sigma s\_1| * \max\left(0, \ln\left(\frac{\dot{\varepsilon}}{S\_rate}\right)\right)^2$
   - $\sigma s_1 < 0$の場合：$\sigma s = |\sigma s\_0| + |\sigma s\_1| * \max\left(0, \ln\left(\frac{\dot{\varepsilon}}{S\_rate}\right)\right)$
3. 損傷と破壊の依存性のエネルギーは次のように定義できます：

- $En = |En\_0| + (En\_1 - En\_0) * \exp\left(\frac{-En\_rate}{\dot{\varepsilon}}\right)$
- $Es = |Es\_0| + (Es\_1 - Es\_0) * \exp\left(\frac{-Es\_rate}{\dot{\varepsilon}}\right)$

4. 三線破壊モデルは次のように定義できます:

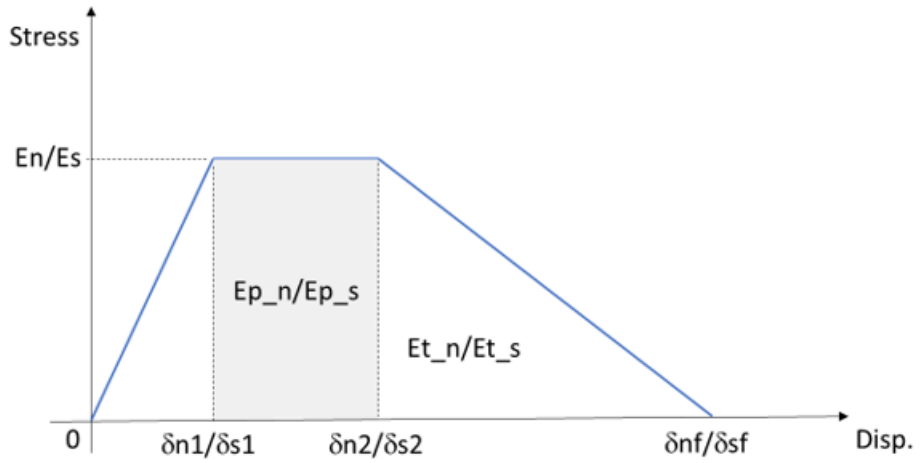


図 *448:*

- *Form* > 0の場合:
  - $|Form\_n| = \frac{Ep\_n}{Et\_n}$（$Et\_n$: 全エネルギー、$EP\_n$: 法線方向の完全塑性エネルギー）
  - $|Form\_s| = \frac{Ep\_s}{Et\_s}$（$Et\_s$: 全エネルギー、$EP\_s$: せん断面内の完全塑性エネルギー）
- *Form* < 0の場合:
  - $|Form\_n| = \frac{(\delta n2 - \delta n1)}{(\delta nf - \delta n1)}$（$\delta ni$: 法線方向の変位）
  - $|Form\_s| = \frac{(\delta s2 - \delta s1)}{(\delta sf - \delta s1)}$（$\delta ni$: せん断面内の変位）

5. オプション、"`_TITLE`" は、このキーワードの最後に加えることができます。"`_TITLE` "を含めると, キーワード入力行の後に80文字の長い行が追加され、ここにエンティティのタイトルを定義することが可能になります。

*MAT_ADD_EROSION

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
このモデルは、さまざまな材料モデルで追加できる各種の破壊モデルを表現します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*MAT_ADD_EROSION							
mat_ID	*EXCL*		*MNEPS*	*EFFEPS*		*P_thinfail*	
			MXEPS				

IDAM = 0の場合

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
IDAM							fct_ID_{el}

IDAM > 0の場合

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
IDAM	*DMGTYP*	*LCSDG*	*ECRIT*		*DCRIT*	*FADEXP*	fct_ID_{el}
	El_ref						

追加のカード。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
LCFLD							

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数）	
EXCL	除外番号。*EXCL*値を指定したすべてのパラメータは破壊モデルで無視されます。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（実数）	
MNEPS	破壊の2番目の主ひずみ （実数）	
EFFEPS	最大実効ひずみ破壊。 *< 0* 実効塑性ひずみ *> 0* 実効全ひずみ （整数）	
P_thinfail	要素が削除される前に厚みの中で破断する必要がある積分点の数。 *< 0* 積分点数に対する比率 *> 0* 積分点の数 （実数）	
MXEPS	破壊の1番目の主ひずみ （実数）	
IDAM	破壊モデルオプション *= 0* デフォルトのオプション *> 0* GISSMO破壊モデル （整数）	
DMGTYP	GISSMO損傷タイプ *= 1* D = 1の場合は、損傷が蓄積されて要素が破壊に至ります。 （整数）	
LCSDG	破壊につながる相当塑性ひずみと3軸性およびLodeパラメータ値との関係を定義する関数または表の識別子。 破壊につながるひずみと3軸性およびLodeパラメータ値との関係 （整数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
ECRIT	破壊ひずみテーブル識別子。 *< 0* 不安定性ひずみと3軸性およびLodeパラメータ値との関係を定義する関数または表。 *> 0* 不安定性ひずみ （実数）	
DCRIT	臨界累積損傷値 （実数）	
FADEXP	フェーディング指数。 *< 0* フェーディング指数と要素サイズとの関係を定義する関数または表 *> 0* フェーディング指数。 （実数）	
fct_ID_{el}	要素サイズに依存する破壊時正則化係数を記述する関数の識別子。 破壊時の係数。 （整数）	
El_ref	参照要素サイズ。 デフォルト = 1.0（実数）	[m]
LCFLD	関数の識別子（FLD図） （整数）	

コメント

1. このキーワードは、/FAIL/TENSSTRAIN、/FAIL/TAB1、/FAIL/JOHNSON、/FAIL/FLDの1つ以上にマップされます。
2. オプション、"_TITLE" は、このキーワードの最後に加えることができます。"_TITLE "を含めると，キーワード入力行の後に80文字の長い行が追加され、ここにエンティティのタイトルを定義することが可能になります。

*MAT_S01 (SPRING_ELASTIC)

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
線形スプリング材料を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*MAT_S01または*MAT_SPRING_ELASTIC							
mat_title							
mat_ID	*K*						

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数）	
K	線形剛性 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}\right]$

コメント

1. このキーワードは/MAT/LAW108 (SPR_GENE)にマップされます。
2. オプション、"_TITLE" は、このキーワードの最後に加えることができます。"_TITLE "を含めると，キーワード入力行の後に80文字の長い行が追加され、ここにエンティティのタイトルを定義することが可能になります。

*MAT_S02 (DAMPER_VISCOUS)

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
線形ダンパースプリング材料を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*MAT_S02または*MAT_DAMPER_VISCOUS							
mat_ID	*D*						

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数）	
D	線形減衰または回転減衰 （実数）	$\left[\frac{\mathrm{Ns}}{\mathrm{m}}\right]$ または $\left[\frac{\mathrm{Nms}}{\mathrm{rad}}\right]$

コメント

1. このキーワードは/MAT/LAW108 (SPR_GENE)にマップされます。
2. オプション、"_TITLE" は、このキーワードの最後に加えることができます。"_TITLE "を含めると，キーワード入力行の後に80文字の長い行が追加され、ここにエンティティのタイトルを定義することが可能になります。

*MAT_S03 (SPRING_ELASTOPLASTIC)

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
弾塑性スプリング材料を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*MAT_S03または*MAT_SPRING_ELASTOPLASTIC							
mat_ID	*K*	*KT*	*FY*				

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数、最大10桁）	
K	線形剛性 （実数）	$\left[\frac{N}{m}\right]$
KT	硬化剛性 （実数）	$\left[\frac{N}{m}\right]$
FY	降伏力または降伏モーメント （実数）	$[N]$ または $[Nm]$

コメント

1. このキーワードは/MAT/LAW108 (SPR_GENE)にマップされます。
2. オプション、"_TITLE" は、このキーワードの最後に加えることができます。"_TITLE "を含めると，キーワード入力行の後に80文字の長い行が追加され、ここにエンティティのタイトルを定義することが可能になります。

*MAT_S04 (SPRING_NONLINEAR_ELASTIC)

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
非線形弾性スプリング材料を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*MAT_S04または*MAT_SPRING_NONLINEAR_ELASTIC							
mat_ID	*LCL*	*LCR*					

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数）	
LCL	力対変位またはモーメント対回転の曲線識別子 （整数）	$\left[\frac{N}{m}\right]$ または $\left[\frac{N \cdot m}{rad}\right]$
LCR	力のスケールファクター対伸び速度またはモーメント対回転速度の曲線識別子 （実数）	

コメント

1. このキーワードは/MAT/LAW108 (SPR_GENE)にマップされます。
2. オプション、"_TITLE" は、このキーワードの最後に加えることができます。"_TITLE "を含めると，キーワード入力行の後に80文字の長い行が追加され、ここにエンティティのタイトルを定義することが可能になります。

*MAT_S05 (DAMPER_NONLINEAR_VISCOUS)

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
非線形ダンパースプリング材料を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*MAT_S05または*MAT_DAMPER_NONLINEAR_VISCOUS							
mat_ID	*LCD*						

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数）	
LCD	力対伸び速度またはモーメント対回転速度の曲線識別子 （実数）	

コメント

1. このキーワードは/MAT/LAW108 (SPR_GENE)にマップされます。
2. オプション、"_TITLE" は、このキーワードの最後に加えることができます。"_TITLE "を含めると，キーワード入力行の後に80文字の長い行が追加され、ここにエンティティのタイトルを定義することが可能になります。

*MAT_S06 (SPRING_GENERAL_NONLINEAR)

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
載荷オプションと除荷オプションを使用して非線形スプリング材料を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*MAT_S06または*MAT_SPRING_GENERAL_NONLINEAR							
mat_ID	*LCL*	*LCU*					

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数）	
LCL	力対変位またはモーメント対回転の載荷曲線識別子 （整数）	$\left[\frac{N}{m}\right]$ または $\left[\frac{N \cdot m}{rad}\right]$
LCU	力対変位またはモーメント対回転の除荷曲線識別子 （整数）	$\left[\frac{N}{m}\right]$ または $\left[\frac{N \cdot m}{rad}\right]$

コメント

1. このキーワードは/MAT/LAW108 (SPR_GENE)にマップされます。
2. オプション、"_TITLE" は、このキーワードの最後に加えることができます。"_TITLE "を含めると，キーワード入力行の後に80文字の長い行が追加され、ここにエンティティのタイトルを定義することが可能になります。

*MAT_S08 (SPRING_INELASTIC)

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
引張または圧縮でのみ使用できる剛性を使用して非線形スプリング材料を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*MAT_S08または*MAT_SPRING_INELASTIC							
mat_ID	*LCFD*		*CTF*				

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
mat_ID	材料識別子 （整数）	
LCFD	力対変位またはモーメント対回転角の載荷曲線識別子。この曲線は、(0, 0)を始点として第1象限でのみ定義します。 （整数）	
CTF	*= -1.0* 引張専用スプリング *= 1.0*（デフォルト） 圧縮専用スプリング （整数）	

コメント

1. このキーワードは/MAT/LAW108 (SPR_GENE)にマップされます。
2. オプション、"_TITLE" は、このキーワードの最後に加えることができます。"_TITLE "を含めると，キーワード入力行の後に80文字の長い行が追加され、ここにエンティティのタイトルを定義することが可能になります。

*NODE

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
節点番号および全体座標による節点座標を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*NODE							
NID	*X*		*Y*		*Z*		

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
NID	節点識別子 （整数）	
X	X座標値 （実数）	
Y	Y座標値 （実数）	
Z	Z座標値 （実数）	

コメント

1. このキーワードは/NODEにマップされます。

*NODE_TRANSFORM

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
節点セットに適用される節点座標変換を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*NODE_TRANSFORM							
TRA_ID	*Set_ID*						

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
TRA_ID	変換ID(*DEFINE_TRANSFORMATION)。 (整数)	
Set_ID	節点セットID。 (整数)	

コメント

1. このキーワードは、/TRANSFORMカードにマップされます。
2. オプション、"_TITLE" は、このキーワードの最後に加えることができます。"_TITLE "を含めると，キーワード入力行の後に80文字の長い行が追加され、ここにエンティティのタイトルを定義することが可能になります。

*PART

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
材料とプロパティの情報を組み合わせたパートを定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
`*PART_{OPTION1}_{OPTION2}`							
part_title							
part_ID	*sec_ID*	*mat_ID*					

OPTION1 = INERTIA,の場合、次の行を挿入

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
XCOG	*YCOG*	*ZCOG*	*TM*		*node_ID*		
IXX	*IXY*	*IXZ*	*IYY*	*IYZ*	*IZZ*		
VTX	*VTY*	*VTZ*	*VRX*	*VRY*	*VRZ*		

OPTION2 = CONTACTの場合、次の行を挿入

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
				Thick			

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
OPTION1	*INERTIA* 剛体コンポーネントの質量、慣性、および初期速度を入力するためのオプションのフラグ。	
OPTION2	*CONTACT* 接触厚みを入力するためのオプションのフラグ。	
part_title	コンポーネントのタイトル。 （文字、最大80文字）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
part_ID	パート識別子 （整数）	
sec_ID	パート内の要素の断面識別子。 （整数）	
mat_ID	パート内の要素の材料識別子。 （整数）	
XCOG, *YCOG*, *ZCOG*	パートの重心の軌跡。 デフォルト = 0（実数）	
TM	剛体パートの質量。 デフォルト = 0（実数）	
node_ID	パートの重心の節点番号。 （整数）	
IXX, *IXY*, *IXZ*, *IYY*, *IYZ*, *IZZ*	剛体の慣性テンソル。 デフォルト = 0（実数）	
VTX, *VTY*, *VTZ*	剛体コンポーネントに適用する初期並進速度。 デフォルト = 0（実数）	
VRX, *VRY*, *VRZ*	剛体コンポーネントに適用する初期回転速度。 デフォルト = 0（実数）	
Thick	接触しているパートの厚み（オプション）。 デフォルト = 0（実数）	

コメント

1. `*PART`キーワードは/PARTにマップされます。
2. `*PART_INERTIA`キーワードは/PART、/RBODY、および/INIVELにマップされ、パートの重心、慣性、および質量がデフォルトで自動的に計算されます。*XCOG*、*YCOG*、*ZCOG*は、*node_ID*を指定している場合は無視されます。

*RIGIDWALL_GEOMETRIC

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
さまざまな形状を持つ剛壁を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*RIGIDWALL_GEOMETRIC_TYPE_{OPTION}_{OPTION}_{OPTION}							

OPTION=IDの場合、次の行を挿入。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Rwall_ID				*Title*			

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Set_ID	*Setex_ID*	*Box_ID*					
XT	*YT*	*ZT*	*XH*	*YH*	*ZH*	*FRIC*	

*TYPE*がCYLINDRICALまたはSPHEREの場合は次の行を挿入。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Radius							

TYPE=FLATの場合、次の行を挿入。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
XHEV	*YHEV*	*ZHEV*	*LENL*	*LENM*			

TYPE=PRISMの場合、次の行を挿入。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
XHEV	*YHEV*	*ZHEV*	*LENL*	*LENM*	*LENP*		

OPTION=MOTIONの場合、次の行を挿入。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Fct_ID	*OPT*	*VX*	*VY*	*VZ*			

定義

フィールド	内容	SI単位の例
TYPE	*CYLINDER* 円柱剛壁 *FLAT* 平面剛壁 *PRISM* プリズム剛壁 *SPHERE* 球面剛壁	
OPTION	*ID* 剛壁のIDとタイトルを結合した新たな行を挿入 *MOTION* モーションを定義する新たな行を挿入	
Rwall_ID	剛壁の識別子（オプション） （整数）	
Title	オプションのタイトル （文字、最大70文字）	
Set_ID	剛壁と接触する節点セット （整数）	
Setex_ID	剛壁との接触から除外する節点セット （整数）	
Box_ID	剛壁と接触するボックスの識別子 （整数）	
XT	剛壁のテール点のX座標 （実数）	[m]

フィールド	内容	**SI**単位の例
YT	剛壁のテール点のY座標 （実数）	[m]
ZT	剛壁のテール点のZ座標 （実数）	[m]
XH	剛壁のヘッド点のX座標（法線方向を定義） （実数）	[m]
YH	剛壁のヘッド点のY座標（法線方向を定義） （実数）	[m]
ZH	剛壁のヘッド点のZ座標（法線方向を定義） （実数）	[m]
FRIC	クーロン摩擦係数 （実数）	
Radius	円柱または球の半径 （実数）	[m]
XHEV	剛壁のエッジ点のX座標 （実数）	[m]
YHEV	剛壁のエッジ点のY座標 （実数）	[m]
ZHEV	剛壁のエッジ点のZ座標 （実数）	[m]
LENL	1番目のエッジ上での剛壁サイズ （実数）	[m]
LENM	2番目のエッジ上での剛壁サイズ （実数）	[m]
LENP	3番目のエッジ上での剛壁サイズ（法線とは逆方向） （実数）	[m]
Fct_ID	適用した運動関数（時間に対する速度 / 変位の変化）	$[\frac{m}{s}]$ または [m]

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	
OPT	適用したモーションのタイプ *= 0*（デフォルト） 強制速度 *= 1* 強制変位	
VX	適用したモーションのX方向成分 （実数）	
VY	適用したモーションのY方向成分 （実数）	
VZ	適用したモーションのZ方向成分 （実数）	

コメント

1. このキーワードは/RWALLにマップされます。
2. MOTIONオプションは、/NODE、/IMPVEL、または/IMPDISP、および/SKEW/FIXにマップされます。
3. DISPLAYオプションは、行を追加せずに追加できます。

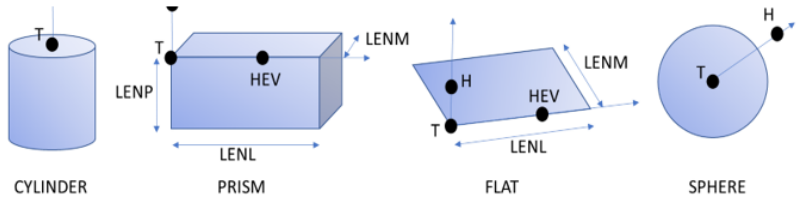


図 *449:*

*RIGIDWALL_PLANAR

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
このキーワードは、平面剛壁の運動条件を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*RIGIDWALL_PLANAR_{OPTION}_{OPTION}_{OPTION}							

OPTION=IDの場合、次の行を挿入。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
ID							

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
NSID	*NSEDX*		*Dsearch*				
XT	*YT*	*ZT*	*XH*	*YH*	*ZH*	*FRIC*	

OPTION=FINITEの場合、次の行を挿入。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
XHEV	*YHEV*	*ZHEV*	*LENL*	*LENM*			

OPTION=MOVINGの場合、次の行を挿入。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Mass	*V0*						

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
OPTION	剛壁タイプ *= ID* 剛壁の識別子を追加	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= *FINITE* 剛壁は矩形で有限なサイズ = *MOVING* 移動する剛壁	
NSID	剛壁に対するセカンダリ節点。	
NSEDX	剛壁から除外するセカンダリ節点。	
Dsearch	検索距離。*NSID* = 0の場合に使用 *Dsearch* = 1e20。セカンダリ節点セットを指定していない場合のデフォルト値。 （実数）	[m]
XT, *YT*, *ZT*	剛壁の法線ベクトルのテール側座標 （実数）	[m]
XH, *YH*, *ZH*	剛壁の法線ベクトルのヘッド側座標 （実数）	[m]
XHEV, *YHEV*, *ZHEV*	剛壁の法線ベクトルのエッジ側座標 （実数）	[m]
LENL, *LENM*	有限剛壁のサイズ	[m]
Mass	剛壁の質量	[kg]
V0	剛壁の初期速度。*Mass* = 0の場合は、適用された速度	$[\frac{m}{s}]$

コメント

1. このキーワードは/RWALLまたはRWALL/PARALにマップされます。

*SECTION_BEAM

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
ビーム、トラス、および離散化ビームの有限要素プロパティを定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*SECTION_BEAM							
sec_ID	*ELFORM*		*NIP*	*CST*			

ELFORM = 1（積分型ビーム要素）の場合、次の行を挿入します。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
TS1							

ELFORM = 2（結果ビーム要素）の場合、次の行を挿入します。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
A	*IYY*	*IZZ*	*IXX*				

ELFORM = 2定義済みの円形断面を持つ（結果ビーム要素）の場合、次の行を挿入します。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
SECTION_08	*L1*						

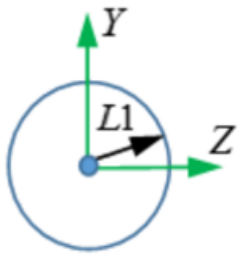


図 *450:*

ELFORM = 2定義済みの矩形断面を持つ（結果ビーム要素）の場合、次の行を挿入します。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
SECTION_11	*L2*	*L1*					

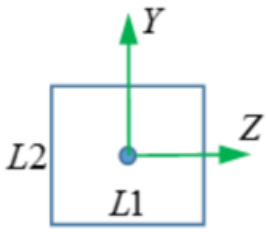


図 *451:*

ELFORM = 3(トラス要素)の場合、次の行を挿入します。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
A							

ELFORM = 6(離散化ビーム要素)の場合、次の行を挿入します。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
VOL	*INERTIA*	*CID*	*AREA*				

定義

フィールド	内容	SI単位の例
sec_ID	断面識別子 (整数)	
ELFORM	ビーム要素の定式化 = *1*(デフォルト) 積分型ビーム要素 = *2* 結果ビーム要素 = *3* トラス要素 = *6* 離散化ビーム要素	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	。 （整数）	
NIP	積分点の数（サブ断面） *= 2*（デフォルト）	
CST	断面タイプ *= 0* 正方形断面 *= 1* 円形断面	
TS1	断面寸法 *CST = 0*の場合 正方形断面のエッジ *CST = 1*の場合 円形断面の直径 （実数）	$[m]$
A	断面積 （実数）	$[m^2]$
IYY, *IZZ*	曲げの面積慣性モーメント （実数）	$[m^4]$
IXX	ねじれの面積慣性モーメント （実数）	$[m^4]$
VOL	離散化ビーム体積 （実数）	$[m^3]$
INERTIA	離散化質量ビーム慣性 （実数）	$[kg \cdot m^2]$
CID	離散化ビームのDOF方向の座標系識別子 （整数）	
AREA	`*MAT_071`を使用するケーブル要素の断面積	$[m^2]$

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（実数）	
L1, *L2*	定義済み断面の寸法 （実数）	[m]

コメント

1. /PROP/TYPE3 (BEAM)、/PROP/TYPE18 (INT_BEAM)、/PROP/TYPE23 (SPR_MAT)、または/PROP/TYPE2 (TRUSS)に変換。
2. オプション、"_TITLE" は、このキーワードの最後に加えることができます。"_TITLE "を含めると，キーワード入力行の後に80文字の長い行が追加され、ここにエンティティのタイトルを定義することが可能になります。

*SECTION_DISCRETE

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
このキーワードは、スプリング要素の有限要素プロパティを定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*SECTION_DISCRETE							
sec_ID	*DRO*						
空白行							

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
sec_ID	断面識別子 （整数）	
DRO	スプリングタイプ = *1*（デフォルト） 並進 = *2* 回転 （整数）	

コメント

1. このキーワードは、単位に応じてデフォルトの質量2.0e-03kgと慣性2e-02kg * mmを使用して/PROP/TYPE8 (SPR_GENE)スプリングにマップされます。
2. オプション、"_TITLE" は、このキーワードの最後に加えることができます。"_TITLE "を含めると，キーワード入力行の後に80文字の長い行が追加され、ここにエンティティのタイトルを定義することが可能になります。

*SECTION_SHELL

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
シェル要素のプロパティを定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*SECTION_SHELL							
sec_ID	*ELFORM*		*NIP*				
Thick							

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
sec_ID	パート内の要素の断面識別子。 （整数）	
ELFORM	シェル要素定式化オプション。 *= 0* 1に設定 *= 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 16, 25, or 27*（デフォルト） QEPHシェル定式化と標準的な三角形（C0） *= -16, 9, 20, 21,* または *26* QBATシェル定式化と標準的な三角形（C0） *= 17* QBATシェル定式化とDKT18三角形シェル要素 *= 18* QBATシェル定式化とDKT_S3三角形シェル要素 *= 20* QBATシェル定式化と6つの自由度を持つ標準的な三角形（C0） （整数）	
NIP	板厚を通る積分点の数で、0 < N < 10。 *= 0* 板厚方向に2つの積分点を設定。 *= 1* *ELFORM*=5,9（曲げなし）の場合の膜シェル挙動。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= *2*から*10* 板厚方向に2から10の積分点を設定。 （整数）	
Thick	シェル厚。 （実数）	[m]

コメント

1. このキーワードは、等方性材料の場合は/PROP/TYPE1（SHELL）にマップされ、直交異方性材料の場合は/PROP/TYPE9 (SH_ORTH)にマップされます。
2. せん断補正係数 5/6は常に使用することを推奨します。
3. オプション、"_TITLE" は、このキーワードの最後に加えることができます。"_TITLE "を含めると，キーワード入力行の後に80文字の長い行が追加され、ここにエンティティのタイトルを定義することが可能になります。

*SECTION_SOLID

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
ソリッド要素の有限要素プロパティを定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*SECTION_SOLID							
sec_ID	*ELFORM*						

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
sec_ID	断面識別子 （整数）	
ELFORM	ソリッド要素定式化オプション。 *= 0* 1に設定 *= 1*（デフォルト） HEPH8節点ソリッド要素、1Gauss積分点、共回転系定式化、物理的なアワグラス安定化。 *= 2* 8節点ソリッド要素、共回転、完全積分、固定2*2*2 Gauss積分点、せん断ロックフリー。 *= 10*または*13* 4節点テトラ要素。 *= 16* 10節点テトラ要素。 *= 19*または*20* 8節点ソリッド結合要素 （整数）	

コメント

1. このキーワードは、等方性材料の場合は/PROP/TYPE14（SOLID）にマップされ、直交異方性材料の場合は/PROP/TYPE6 (SOL_ORTH)にマップされます。結合要素*ELFORM* = 19または20の場合、このキーワードは/PROP/TYPE43 (CONNECT)にマップされます。

2. オプション、"_TITLE" は、このキーワードの最後に加えることができます。"_TITLE "を含めると，キーワード入力行の後に80文字の長い行が追加され、ここにエンティティのタイトルを定義することが可能になります。

*SET_BEAM

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
このキーワードでは、ビームのリストに基づいてさまざまな方法でビームのセットを定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*SET_BEAM_{OPTION1}_{OPTION2}							
set_ID							

OPTION1 = <BLANK>の場合、次の行を必要な回数だけ繰り返して記述します。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
E_ID1	*E_ID2*	*E_ID3*	*E_ID4*	*E_ID5*	*E_ID6*	*E_ID7*	*E_ID8*

OPTION1 = GENERATEの場合、次の行を必要な回数だけ繰り返して記述します。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
E_IDB1	*E_IDE1*	*E_IDB2*	*E_IDE2*	*E_IDB3*	*E_IDE3*	*E_IDB4*	*E_IDE4*

OPTION1 = GENERATE_INCREMENTの場合、次の行を必要な回数だけ繰り返して記述します。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
E_IDB	*E_IDE*	*INCR*					

OPTION1 = GENERALの場合、*TYPE*を使用するたびに次の行を記述します。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
TYPE	*ID1*	*ID2*	*ID3*	*ID4*	*ID5*	*ID6*	*ID7*
	ID8	*ID9*	*ID10*	*ID11*	*ID12*	etc	

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
OPTION1	*<BLANK>*: デフォルト セットに属するビームを、1行あたり8ビームずつ、次のキーワードに達するまで記述します。 *GENERATE* セットに属するビームには、*E_IDB1*～*E_IDE1*、*E_IDB2*～*E_IDE2*、*E_IDB3*～*E_IDE3*などの間にあるすべてのパートが属します。 *GENERATE_INCREMENT* セットに属するビームには、*E_IDB1*～*E_IDE1*の間にあるすべてのパートが属し、それぞれにインクリメント値が割り当てられます。 *GENERAL* セットに属するビームは、定義済みの*TYPE*オプションを使用して定義されます。	
OPTION2	*<BLANK>*: デフォルト 各セットはそれぞれ別に取り扱われます。セットに同じIDを与えることはできません。 *COLLECT* このオプションと同じIDを持つすべての`*SET_BEAM`は、1つのセットに結合されます。	
set_ID	セット識別子。 （整数）	
E_ID1 - E_ID8	1行あたり8つの要素ID （整数）	
E_IDB1-E_IDB4	1行あたり4つずつ記述した要素IDの範囲の最初にある要素ID （整数）	
E_IDE1-E_IDE4	1行あたり4つずつ記述した要素IDの範囲の最後にある要素ID （整数）	
E_IDB	範囲の最初にある要素ID （整数）	
E_IDE	範囲の最後にある要素ID （整数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
INCR	*E_IDB*から*E_IDE*までのリスト生成のインクリメント値 デフォルト = 1（整数）	
TYPE	*ALL* モデルに存在するすべてのビームがセットに追加されます。このオプションではエンティティが列挙されません。 *ELEM* 列挙されたビームがセットに追加されます。 *DELEM* 列挙されたビームがセットから削除されます。 *PART* 列挙されたパートに存在するビームがセットに追加されます。 *DPART* 列挙されたパートに存在するビームがセットから削除されます。 *BOX* 列挙されたボックスの内部に存在するビームがセットに追加されます。 *DBOX* 列挙されたボックスの内部に存在するシェルがセットから削除されます。	
ID1, *ID2*, *ID3* ...	1行あたり7つずつ記述するエンティティID （整数）	

コメント

1. このキーワードは/SETにマップされます。
2. `*SET_BEAM_GENERAL`でのビームの追加と削除は、使用する*TYPE*オプションの順序によって決まります。
3. オプション、"`_TITLE`" は、このキーワードの最後に加えることができます。"`_TITLE` "を含めると，キーワード入力行の後に80文字の長い行が追加され、ここにエンティティのタイトルを定義することが可能になります。

*SET_BEAM_ADD

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
ビーム要素のセットリストに基づいて、ビーム要素のセットを定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*SET_BEAM_ADD							
set_ID							

次の行を必要なだけ繰り返します。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
set_ID1	*set_ID2*	*set_ID3*	*set_ID4*	*set_ID5*	*set_ID6*	*set_ID7*	*set_ID8*

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
set_ID	セット識別子。 （整数）	
set_IDi	セットに追加するビーム要素セットのID。 （整数）	

コメント

1. このキーワードは/SET/GENERALにマップされます。
2. オプション、"_TITLE" は、このキーワードの最後に加えることができます。"_TITLE "を含めると，キーワード入力行の後に80文字の長い行が追加され、ここにエンティティのタイトルを定義することが可能になります。

*SET_BEAM_INTERSECT

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
このキーワードは、ビーム要素のセットリストの共通部分 からセットを定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*SET_BEAM_INTERSECT							
set_ID							

次の行を必要なだけ繰り返します。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
set_ID1	*set_ID2*	*set_ID3*	*set_ID4*	*set_ID5*	*set_ID6*	*set_ID7*	*set_ID8*

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
set_ID	セット識別子。 （整数）	
set_IDi	ビーム要素セットのID。 （整数）	

コメント

1. このキーワードは/SET/GENERALにマップされます。
2. オプション、"_TITLE" は、このキーワードの最後に加えることができます。"_TITLE "を含めると，キーワード入力行の後に80文字の長い行が追加され、ここにエンティティのタイトルを定義することが可能になります。

*SET_DISCRETE

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
スプリングのリストに基づいてさまざまな方法でスプリングのセットを定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*SET_DISCRETE_{OPTION1}_{OPTION2}							
set_ID							

OPTION1 = <BLANK>の場合、次の行を必要な回数だけ繰り返して記述します。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
E_ID1	*E_ID2*	*E_ID3*	*E_ID4*	*E_ID5*	*E_ID6*	*E_ID7*	*E_ID8*

OPTION1 = GENERATEの場合、次の行を必要な回数だけ繰り返して記述します。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
E_IDB1	*E_IDE1*	*E_IDB2*	*E_IDE2*	*E_IDB3*	*E_IDE3*	*E_IDB4*	*E_IDE4*

OPTION1 = GENERATE_INCREMENTの場合、次の行を必要な回数だけ繰り返して記述します。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
E_IDB	*E_IDE*	*INCR*					

OPTION1 = GENERALの場合、*TYPE*を使用するたびに次の行を記述します。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
TYPE	*ID1*	*ID2*	*ID3*	*ID4*	*ID5*	*ID6*	*ID7*
	ID8	*ID9*	*ID10*	*ID11*	*ID12*	etc.	

定義

フィールド	内容	SI単位の例
OPTION1	*<BLANK>*：（デフォルト） セットに属するスプリングを、1行あたり8スプリングずつ、次のキーワードに達するまで記述します。 *GENERATE* セットに属するスプリングには、*E_IDB1*～*E_IDE1*、*E_IDB2*～*E_IDE2*、*E_IDB3*～*E_IDE3*などの間にあるすべてのパートが属します。 *GENERATE_INCREMENT* セットに属するスプリングには、*E_IDB1*～*E_IDE1*の間にあるすべてのパートが属し、それぞれにインクリメント値*INCR*が割り当てられます。 *GENERAL* セットに属するスプリングは、定義済みの*TYPE*オプションを使用して定義されます。	
OPTION2	*<BLANK>*：デフォルト それぞれのセットは個別に扱われます。複数のセットが同じIDを共有することはできません。 *COLLECT* このオプションおよび同じIDを使用しているすべての`*SET_DISCRETE`は、単一のセットにまとめられます。	
set_ID	セット識別子。 （整数）	
E_ID1～*E_ID8*	1行あたり8つの要素ID。 （整数）	
E_IDB1～*E_IDB4*	1行あたり4つずつ記述した要素IDの範囲の最初にある要素ID。 （整数）	
E_IDE1～*E_IDE4*	1行あたり4つずつ記述した要素IDの範囲の最後にある要素ID。 （整数）	
E_IDB	範囲の最初にある要素ID。 （整数）	
E_IDE	範囲の最後にある要素ID。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	
INCR	*E_IDB*から*E_IDE*までのリスト生成のインクリメント値。 デフォルト = 1（整数）	
TYPE	*ALL* モデルに存在するすべてのスプリングがセットに追加されます。このオプションではエンティティが列挙されません。 *ELEM* 列挙されたスプリングがセットに追加されます。 *DELEM* 列挙されたスプリングがセットから削除されます。 *PART* 列挙されたパートに存在するスプリングがセットに追加されます。 *DPART* 列挙されたパートに存在するスプリングがセットから削除されます。 *BOX* 列挙されたボックスの内部に存在するスプリングがセットに追加されます。 *DBOX* 列挙されたボックスの内部に存在するスプリングがセットから削除されます。 デフォルトなし	
ID1、*ID2*、*ID3* ..	1行あたり7つずつ記述するエンティティID。 （整数）	

コメント

1. このキーワードは、/SETにマップされます。
2. `*SET_DISCRETE_GENERAL`でのスプリングの追加と削除は、使用する*TYPE*オプションの順序によって決まります。
3. オプション、"`_TITLE`" は、このキーワードの最後に加えることができます。"`_TITLE` "を含めると，キーワード入力行の後に80文字の長い行が追加され、ここにエンティティのタイトルを定義することが可能になります。

*SET_DISCRETE_ADD

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
離散要素のセットリストに基づいて、離散要素のセットを定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*SET_DISCRETE_ADD							
set_ID							

次の行を必要なだけ繰り返します。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
set_ID1	*set_ID2*	*set_ID3*	*set_ID4*	*set_ID5*	*set_ID6*	*set_ID7*	*set_ID8*

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
set_ID	セット識別子。 （整数）	
set_IDi	セットに追加する離散セットのID。 （整数）	

コメント

1. このキーワードは/SET/GENERALにマップされます。
2. オプション、"_TITLE" は、このキーワードの最後に加えることができます。"_TITLE "を含めると，キーワード入力行の後に80文字の長い行が追加され、ここにエンティティのタイトルを定義することが可能になります。

*SET_DISCRETE_INTERSECT

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
このキーワードは、離散要素のセットリストの交わりからセットを定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*SET_DISCRETE_INTERSECT							
set_ID							

次の行を必要なだけ繰り返します。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
set_ID1	*set_ID2*	*set_ID3*	*set_ID4*	*set_ID5*	*set_ID6*	*set_ID7*	*set_ID8*

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
set_ID	セット識別子。 （整数）	
set_IDi	離散セットのID。 （整数）	

コメント

1. このキーワードは/SET/GENERALにマップされます。
2. オプション、"_TITLE" は、このキーワードの最後に加えることができます。"_TITLE "を含めると，キーワード入力行の後に80文字の長い行が追加され、ここにエンティティのタイトルを定義することが可能になります。

*SET_NODE

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
節点のリストに基づいてさまざまな方法で節点のセットを定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*SET_NODE_{OPTION1}_{OPTION2}							
set_ID							

OPTION1 = LISTの場合、次の行を必要な回数だけ繰り返して記述します。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
N_ID1	*N_ID2*	*N_ID3*	*N_ID4*	*N_ID5*	*N_ID6*	*N_ID7*	*N_ID8*

OPTION1 = LIST_GENERATEの場合、次の行を必要な回数だけ繰り返して記述します。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
N_IDB1	*N_IDE1*	*N_IDB2*	*N_IDE2*	*N_IDB3*	*N_IDE3*	*N_IDB4*	*N_IDE4*

OPTION1 = COLUMNの場合、次の行を必要な回数だけ繰り返して記述します。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
N_ID1							

OPTION1 = GENERALの場合、*TYPE*を使用するたびに次の行を記述します。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
TYPE	*ID1*	*ID2*	*ID3*	*ID4*	*ID5*	*ID6*	*ID7*
	ID8	*ID9*	*ID10*	*ID11*	*ID12*	etc	

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
OPTION1	*LIST*（デフォルト） セットに属する節点を、1行あたり8節点ずつ、次のキーワードに達するまで記述します。 *LIST_GENERATE* セットに属する節点には、*N_IDB1*～*N_IDE1*、*N_IDB2*～*N_IDE2*、*N_IDB3*～*N_IDE3*などの間にあるすべてのパートが属します。 *COLUMN* 列の1行に1節点ずつ入力します。 *GENERAL* セットに属する節点は、定義済みの*TYPE*オプションを使用して定義されます。 デフォルト値なし	
OPTION2	*<BLANK>*：デフォルト 各セットはそれぞれ別に取り扱われます。セットに同じIDを与えることはできません。 *COLLECT* このオプションと同じIDを持つすべての`*SET_NODE`は、1つのセットに結合されます。	
set_ID	節点セット識別子 （整数）	
N_ID1 - N_ID8	1行あたり8つずつ記述する節点ID （整数）	
N_IDB1 - N_IDB4	1行あたり4つずつ記述した節点IDの範囲の最初にある節点ID （整数）	
N_IDE1 - N_IDE4	1行あたり4つずつ記述した節点IDの範囲の最後にある節点ID （整数）	
TYPE	*ALL* モデルに存在するすべての節点がセットに追加されます。このオプションではエンティティが列挙されません。 *NODE* 列挙された節点がセットに追加されます。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	DNODE 列挙された節点がセットから削除されます。 *PART* 列挙されたパートに存在する節点がセットに追加されます。 *DPART* 列挙されたパートに存在する節点がセットから削除されます。	
ID1, *ID2*, *ID3* ...	1行あたり7つずつ記述するエンティティID （整数）	

コメント

1. このキーワードは/SETにマップされます。
2. `*SET_NODE_GENERAL`での節点の追加と削除は、使用する*TYPE*オプションの順序によって決まります。
3. オプション、"`_TITLE`" は、このキーワードの最後に加えることができます。"`_TITLE` "を含めると，キーワード入力行の後に80文字の長い行が追加され、ここにエンティティのタイトルを定義することが可能になります。

*SET_NODE_ADD

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
このキーワードでは、既存セットのリストから節点のセットを定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*SET_NODE_ADD_{OPTION}							
set_ID							

OPTION = <BLANK>の場合、次の行を必要な回数だけ繰り返して記述します。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
set_ID1	*set_ID2*	*set_ID3*	*set_ID4*	*set_ID5*	*set_ID6*	*set_ID7*	*set_ID8*

OPTION = ADVANCEDの場合、次の行を必要な回数だけ繰り返して記述します。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
set_ID1	*Type_1*	*set_ID2*	*Type_2*	*set_ID3*	*Type_3*	*set_ID4*	*Type_4*

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
OPTION	結合するセットのタイプ *<BLANK>*: デフォルト セットに属する節点セットを、1行あたり8セットずつ、次のキーワードに達するまで記述します。 *ADVANCED* セットに属するセットとそのタイプを、1行あたり4ペアずつ、次のキーワードに達するまで記述します。	
set_ID	節点セット識別子 （整数）	
set_ID1 - set_ID8	1行あたり8つずつ記述する節点セットID （整数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
set_ID1 - set_ID4	セットID （整数）	
Type_1 - Type_4	セットタイプ。 *= 1* 節点ID *= 2* シェル要素セット *= 3* ビーム要素セット *= 4* ソリッド要素セット *= 5* セグメント要素セット *= 6* 離散要素セット *= 7* 厚肉シェル要素セット （整数）	

コメント

1. このキーワードは/SET/GENERALにマップされます。
2. オプション、"_TITLE" は、このキーワードの最後に加えることができます。"_TITLE "を含めると，キーワード入力行の後に80文字の長い行が追加され、ここにエンティティのタイトルを定義することが可能になります。

*SET_NODE_INTERSECT

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
このキーワードは、節点のセットリストの交わりからセットを定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*SET_NODE_INTERSECT							
set_ID							

次の行を必要なだけ繰り返します。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
set_ID1	*set_ID2*	*set_ID3*	*set_ID4*	*set_ID5*	*set_ID6*	*set_ID7*	*set_ID8*

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
set_ID	節点セット識別子。 （整数）	
set_IDi	1行あたり8つずつ記述する節点セットID。 （整数）	

コメント

1. このキーワードは/SET/GENERALにマップされます。
2. オプション、"_TITLE" は、このキーワードの最後に加えることができます。"_TITLE "を含めると，キーワード入力行の後に80文字の長い行が追加され、ここにエンティティのタイトルを定義することが可能になります。

*SET_PART

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
リストに基づいてパートのセットを定義するか、パートIDの範囲を指定することによってリストを生成します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*SET_PART_{OPTION1}_{OPTION2}							
set_ID							

OPTION1 = LISTの場合、次の行を必要な回数だけ繰り返して記述します。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
PID1	*PID2*	*PID3*	*PID4*	*PID5*	*PID6*	*PID7*	*PID8*

OPTION1 = LIST_GENERATEの場合、次の行を必要な回数だけ繰り返して記述します。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
PIDB1	*PIDE1*	*PIDB2*	*PIDE2*	*PIDB3*	*PIDE3*	*PIDB4*	*PIDE4*

OPTION1 = LIST_GENERATE_INCREMENTの場合、次の行を必要な回数だけ繰り返して記述します。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
PIDB	*PIDE*	*INCR*					

OPTION1 = COLUMNの場合、*TYPE*を使用するたびに次の行を記述します。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
PID							

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
OPTION1	*LIST*(デフォルト) セットに属するパートを、1行あたり8パートずつ、次のキーワードに達するまで記述します。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	LIST_GENERATE セットに属するパートには、*PIDB1*～*PIDE1*、*PIDB2*～*PIDE2*、*PIDB3*～*PIDE3*などの間にあるすべてのパートが属します。 *LIST_GENERATE_INCREMENT* セットに属するパートには、*PIDB*～*PIDE*の間にあるすべてのパートが属し、それぞれにインクリメント値*INCR*が割り当てられます。 *COLUMN* セットに属するパートを、1行あたり1パートずつ、次のキーワードに達するまで記述します。	
OPTION2	*<BLANK>*：デフォルト 各セットはそれぞれ別に取り扱われます。セットに同じIDを与えることはできません。 *COLLECT* このオプションと同じIDを持つすべての`*SET_PART`は、1つのセットに結合されます。	
set_ID	パートセット識別子。 （整数）	
PID1 - PID8	1行あたり8つずつ記述するパートID。 （整数）	
PIDB1 - PIDB4	1行あたり最大で4つずつ記述した節点IDの範囲の最初にある節点ID （整数）	
PIDE1 - PIDE4	1行あたり最大で4つずつ記述した節点IDの範囲の最後にある節点ID （整数）	
PIDB	範囲の最初にあるパートID （整数）	
PIDE	範囲の最後にあるパートID （整数）	
INCR	*PIDB*から*PIDE*までのリスト生成のインクリメント値 デフォルト = 1（整数）	
PID	1行あたり1つずつ記述するパートID。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	

コメント

1. このキーワードは/SETにマップされます。
2. オプション、"_TITLE" は、このキーワードの最後に加えることができます。"_TITLE "を含めると，キーワード入力行の後に80文字の長い行が追加され、ここにエンティティのタイトルを定義することが可能になります。

*SET_PART_ADD

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
このキーワードでは、既存パートセットのリストからパートのセットを定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*SET_PART_ADD							
set_ID							
set_ID1	*set_ID2*	*set_ID3*	*set_ID4*	*set_ID5*	*set_ID6*	*set_ID7*	*set_ID8*

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
set_ID	パートセット識別子。 （整数）	
set_ID1 - set_ID8	1行あたり8つずつ記述するパートセットID （整数） *set_ID(n)*が負数の場合は、*set_ID(n-1)*から|*set_ID(n)*|の範囲にあるすべてのセットが、該当のセットに属します。	

コメント

1. このキーワードは/SET/GENERALにマップされます。
2. オプション、"_TITLE" は、このキーワードの最後に加えることができます。"_TITLE "を含めると，キーワード入力行の後に80文字の長い行が追加され、ここにエンティティのタイトルを定義することが可能になります。

*SET_SEGMENT

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
3つまたは4つの節点セグメントによって定義されるサーフェスを定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*SET_SEGMENT_{OPTION1}_{OPTION2}							
set_ID							

OPTION1 = <BLANK>の場合、次の行を必要な回数だけ繰り返して記述します。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
N_ID1	*N_ID2*	*N_ID3*	*N_ID4*				

OPTION1 = GENERALの場合

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
TYPE	*E1*	*E2*	*E3*	*E4*	*E5*	*E6*	*E7*

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
OPTION1	**BLANK** **GENERAL**	
OPTION2	*<BLANK>*：デフォルト それぞれのセットは個別に扱われます。複数のセットが同じIDを共有することはできません。 *COLLECT* このオプションおよび同じIDを使用しているすべての*SET_SEGMENTは、単一のセットにまとめられます。	
set_ID	節点セット識別子。 （整数）	
N_ID1～*N_ID4*	1行あたり4つずつ記述する節点ID。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	
TYPE	*BOX* 列挙されたボックス*E1*～*E3*の内部に存在するシェルセグメントと外部ソリッドセグメントがセットに追加されます。 *BOX_SHELL* 列挙されたボックス*E1*～*E3*の内部に存在するシェル要素のセグメントがセットに追加されます。 *BOX_SLDIO* 列挙されたボックス*E1*～*E3*の内部に存在する要素のすべての（内部と外部）セグメントがセットに追加されます。 *BOX_SOLID* 列挙されたボックス*E1*～*E3*の内部に存在するソリッド要素の外部セグメントがセットに追加されます。 *DBOX* 列挙されたボックス*E1*～*E3*の内部に存在するセグメントがセットから削除されます。 *DBOX_SHELL* 列挙されたボックス*E1*～*E7*の内部に存在するシェル要素のセグメントがセットから削除されます。 *DBOX_SOLID* 列挙されたボックス*E1*～*E7*の内部に存在するソリッド要素のセグメントがセットから削除されます。 *DPART* 列挙されたボックス*E1*～*E7*の内部に存在するパートのセグメントがセットから削除されます。 *DSEG* 節点*E1*～*E4*によって定義されるセグメントがセットから削除されます。 *PART* パートリスト*E1*～*E3*のシェルセグメントと外部ソリッドセグメントがセットに追加されます。 *PART_IO* パートリスト*E1*～*E3*のすべての（内部と外部）セグメントがセットに追加されます。 *SEG* 節点*E1*～*E4*によって定義されるセグメントがセットに追加されます。 *SET_SHELL* シェルセットリスト*E1*～*E3*のセグメントがセットに追加されます。 *SET_SOLID* ソリッドセットリスト*E1*～*E3*の外部セグメントがセットに追加されます。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	SET_SLDIO ソリッドセットリスト*E1*～*E3*のすべての（内部と外部）セグメントがセットに追加されます。 *SET_TSHELL* 厚肉シェルセットリスト*E1*～*E3*の外部セグメントがセットに追加されます。 *SET_TSHIO* 厚肉シェルセットリスト*E1*～*E3*のすべての（内部と外部）セグメントがセットに追加されます。 *SHELL* シェルリスト*E1*～*E3*のセグメントがセットに追加されます。 デフォルトなし	
E1～*E7*	1行あたり7つずつ記述するエンティティID （整数）	

コメント

1. このキーワードは、/SETにマップされます。
2. オプション、"_TITLE" は、このキーワードの最後に加えることができます。"_TITLE "を含めると，キーワード入力行の後に80文字の長い行が追加され、ここにエンティティのタイトルを定義することが可能になります。

*SET_SEGMENT_ADD

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
セグメントのセットリストに基づいて、セグメントのセットを定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*SET_SEGMENT_ADD							
set_ID							

次の行を必要な回数だけ繰り返して記述します。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Set_ID1	*Set_ID2*	*Set_ID3*	*Set_ID4*	*Set_ID5*	*Set_ID6*	*Set_ID7*	*Set_ID8*

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
set_ID	セット識別子。 （整数）	
Set_IDi	セットに追加するセグメントセットの識別子。 （整数）	

コメント

1. このキーワードは/SET/GENERALにマップされます。
2. オプション、"_TITLE" は、このキーワードの最後に加えることができます。"_TITLE "を含めると，キーワード入力行の後に80文字の長い行が追加され、ここにエンティティのタイトルを定義することが可能になります。

*SET_SEGMENT_INTERSECT

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
このキーワードは、セグメントのセットリストの共通部分からセットを定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*SET_SEGMENT_INTERSECT							
set_ID							

次の行を必要なだけ繰り返します。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
set_ID1	*set_ID2*	*set_ID3*	*set_ID4*	*set_ID5*	*set_ID6*	*set_ID7*	*set_ID8*

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
set_ID	セット識別子。 （整数）	
set_IDi	セグメントセットID。 （整数）	

コメント

1. このキーワードは/SET/GENERALにマップされます。
2. オプション、"_TITLE" は、このキーワードの最後に加えることができます。"_TITLE "を含めると，キーワード入力行の後に80文字の長い行が追加され、ここにエンティティのタイトルを定義することが可能になります。

*SET_SHELL

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
このキーワードでは、シェルのリストに基づいてさまざまな方法でシェルのセットを定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*SET_SHELL_{OPTION1}_{OPTION2}							
set_ID							

OPTION1 = <BLANK>または*OPTION* = LISTの場合、次の行を必要な回数だけ繰り返して記述します。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
E_ID1	*E_ID2*	*E_ID3*	*E_ID4*	*E_ID5*	*E_ID6*	*E_ID7*	*E_ID8*

OPTION1 = LIST_GENERATEの場合、次の行を必要な回数だけ繰り返して記述します。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
E_IDB1	*E_IDE1*	*E_IDB2*	*E_IDE2*	*E_IDB3*	*E_IDE3*	*E_IDB4*	*E_IDE4*

OPTION1 = LIST_GENERATE_INCREMENTの場合、次の行を必要な回数だけ繰り返して記述します。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
E_IDB	*E_IDE*	*INCR*					

OPTION1 = GENERALの場合、*TYPE*を使用するたびに次の行を記述します。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
TYPE	*ID1*	*ID2*	*ID3*	*ID4*	*ID5*	*ID6*	*ID7*
	ID8	*ID9*	*ID10*	*ID11*	*ID12*	etc	

OPTION1 = COLUMNの場合、*TYPE*を使用するたびに次の行を記述します。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
E_ID							

定義

フィールド	内容	SI単位の例
OPTION1	*<BLANK>*：デフォルト セットに属するシェルを、8行あたり1シェルずつ、次のキーワードに達するまで記述します。 *LIST* セットに属するシェルを、8行あたり1シェルずつ、次のキーワードに達するまで記述します。 *LIST_GENERATE* セットに属するシェルには、*E_IDB1*～*E_IDE1*、*E_IDB2*～*E_IDE2*、*E_IDB3*～*E_IDE3*などの間にあるすべてのパートが属します。 *LIST_GENERATE_INCREMENT* セットに属するシェルには、*E_IDB1*～*E_IDE1*の間にあるすべてのパートが属し、それぞれにインクリメント値*INCR*が割り当てられます。 *GENERAL* セットに属するシェルは、定義済みの*TYPE*オプションを使用して定義されます。 *COLUMN* セットに属するシェルを、1行あたり1シェルずつ、次のキーワードに達するまで記述します。	
OPTION2	*<BLANK>*：デフォルト 各セットはそれぞれ別に取り扱われます。セットに同じIDを与えることはできません。 *COLLECT* このオプションと同じIDを持つすべての`*SET_SHELL`は、1つのセットに結合されます。	
set_ID	セット識別子。 （整数）	
E_ID1 -E_ID8	1行あたり8つの要素ID （整数）	
E_IDB1-E_IDB4	1行あたり4つずつ記述した要素IDの範囲の最初にある要素ID （整数）	
E_IDE1-E_IDE4	1行あたり4つずつ記述した要素IDの範囲の最後にある要素ID （整数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
E_IDB	範囲の最初にある要素ID （整数）	
E_IDE	範囲の最後にある要素ID （整数）	
INCR	*E_IDB*から*E_IDE*までのリスト生成のインクリメント値 デフォルト = 1（整数）	
TYPE	*ALL* モデルに存在するすべてのシェルがセットに追加されます。このオプションではエンティティが列挙されません。 *ELEM* 列挙されたシェルがセットに追加されます。 *DELEM* 列挙されたシェルがセットから削除されます。 *PART* 列挙されたパートに存在するシェルがセットに追加されます。 *DPART* 列挙されたパートに存在するシェルがセットから削除されます。 *BOX* 列挙されたボックスの内部に存在するシェルがセットに追加されます。 *DBOX* 列挙されたボックスの内部に存在するシェルがセットから削除されます。	
ID1, *ID2*, *ID3*	1行あたり7つずつ記述するエンティティID （整数）	
E_ID	要素ID （整数）	

コメント

1. このキーワードは/SETにマップされます。
2. `*SET_SHELL_GENERAL`での要素の追加と削除は、使用する*TYPE*オプションの順序によって決まります。
3. オプション、"`_TITLE`" は、このキーワードの最後に加えることができます。"`_TITLE` "を含めると，キーワード入力行の後に80文字の長い行が追加され、ここにエンティティのタイトルを定義することが可能になります。

*SET_SHELL_ADD

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
シェル要素のセットリストに基づいて、シェル要素のセットを定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*SET_SHELL_ADD							
set_ID							

次の行を必要な回数だけ繰り返して記述します。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Set_ID1	*Set_ID2*	*Set_ID3*	*Set_ID4*	*Set_ID5*	*Set_ID6*	*Set_ID7*	*Set_ID8*

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
set_ID	セット識別子。 （整数）	
Set_IDi	セットに追加するシェルセットのID。 （整数）	

コメント

1. このキーワードは/SET/GENERALにマップされます。
2. オプション、"_TITLE" は、このキーワードの最後に加えることができます。"_TITLE "を含めると，キーワード入力行の後に80文字の長い行が追加され、ここにエンティティのタイトルを定義することが可能になります。

*SET_SHELL_INTERSECT

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
このキーワードは、シェル要素のセットリストの共通部分からセットを定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*SET_SHELL_INTERSECT							
set_ID							

次の行を必要なだけ繰り返します。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
set_ID1	*set_ID2*	*set_ID3*	*set_ID4*	*set_ID5*	*set_ID6*	*set_ID7*	*set_ID8*

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
set_ID	セット識別子。 （整数）	
set_IDi	シェルセットID。 （整数）	

コメント

1. このキーワードは/SET/GENERALにマップされます。
2. オプション、"_TITLE" は、このキーワードの最後に加えることができます。"_TITLE "を含めると，キーワード入力行の後に80文字の長い行が追加され、ここにエンティティのタイトルを定義することが可能になります。

*SET_SOLID

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
このキーワードでは、ソリッドのリストに基づいてさまざまな方法でソリッドのセットを定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*SET_SOLID_{OPTION1}_{OPTION2}							
set_ID							

OPTION1 = <BLANK>の場合、次の行を必要な回数だけ繰り返して記述します。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
E_ID1	*E_ID2*	*E_ID3*	*E_ID4*	*E_ID5*	*E_ID6*	*E_ID7*	*E_ID8*

OPTION1 = GENERATEの場合、次の行を必要な回数だけ繰り返して記述します。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
E_IDB1	*E_IDE1*	*E_IDB2*	*E_IDE2*	*E_IDB3*	*E_IDE3*	*E_IDB4*	*E_IDE4*

OPTION1 = GENERATE_INCREMENTの場合、次の行を必要な回数だけ繰り返して記述します。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
E_IDB	*E_IDE*	*INCR*					

OPTION1 = GENERALの場合、*TYPE*を使用するたびに次の行を記述します。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
TYPE	*ID1*	*ID2*	*ID3*	*ID4*	*ID5*	*ID6*	*ID7*
	ID8	*ID9*	*ID10*	*ID11*	*ID12*	etc	

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
OPTION1	*<BLANK>*: デフォルト セットに属する要素を、1行あたり8要素ずつ、次のキーワードに達するまで記述します。 *GENERATE* セットに属するソリッドには、*E_IDB1*～*E_IDE1*、*E_IDB2*～*E_IDE2*、*E_IDB3*～*E_IDE3*などの間にあるすべてのパートが属します。 *GENERATE_INCREMENT* セットに属するソリッドには、*E_IDB1*～*E_IDE1*の間にあるすべてのパートが属し、それぞれにインクリメント値が割り当てられます。 *GENERAL* セットに属するソリッドは、定義済みの*TYPE*オプションを使用して定義されます。	
OPTION2	*<BLANK>*: デフォルト 各セットはそれぞれ別に取り扱われます。セットに同じIDを与えることはできません。 *COLLECT* このオプションと同じIDを持つすべての`*SET_SOLID`は、1つのセットに結合されます。	
set_ID	要素セット識別子 （整数）	
E_ID1-E_ID8	1行あたり8つの要素ID （整数）	
TYPE	*ALL* モデルに存在するすべてのソリッド要素がセットに追加されます。このオプションではエンティティが列挙されません。 *ELEM* 列挙されたソリッド要素がセットに追加されます。 *DELEM* 列挙されたソリッド要素がセットから削除されます。 *PART* 列挙されたパートに存在するソリッド要素がセットに追加されます。 *DPART* 列挙されたパートに存在するソリッド要素がセットから削除されます。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	BOX 列挙されたボックスの内部に存在するソリッド要素がセットに追加されます。 *DBOX* 列挙されたボックスの内部に存在するソリッド要素がセットから削除されます。	
ID1, *ID2*, *ID3* ...	1行あたり7つずつ記述するエンティティID （整数）	

コメント

1. このキーワードは/SETにマップされます。
2. `*SET_SOLID_GENERAL`での要素の追加と削除は、使用する*TYPE*オプションの順序によって決まります。
3. オプション、"`_TITLE`" は、このキーワードの最後に加えることができます。"`_TITLE` "を含めると，キーワード入力行の後に80文字の長い行が追加され、ここにエンティティのタイトルを定義することが可能になります。

*SET_SOLID_ADD

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
ソリッド要素のセットリストに基づいて、ソリッド要素のセットを定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*SET_SOLID_ADD							
set_ID							

次の行を必要な回数だけ繰り返して記述します。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Set_ID1	*Set_ID2*	*Set_ID3*	*Set_ID4*	*Set_ID5*	*Set_ID6*	*Set_ID7*	*Set_ID8*

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
set_ID	セット識別子。 （整数）	
Set_IDi	追加するセットの離散セット識別子。 （整数）	

コメント

1. このキーワードは/SET/GENERALにマップされます。
2. オプション、"_TITLE" は、このキーワードの最後に加えることができます。"_TITLE "を含めると，キーワード入力行の後に80文字の長い行が追加され、ここにエンティティのタイトルを定義することが可能になります。

*SET_SOLID_INTERSECT

LS-DYNA入力インターフェースのキーワード
このキーワードは、ソリッド要素のセットリストの共通部分からセットを定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
*SET_SOLID_INTERSECT							
set_ID							

次の行を必要なだけ繰り返します。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
set_ID1	*set_ID2*	*set_ID3*	*set_ID4*	*set_ID5*	*set_ID6*	*set_ID7*	*set_ID8*

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
set_ID	セット識別子。 （整数）	
set_IDi	離散セットのID。 （整数）	

コメント

1. このキーワードは/SET/GENERALにマップされます。
2. オプション、"_TITLE" は、このキーワードの最後に加えることができます。"_TITLE "を含めると，キーワード入力行の後に80文字の長い行が追加され、ここにエンティティのタイトルを定義することが可能になります。

最適化キーワード

最適化キーワード
本マニュアルは、Radioss最適化のキーワードについて説明しています。本マニュアルは、Radiossのバージョン2018と適合性があります。

以下は、最適化エントリのアルファベット順リストです。

/BULK

/BULKFMT

/BULKMAT

/BULKPROP

/DCOMP

/DCONSTR

/DEQATN

/DESOBJ

/DESVAR

/DRESP1

/DRESP2

/DSHAPE

/DSIZE

/DTABLE

/DTPG

/DTPL

/DVGRID

/DVPREL1

/DVPREL2

/ESLPART

バルクデータ

最適化キーワード
このキーワードグループはバルクフォーマットデータを`<name>.radopt`ファイルに挿入するために使用します。

/BULK

最適化キーワード
設計最適化時に中間のOptiStructデックに挿入するバルクフォーマットデータを定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
`/BULK`/*type*/*ID*									
title									
バルクフォーマットデータ									

定義

フィールド	内容	SI単位の例
type	RadiossからOptiStructへの変換時に、後続のバルク行を中間のOptiStructデックに挿入する位置の定義: **IO** OptiStructデックのIOセクションの先頭に挿入します。 **IO2** OptiStructデックのIOセクションの末尾に挿入します。 **SUBCASE** OptiStructデックのサブケース定義内に挿入します。 **DATA** OptiStructデックの"BEGIN BULK"と"ENDDATA"の間に挿入します。 **END** OptiStructデックの"ENDDATA"の後に挿入します。	
ID	バルクデータの識別子 (整数)	
title	バルクデータのタイトル	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（文字、最大100文字）	

例 **1**

RadiossからOptiStructへの変換時に、OptiStructデックのIOセクションの末尾にSUBCASE定義を追加します。

```
/BULK/IO2/1
eig subcase
SUBCASE 2
ANALYSIS MODES
SPC = 4
METHOD(STRUCTURE) = 5
DESSUB = 4
```

例 **2**

RadiossからOptiStructへの変換時に、中間のOptiStructデックにDRESP1、DCONSTR、およびDCONADD定義を追加します。

```
/BULK/DATA/3
eig resp and constr
DRESP1  3       freq    FREQ                            1
DCONSTR         2       31.e-5
DCONADD         4       2
```

See Also

設計最適化

/BULKFMT

最適化キーワード
設計最適化時に中間のOptiStruct入力ファイルのフォーマットを定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/BULKFMT/*fmt*									

定義

フィールド	内容	SI単位の例
fmt	**FREE**（デフォルト） **LARGEFREE** **FIXED** **LARGEFIXED**	

例

RadiossからOptiStructへの変換時の、さまざまなOptiStructデックフォーマット（材料やSPCなど）の例。

fmt=FREE:

```
MAT1,1,210000.0,,0.3,1.0
SPC1,1,2,91
SPC1,3,3,17
SPC1,2,123,1
```

fmt=LARGEFREE:

```
MAT1*,1,210000.0,,0.3
*,1.0,,,
SPC1*,1,2,91,
*,,,,
SPC1*,3,3,17,
*,,,,
SPC1*,2,123,1,
*,,,,
```

fmt=FIXED:

```
MAT1            1210000.0              0.3     1.0
SPC1            12              91
SPC1            33              17
SPC1            2123             1
```

fmt= LARGEFIXED:

```
MAT1*                   1         210000.                               0.3
*                       1.
SPC1*                   12                                91
*
SPC1*                   33                                17
*
```

```
SPC1*                   2123                            1
*
```

See Also

設計最適化

/BULKMAT

最適化キーワード
設計最適化時に、Radioss材料データ(/MAT)の中間OptiStruct入力ファイルへの変換データとして使用するバルクフォーマットデータを定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/BULKMAT/*mat_ID*									
title									
バルクフォーマットデータ									

定義

フィールド	内容	SI単位の例
mat_ID	材料識別子 (整数)	
title	材料のタイトル (文字、最大100文字)	
バルクフォーマットデータ	Radioss材料データ(/MAT)の中間OptiStruct入力ファイルへの変換データとして使用するバルクフォーマットデータ。	

例

Starter入力ファイルで*mat_ID* = 1を使用して定義されたRadioss材料エントリ(/MAT)は、以下のように、OptiStructMAT1エントリに変換されます。

```
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
BULKMAT/1
Conversion of mat_ID=1
MAT1,1,210000.0,,0.35,1.0
```

コメント

1. OptiStruct内の材料はすべて/BULKMATでサポートされます。

See Also
設計最適化

/BULKPROP

最適化キーワード
設計最適化時に、Radiossプロパティデータ(/PROP)の中間OptiStruct入力ファイルへの変換データとして使用するバルクフォーマットデータを定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/BULKPROP/*prop_ID*									
title									
バルクフォーマットデータ									

定義

フィールド	内容	SI単位の例
prop_ID	プロパティの識別子 (整数)	
title	プロパティのタイトル (文字、最大100文字)	
バルクフォーマットデータ	Radiossプロパティデータ(/PROP)の中間OptiStruct入力ファイルへの変換データとして使用するバルクフォーマットデータ。	

例

Starter入力ファイルで*prop_ID* = 6を使用して定義されたRadiossプロパティエントリ(/PROP)は、以下のように、OptiStructPSHELLエントリに変換されます。

```
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/BULKPROP/6
Conversion of prop_ID=6
PSHELL,6,1,1.0,1,,1,0.79
```

コメント

1. OptiStruct内の要素プロパティはすべて/BULKPROPでサポートされます。

See Also
設計最適化

設計制約条件

最適化キーワード
このグループでは、キーワードを使用して設計制約条件を定義します。

/DCOMP

最適化キーワード
複合材寸法最適化の製造性制約条件を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/DCOMP/*dcomp_ID*									
title									
grpart_ID									
CTYP=1:									
CTYP	*LTMIN*		*LTMAX*		*grsh3n_ID*	*grshel_ID*	*LTEXC*		
CTYP=2:									
CTYP	*PTANGLE*		*PTMIN*		*PTMAX*		*grsh3n_ID*	*grshel_ID*	*PTEXC*
CTYP=3:									
CTYP	*PPANGLE*		*PPMIN*		*PPMAX*		*grsh3n_ID*	*grshel_ID*	*PPEXC*
CTYP=4:									
CTYP	*BANGLE1*		*BANGLE2*						
CTYP=5:									
CTYP	*CANGLE*		*CTHICK*						
CTYP=6:									
CTYP	*PDANGLE*		*PDTYP*	*PDMAX*		*grsh3n_ID*	*grshel_ID*	*PDEXC*	

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
dcomp_ID	複合材寸法最適化の製造性制約条件識別子 （整数 > 0）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
title	タイトル （文字、最大100文字）	
grpart_ID	設計空間を定義するパートグループ識別子。 （0より大きい整数）	
COMP	適用される複合材製造性制約条件を示します。製造性制約条件に関する情報が次に続くことを示します。*COMP*の値は、後続の複合材製造定義の合計数と等しくなります。	
CTYP	複合材製造タイプ定義フラグ。 *= 1* 積層板厚制約条件が適用されます。複数の積層板厚制約条件を指定することができます。 *= 2* プライ板厚制約条件が適用されます。複数のプライ板厚制約条件を指定することができます。 *= 3* プライ板厚パーセンテージ制約条件が適用されます。複数のプライ板厚パーセンテージ制約条件を指定することができます。 *= 4* バランス制約条件が適用されます。複数のバランス制約条件を指定することができます。 *= 5* 一定板厚制約条件が適用されます。複数の一定板厚制約条件を指定することができます。 *= 6* プライ減少制約条件が適用されます。複数のプライ減少制約条件を指定することができます。 （整数）	
LTMIN	積層板厚制約条件（*CTYP*=1）の最小積層板厚。 （実数または空白）	
LTMAX	積層板厚制約条件（*CTYP*=1）の最大積層板厚。 （実数または空白）	
grsh3n_ID	3節点シェルグループの識別子 （整数 > 0）	
grshel_ID	4節点シェルグループの識別子	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数 > 0）	
LTEXC	特定のプライが積層板厚制約条件（*CTYP*=1）から除外されることを示します。サポートされているオプションは次のとおりです。 *= 0* プライは除外されません。 *= 1*（デフォルト） コアが除外されます。 *= 2* 一定板厚制約条件（*CTYP* = 5）で定義されたプライが除外されます。 *= 3* 1と2が考慮されます。 （整数）	
PTANGLE	プライ板厚制約条件（*CTYP*=2）が適用されるプライ方向（単位は度）。 （実数）	
PTMIN	プライ板厚制約条件（*CTYP*=2）の最小板厚。 （実数または空白）	
PTMAX	プライ板厚制約条件（*CTYP*=2）の最大板厚。 （実数または空白）	
PTEXC	特定のプライがプライ板厚制約条件（*CTYP*=2）から除外されることを示します。サポートされているオプションは次のとおりです。 *= 0* プライは除外されません。 *= 1*（デフォルト） コアが除外されます。 *= 2* 一定板厚制約条件（*CTYP* = 5）で定義されたプライが除外されます。 *= 3* 1と2が考慮されます。 （整数）	
PPANGLE	プライ板厚パーセンテージ制約条件（*CTYP*=3）が適用されるプライ方向（単位は度）。 （実数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
PPMIN	プライ板厚パーセンテージ制約条件(*CTYP*=3)の最小パーセンテージ板厚。 (実数または空白)	
PPMAX	プライ板厚パーセンテージ制約条件(*CTYP*=3)の最大パーセンテージ板厚。 (実数または空白)	
PPEXC	特定のプライがプライ板厚パーセンテージ制約条件(*CTYP*=3)から除外されることを示します。サポートされているオプションは次のとおりです。 *= 0* プライは除外されません。 *= 1*(デフォルト) コアが除外されます。 *= 2* 一定板厚制約条件(*CTYP* = 6)で定義されたプライが除外されます。 *= 3* 1と2が考慮されます。 (整数)	
BANGLE1	バランス制約条件(*CTYP*=4)が適用される最初のプライ方向(単位は度)。 (実数)	
BANGLE2	バランス制約条件(*CTYP*=4)が適用される2番目のプライ方向(単位は度)。 (実数)	
CANGLE	一定板厚制約条件(*CTYP*=5)が適用されるプライ方向(単位は度)。 (実数)	
CTHICK	一定板厚制約条件(*CTYP*=5)の一定プライ板厚。 (実数)	
PDANGLE	プライ減少制約条件(*CTYP*=6)が適用されるプライ方向(単位は度)。 (実数)	
PDTYP	減少制約条件のタイプ。1 *= 2* TOTSLP *= 3* TOTDRP	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	
PDMAX	プライ減少制約条件（*CTYP*=6）の最大許容減少量。 （実数）	
PDEXC	特定のプライがプライ減少制約条件（*CTYP*=6）から除外されることを示します。サポートされているオプションは次のとおりです。 *= 0* プライは除外されません。 *= 1*（デフォルト） コアが除外されます。 *= 2* 一定板厚制約条件（*CTYP* = 5）で定義されたプライが除外されます。 *= 3* 1と2が考慮されます。 （整数）	

例

```
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/DCOMP/1
dcomp example
# grpartID
         1
#    CTYP=1               PPMIN               PPMAX
         1                 0.2                 2.5
#    CTYP=5             BANGLE1             BANGLE2
         5                -45.0                45.0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. *PDTYP*で減少制約条件のタイプを選択するためのオプションは、プライのセットに対して下記のように定義されます。

   *PDTYP*オプションには以下のものがあります：

   - TOTSLP
   - TOTDRP

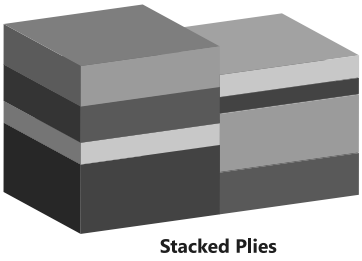


図 *452:*

プライが図 452のように重ねられていると想定すると、定義は以下のとおりです:

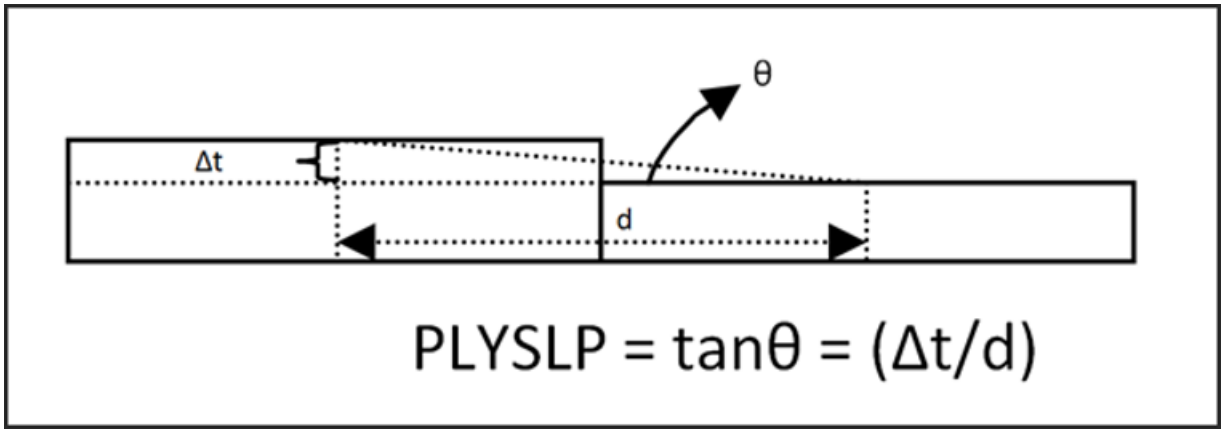


図 *453:*

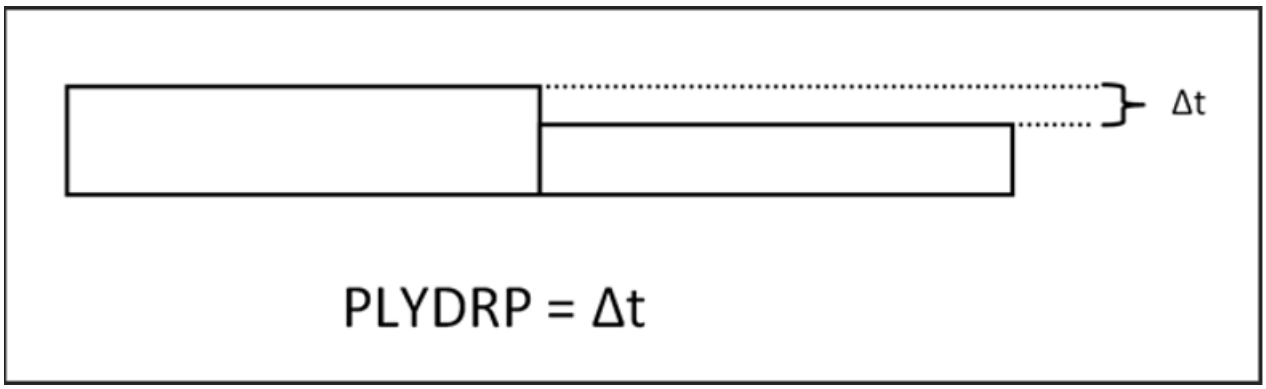


図 *454:*

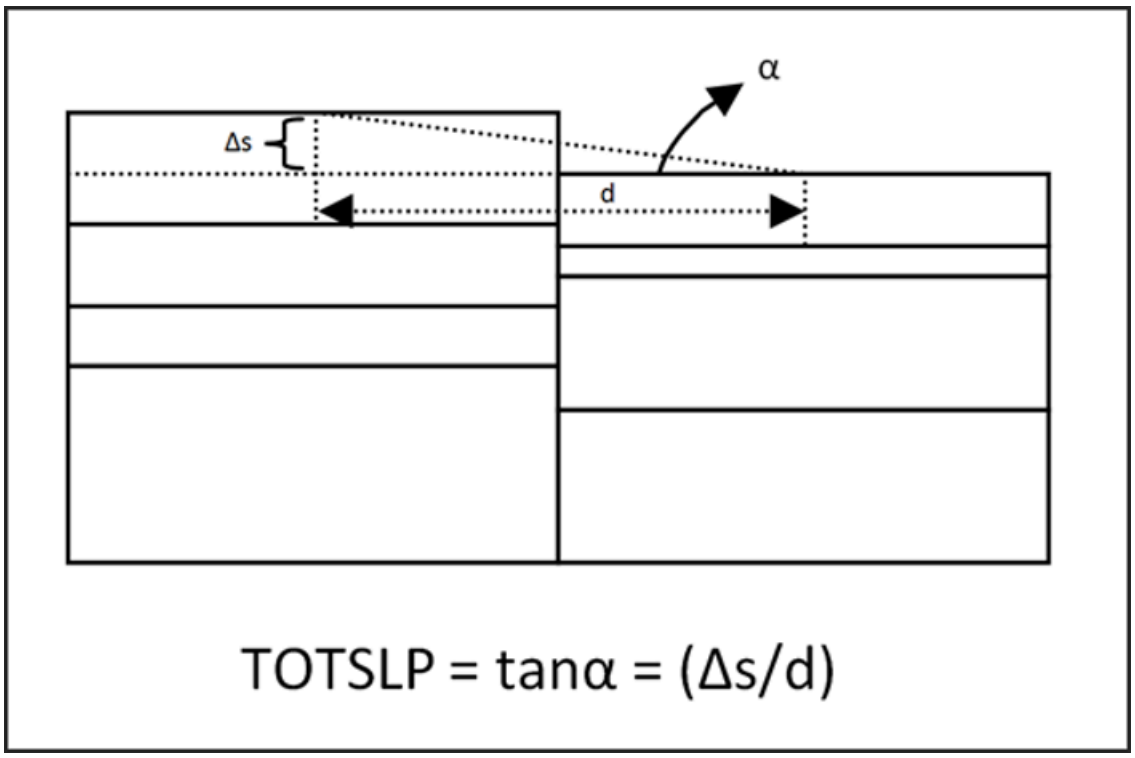


図 *455:*

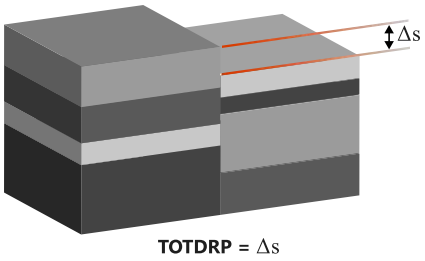


図 *456:*

See Also

設計最適化

/DCONSTR

最適化キーワード
このキーワードは、設計応答を、その下限および上限を指定することで制限します。応答は、/DRESP1エントリによって定義されます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/DCONSTR/*con_ID*									
title									
resp_ID	*cmin*		*cmax*						

定義

フィールド	内容	SI単位の例
con_ID	設計制約条件識別子 （0より大きい整数）	
title	タイトル。 （文字、最大100文字）	
resp_ID	/DRESP1カードで定義された最適化応答識別子 （0より大きい整数）	
cmin	制限される応答の下限 （実数）	
cmax	制限される応答の上限 （実数）	

コメント

1. 制約条件の制限値に0を指定しないようにしてください。不要な制限値は空白のまま残してください。例えば、フォンミーゼス応力の下限は0ではなく空白のままにする必要があります。制限値に0を入力すると、下限値の場合は1.0E-7、上限値の場合は−1.0E-7に制限値が変更されます。これによって数値上は問題がなくなってしまうため、応答が0に近い場合を除き、制約条件が無視されてしまいます。
2. このエントリは、HyperMeshおよびHyperCrashでは最適化の目的関数として表されます。

See Also
設計最適化

RD-E:5101 Bピラーの寸法最適化

設計応答

最適化キーワード
このグループでは、キーワードを使用して最適化における設計応答を定義します。

/DRESP1

最適化キーワード
設計解析の反復計算の結果となる応答、または応答のセットを定義します。これらの応答は、最適化プロセスを進めるために使用でき、一連の制約条件、境界条件、載荷の適用下でモデルがどのように機能するかの尺度となります。設計目的関数または設計制約条件として使用することができます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/DRESP1/*resp_ID*									
title									
RTYPE	*PTYPE*	*REGION*	*ATTA*	*ATTB*	*ATTI*	*ATTJ*			

定義

フィールド	内容		SI単位の例
resp_ID	設計応答識別子 （0より大きい整数）		
title	タイトル。 （文字、最大100文字）		
RTYPE	最適化実行の応答タイプ		
	= 1	質量	
	= 2	質量比率	
	= 3	体積	
	= 4	設計体積比率	
	= 5	変位	
	= 6	応力	
	= 7	ひずみ	
	= 8	内部ひずみエネルギー	

フィールド	内容	SI単位の例
	= 9 速度 （0より大きい整数）	
PTYPE	最適化応答の定義のためのエンティティタイプ **= 1** 節点 **= 2** 要素 **= 3** パート （整数 > 0 または空白） *PTYPE*は、*RTYPE*=1、2、3、4または8の場合のみ空白にできます。これは、その応答がモデル全体で定義されていることを意味します。	
REGION	領域識別子 デフォルト = 0（整数 ≥ 0）	
ATTA	詳細な定義が必要な応答の属性 1 デフォルト = 0（整数 ≥ 0）	
ATTB	詳細な定義が必要な応答の属性 1 デフォルト = 0（整数 ≥ 0）	
ATTI	応答を定義するエンティティのグループの識別番号 *PTYPE* = 1の場合：節点グループの識別子 *PTYPE* = 2の場合：要素グループの識別子 *PTYPE* = 3の場合：パートグループの識別子 （整数 > 0 または空白）	
ATTJ	エンティティタイプのその他の定義（*PTYPE*=2の場合のみ必要となります） **= 101** BEAM要素 **= 102** TRUSS要素 **= 103** SPRING要素 **= 201** SHELL要素 **= 202** SH3N要素 **= 301** BRICK要素	

フィールド	内容	SI単位の例
	(整数 > 0 または空白)	

例

```
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/DRESP1/1
Response is mass summary of part group ID 2000329
### RTYPE=1: Mass
### PTYPE=3: Part
### ATTB=1 : SUM (summary)
### ATTI=2000329 : 2000329 is part group identifier due to PTYPE = 3
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#     RTYPE     PTYPE    REGION      ATTA      ATTB      ATTI
          1         3                                2   2000329
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/DRESP1/2
Response is Y translational displacement of node group ID 2021524
### RTYPE=5: Displacement
### PTYPE=1: Node
### ATTA=2 : Displacement component of Translational Y
### ATTI=2021524 : 2021524 is node group identifier due to PTYPE = 1
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#     RTYPE     PTYPE    REGION      ATTA      ATTB      ATTI
          5         1                  2              2021524
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. 応答とエンティティタイプの一覧

応答タイプ(***RTYPE***)	エンティティタイプ(***PTYPE***)	***ATTA***	***ATTB***
質量(1)	パート(3)または空白	-	=2:SUM または空白
質量比率(2)	パート(3)または空白	-	=1: COMB =2:SUM または空白
体積(3)	パート(3)または空白	-	=2:SUM または空白
設計体積比率(4)	パート(3)または空白	-	=1:COMB =2:SUM または空白
変位(5)	節点(1)	変位成分コード 2	-
応力(6)	要素(2)、パート(3)	応力のアイテムコード 3	>0: クラスターサイズ または空白

応答タイプ(***RTYPE***)	エンティティタイプ(***PTYPE***)	***ATTA***	***ATTB***
ひずみ(7)	要素(2)、パート(3)	ひずみのアイテムコード	-
内部ひずみエネルギー(8)	パート(3)または空白	-	=2: SUB または空白
速度(ms9)	節点(1)	速度成分コード 2	

2. 変位および速度成分コードのための*ATTA*。

ATTA値	変位成分
1	並進X
2	並進Y
3	並進Z
4	回転X
5	回転Y
6	回転Z
7	全変位
8	全回転

3. 応力 / ひずみのアイテムコードのための*ATTA*。

*TRUSS*要素:

ATTA値	応力/ひずみアイテム
0または空白	両端
1	終端A
2	終端B

ビーム要素:

ATTA値	応力/ひずみアイテム
0または空白	すべての応力/ひずみ
4	終端AポイントC

***ATTA*値**	応力/ひずみアイテム
5	終端A点D
6	終端A点E
7	終端A点F
104	終端B点C
105	終端B点D
106	終端B点E
107	終端B点F
8	最大終端A
108	最大終端B

すべてのソリッド要素:

***ATTA*値**	応力/ひずみアイテム
13	フォンミーゼス
101*	最大主応力
8	最大主
16	中間主値
22	最小主値
6	方向X
14	方向Y
20	方向Z
7	せん断XY
15	せん断YZ
21	せん断XZ
102*	相当塑性ひずみ(ひずみ応答専用)

すべてのシェル要素:

***ATTA*値**	応力/ひずみアイテム
101*	フォンミーゼス両方のサーフェス
102*	最大主両方のサーフェス
9	フォンミーゼス1
17	フォンミーゼス2
7	最大主1
15	最大主2
103*	最小主両方のサーフェス
8	最小主1
16	最小主2
104*	法線X（両方のサーフェス）
3	法線X 1
11	法線X 2
105*	法線Y両方のサーフェス
4	法線Y 1
12	法線Y 2
106*	せん断XY両方のサーフェス
5	せん断XY 1
13	せん断XY 2
107*	相当塑性ひずみ両方のサーフェス
108*	相当塑性ひずみ1
109*	相当塑性ひずみ2

注： *ATTA*値（アスタリスク（*）で印を付けられている）は、OptiStructとは整合性がありません。

See Also

設計最適化

RD-E:5101 Bピラーの寸法最適化

/DRESP2

最適化キーワード

OptiStructから目的の応答が直接得られない場合、/DRESP2を使用して計算することができます。この応答では、設計解析の反復計算の結果である任意の応答セットを、機能的に組み合わせることができます。このように定義された応答を、設計の目的関数または制約条件として使用することができます。

/DRESP2カードは、応答関係で使用する式と、応答関数を評価するための入力値を識別します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/DRESP2/*resp_ID*									
title									
FUNC	*EQID*	*REGION*							
VARTYPE1	*ID1*	*ID2*	*ID3*	*ID4*	*ID5*	*ID6*	*ID7*	*ID8*	*ID9*
	ID10	*ID11*	*ID12*	...					
VARTYPE2	*ID1*	*ID2*	*ID3*	*ID4*	*ID5*	*ID6*	*ID7*	*ID8*	*ID9*
	ID10	*ID11*	*ID12*	...					
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

定義

フィールド	内容	SI単位の例
resp_ID	設計応答識別子 （0より大きい整数）	
title	タイトル。 （文字、最大100文字）	
FUNC	引数に適用される関数。 **= 1** SUM **= 2** AVG **= 3** SSQ **= 4** RSS **= 5** MAX **= 6** MIN	

フィールド	内容	SI単位の例
	= 7 SUMABS **= 8** AVGABS **= 9** MAXABS **= 10** MINABS （整数 > 0 または空白）	
EQID	/DEQATN 識別子（応答関係を定義する） （整数 > 0 または空白）	
REGION	領域識別子 デフォルト = 0（整数 ≥ 0）	
VARTYPE#	次に続く変数のタイプを示します。 **= 1** DESVAR **= 2** DNODE **= 3** DRESP1 **= 4** DRESP2 **= 5** DVPREL1 （整数 > 0 または空白）	
ID#	*VARTYPE*がDESVAR、DRESP1、DRESP2またはDVPREL1の場合、このIDリストは定義済み*VARTYPE*のエンティティを参照します。	

例

```
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/DRESP1/1
u_in
### RTYPE=5: Displacement
### PTYPE=1: Node
### ATTA=1 : Translational displacement in X-direction
### ATTI=103 : 103 is node group identifier is due to PTYPE = 1
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#    RTYPE     PTYPE    REGION      ATTA      ATTB      ATTI
         5         1                 1                 103
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/DRESP1/2
u_out
### RTYPE=5: Displacement
### PTYPE=1: Node
### ATTA=1 : Translational displacement in X-direction
### ATTI=104 : 104 is node group identifier is due to PTYPE = 1
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#    RTYPE     PTYPE    REGION      ATTA      ATTB      ATTI
         5         1                 1                 104
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/DRESP2/4
dresp2
```

```
### EQID=1: /DEQATN identifier is 1
### VARTYPE1=3: Indicates the type of variables is 3 (DRESP1)
### ID1=1: first Variable(x) is ID1=1 in DRESP1 (dx in node group 103)
### ID2=2: second Variable(y) is ID2=2 in DRESP1 (dx in node group 104)
#      FUNC       EQID     REGION
           1
# VARTYPE1        ID1        ID2        ID1        ID2        ID1        ID2        ID1        ID2        ID1
          3          1          2
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/DEQATN/1
deqatn
# EQUATIONS
dm(x,y)=(x+y)/2.
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. /DRESP2のエントリは、/DRESP1エントリを合わせた中で固有の識別番号を持つ必要があります。
2. *VARTYPE#*の継続行はいくつでも定義することができます。/DRESP2カードで*VARTYPE#*番号の継続行を記述する際の順番は指定されていません。カード上の任意の位置に、同じ*VARTYPE#*を何度でも繰り返すことができます。ただし、値は記述されている順序で式（または関数）に渡されるため、*VARTYPE#*の継続行が記述されている順序は解に影響します。
3. /DRESP2が自身を直接的に、または再帰的に参照することはできませんが、複数レベルでの参照は許可されています。
4. *VARTYPE*がDNODEの場合は、節点のリストを定義でき、2の倍数番目の値には節点識別子を指定します。例：

   “DNODE, 11, 2”は、節点番号11のY座標を表します。

   VARTYPE = DNODEについて、シーケンスが繰り返されます。例：

   “DNODE, 11, 2, 12, 1”は、節点番号11のY座標と節点番号12のX座標を表します。
5. 以下の関数を*EQID*の代わりに使用することができます。*FUNC*を使用する場合、/DEQATNエントリは不要になります。これらの関数は、タイプに関係なく/DRESP2のすべての引数に適用されます。

関数	内容	式
SUM	引数の和	$\mathrm{SUM}(y_1, y_2 \cdots y_m) = \sum_{i=1}^{m} y_i$
AVG	引数の平均	$\mathrm{AVG}(y_1, y_2 \cdots y_m) = \frac{\sum_{i=1}^{m} y_i}{m}$
SSQ	引数の二乗の和	$\mathrm{SSQ}(y_1, y_2 \cdots y_m) = \sum_{i=1}^{m} y_i^2$
RSS	引数の二乗の和の平方根	$\mathrm{RSS}(y_1, y_2 \cdots y_m) = \sqrt{\sum_{i=1}^{m} y_i^2}$
MAX	引数の最大値	
MIN	引数の最小値	
SUMABS	引数の絶対値の和	$\mathrm{SUM}(y_1, y_2 \cdots y_m) = \sum_{i=1}^{m} \lvert y_i \rvert$

関数	内容	式
AVGABS	引数の絶対値の平均	$\mathrm{AVG}\left(y_1, y_2 \cdots y_m\right) = \frac{\sum_{i=1}^{m} \lvert y_i \rvert}{m}$
MAXABS	引数の絶対値の最大値	
MINABS	引数の絶対値の最小値	

See Also
設計最適化

設計変数

最適化キーワード
このグループでは、キーワードを使用して最適化における設計変数を定義します。

/DESVAR

最適化キーワード
最適化の設計変数を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/DESVAR/*dv_ID*									
title									
Xini		*Xmin*		*Xmax*					

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
dv_ID	設計変数識別子 （0より大きい整数）	
title	タイトル （文字、最大100文字）	
Xini	初期値 （実数）	
Xmin	下限 （実数）	
Xmax	上限 （実数）	

コメント

1. このエントリは、HyperMeshおよびHyperCrashでは最適化の目的関数として表されます。

See Also
設計最適化

RD-E:5101 Bピラーの寸法最適化

/DSHAPE

最適化キーワード
フリー形状設計変数の生成のためのパラメータを定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/DSHAPE/*dshape_ID*									
title									
DTYPE	*MVFACTOR*		*NSMOOTH*	*MXSHRK*		*MXGROW*		*SMETHOD*	*NTRANS*
grnod_ID									
PATRN	*DRAW*	*EXTRU*	*NC_NOD*	*NC_GRN*	*NC_SIDE*	*BARRIER*			

If *PATRN* =1の場合はパターングルーピング定義を読み込みます:

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
PATYP	*AID*	*XA*		*YA*		*ZA*			
	FID	*VXF*		*VYF*		*VZF*			

DRAW =1の場合は型抜き方向の制約条件定義を読み込みます:

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
DTYP	*DAID*	*XDA*		*YDA*		*ZDA*			
	DFID	*XDF*		*YDF*		*ZDF*			

EXTRU =1の場合は押し出し定義を読み込みます:

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
extr_CID	*XE*		*YE*		*ZE*				

NC_NOD >0の場合はグリッド移動の制約条件定義を読み込みます。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
con_NID_1	con_TYP_1	con_CID_1	CX_1		CY_1		CZ_1		
con_NID_2	con_TYP_2	con_CID_2	CX_2		CY_2		CZ_2		

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
同様									
con_NID_3	con_TYP_3	con_CID_3	CX_3		CY_3		CZ_3		

NC_GRN > 0の場合は節点グループの移動制約条件定義を読み込みます:

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
con_GRN_1	con_TYP_1	con_CID_1	CX_1		CY_1		CZ_1		
con_GRN_2	con_TYP_2	con_CID_2	CX_2		CY_2		CZ_2		
同様									
con_GRN_3	con_TYP_3	con_CID_3	CX_3		CY_3		CZ_3		

NC_SIDE > 0の場合は側面制約条件定義を読み込みます:

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
SD_CID_1	XL_1		YL_1		ZL_1				
	XU_1		YU_1		ZU_1				
SD_CID_2	XL_2		YL_2		ZL_2				
	XU_2		YU_2		ZU_2				
	同様								
SD_CID_N	XL_N		YL_N		ZL_N				
	XU_N		YU_N		ZU_N				

BARRIER =1の場合はバリアサーフェス定義を読み込みます。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
bsurf_ID									

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
dshape_ID	フリー形状設計変数の識別子。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
title	タイトル （文字、最大100文字）	
DTYPE	フリー形状の変化の方向のタイプ。 *= 0*（デフォルト） BOTH *= 1* GROW *= 2* SHRINK （整数）	
MVFACTOR	設計グリッドの移動ファクタの初期制限。*MVFACTOR*の単位は、設計グリッドに隣接するメッシュの平均サイズです。 設定できるのは、この制限の初期値のみです。続く最適化反復での値は、反復の安定性強化と収束速度から自動的に調整されます。しかし、初期制限より大きくなることはありません。 デフォルト = 0.5（実数 > 0.0）	
NSMOOTH	メッシュスムージングのための節点の層の数 デフォルト = 10（整数）	
MXSHRK	最大縮小距離。 空白　縮小距離に制限はありません。 （実数 > 0.0、または空白）	
MXGROW	最大拡張距離。 空白　拡張距離に制限はありません。 （実数 > 0.0、または空白）	
SMETHOD	メッシュスムージングの方法。 *= 1*（デフォルト） 方法1 *= 2* 方法2（方法1より時間がかかるが、メッシュのひずみ防止の点でよりロバスト） （整数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
NTRANS	非設計領域への遷移ゾーン内にある設計グリッド層の数。ここでは、遷移が滑らかになるよう付加的な処理が適用されます。 デフォルト = 0（整数 ≥ 0）	
grnod_ID	フリー形状設計節点を含む節点グループの識別番号を指定します。 （0より大きい整数）	
PATRN	変数パターングルーピングがアクティブかどうかと、パターングループに関するその情報が後に続くかどうかを示します。 *= 0* アクティブではない *= 1* アクティブ （整数）	
DRAW	型抜き / 鋳造方向の制約条件のフラグ設定。 *= 0* アクティブではない *= 1* アクティブ （整数）	
EXTRU	押し出し制約条件フラグの設定。 *= 0* アクティブではない *= 1* アクティブ （整数）	
NC_NOD	移動制約条件が定義されている節点の数。 （整数 ≥ 0）	
NC_GRN	移動制約条件が定義されている節点グループの数。 （整数 ≥ 0）	
NC_SIDE	側面制約条件の数。 （0より大きい整数）	
BARRIER	アクティブなバリア制約条件フラグ。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 0 アクティブではない *= 1* アクティブ （整数）	
PATYP	変数パターングルーピングタイプ。何らかの対称性、または変数パターングルーピングを望む場合、これは必須です。 *= 0*（デフォルト） アクティブな対称性または変数パターングルーピングはない *= 10* 1平面に対する対称性が定義されている （整数 ≥ 0）	
AID	変数パターングルーピングのアンカー節点の識別子。 空白　*XA*、*YA*および*ZA*フィールドを空白にしないでください。 （整数 > 0 または空白）	
XA, *YA*, *ZA*	変数パターングルーピングのアンカーポイントの座標。 空白　*AID*を空白にしないでください。 （実数または空白）	
FID	変数パターングルーピングのための1つ目のベクトルの方向を定義する、節点識別子。 空白　*VXF*、*VYF*および*VZF*フィールドを空白にしないでください。 （整数 > 0 または空白）	
VXF, *YXF*, *ZXF*	パターングルーピングを定義する1つ目のベクトルの成分。 *VXF*、*VYF*および*VZF*が空白の場合は、*FID*を空白にしないでください。 （実数または空白）	
DTYP	型抜き方向の制約条件タイプ。 *= 1* 単一ダイ （整数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
DAID	型抜き方向のアンカーポイントを定義する節点識別子。 空白　*XDA*、*YDA*および*ZDA*フィールドを空白にしないでください。 （整数 > 0 または空白）	
XDA, *YDA*, *ZDA*	型抜き方向のアンカーポイントの座標。 *XDA*、*YDA*および*ZDA*が空白の場合は、*DAID*を空白にしないでください。 （実数または空白）	
DFID	型抜き方向を定義する節点識別子。 （整数）	
XDF, *YDF*, *ZDF*	型抜き方向を定義するベクトルの方向。これらのフィールドではポイントを定義します。このベクトルは、アンカーポイントからこのポイントまでで指定されます。 *XDF*、*YDF*および*ZDF*が空白の場合は、*DFID*を空白にしないでください。 （実数または空白）	
extr_CID	スキュー座標系の識別子であり、ここで下記の*XE*、*YE*および*ZE*の成分が解決されます。 空白　成分解決のために、全体座標系が自動選択されます。 （整数 > 0または空白）	
XE, *YE*, *ZE*	*extr_CID*で指定された座標系において定義されている、押し出しパスのベクトルの成分。 （実数）	
con_NID_i	移動制約条件が定義されている節点識別子。 （整数 > 0）, i=1, ..., *NC_NOD*	
con_TYP_i	移動制約条件のタイプ *= 0* 固定 *= 1* CX_i、CY_iおよびCZ_iで指定された方向に沿って移動 *= 2* *CXi*、*CYi*および*CZi*で定義された法線方向に垂直な平面上を移動 （整数 ≥ 0）, i=1, ..., *NC_NOD*	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	(整数 ≥ 0), i=1, ..., *NC_GRN*	
con_GRN	移動制約条件が定義されている節点グループ識別子。 (整数 > 0), i=1, ..., *NC_GRN*	
con_CID_i	スキュー座標系の識別子であり、ここで下記のCX_i、CY_i、CZ_iの値が解決されます。 空白　成分解決のために、全体座標系が自動選択されます。 (整数 > 0または空白)、i=1、...、*NC_GRN*	
CX_i, CY_i, CZ_i	ベクトルのX、Y、Z成分。これにより、グリッドの移動を制約付ける方向を定義(*CON_TYPE*=1)するか、またはグリッドが留まるように制約付ける平面の法線を定義(*CON_TYPE*=2)します。 (実数)、i=1 ...、*N_gndcon*	
SD_CID_i	スキュー座標系の識別子であり、ここで下記ののXL_i、XU_i、YL_i、YU_i、ZL_i、ZU_iの成分が解決されます。 空白　成分解決のために、全体座標系が自動選択されます。 (整数 > 0または空白)、i=1、...、*NC_SIDE*	
XL_i, XU_i, YL_i, $YU_{ii}ZL_i$, ZU_i	側面制約条件は、設計グリッドの移動空間を制限する、座標の下限および上限を定義します。6つのフィールドはいずれも空にすることができます。その場合は対応する座標が制約されないことを意味します。 (実数または空白)i=1、...、*NC_SIDE*	
bsurf_ID	バリアサーフェス識別子 (整数 > 0)	

コメント

1. このエントリは、HyperMeshおよびHyperCrashでは最適化の目的関数として表されます。

See Also
設計最適化

/DSIZE

最適化キーワード
フリー寸法設計変数の生成のためのパラメータを定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/DSIZE/*dsize_ID*									
title									
grpart_ID	*THICK*	*STRES*	*MEMBSIZ*	*PATRN*	*PATREP*	*NGROUP*	*COMP*		

THICK =1の場合は次の板厚定義を読み込みます:*T0*, *T1*

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
T0		*T1*							

STRESS =1の場合は、応力制約条件定義:*MAXSTRS*を読み込みます

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
MAXSTRS									

MEMBSIZ =1の場合は部材寸法制約条件定義:*MINDIM*を読み込みます

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
MINDIM									

PATRN =1の場合はパターングルーピング制約条件定義を読み込みます:

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
TYP	*AID*	*XA*		*YA*		*ZA*			
	FIX	*XF*		*YF*		*ZF*			
UCYC	*SID*	*XS*		*YS*		*ZS*			

PATREP = 1の場合はパターン繰り返し制約条件のMAIN定義を読み込みます:

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
ptrepCID									
CAID	*XCA*		*YCA*		*ZCA*				
CFID	*XCF*		*YCF*		*ZCF*				
CSID	*XCS*		*YCS*		*ZCS*				
CTID	*XCT*		*YCT*		*ZCT*				

PATREP = 2の場合はパターン繰り返し制約条件のSECOND定義を読み込みます:

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
mainID	*SX*		*SY*		*SZ*				
ptreCID									
CAID	*XCA*		*YCA*		*ZCA*				
CFID	*XCF*		*YCF*		*ZCF*				
CSID	*XCS*		*YCS*		*ZCS*				
CTID	*XCT*		*YCT*		*ZCT*				

COMP > 0の場合は、複合材製造制約条件の定義を読み込みます(*COMP* = 定義の数):

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
CTYP=1:									
CTYP	*LTMIN*		*LTMAX*		*grsh3n_ID*	*grshel_ID*	*LTEXC*		
CTYP=2:									
CTYP	*PTANGLE*		*PTMIN*		*PTMAX*		*grsh3n_ID*	*grshel_ID*	*PTEXC*
CTYP=3:									
CTYP	*PPANGLE*		*PPMIN*		*PPMAX*		*grsh3n_ID*	*grshel_ID*	*PPEXC*
CTYP=4:									
CTYP	*PMANGLE*		*PMMAN*		*grsh3n_ID*	*grshel_ID*	*PMEXC*		
CTYP=5:									
CTYP	*BANGLE1*		*BANGLE2*						

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
CTYP=6:									
CTYP	*CANGLE*		*CTHICK*						
CTYP=7:									
CTYP	*PDANGLE*		*PDTYP*	*PDMAX*		*grsh3n_ID*	*grshel_ID*	*PDEXC*	

NGROUP > 0の場合はゾーンベースのフリー寸法定義を読み込みます:

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$ETYP_1$	$EGRP_1$								
$ETYP_2$	$EGRP_2$								
同様	同様								

定義

フィールド	内容	SI単位の例
dsize_ID	フリー寸法設計変数の識別子。 (0より大きい整数)	
title	タイトル。 (文字、最大100文字)	
grpart_ID	設計空間を定義するパートグループ識別子。 (0より大きい整数)	
THICK	最小板厚値(および、場合によっては最大板厚値)を定義する必要があるかどうかを示します。 *= 0* なし *= 1* あり (整数 ≥ 0)	
T0	最小板厚。 (実数 > 0.0、または空白)	

フィールド	内容	**SI**単位の例
T1	最大板厚。 （実数 > 0.0、または空白）	
STRESS	フォンミーゼス応力の制約条件を定義する必要があるかどうかを示します。 *= 0* なし *= 1* あり （整数）	
MAXSTRS	フォンミーゼス応力の上限の制約条件。 デフォルトなし（実数 > 0.0）	
MEMBSIZ	部材寸法コントロールフラグの設定。 *= 0* なし *= 1* あり （整数 ≥ 0）	
MINDIM	形成される部材の最小直径を指定します。このフィールドは小さい部材を除去する場合に使用します。また、チェッカーボード結果も除去します。 デフォルト = 最小部材寸法制御なし（実数 > 0.0）	
PATRN	グルーピングパターンフラグの設定。 *= 0* なし *= 1* あり （整数）	
TYP	パターングルーピングタイプの設定。 *= 1* 1平面に対する対称性 *= 2* 2平面に対する対称性 *= 3* 3平面に対する対称性	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 10 円形 *= 11* 円形で対称 デフォルト = パターングルーピングなし(整数)	
AID	変数パターングルーピングのアンカー節点の識別子。 空白 *XA*、*YA*および*ZA*フィールドを空白にしないでください。 (整数 > 0 または空白)	
XA, *YA*, *ZA*	パターングルーピングのアンカーポイントの座標。 空白 *AID*を空白にしないでください。 (実数または空白)	
FID	変数パターングルーピングのための1つ目のベクトルの方向を定義する、節点識別子。 空白 *XF*、*YF*および*ZF*フィールドを空白にしないでください。 (整数 > 0 または空白)	
XF, *YF*, *ZF*	パターングルーピングを定義する1つ目のベクトルの成分。 空白 *FID*を空白にしないでください。 (実数または空白)	
UCYC	周期対称の周期繰り返し数。このフィールドは、周期対称の放射状"ウェッジ"の数を定義します。各ウェッジの角度は次のように計算されます: 360.0/UCYC. デフォルト = 空白(整数 > 0 、または空白)	
SID	パターングルーピング定義の2つ目のポイントの節点識別子。 空白 *XS*、*YS*および*ZS*フィールドを空白にしないでください。 (整数または空白)	
XS, *YS*, *ZS*	パターングルーピング定義の2つ目のポイントの座標。 空白 *SID*を空白にしないでください。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（実数または空白）	
PATREP	パターン繰り返しが定義されているかどうかと繰り返しタイプを示します。 *= 0* パターン繰り返しなし *= 1* パターン繰り返しが定義されており、この設計変数がメイン *= 2* パターン繰り返しが定義されており、この設計変数がセカンダリ （整数）	
mainID	パターン定義のためのメイン/DSIZE識別子。 このフィールドは、*PATREP* =2の場合のみ必要となります。 （0より大きい整数）	
SX, *SY*, *SZ*	パターン繰り返しにおけるX、Y、Z方向のスケールファクター。 デフォルト = 1.0（実数 > 0.0））	
ptrepCID	パターン繰り返し座標系として使用されるスキュー識別子。 デフォルト = 0（整数 > 0）	
CAID	パターン繰り返し座標系の定義のためのアンカーポイントの節点識別子。 空白　*XCA*、*YCA*および*ZCA*フィールドを空白にしないでください。 （整数 > 0 または空白）	
XCA, *YCA*, *ZCA*	パターン繰り返し座標系の定義のためのアンカーポイントの座標。 空白　*CAID*を空白にしないでください。 （実数または空白）	
CFID	パターン繰り返し座標系の定義のための1つ目のポイントの節点識別子。 空白　*XCF*、*YCF*および*ZCF*フィールドを空白にしないでください。 （整数 > 0 または空白）	
XCF, *YCF*, *ZCF*	パターン繰り返し座標系の定義のための1つ目のポイントの座標。 空白　*CFID*を空白にしないでください。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（実数または空白）	
CSID	パターン繰り返し座標系の定義のための2つ目のポイントの節点識別子。 空白　*XCS*、*YCS*および*ZCS*フィールドを空白にしないでください。 （整数 > 0 または空白）	
XCS, *YCS*, *ZCS*	パターン繰り返し座標系の定義のための2つ目のポイントの座標。 空白　*CSID*を空白にしないでください。 （実数または空白）	
CTID	パターン繰り返し座標系の定義のための3つ目のポイントの節点識別子。 空白　*XCT*、*YCT*および*ZCT*フィールドを空白にしないでください。 （整数 > 0 または空白）	
XCT, *YCT*, *ZCT*	パターン繰り返し座標系の定義のための3つ目のポイントの座標。 空白　*CTID*を空白にしないでください。 （実数または空白）	
NGROUP	ゾーンベースのフリー寸法の最適化で使用される要素グループの数。 デフォルト = 0（整数 ≥ 0）	

$ETYP_i$	後に続く要素グループのタイプ。
	= 201
	`/GRSHEL`
	= 202
	`/GRSH3N`
	（整数 > 0）, i=1, ..., *NGROUP*	

$EGRP_i$	ゾーンベースのフリー寸法の最適化で使用される要素グループ番号。 （整数 > 0）、i=1、...、*NGROUP*	
COMP	適用される複合材製造性制約条件を示します。製造性制約条件に関する情報が次に続きます。*COMP*の値は、後続の複合材製造定義の合計数と等しくなります。	
CTYP	複合材製造タイプ定義フラグ。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 1 積層板厚制約条件が適用されます。複数の積層板厚制約条件を指定することができます。 *= 2* プライ板厚制約条件が適用されます。複数のプライ板厚制約条件を指定することができます。 *= 3* プライ板厚パーセンテージ制約条件が適用されます。複数のプライ板厚パーセンテージ制約条件を指定することができます。 *= 4* Manufacturable ply thickness constraints are applied.複数の製造可能プライ板厚制約条件を指定することができます。 *= 5* バランス制約条件が適用されます。複数のバランス制約条件を指定することができます。 *= 6* 一定板厚制約条件が適用されます。複数の一定板厚制約条件を指定することができます。 *= 7* プライ減少制約条件が適用されます。複数のプライ減少制約条件を指定することができます。 （整数）	
LTMIN	積層板厚制約条件（*CTYP*=1）の最小積層板厚。 （実数または空白）	
LTMAX	積層板厚制約条件（*CTYP*=1）の最大積層板厚。 （実数または空白）	
grsh3n_ID	3節点シェルグループの識別子 （0より大きい整数）	
grshel_ID	4節点シェルグループの識別子 （0より大きい整数）	
LTEXC	特定のプライが積層板厚制約条件（*CTYP*=1）から除外されることを示します。サポートされているオプションは次のとおりです。 *= 0* プライは除外されません。 *= 1*（デフォルト） コアが除外されます。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 2 一定板厚制約条件(*CTYP* = 6)で定義されたプライが除外されます。 *= 3* 1と2が考慮されます。 (整数)	
PTANGLE	プライ板厚制約条件(*CTYP*=2)が適用されるプライ方向(単位は度)。 (実数)	
PTMIN	プライ板厚制約条件(*CTYP*=2)の最小板厚。 (実数または空白)	
PTMAX	プライ板厚制約条件(*CTYP*=2)の最大板厚。 (実数または空白)	
PTEXC	特定のプライがプライ板厚制約条件(*CTYP*=2)から除外されることを示します。サポートされているオプションは次のとおりです。 *= 0* プライは除外されません。 *= 1*(デフォルト) コアが除外されます。 *= 2* 一定板厚制約条件(*CTYP* = 6)で定義されたプライが除外されます。 *= 3* 1と2が考慮されます。 (整数)	
PPANGLE	プライ板厚パーセンテージ制約条件(*CTYP*=3)が適用されるプライ方向(単位は度)。 (実数)	
PPMIN	プライ板厚パーセンテージ制約条件(*CTYP*=3)の最小パーセンテージ板厚。 (実数または空白)	
PPMAX	プライ板厚パーセンテージ制約条件(*CTYP*=3)の最大パーセンテージ板厚。 (実数または空白)	
PPEXC	特定のプライがプライ板厚パーセンテージ制約条件(*CTYP*=3)から除外されることを示します。サポートされているオプションは次のとおりです。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 0 プライは除外されません。 *= 1*（デフォルト） コアが除外されます。 *= 2* 一定板厚制約条件（*CTYP* = 6）で定義されたプライが除外されます。 *= 3* 1と2が考慮されます。 （整数）	
PMANGLE	製造可能プライ板厚制約条件（*CTYP* = 4）が適用されるプライ方向（単位は度）。 （実数）	
PMMAN	製造可能なプライ板厚 デフォルト = 空白（実数 > 0.0）	
PMEXC	特定のプライが製造可能プライ板厚制約条件（*CTYP* = 4）から除外されることを示します。サポートされているオプションは次のとおりです。 *= 0* プライは除外されません。 *= 1*（デフォルト） コアが除外されます。 *= 2* 一定板厚制約条件（*CTYP* = 6）で定義されたプライが除外されます。 *= 3* 1と2が考慮されます。 （整数）	
BANGLE1	バランス制約条件（*CTYP*=5）が適用される最初のプライ方向（単位は度）。 （実数）	
BANGLE2	バランス制約条件（*CTYP*=5）が適用される2番目のプライ方向（単位は度）。 （実数）	
CANGLE	一定板厚制約条件（*CTYP*=6）が適用されるプライ方向（単位は度）。 （実数）	
CTHICK	一定板厚制約条件（*CTYP*=6）の一定プライ板厚。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（実数）	
PDANGLE	プライ減少制約条件（*CTYP*=7）が適用されるプライ方向（単位は度）。 （実数）	
PDTYP	減少制約条件のタイプ：2 *= 0*（デフォルト） PLYSLP *= 1* PLYDRP *= 2* TOTSLP *= 3* TOTDRP （整数）	
PDMAX	プライ減少制約条件（*CTYP*=7）の最大許容減少量。 （実数）	
PDEXC	特定のプライがプライ減少制約条件（*CTYP*=7）から除外されることを示します。サポートされているオプションは次のとおりです。 *= 0* プライは除外されません。 *= 1*（デフォルト） コアが除外されます。 *= 2* 一定板厚制約条件（*CTYP* = 6）で定義されたプライが除外されます。 *= 3* 1と2が考慮されます。 （整数）	

例

```
# Free size parameters
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/DSIZE/3000
freeSizeOpti
### COPM=6: 6 composite manufacturing constraints are applied
### CTYP=3: Ply thickness percentage constraints are applied
### CTYP=4: Manufacturable ply thickness constraints are applied.
### CTYP=5: A balance constraint is applied.
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
# grpartID     THICK     STRESS    MEMBSIZ     PATRN     PATREP     NGROUP       COMP
     10001         0          0          0         0          0          0          6
#    CTYP=3             PPANGLE               PPMIN               PPMAX grsh3n_ID grshel_ID     PPEXC
```

```
         3                 0.                  0.                  0.8
#   CTYP=4              PMANGLE               PMMAN grsh3n_ID grshel_ID     PMEXC
         4                 0.                  0.1
#   CTYP=4              PMANGLE               PMMAN grsh3n_ID grshel_ID     PMEXC
         4                45.0                 0.1
#   CTYP=4              PMANGLE               PMMAN grsh3n_ID grshel_ID     PMEXC
         4               -45.0                 0.1
#   CTYP=4              PMANGLE               PMMAN grsh3n_ID grshel_ID     PMEXC
         4                90.                  0.1
#   CTYP=5              BANGLE1              BANGLE2
         5                45.0                -45.0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. このエントリは、HyperMeshおよびHyperCrashでは最適化の目的関数として表されます。
2. *PDTYP*で減少制約条件のタイプを選択するためのオプションは、プライのセットに対して下記のように定義されます。

   *PDTYP*オプションには以下のものがあります:

   - PLYSLP
   - PLYDRP
   - TOTSLP
   - TOTDRP

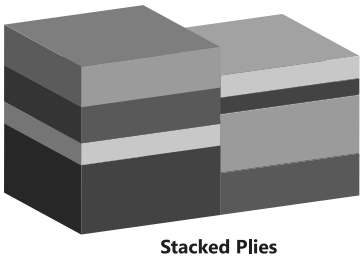


図 *457:*

プライが上記のように重ねられていると想定すると、定義は以下のとおりです。

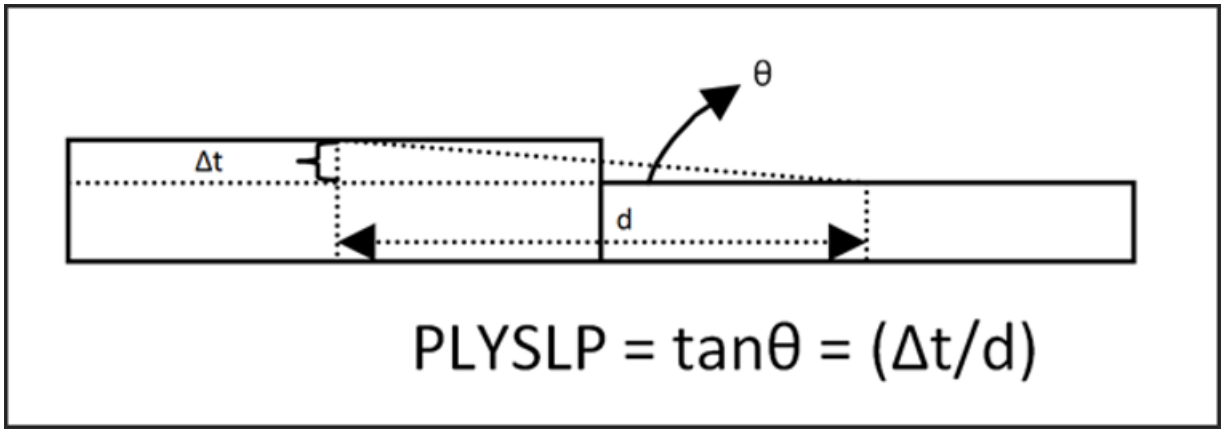


図 *458:*

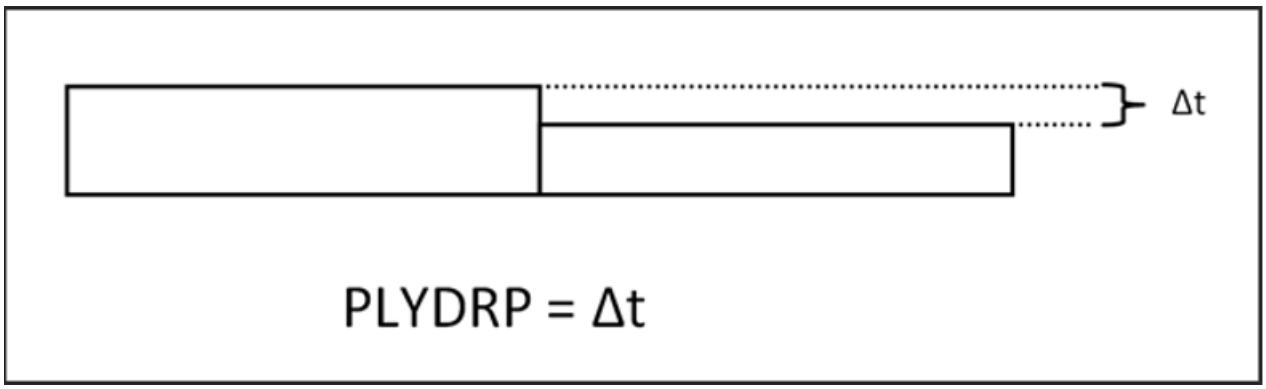


図 *459:*

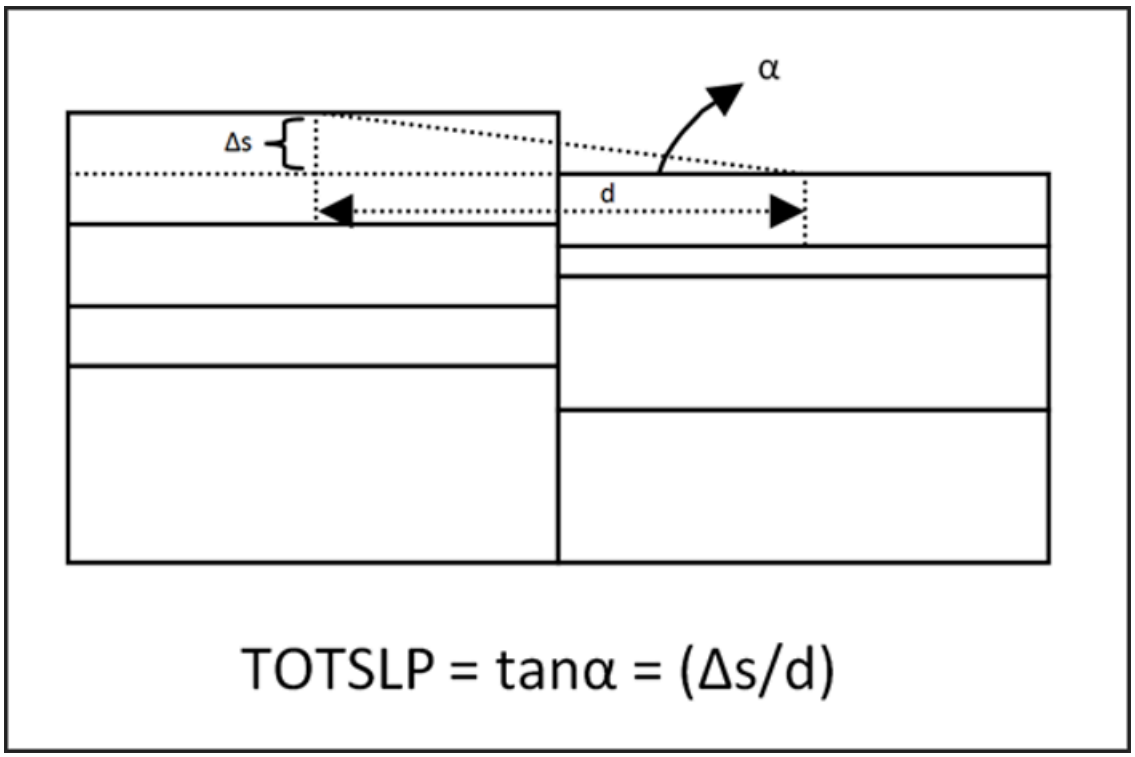


図 *460:*

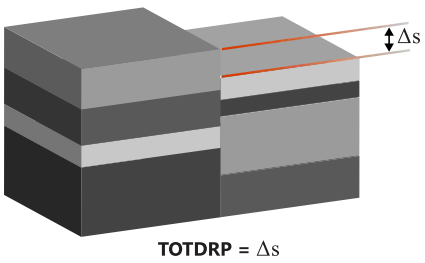


図 *461:*

See Also
設計最適化

/DTPG

最適化キーワード
トポグラフィー設計変数の生成のためのパラメータを定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/DTPG/*dtpg_ID*									
title									
TYPE	*grpart_ID*	*dvg_ID*	*PATRN*	*PATRN2*	*PATREP*	*BOUNDS*			

PATREP =0または1の場合はビード定義を読み込みます。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
MW		*ANG*		*BF*	*HGT*		*SKIP*		
norm	*XD*		*YD*		*ZD*				

PATRN =1の場合はパターングルーピング制約条件定義を読み込みます:

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
TYP	*AID*	*XA*		*YA*		*ZA*			
	FID	*XF*		*YF*		*ZF*			

PATRN2 =1の場合はパターングルーピング制約条件定義を読み込みます:

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
UCYC	*SID*	*XS*		*YS*		*ZS*			

BOUNDS =1の場合はグリッド移動のための制限および初期値の定義を読み込みます。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
LB		*UB*		*INIT*					

PATREP = 1の場合はパターン繰り返し制約条件のMAIN定義を読み込みます:

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
ptrepCID									
CAID	*XCA*		*YCA*		*ZCA*				
CFID	*XCF*		*YCF*		*ZCF*				
CSID	*XCS*		*YCS*		*ZCS*				
CTID	*XCT*		*YCT*		*ZCT*				

PATREP = 2の場合はパターン繰り返し制約条件のSECOND定義を読み込みます:

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
mainID	*SX*		*SY*		*SZ*				
ptrepCID									
CAID	*XCA*		*YCA*		*ZCA*				
CFID	*XCF*		*YCF*		*ZCF*				
CSID	*XCS*		*YCS*		*ZCS*				
CTID	*XCT*		*YCT*		*ZCT*				

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
dtpg_ID	トポグラフィー設計変数の識別子。 （0より大きい整数）	
title	タイトル。 （文字、最大100文字）	
TYPE	トポグラフィー設計変数がPARTグループまたは`/DVGRID`で定義されているかどうかを示します。 *= 1* トポグラフィー設計変数をオプション*grpart_ID*で定義 *= 2* トポグラフィー設計変数をオプション*dvg_ID*で定義 （整数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
grpart_ID	設計空間を定義するパートグループ識別子。*TYPE* =1の場合のみ明示的に定義する必要があります。 （整数 > 0）	
dvg_ID	DVGRIDのセットの設計変数番号を定義する/DVGRID識別子。*TYPE* = 2の場合のみ明示的に定義する必要があります。 （整数 > 0）	
MW	ビードの最小幅。このパラメータは、モデル内のビードの幅を制御します [推奨値は平均要素幅の1.5倍から2.5倍の間]。 1 （実数 > 0.0）	
ANG	ドロー角度（単位＝度）。このパラメータは、ビードの側壁の角度を制御します（推奨値は60°から75°まで）。 1 （1.0 < 実数 < 89.0）	
BF	バッファゾーンフラグの設定。このパラメータは、設計領域内の要素と設計領域外の要素の間にバッファゾーンを設定します。2。 *= 0* アクティブではない *= 1* アクティブ デフォルト = 1（整数）	
HGT	ドロー高。このパラメータは、絞られるビードの最大高さを設定します。このフィールドは、*TYPE* =1の場合のみ有効です。 （0.0より大きい実数）	
norm	形状変数が要素の法線方向で作成されているかどうかを示します。（*TYPE* = 1に対してのみ有効） *= 0* なし *= 1*（デフォルト） あり （整数または空白）	
XD, YD, ZD	全体座標系内のベクトルのX、Y、およびZ成分です。これらの3つすべての値が実数の場合、その3つのフィールドで定義されたxyzベクトルによって指定された方向に、形状変数が作成されます。（*TYPE* = 1に対してのみ有効）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（実数または空白）	
SKIP	境界節点除外フラグ。このパラメータは、特定の節点を設計領域から除外するようにソルバーに指示します。このフィールドは、*TYPE* =1の場合のみ有効です。 *= 1* パートグループ*grpart_ID*内の要素に結合する節点はすべて、形状変数の一部となります。 *= 2* /BCS宣言がある節点は、設計領域から排除されます。 *= 3* /CLOADまたは/IMPDISP宣言など、力が定義されている節点は、設計領域から排除されます。 *= 4*（デフォルト） 境界条件または力のどちらかが定義されている節点は、設計領域から排除されます。2と3を組み合わせたオプションです。 （整数）	
PATRN	グルーピングパターンフラグの設定。 *= 0* なし *= 1* あり （整数）	
TYP	グルーピングパターンタイプの変数。何らかの対称性、または変数パターングルーピングを望む場合、これは必須です。ゼロまたは空白の場合、アンカー節点、1つ目のベクトル、および2つ目のベクトルの定義は無視されます。20未満の場合は、2つ目のベクトルの定義が無視されます。4 デフォルト = 0（整数 ≥ 0）	
AID	変数パターングルーピングのアンカー節点の識別子。3 空白　*XA*、*YA*および*ZA*フィールドを空白にしないでください。 （整数 > 0 または空白）	
XA, *YA*, *ZA*	パターングルーピングのアンカーポイントの座標。3 空白　*AID*を空白にしないでください。 （実数または空白）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
FID	変数パターングルーピングのための1つ目のベクトルの方向を定義する、節点識別子。3 空白　*XF*、*YF*および*ZF*フィールドを空白にしないでください。 （整数 > 0 または空白）	
XF, *YF*, *ZF*	パターングルーピングを定義する1つ目のベクトルの成分。3 空白　*FID*を空白にしないでください。 （実数または空白）	
PATRN2	グルーピングパターン変数のフラグ設定。 *= 0* なし *= 1* あり （整数）	
UCYC	周期対称の周期繰り返し数。このフィールドは、周期対称の放射状"ウェッジ"の数を定義します。各ウェッジの角度は360.0/UCYCのように計算されます。4 デフォルト = 空白（整数 > 0 、または空白）	
SID	パターングルーピング定義の2つ目のポイントの節点識別子。3 空白　*XS*、*YS*および*ZS*フィールドを空白にしないでください。 （整数または空白）	
XS, *YS*, *ZS*	パターングルーピングの2つ目のポイントの座標。3 空白　*SID*を空白にしないでください。 （実数または空白）	
BOUNDS	グリッド移動の上限、下限、および初期値に関する情報が定義されていることを示します。 *= 0* なし *= 1* あり	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	
LB	グリッドの移動を制御する変数の下限値。グリッドの移動の下限をLB*HGTに設定します。 デフォルト = 0.0（実数 < *UB*）	
UB	グリッドの移動を制御する変数の上限値。グリッドの移動の上限をUB*HGTに設定します。 デフォルト = 1.0（実数 > *LB*）	
INIT	グリッドの移動を制御する変数の初期値。グリッド移動の初期値をINIT*HGTに設定します。 （*LB* < 実数 < *UB*）	
PATREP	パターン繰り返し定義フラグ。 *= 0* パターン繰り返しなし *= 1* パターン繰り返しが定義されており、この設計変数がメイン *= 2* パターン繰り返しが定義されており、この設計変数がセカンダリ （整数）	
mainID	パターン定義のためのメイン/DTPG識別子。 （0より大きい整数）*PATREP* =2の場合のみ必要	
SX, *SY*, *SZ*	パターン繰り返しにおけるそれぞれX、Y、Z方向のスケールファクター。 デフォルト = 1.0（実数 > 0.0）	
ptrepCID	パターン繰り返し座標系として使用されるスキュー識別子。6 デフォルト = 0（整数 ≥ 0）	
CAID	パターン繰り返し座標系の定義のためのアンカーポイントの節点識別子。6 空白　*XCA*、*YCA*および*ZCA*フィールドを空白にしないでください。 （整数 > 0 または空白）	
XCA, *YCA*, *ZCA*	パターン繰り返し座標系の定義のためのアンカーポイントの座標。6 空白　*CAID*を空白にしないでください。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（実数または空白）	
CFID	パターン繰り返し座標系の定義のための1つ目のポイントの節点識別子。6 空白　*XCF*、*YCF*および*ZCF*フィールドを空白にしないでください。 （整数 > 0 または空白）	
XCF, *YCF*, *ZCF*	パターン繰り返し座標系の定義のための1つ目のポイントの座標。6 空白　*CFID*を空白にしないでください。 （実数または空白）	
CSID	パターン繰り返し座標系の定義のための2つ目のポイントの節点識別子。6 空白　*XCS*、*YCS*および*ZCS*フィールドを空白にしないでください。 （整数 > 0 または空白）	
XCS, *YCS*, *ZCS*	パターン繰り返し座標系の定義のための2つ目のポイントの座標。6 空白　*CSID*を空白にしないでください。 （実数または空白）	
CTID	パターン繰り返し座標系の定義のための3つ目のポイントの節点識別子。6 空白　*XCT*、*YCT*および*ZCT*フィールドを空白にしないでください。 （整数 > 0 または空白）	
XCT, *YCT*, *ZCT*	パターン繰り返し座標系の定義のための3つ目のポイントの座標。6 空白　*CTID*を空白にしないでください。 （実数または空白）	

コメント

1. ビードの最小幅およびドロー角度を使用して、形状変数の形状を決定します。図 462 は、設計要素の平面の法線方向に完全に拡張させた単一の形状変数の断面を示します。ビードの上部は、直径が最小ビード幅のパラメータと等しい円形の領域にわたって平らとなります。ビードの側壁は、ドロー角度のパラメータに等しい角度で次第に細くなります。

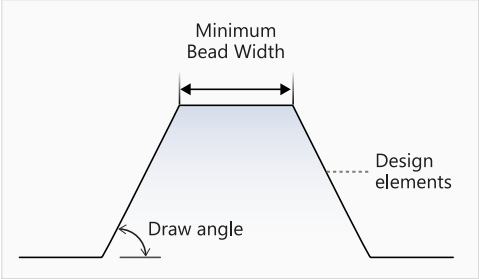


図 *462:* ビード幅およびドロー角度の定義

2. バッファゾーンは、設計要素と非設計要素間のインターフェースがどのように扱われるかを制御するパラメータです。これがアクティブな場合、OptiStructは正しいビード幅およびドロー角度が維持されるように、形状変数を非設計要素から十分遠くに置きます。これが非アクティブな場合、ビードと非設計要素間の境界での移行は急激に行われます。設計領域からの除外のパラメータによって除外されたすべてのノードに関しては、その周囲にバッファーゾーンが作成されます。

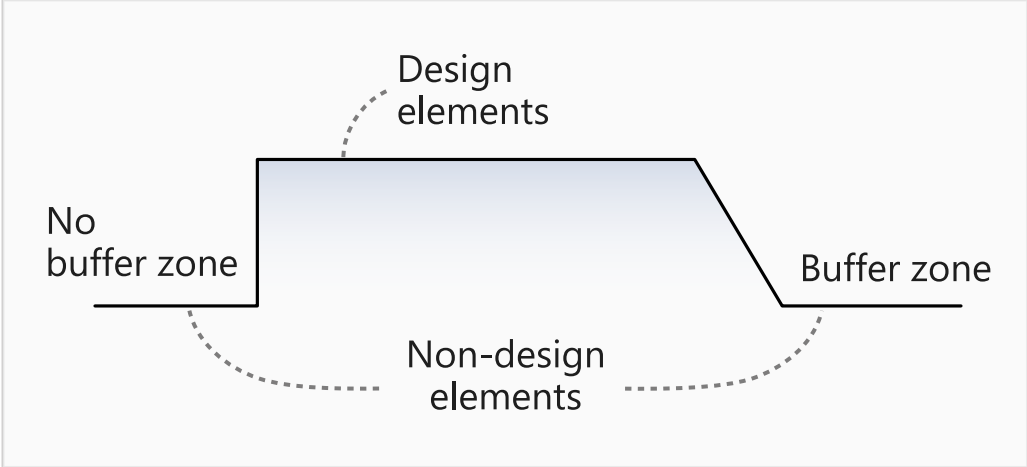


図 *463:* 設計要素と非設計要素間の移行（バッファゾーンがある場合とない場合）

3. 1つの面、2つの面、3つの面においてトポグラフィー最適化の対称性を適用することができます。自動生成した変数は対称性が強制されないと対称にならない場合があるため、対称モデルおよび荷重条件に対して対称面を定義することが推奨されます。OptiStructにより対称面全域でほぼ同じ値を持つ変数が生成されるので、対称メッシュは必要ありません。対称面の片側のメッシュがもう一方の側のメッシュよりも大きい場合、OptiStructは対称面の'正'の側に作成された変数をもう一方の側にも鏡面コピーしますが、対称面の正の側とオーバーラップしない'負'の側には変数を作成しません。対称面の正の側とは、1つ目のベクトル、2つ目のベクトル、およびそれらの外積が指している側です。

4. `DTPG`カードの変数パターングルーピングを定義することができます。OptiStructは、フィールド*TYP*で選択されたパターンのタイプに基づいて、形状変数を生成します。変数グルーピングパターンのタイプ1～14では、1つ目のベクトルとアンカーノードのみ定義が必要です。変数パターングルーピングのタイプが20以上の場合は、1つ目のベクトル、2つ目のベクトル、およびアンカーノードの定義が必要です。グリッドを使用して1つ目のベクトルを定義している場合、法線ベクトルはアンカーポイントから始まり、指定されたグリッドの方向に向かいます（下図をご参照ください）。1つ目のベクトル、2つ目のベクトル、またはアンカーポイントを定義するためにグリッドまたはxyzデータを使用することができ、これらを混合で使用することも可能です（アンカーポイントをグリッドで決定し、1つ目のベクトルをxyzデータで決定すること、またその逆も可能ということです）。

OptiStructのトポグラフィー最適化における非常に便利な機能の1つに、シンプルなパターンによる形状変数の自動生成があります。多くの場合、製造性制約条件、または形状最適化時における要素崩壊のリスクのため、パート

の望ましい形状に適合するパターンでの形状変数を作成する必要があります。基本トポグラフィー最適化(*TYP* = 0)では、OptiStructは円形の形状変数を作成します。OptiStructにはさまざまな形状変数パターンのライブラリが含まれており、DTPGカードの*TYP*パラメータを使用してアクセスすることができます。

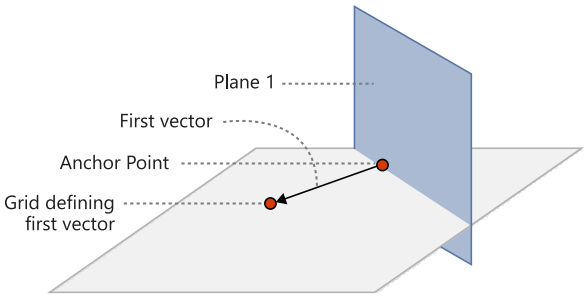


図 *464:* 節点を使用した*1*つ目のベクトルの定義

2つ目のベクトルは、フィールド*XS*、*YS*および*ZS*で定義される節点(*SID*)またはベクトルを平面1に投影することで計算されます。2つ目のベクトルの定義に節点が使用された場合、2つ目のベクトルは、アンカーノードから投影された節点に向かうベクトルとなります。2つ目のベクトルの定義にベクトルが使用された場合、投影されたベクトルのベースはアンカーポイントに置かれます。2つ目のベクトルは平面2に対して垂直です。

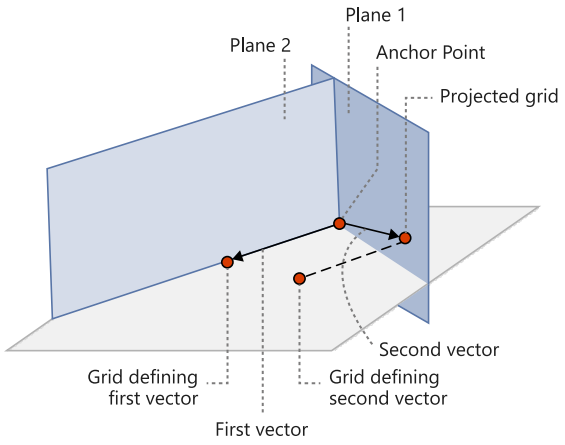


図 *465:*

平面3は、平面1および平面2に対して垂直になるように決定されます。

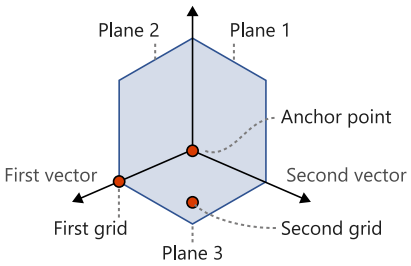


図 *466:*

5. OptiStructでサポートされているパターンのリストについては、パターングルーピングオプションをご参照ください。
6. パターンの繰り返しによって、似たトポグラフィー配置を生成するために設計領域における似た領域を互いにリンクさせることができます。これは "メイン"と"セカンダリ"領域の定義を通して容易になります。1つのDTPGカードには、*MAIN*フラグまたは*SECOND*フラグを1つのみ含めることができます。*SECOND*フラグを含むDTPGカードのビードパラメータはエクスポートされません。"メイン"領域、"セカンダリ"領域のいずれの場合も、パターン繰り返し座標系

が必要であり、*COORD*フラグの後に記述されます。鏡面操作を容易にするため、座標系は右手、左手のいずれのデカルト座標系であっても構いません。座標系は、以下の優先順にリストされている2つの方法のいずれかによって定義することができます:

- ·3つのポイントを定義し、それらを以下のように使用して座標系を定義します(左手座標系を定義する唯一の方法):
  - アンカーポイントから1つ目のポイントへのベクトルによってX軸が定義されます。
  - 2つ目のポイントはX-Y平面上にあり、Y軸の正方向を指定します。
  - 3つ目のポイントは、z軸の正方向を指定します。
- 直交座標系とアンカーポイントを定義します。アンカーポイントのみが定義された場合は、基準座標系の使用が想定されます。

  同じ"メイン"を複数の"セカンダリ"から参照することができます。

  "セカンダリ"領域に対してスケールファクターを定義し、"メイン"のレイアウトを調整することができます。

  詳細については、ユーザーズガイドのTopography Optimizationセクションに含まれるPattern Repetitionページをご参照ください。

See Also
設計最適化

/DTPL

最適化キーワード
トポロジー設計変数の生成のためのパラメータを定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/DTPL/*dtpl_ID*									
title									
grpart_ID	*TMIN*	*STRESS*	*MEMBSIZ*	*PATRN*	*PATREP*	*EXTR*	*MESH*	*DRAW*	*MMOCID*

TMIN=0/1。*TMIN*=1の場合は板厚定義*T0*を読み込みます

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
T0									

STRESS=0/1。*STRESS* =1の場合は応力制約条件定義*MAXSTRS*を読み込みます

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
MAXSTRS									

MEMBSIZ=0/1。*MEMBSIZ*=1の場合は部材寸法制約条件定義を読み込みます。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
MINDIM		*MAXDIM*		*MINGAP*					

PATRN=0/1。*PATRN*=1の場合はパターングルーピング制約条件定義を読み込みます。2

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
TYP	*AID*	*XA*		*YA*		*ZA*			
	FID	*XF*		*YF*		*ZF*			
UCYC	*SID*	*XS*		*YS*		*ZS*			

PATREP=0/1/2,

PATREP = 1の場合はパターン繰り返し制約条件のMAIN定義を読み込みます: 3

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
ptrepCID									
CAID	*XCA*		*YCA*		*ZCA*				
CFID	*XCF*		*YCF*		*ZCF*				
CSID	*XCS*		*YCS*		*ZCS*				
CTID	*XCT*		*YCT*		*ZCT*				

PATREP = 2の場合はパターン繰り返し制約条件のSECOND定義を読み込みます: 3

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
mainID	*SX*		*SY*		*SZ*				
ptrepCID									
CAID	*XCA*		*YCA*		*ZCA*				
CFID	*XCF*		*YCF*		*ZCF*				
CSID	*XCS*		*YCS*		*ZCS*				
CTID	*XCT*		*YCT*		*ZCT*				

EXTRU=0/1。*EXTRU*=1の場合は押し出し制約条件定義を読み込みます。4

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
ETYP	$extrGRN_1$	$extrGRN_2$							

MESH=0/1。*MESH* =1の場合はメッシュタイプ定義を読み込みます:

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
MTYP									

DRAW=0/1。*DRAW*=1の場合は型抜き方向の制約条件定義を読み込みます。5

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
DTYP	*DAID*	*XDA*		*YDA*		*ZDA*			
	DFID	*XDF*		*YDF*		*ZDF*			

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
ogrpart	*NOHOLE*	*TSTAMP*							

MMOCID=0/1。*MMOCID*=1の場合はマルチモデル最適化で設計領域をマッピングするためのスキュー識別子を読み込みます。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
MCID									

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
dtpl_ID	トポロジー設計変数の識別子。 （0より大きい整数）	
title	タイトル。 （文字、最大100文字）	
grpart_ID	設計空間を定義するパートグループ識別子。 （0より大きい整数）	
TMIN	最小板厚定義が定義されているかどうかを示します。 *= 0*（デフォルト） なし *= 1* あり （整数）	
T0	最小板厚。 （0.0より大きい実数）	
STRESS	フォンミーゼス応力の制約条件が定義されているかどうかを示します。 *= 0* なし *= 1* あり （整数）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
MAXSTRS	フォンミーゼス応力に関する制約条件の上限。 デフォルトなし（実数 > 0.0）	
MEMBSIZ	アクティブなMember Size Controlフラグ *= 0* なし *= 1* あり （整数 ≥ 0）	
MINDIM	形成される部材の最小直径を指定します。このフィールドは小さい部材を除去する場合に使用します。また、チェッカーボード結果も除去します。 デフォルト = 最小部材寸法制御なし（実数 > 0.0）	
MAXDIM	形成される部材の最大直径を指定します。このフィールドは大きな部材の形成を防止するために使用できます。これは、*MINDIM*と組み合わせることでのみ使用可能です。 デフォルト = 最大部材寸法制御なし（実数 > 0.0）	
MINGAP	形成される構造部材間の最小間隔を定義します。このコマンドは、*MAXDIM*との併用でのみ使用が可能です。 デフォルト = 空白（実数 > *MAXDIM*）	
PATRN	グルーピングパターンフラグの設定。1 *= 0* なし *= 1* あり （整数）	
TYP	パターングルーピングタイプの設定。 *= 1* 1平面に対する対称性 *= 2* 2平面に対する対称性 *= 3* 3平面に対する対称性 *= 10* 円形	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 11 円形で対称 デフォルト = パターングルーピングなし（整数）	
AID	変数パターングルーピング定義のためのアンカー節点識別子。 空白　*XA*、*YA*および*ZA*フィールドを空白にしないでください。 （整数 > 0 または空白）	
XA, *YA*, *ZA*	パターングルーピングのアンカーポイントの座標。 空白　*AID*を空白にしないでください。 （実数または空白）	
FID	変数パターングルーピングのための1つ目のベクトルの方向を定義するために使用する節点識別子 空白　*XF*、*YF*および*ZF*フィールドを空白にしないでください。 （整数 > 0 または空白）	
XF, *YF*, *ZF*	パターングルーピングを定義するために使用する1つ目のベクトルの成分。 空白　*FID*を空白にしないでください。 （実数または空白）	
UCYC	周期対称の繰り返し数。このフィールドは、周期対称の放射状"ウェッジ"の数を定義します。各ウェッジの角度は360.0/UCYCのように計算されます。 デフォルト = 空白（整数 > 0 、または空白）	
SID	パターングルーピング定義の2つ目のポイントの節点識別子。 空白　*XS*、*YS*および*ZS*フィールドを空白にしないでください。 （整数または空白）	
XS, *YS*, *ZS*	パターングルーピング定義の2つ目のポイントの座標。 空白　*SID*を空白にしないでください。 （実数または空白）	
PATREP	パターン繰り返しが定義されているかどうかと、パターン繰り返しのタイプを示します。2	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	= 0 パターン繰り返しなし *= 1* パターン繰り返しが定義されており、この設計変数がメイン *= 2* パターン繰り返しが定義されており、この設計変数がセカンダリ （整数）	
mainID	パターン定義のためのメイン/DTPL識別子。 （0より大きい整数）*PATREP* =2の場合のみ必要	
SX, *SY*, *SZ*	パターン繰り返しにおけるそれぞれX、Y、Z方向のスケールファクター。 デフォルト = 1.0（実数 > 0.0）	
ptrepCID	パターン繰り返し座標系を定義するスキュー座標系の識別子。 デフォルト = 0（整数 ≥ 0）	
CAID	パターン繰り返し座標系の定義のためのアンカーポイントの節点識別子。 空白　*XCA*、*YCA*および*ZCA*フィールドを空白にしないでください。 （整数 > 0 または空白）	
XCA, *YCA*, *ZCA*	パターン繰り返し座標系の定義のためのアンカーポイントの座標。 空白　*CAID*を空白にしないでください。 （実数または空白）	
CFID	パターン繰り返し座標系の定義のための1つ目のポイントの節点識別子。 空白　*XCF*、*YCF*および*ZCF*フィールドを空白にしないでください。 （整数 > 0 または空白）	
XCF, *YCF*, *ZCF*	パターン繰り返し座標系定義を定義するための1つ目のポイントの座標。 空白　*CFID*を空白にしないでください。 （実数または空白）	
CSID	パターン繰り返し座標系の定義のための2つ目のポイントの節点識別子。 空白　*XCS*、*YCS*および*ZCS*フィールドを空白にしないでください。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数 > 0 または空白）	
XCS, *YCS*, *ZCS*	パターン繰り返し座標系の定義のための2つ目のポイントの座標。 空白　*CSID*を空白にしないでください。 （実数または空白）	
CTID	パターン繰り返し座標系の定義のための3つ目のポイントの節点識別子。 空白　*XCT*、*YCT*および*ZCT*フィールドを空白にしないでください。 （整数 > 0 または空白）	
XCT, *YCT*, *ZCT*	パターン繰り返し座標系の定義のための3つ目のポイントの座標。 空白　*CTID*を空白にしないでください。 （実数または空白）	
EXTRU	押し出し制約条件フラグの設定。3 *= 0* アクティブではない *= 1* アクティブ （整数）	
ETYP	押し出し制約条件タイプが使用される。 *= 0* NOTWIST。 断面が中立軸を中心としてねじれることがないことを示します。この場合、定義する必要のあるパスは1つだけです。 *= 1* TWIST。 断面が中立軸を中心としてねじれる可能性があることを示します。この場合、パスを2定義する必要があります。 （整数）	
extrGRN1	一次押し出しパスを定義する節点グループ識別子。 （0より大きい整数）	
extrGRN2	二次押し出しパスを定義する節点グループ識別子。 このフィールドが空白の場合は、二次押し出しパスは指定されません。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数 > 0 または空白） これは、*ETYP*=1（TWIST）が定義されている場合のみ必要となります。	
MESH	メッシュタイプの情報が次に続くことを示します。 *= 0* アクティブではない *= 1* アクティブ （整数）	
MTYP	メッシュが特定の規則に準拠していることを示します。この規則に応じて最適化エンジンが調整されます。現在のところ、使用可能なオプションはALIGNのみです。 *= 1* ALIGN 製造性制約条件がアクティブである場合に、型抜き方向または押し出しパスとメッシュが揃っていることを示します。 （整数）	
DRAW	型抜き / 鋳造方向の制約条件のフラグ設定。4 *= 0* アクティブではない *= 1* アクティブ （整数）	
MMOCID	マルチモデル最適化で設計領域をマッピングするためのスキュー識別子のフラグ。 *= 0* アクティブではない *= 1* アクティブ	
DTYP	絞り方向制約条件タイプが使用される。 *= 1* 単一ダイ （整数）	
DAID	型抜き方向のアンカーポイントの定義に使用する節点識別子。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	空白　　*XDA*、*YDA*および*ZDA*フィールドを空白にしないでください。 （整数 > 0 または空白）	
XDA, *YDA*, *ZDA*	型抜き方向のアンカーポイントの座標。 *XDA*、*YDA*および*ZDA*が空白の場合は、*DAID*を空白にしないでください。 （実数または空白）	
DFID	型抜き方向のポイントを定義するための節点識別子。このベクトルは、アンカーポイントからこのポイントまでで定義されます。 空白　　*XDF*、*YDF*および*ZDF*フィールドを空白にしないでください。 （整数 > 0 または空白）	
XDF, *YDF*, *ZDF*	型抜き方向定義のベクトルの方向。これらのフィールドではポイントを定義します。このベクトルは、アンカーポイントからこのポイントまでで定義されます。 *XDF*、*YDF*および*ZDF*が空白の場合は、*DFID*を空白にしないでください。 （実数または空白）	
ogrpart	定義された型抜き方向に関して設計可能パートとの相互作用を考慮する必要がある、設計不可パートのパートグループ識別子。OBSTは、障害物（obstacle）のことです。 これは、同じDTPLカードに*DRAW*フラグがある場合のみ認識されます。 *> 0* 設計不可パートのパートグループ識別子。 空白 この定義はアクティブでない。 （整数）	
NOHOLD	型抜き方向に貫通穴が形成されることを防ぐフラグ。 注: 型抜き方向と垂直の穴の形成は防止されません。想定される型抜き方向の最小板厚は、平均メッシュサイズの2倍です。 *= 0* 制御は無効 *= 1* 制御は有効	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（整数）	
TSTAMP	設計を強制的に発展させる3次元シェル構造の厚みを定義します。推奨される最小板厚は、平均メッシュサイズの3倍です。 空白　設計が3次元シェル構造に発展するよう強制されません。 （実数 > 0.0、または空白）	
MCID	マルチモデル最適化で設計領域をマッピングするために使用するスキュー識別子。	

例

パターンは*TYP*=1（1平面に対して対称）でアクティブになります。

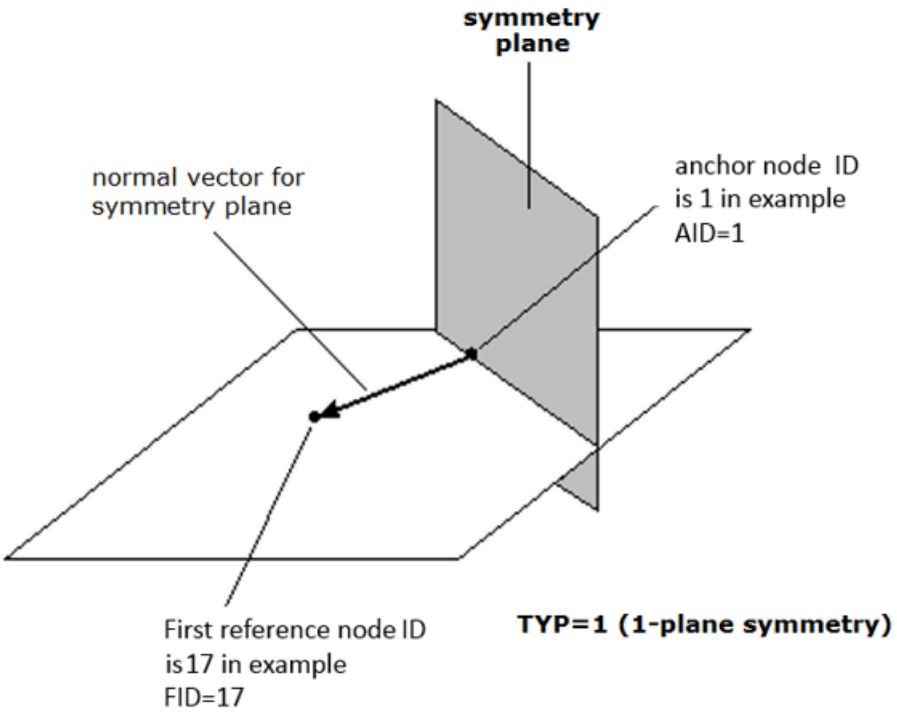


図 *467:* パターンはアクティブになり、*TYP=1*（*1*平面に対して対称）を使用します。

```
/DTPL/1
grpart 6 for topology optimization
### PATRN=1: active pattern
### TYP= 1: 1-plane symmetry
### AID=1: anchor node ID for variable pattern is 1
### FID=17: Node ID 17 used to define the direction of the first vector
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#grpart_ID      TMIN    STRESS   MEMBSIZ     PATRN    PATREP      EXTR      MESH      DRAW
         6                                       1
#      TYP       AID                 XA                  YA                  ZA
         1         1
#                FID                 XF                  YF                  ZF
                  17
#     UCYC       SID                 XS                  YS                  ZS
```

```
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

例（**MMODIC**）

型抜きと*MMOCID*は*TYP*=1（1平面に対して対称）でアクティブになります。

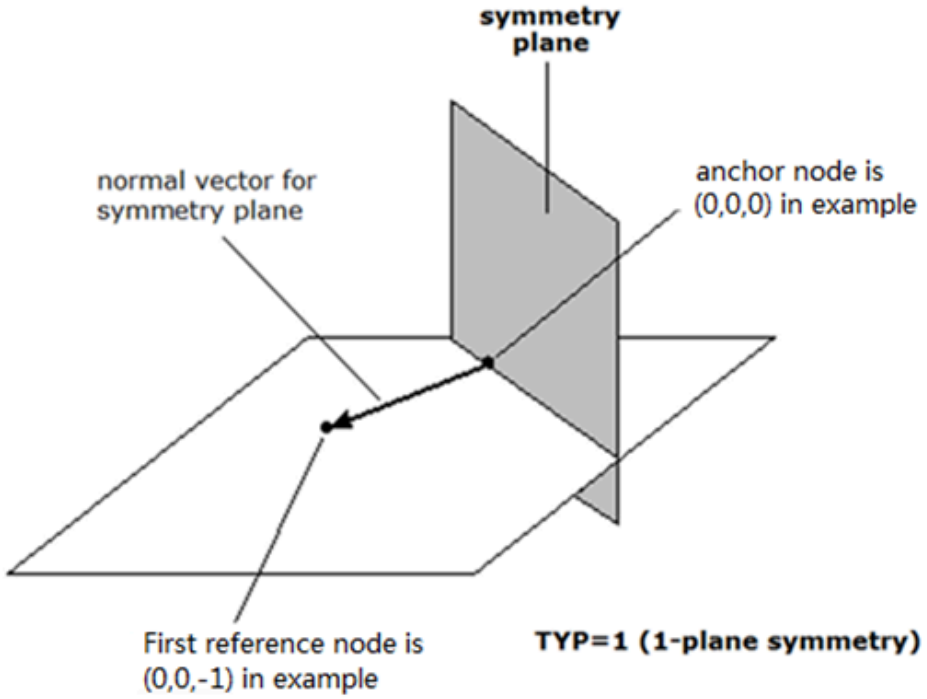


図 *468:*

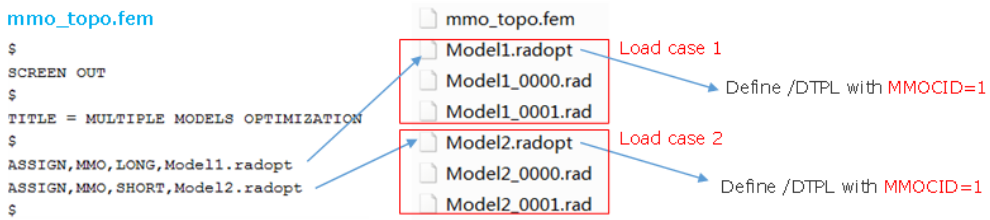


図 *469:*

```
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/DTPL/1
grpart 1 for topology optimization
### MEMBSIZ=1: active member size control
### DRAW=1: active draw/casting direction constraint
### MMOCID=1: active Skew identifier flag for mapping the design domains in Multi-Model Optimization
### minimum diameter of members MINDIM=40 and maximum diameter of members MAXDIM=80
### TYP= 1: 1-plane symmetry
### Normal vector is from Anchor node (XA,YA,ZA) to First node (XF,YF,ZF)
### MCID=1: Skew identifier 1 used for mapping the design domains in Multi-Model Optimization
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#grpart_ID      TMIN    STRESS   MEMBSIZ     PATRN    PATREP      EXTR      MESH      DRAW    MMOCID
         1                         1                                                     1         1
#             MINDIM              MAXDIM              MINGAP
                 40                  80
#       TYP       AID                 XA                  YA                  ZA
          1                           0                   0                   0
#                 FID                 XF                  YF                  ZF
                                      0                   0                  -1
#      UCYC       SID                 XS                  YS
#      MCID
          1
```

```
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. *PATRN*=1（アクティブパターン）には、5つのパターングルーピングオプションがあります。

   このタイプのパターングルーピングでは、アンカーポイントと1つ目のポイントを定義する必要があります。アンカーポイントから1つ目のポイントへのベクトルが、対称面に対して垂直となります。

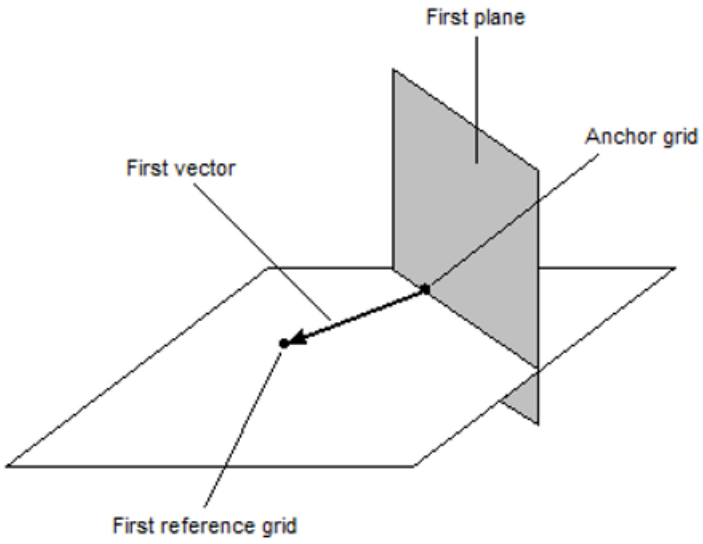


図 *470: 1*平面に対して対称（*TYP = 1*）

このタイプのパターングルーピングでは、アンカーポイント、1つ目のポイント、および2つ目のポイントを定義する必要があります。アンカーポイントから1つ目のポイントへのベクトルが、最初の対称面に対して垂直となります。次に、2つ目のポイントを最初の対称面に対して垂直に投影します。アンカーポイントからこの投影されたポイントに対するベクトルが、2番目の対称面に対して垂直となります。

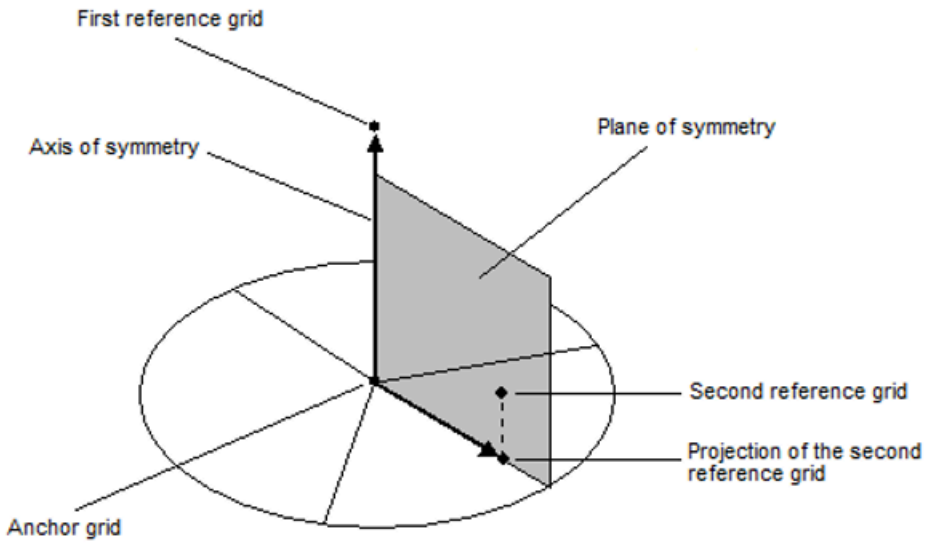


図 *471: 2*平面に対して対称（*TYP = 2*）

このタイプのパターングルーピングでは、アンカーポイント、1つ目のポイント、および2つ目のポイントを定義する必要があります。アンカーポイントから1つ目のポイントへのベクトルが、最初の対称面に対して垂直となります。次に、2つ目のポイントを最初の対称面に対して垂直に投影します。アンカーポイントからこの投影されたポイントに対するベクトルが、2番目の対称面に対して垂直となります。3番目の対称面は、アンカーポイントを通過し、1番目および2番目の対称面と直交する面です。

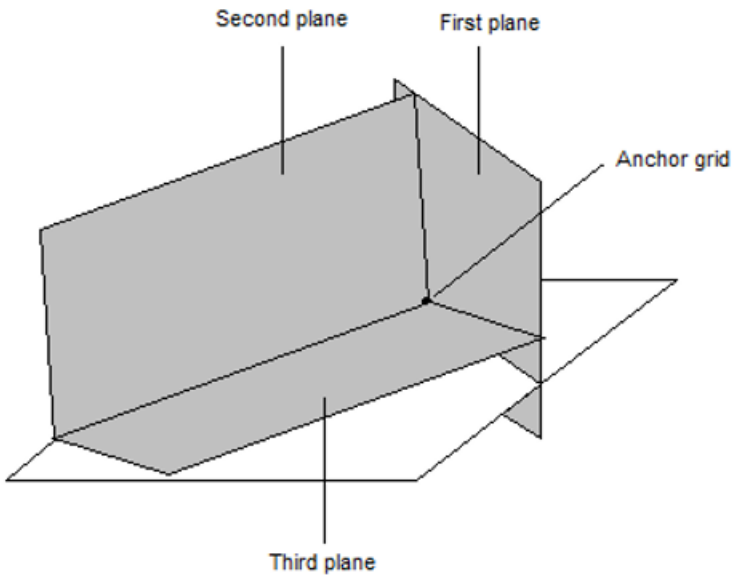


図 *472: 3*平面に対して対称(*TYP = 3*)

このタイプのパターングルーピングでは、アンカーポイント、1つ目のポイント、および周期繰り返し数を定義する必要があります。アンカーポイントから1つ目のポイントへのベクトルによって対称軸が定義されます。

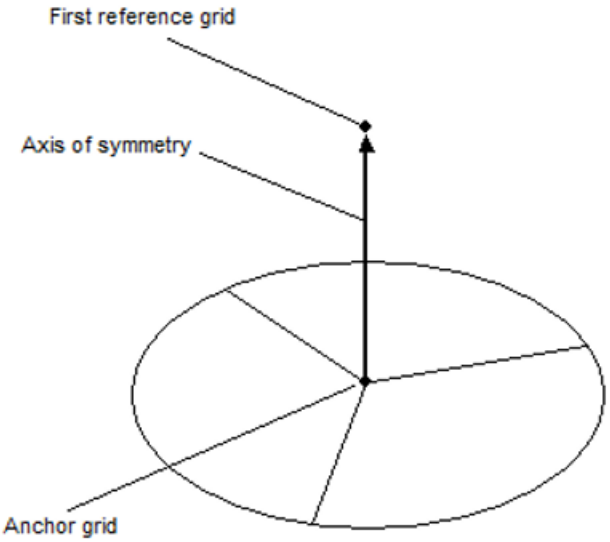


図 *473:* 周期対称(*TYP = 10*)

このタイプのパターングルーピングでは、アンカーポイント、1つ目のポイント、2つ目のポイント、および周期繰り返し数を定義する必要があります。アンカーポイントから1つ目のポイントへのベクトルによって対称軸が定義されます。

アンカーポイント、1つ目のポイント、および2つ目のポイントは、すべて対称面上にあります。対称面は、各周期繰り返しの中心にあります。

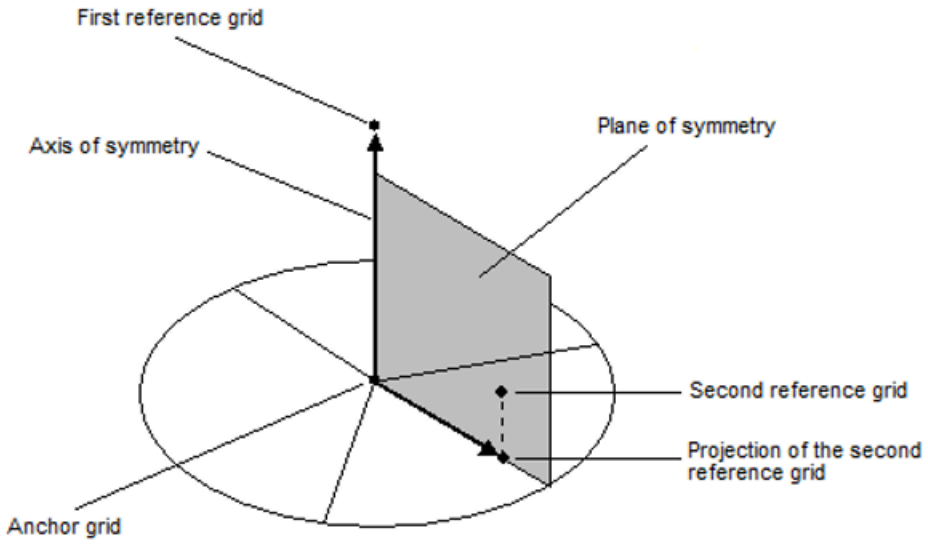


図 *474:* 平面対称を伴う周期的対称（*TYP = 11*）

詳細については、ユーザーズガイドのトポロジー最適化製造可能性セクションに含まれるパターングルーピングをご参照ください。

2. *PATREP* = 1の場合はパターン繰り返し制約条件のMAIN定義を読み込みます：

   PATREP = 2の場合はパターン繰り返し制約条件のSECOND定義を読み込みます：

   詳細については、パターン繰り返しをご参照ください。

3. *EXTRU*=1の場合は押し出し制約条件定義を読み込みます。押し出し制約条件には2つのタイプ、*ETYP*=0（ねじれのない断面）および *ETYP* =1（ねじれた断面）があります。

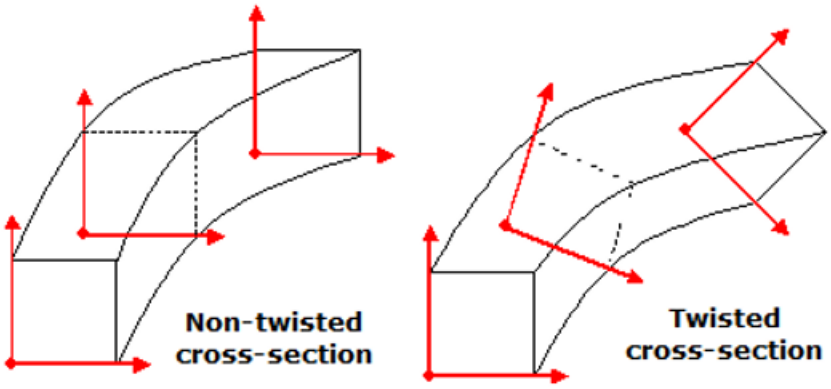


図 *475:*

詳細については、押し出し制約条件をご参照ください。

4. *DRAW*=1の場合は型抜き方向の制約条件定義を読み込みます。使用可能な型抜き方向のタイプは、単一ダイ（*DTYP*=1）です。

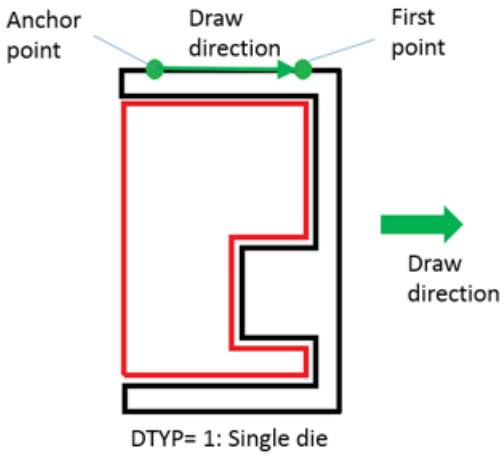


図 *476:*

詳細については、型抜き方向制約条件をご参照ください。

5. このエントリは、HyperMeshおよびHyperCrashでは最適化の設計変数として表されます。

See Also

設計最適化

/DVPREL1

最適化キーワード
解析モデルのプロパティに設計変数を線形的に関連付けます。

$$P_i = C0 + \sum_i \left(COEF_i \cdot DVID_i \right) \qquad (1463)$$

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/DVPREL1/*dvp_ID*									
title									
prop_typ	*prop_ID*	*prop_fid*	*C0*						
$DVID_1$	$COEF_1$								
$DVID_2$	$COEF_2$								
同様	同様								
$DVID_N$	$COEF_N$								

定義

フィールド	内容	SI単位の例
dvpl_ID	識別番号。 （0より大きい整数）	
title	タイトル。 （文字、最大100文字）	
prop_typ	プロパティタイプ。タイプは、以下に示すように、対応する/PROPのすぐ後に指定されます：1 **= 1** /PROP/TYPE1（SHELL） **= 2** /PROP/TYPE2 (TRUSS) **= 3** /PROP/TYPE3 (BEAM) **= 11** /PROP/TYPE11 (SH_SANDW) （整数 ≥ 0）	
prop_ID	プロパティ識別子（/PROP/...）	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	(0より大きい整数)	
prop_fid	設計変数に関連付けられるプロパティフィールド識別子。各種プロパティタイプ(*prop_typ*)に応じて、利用可能なオプションは異なります。 1 (0より大きい整数)	
C0	設計変数とプロパティの関係を定義する式内の定数。 デフォルト = 0.0(実数)	
$DVID_i$	プロパティに関連付けられる設計変数識別子(/DESVAR)。 デフォルト値なし(0より大きい整数)	
$COEF_i$	設計変数とプロパティの関係を定義する式内の係数。 デフォルト = 1.0(実数)	

例

```
/DVPREL1/1
related design variable
### Related design variable to design variable identifier 1 (defined in /DEVSVAR) is thickness of shell
 property ID 2000329 (which defined with /PROP/SHELL)
### prop_typ=1: property type is /PROP/SHELL
### prop_ID=2000329 : property identifier is 2000329
### prop_fid=1: Thickness due to prop_typ=1
### DVID1=1: Design variable identifier (/DESVAR) is 1
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
# prop_typ   prop_ID  prop_fid                C0
         1   2000329         1               0.0
#     DVID1               COEF1
          1                 1.0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. 設計変数に関連付けられる特定のプロパティフィールドIDを、以下のプロパティタイプに基づいてリストします:

   prop_type = 1 (/PROP/SHELL):

prop_fid
1 = Thick

   prop_type = 2 (/PROP/TRUSS):

prop_fid
1 = Area

prop_type = 3 (/PROP/BEAM):

prop_fid
1 = Area 2 = Iyy 3 = Izz 4 = Ixx

prop_type = 11 (/PROP/SH_SANDW):

prop_fid
> 0 = プライ板厚 < 0 = プライ配交角

2. このカードは、HyperMeshおよびHyperCrashでは最適化の設計変数として表されます。

See Also

設計最適化

RD-E:5101 Bピラーの寸法最適化

/DVPREL2

最適化キーワード

DEQATNカードで定義された関係を使用して、解析モデルプロパティに設計変数を関連付けます。

式の入力値は、参照されているDESVARの値、およびDTABLEカードで定義されている定数から取得します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/DVPREL2/*dvp_ID*									
title									
prop_typ	*prop_ID*	*prop_fid*	*EQID*						
VARTYPE1	*ID1*	*ID2*	*ID3*	*ID4*	*ID5*	*ID6*	*ID7*	*ID8*	*ID9*
	ID10	*ID11*	*ID12*	etc					
VARTYPE2	*ID1*	*ID2*	*ID3*	*ID4*	*ID5*	*ID6*	*ID7*	*ID8*	*ID9*
	ID10	*ID11*	*ID12*	etc					

定義

フィールド	内容	SI単位の例
dvp_ID	識別番号。 （0より大きい整数）	
title	タイトル。 （文字、最大100文字）	
prop_typ	プロパティタイプ。タイプは、以下に示すように、対応する/PROPのすぐ後に指定されます：1 **= 1** /PROP/TYPE1（SHELL） **= 2** /PROP/TYPE2 (TRUSS) **= 3** /PROP/TYPE3 (BEAM) **= 11** /PROP/TYPE11 (SH_SANDW) **= 13** /PROP/TYPE18 (INT_BEAM) （整数 ≥ 0）	
prop_ID	プロパティの識別子	

フィールド	内容	SI単位の例
	(0より大きい整数)	
prop_fid	設計変数に関連付けられるプロパティフィールド識別子。各種プロパティタイプ(*prop_typ*)に応じて、利用可能なオプションは異なります。 1 (0より大きい整数)	
EQID	応答関係を定義するDEQATN識別子。 (整数 > 0 または空白)	
VARTYPE#	変数タイプ **=1** DESVAR **=2** DTABLE (整数 > 0 または空白)	
ID#	*VARTYPE#*で定義される識別子変数。 *VARTYPE*がDESVARまたはDTABLEの場合、このIDリストは定義済みの*VARTYPE*のエンティティを参照します。	

コメント

1. 設計変数に関連付けられる特定のプロパティフィールドIDを、以下のプロパティタイプに基づいてリストします:

   prop_type = 1 (/PROP/SHELL):

prop_fid	
1	板厚

   prop_type = 2 (/PROP/TRUSS):

prop_fid	
1	Area

   prop_type = 3 (/PROP/BEAM):

prop_fid	
1	Area
2	Iyy
3	Izz
4	Ixx

   prop_type = 11 (/PROP/SH_SANDW):

prop_fid

> 0	プライ板厚
< 0	プライ配交角

prop_type = 18 (`/PROP/INT_BEAM`):

prop_fid

1	定義済み断面L1の1番目のサイズ
2	定義済み断面L2の2番目のサイズ

2. このカードは、HyperMeshおよびHyperCrashでは最適化の設計変数として表されます。

See Also
設計最適化

/DEQATN

最適化キーワード
最適化で使用する1つまたは複数の式を指定します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/DEQATN/*eqn_ID*									
title									
EQN(1); *EQN(2)*; ...									
...									
EQN(n-1); *EQN(n)*									

定義

フィールド	内容	SI単位の例
eqn_ID	設計式識別子 （整数 > 0）	
title	タイトル。 （文字、最大100文字）	
EQN(i)	i次式。 （文字列）	

例

```
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/DRESP1/1
u_in
### RTYPE=5: Displacement
### PTYPE=1: Node
### ATTA=1 : Translational displacement in X-direction
### ATTI=103 : 103 is node group identifier is due to PTYPE = 1
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#    RTYPE     PTYPE    REGION      ATTA      ATTB      ATTI
         5         1                 1                 103
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/DRESP1/2
u_out
### RTYPE=5: Displacement
### PTYPE=1: Node
### ATTA=1 : Translational displacement in X-direction
### ATTI=104 : 104 is node group identifier is due to PTYPE = 1
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
#    RTYPE     PTYPE    REGION      ATTA      ATTB      ATTI
         5         1                 1                 104
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/DRESP2/4
```

```
dresp2
### EQID=1: /DEQATN identifier is 1
### VARTYPE1=3: Indicates the type of variables is 3 (DRESP1)
### ID1=1: first Variable(x) is ID1=1 in DRESP1 (dx in node group 103)
### ID2=2: second Variable(y) is ID2=2 in DRESP1 (dx in node group 104)
#      FUNC       EQID     REGION
           1
# VARTYPE1        ID1        ID2        ID1        ID2        ID1        ID2        ID1        ID2        ID1
         3          1          2
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/DEQATN/1
deqatn
# EQUATIONS
dm(x,y)=(x+y)/2.
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

コメント

1. 式に含まれる空白文字は無効です。これは定数、変数、または関数名内でも同様です。小文字と大文字は区別されません。
2. どの式カードでも各式の左辺の変数は1つだけにする必要があります。最初の式の変数の後には、以下のフォーマットの引数リストを続ける必要があります:

   ```
   v1(x1,x2,…,xn) = expression(x1,x2,…,xn);
   v2 = expression(x1,x2,…,xn,v1);
   …
   vi = expression(x1,x2,…,xn,v1,v2,…,vi-1);
   …
   vn = expression(x1,x2,…,xn,v1,v2,…,vn-1);
   ```

   ここで、viは式iの変数、(x1, x2, ..., xn)は変数v1の引数リストです。(v1,v2,...,vi-1)は、式1～式i-1の結果に対応する引数リストです。
3. 定数は、整数または浮動小数点のいずれかの形式で指定できます。浮動小数点数は、通常の小数点形式(3.90)または科学的記数法(-2.0E-3)(-2x10^{-3}の意味)のどちらの形式でも記述できます。

   サポートされている数学関数のリストは以下のとおりです:

   引数が**1**つの関数

abs(x)	絶対値
acos(x)	逆余弦
acosh(x)	双曲線逆余弦
asin(x)	逆正弦
asinh(x)	双曲線逆正弦
atan(x)	逆正接
atanh(x)	双曲線逆正接
cos(x)	余弦
cosh(x)	双曲線余弦
exp(x)	指数
log(x)	自然対数
log10(x)	常用対数

引数が**1**つの関数

pi(x)	πの倍数
sin(x)	正弦
sinh(x)	双曲線正弦
int (x)	実数から整数への変換
sqrt(x)	平方根

引数が2つの関数

atan2(x,y)	arctangent of quotient,	$\tan^{-1}\left(\frac{x}{y}\right)$
atanh2(x,y)	hyperbolic arctangent of quotient,	$\tanh^{-1}\left(\frac{x}{y}\right)$
dim(x,y)	positive difference,	$x-\min(x,y)$
logx(x,y)	base x logarithm,	$\log_x y$
mod(x,y)	remainder,	$x-y\times\left(INT\left(\frac{x}{y}\right)\right)$

引数が複数の関数

$avg(x_1, x_2, \ldots, x_n)$	Average, $\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i$
$\max(x_1, x_2, \ldots, x_n)$	maximum of (X_1, X_2, … , X_n)
$\min(x_1, x_2, \ldots, x_n)$	minimum of (X_1, X_2, … , X_n)
$rss(x_1, x_2, \ldots, x_n)$	Square Root of Sum of Squares, $\sqrt{\sum_{i=1}^{n} x_i^2}$
$ssq(x_1, x_2, \ldots, x_n)$	Sum of Squares, $\sum_{i=1}^{n} x_i^2$
$sum(x_1, x_2, \ldots, x_n)$	Summation, $\sum_{i=1}^{n} x_i$
$maxabs(x_1, x_2, \ldots, x_n)$	maximum of ($\lvert x_1\rvert, \lvert x_2\rvert, \ldots, \lvert x_n\rvert$)
$minabs(x_1, x_2, \ldots, x_n)$	minimum of ($\lvert x_1\rvert, \lvert x_2\rvert, \ldots, \lvert x_n\rvert$)
$avgabs(x_1, x_2, \ldots, x_n)$	Average $\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} \lvert x_i\rvert$
$sumabs(x_1, x_2, \ldots, x_n)$	Summation $\sum_{i=1}^{n} \lvert x_i\rvert$

4. サポートされている演算子には以下のものがあります:

記号	意味	例
+	バイナリ+	x + y
-	バイナリ-	x - y
*	乗算	x * y
/	除算	x / y
**	累乗	x ** y
+	単項+	+1.0
-	単項-	-1.0

5. 数値計算の優先順位は、Fortran言語のルールに従います。括弧は、上に示す演算子よりも優先されます。連続する2つの演算子は、2つ目が正または負の単項の場合にのみ使用できます。

演算子の優先順位の例:

表記	結果
2-3**	0.128

表記	結果
1 / 2 + 3	3.5
2*3-4	2.0
-23**2**	-512.0
2 + -5	-3.0
2 * -5	-10.0
2 - -5	7.0
2/3/4	0.16666666....
2/(3/4)	2.6666666....

6. 複数の関数を、min(sin(x1), x2)のような層状のフォーマットで定義できます（層数に制限はありません）。
7. `/DEQATN`エントリは/DRESP2エントリによって参照されます。

See Also
設計最適化

/DESOBJ

最適化キーワード
このキーワードは、応答を目的関数として選択することで、最適化実行の目的関数としての応答の選択に使用できます。選択した応答は、このキーワードで指定した入力内容に基づいて、最小化または最大化できます。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/DESOBJ									
title									
type	*resp_ID*								

定義

フィールド	内容	SI単位の例
title	タイトル。 （文字、最大100文字）	
type	最適化のタイプ *= 0* 選択した応答関数を最小化 *= 1* 選択した応答関数を最大化 デフォルト値なし（整数）	
resp_ID	/DRESP1カードで定義された最適化応答識別子。このフィールドは、応答を最適化実行の目的関数として選択するために使用されます。 デフォルト値なし（整数 > 0）	

コメント

1. 最適化実行には、1つの目的関数のみ定義できます。したがって、1つのソルバーデックで複数の/DESOBJエントリを使用することはできません。
2. このエントリは、HyperMeshおよびHyperCrashでは最適化の目的関数として表されます。

See Also
設計最適化
RD-E:5101 Bピラーの寸法最適化

/DTABLE

最適化キーワード
DEQATNによって定義される関数で使用される定数のリスト。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/DTABLE/*dtable_ID*									
title									
LABEL1	*VALUE1*								
LABEL2	*VALUE2*								
…	…								

定義

フィールド	内容	SI単位の例
dtable_ID	識別番号 （0より大きい整数）	
title	タイトル。 （文字、最大100文字）	
LABEL1	定数のラベル。 （文字）	
LABEL2	定数の値。 （実数）	

See Also
設計最適化
RD-E:5101 Bピラーの寸法最適化

/DVGRID

最適化キーワード
設計変数と節点位置の間の関係を定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/DVGRID/*dvg_ID*									
title									
dv_ID									
$node\_ID_1$	1	$skew\_ID_1$		$coeff_1$		X_1		Y_1	Z_1
$node\_ID_2$	2	$skew\_ID_2$		$coeff_2$		X_2		Y_2	Z_2
同様	同様	同様		同様		同様		同様	
$node\_ID_N$		$skew\_ID_N$		$coeff_N$		X_N		Y_N	Z_N

定義

フィールド	内容	SI単位の例
dvgl_ID	/DVGRIDカードの識別子。	
title	タイトル。 （文字、最大100文字）	
dv_ID	/DESVAR 識別子	
$node\_ID_i$	GRID識別番号 （0より大きい整数）	
$skew\_ID_i$	スキュー座標系の識別番号。 空白　　全体座標系が使用されます。 （整数 > 0 または空白）	
$coeff_i$	次のフィールドでX_i、Y_i、Z_iによって定義されたベクトルの乗数。 （実数）	
X_i, Y_i, Z_i	$skew_ID_i$によって定義されている座標系のグリッドの摂動を定義するベクトルの成分。	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	（実数）	

コメント

1. このカードは、HyperMeshおよびHyperCrashでは最適化の設計変数として表されます。

See Also

設計最適化

スキューとフレーム（/SKEW & /FRAME）

/ESLPART

最適化キーワード
このキーワードは、ESLM最適化に含む、モデル内のパートを定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/ESLPART									
title									
grpart_ID	*grnod_ID*								

定義

フィールド	内容	SI単位の例
title	タイトル。 （文字、最大100文字）	
grpart_ID	ESLM最適化に含むパートを定義するパートグループ識別子。 空白　　モデル全体がESLM最適化に含まれます。 （整数 > 0 または空白）	
grnod_ID	*grpart_ID*で定義されたPART内の節点のほか、ESLM最適化に含む節点を定義する節点グループ識別子。 （整数 > 0 または空白）2	

コメント

1. すべての設計変数および応答がモデル全体の1つのパートに対して定義される場合は、/ESLPARTを使用して、このパートをOptiStructでESLM最適化によって最適化するよう指定します。それにより、計算時間を短縮できます。特定の状況下では、結合されたパートをESLモデルから除去すると、異なる荷重条件となる可能性があります（パートが含まれている場合との比較）。これにより、異なる最適化結果となる場合があるため、このオプションを使用する場合は、そのような現象が起こらないよう注意する必要があります。
2. 一部の節点を、*grpart_ID*で定義されたどのPARTにも属さないようにすることができますが、そのような節点（およびそれらを参照する定義）をESLM最適化に含めることができます。プログラムには、必要な節点を含めるための機能が実装されています3。しかしながら、*grnod_ID*を使用して、一部の節点を強制的にESLM最適化に含めるようにすることができます。
3. /SKEWエントリは、必ず含まれます。/ESLPART内にすべてのセカンダリ節点がある場合は、/RBODYおよび/RBE2のメイン節点が含まれます。
4. 最適化のために/ESLPARTを使用して個々のパートの指定しない場合は、ESLモデルにRadiossモデル全体が含まれます。

See Also
設計最適化

マルチドメイン

本マニュアルは、Radiossマルチドメインのキーワードについて説明しています。

マルチドメイン単一入力ファイルフォーマット

Radioss Starter

Starter入力ファイルの`/SUBDOMAIN`は、残りのモデルよりも時間ステップが極めて小さく、"サブドメイン"として宣言されているパートを定義します。subdomain_titleは、マルチドメインに固有の、2つ目のEngineファイルの`<RootName>`になります。この入力カードは、マルチドメイン単一入力（バージョン11.0以降サポート）に固有です。

グループ	キーワード	内容
マルチドメイン単一入力ファイルフォーマット	/SUBDOMAIN	Starter入力デックでマルチドメイン計算のサブドメインに属するパートを定義します。

Radioss Engine

マルチドメイン連成をアクティブにするには、Radioss Engine入力ファイルに/RAD2RAD/ONを含める必要があります。

/SUBDOMAIN

マルチドメインキーワード
マルチドメイン計算のサブドメインに属するパートを定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/SUBDOMAIN/*subdomain_ID*									
subdomain_title									
$Part_1$	$Part_2$	$Part_3$	$Part_4$	$Part_5$	$Part_6$	$Part_7$	$Part_8$	$Part_9$	$Part_{10}$

定義

フィールド	内容	SI単位の例
subdomain_ID	サブドメイン識別子 （整数、最大10桁）	
subdomain_title	サブドメインタイトル （文字、最大100文字）	
$Part_1$, $Part_2$, ... $Part_n$	パートのリスト （整数）	

コメント

1. 現在、1つのドメインのみ定義できます。
2. サブドメインタイトルは、サブドメインのために作られた新しいRadiossモデルのルート名として用いられます。
3. これらのオプションは/SUBDOMAINと互換性がありません。
   - /DFS/DETPOINT/NODE
   - /FX_BODY
   - /SPHBCS
4. マルチドメインに関する詳しい情報については、マルチドメインテクニックをご参照ください。

See Also
RD-E:2200 着水
RD-E:4500 マルチドメイン

マルチドメイン複数入力ファイルフォーマット

Radioss Starter

/EXTERN/LINK（Starter入力ファイル）は、現在のモデルとその他のドメイン間のインターフェースを定義します。これは、マルチドメインマスター入力（バージョン9.0以降サポート）固有です。

Radiossモデルの外部リンクの数には制限がありません。唯一の制限は、異なるリンクに共通の節点を含めないことです。それぞれのリンクは、現在のモデルと外界との間のインターフェースを定義します。

リンクは対応するドメインを指定しません。それぞれのモデルは独立しており、同じ境界節点を持つ別のモデルに置き換えることができます。このアプローチにより、モデリングに対してモジュールアプローチの使用が可能になります。例えば、異なるメッシュサイズを持つ同等のドメインを使用したテストを実行できます（マルチグリッドアプローチ）。

メインプログラムは以下のコマンドプロンプトで起動します。

```
> rad2rad "input_file"
```

メイン入力ファイルは、すべてのRadiossドメインとそれらの間の相互結合（インターフェースリンク）を定義するテキストファイルです。構文はRadiossと同様です。コメントを入力できます。コメント行は先頭に#文字を付ける必要があります。

Radioss Engine

マルチドメイン連成をアクティブにするには、Radioss Engine入力ファイルに/RAD2RAD/ONを含める必要があります。

/DOMAIN

マルチドメインキーワード
Radiossモデル名およびそのスターター入力デックで定義した外部リンクのリストを指定します。

フォーマット

`/DOMAIN`/*Rootname*

Link_ID1, *Link_ID2*, *Link_ID3*、その他。

定義

フィールド	内容	SI単位の例
Rootname	Radiossモデル名（Starterファイル`Rootname_0000.rad`のルート）。	
Link_ID	/EXTERN/LINK 識別子	

See Also
マルチドメインテクニック
RD-T: 3160 Multi-Domain Analysis Setup

/END

マルチドメインキーワード
このキーワードはマルチドメインの最後に設定する必要があります。

フォーマット

`/END`

コメント

1. このキーワードは、メイン入力ファイルの最後に使用する必要があります。

See Also
マルチドメインテクニック
RD-T: 3160 Multi-Domain Analysis Setup

/EXTERN/LINK

マルチドメインキーワード
現在のモデルと他のドメインとの間のインターフェースを定義します。

フォーマット

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
/EXTERN/LINK/*link_ID*									
title									
gr_ID									

定義

フィールド	内容	SI単位の例
link_ID	リンク識別子 （整数、最大10桁）	
title	タイトル （文字、最大100文字）	
gr_ID	他のドメインとの境界の節点を定義する節点グループ識別子 （文字、最大100文字）	

コメント

1. Radiossモデルの外部リンクの数には制限がありません。唯一の制限は、異なるリンクに共通の節点を含めないことです。それぞれのリンクは、現在のモデルと外界との間のインターフェースを定義します。
2. リンクは対応するドメインを指定しません。それぞれのモデルは独立しており、同じ境界節点を持つ別のモデルに置き換えることができます。このアプローチにより、モデリングにモジュールアプローチを使用できるようになります。例えば、メッシュサイズが異なる同等のドメインでテストを実行できます（マルチグリッドアプローチ）。

See Also
マルチドメインテクニック
RD-T: 3160 Multi-Domain Analysis Setup

/LINK

マルチドメインキーワード
使用する結合のタイプおよび指定したドメイン間のインターフェース相互参照を定義します。

フォーマット

`/LINK/`*Type*

Domain1_rootname, *Link_ID1*

Domain2_rootname, *Link_ID2*

または、

`/LINK/`*Type*/*Flag*

Domain1_rootname, *Link_ID1*

Domain2_rootname, *Link_ID2*

定義

フィールド	内容	SI単位の例
Type	*TYPE1* シェル間の結合（適合性のないメッシュ） *TYPE2* シェル / ビーム間の結合 *TYPE4* 節点間の結合 *TYPE5* 接触インターフェース	
Flag （オプション）	*OFF* 結合が非アクティブです。 *TIED* マルチドメインインターフェース内部でタイドインターフェース（Radioss内のインターフェースタイプ2インターフェースタイプ2）が定義されている場合に必要なフラグ	

See Also

マルチドメインテクニック

RD-T: 3160 Multi-Domain Analysis Setup

/MESH

マルチドメインキーワード
メッシュに適合性がない場合に、Lagrange乗数の空間を定義します。

フォーマット

`/MESH/`*Type*（任意）

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Type	*MORGRO*（*Mortar*法、粗いメッシュ） 粗いメッシュに対応したLagrange乗数の空間 *MORFIN*（*Mortar*法、細かいメッシュ） 細かいメッシュに対応したLagrange乗数の空間 *HERRY*（最適法） 粗いメッシュと細かいメッシュの両方に対応したLagrange乗数の空間	

コメント

1. 最適法の方が正確なため、デフォルトで使用されます。
2. Mortar法は、計算するLagrange乗数の数を減らすことによって、RAD2RADのCPUコストを減らすために使用できます。ただし、Mortar法を使用することによって、ドメイン間の正確な連続条件が保証されなくなります。

See Also

マルチドメインテクニック
RD-T: 3160 Multi-Domain Analysis Setup

/MLTPS/ON

マルチドメインキーワード
ドメインごとに独自の時間ステップを使用できるようにするマルチスケール時間ステップオプションをアクティブにします。

フォーマット

`/MLTPS/ON`(任意)

T_cutT_freq

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
T_cut	最初の同期化を実行する時間です。	
T_freq	同期化を実行する時間ステップ	

コメント

1. マルチスケール時間ステップ法を使用している場合は、各ドメインの実行が独自の時間ステップで進みます。つまり、一度に更新されるドメインは1つのみで、他のドメインに対しては時間内挿が実行されます。エラーの増加を防ぎ、精度を高めるために、すべてのRadiossドメインが計算される同期化時間を定義することをお勧めします。

   注: ドメインの時間ステップは、同期化時間に停止するようにRAD2RADによって短縮されます。

   最初の同期化時間は*T_cut*で定義し、次の同期化はそれに*T_freq*を加算した時間に実行されます(*T_sync = T_sync +T_freq*)。

   注: *T_freq*には、この方式のパフォーマンスに影響しないように、(ドメインの時間ステップと比較して)十分大きい値を選択する必要があります。

   `/MLTPS/ON`を指定していない場合、RAD2RADでは単一スケールの時間ステップ法が使用されます。つまり、結合されたすべてのドメインに対し、RAD2RADによって最小時間ステップが設定されます: dt = min(dt1,dt2,...,dtn)

See Also

マルチドメインテクニック
RD-T: 3160 Multi-Domain Analysis Setup

/PRINT

マルチドメインキーワード
RAD2RADの出力時間間隔を指定します。

フォーマット

`/PRINT`/N_{print}

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
N_{print}	RAD2RADによってN_{print}の時間間隔で出力が実行されます。	

コメント

1. 出力の時間間隔を定義していない場合は、Radiossエンジンの出力時間間隔のうち、最短の値が使用されます。

See Also

マルチドメインテクニック
RD-T: 3160 Multi-Domain Analysis Setup

/PROC

マルチドメインキーワード
RAD2RAD実行ファイルによって使用されるプロセッサの数

フォーマット

`/PROC/N`

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
N	プロセッサの数	

コメント

1. このオプションは、連成力の計算タスクを*N*個のプロセッサで分担することによって、RAD2RAD実行ファイル内で消費される時間を削減するために使用できます。
2. RAD2RADがアクティブの場合は、結合されたRadiossエンジンが休止しているため、RAD2RADの並列化とエンジンの並列化が無関係になります。これは、プロセッサをすべてのドメインとRAD2RADに同時に割り当てることができることを意味します。プロセッサは順番に使用されます。
3. RAD2RAD並列化はSMP並列化に基づいて行われます。このことから、RAD2RADを起動したハードウェアノードで使用可能なコアの数より少ないプロセッサ数を選択する必要があります。

   例えば、8個以上のコアが搭載されたマシンの場合は6の値が適切です。
4. RAD2RADで扱う節点の数が少ない場合 (<*N* x 1000)、CPUコストに現れる利点はごくわずかです。

See Also

マルチドメインテクニック
RD-T: 3160 Multi-Domain Analysis Setup

/RADIUS

マルチドメインキーワード
検索半径の値を指定できるようにします。

フォーマット

`/RADIUS/`*Rad*

定義

フィールド	内容	**SI**単位の例
Rad	デフォルトは1e-8です。	

コメント

1. 検索半径は、ある節点のインターフェースの反対側にある対応する節点を検索するために使用します。節点間の距離が*Rad*未満の場合、これらは互いに対応する節点と見なされます。表面間に形状的な違いがある場合やランダムノイズが適用されている場合、RAD2RADでは、インターフェースを構築するための対応する節点を見つけることができず、エラーメッセージが発行されます。この場合は、*Rad*を増加することによって問題を解決できることがあります。

See Also

マルチドメインテクニック
RD-T: 3160 Multi-Domain Analysis Setup

/TIMEOUT

マルチドメインキーワード
RAD2RAD と Radioss Engine間の結合の確立のためのタイムアウトパラメータの値をユーザーで指定できます。

フォーマット

`/TIMEOUT`/*Val*

定義

フィールド	内容	SI単位の例
Val	秒単位での値 デフォルト = 20秒	

コメント

1. タイムアウトはRAD2RAD 実行モジュールが1つかそれ以上のRadioss Engine 実行が失われても永遠に待ち続けるのを防ぐために用いられます。

See Also

マルチドメインテクニック
RD-T: 3160 Multi-Domain Analysis Setup

その他のファイル

.h3d出力ファイル

.h3dファイルは、モデルデータと結果データの両方が含まれる圧縮バイナリファイルです。このファイルはHyperViewで結果を後処理するために使用できます。

ファイル生成

.h3dファイルは、Radioss Engineの実行後に、hvtransを実行してRunnameAnnnファイルを変換することによって作成されます。Radiossスクリプトはこの処理を自動的に実行します。

ファイル内容

.h3dファイルには、以下の結果に加えて、節点定義と要素定義が保存されます:

結果	内容
ベクトルデータ	(BEMによる非圧縮性流体フローの)速度、変位、加速度、接触力、内力、外力、剛体、剛壁、および断面の力とモーメント、回転速度、流体速度 出力は/ANIM/VECTによってコントロールされます。
要素データ	スプリング損傷、密度、エネルギー、塑性ひずみ、相当ひずみ速度、破損階層、アワグラスエネルギー、圧力、応力テンソル、温度、厚み、von Mises応力、ユーザー材料則の結果 出力は/ANIM/Eltyp/Restypeによってコントロールされます。
節点質量	節点質量の結果 出力は/ANIM/MASSによってコントロールされます。
節点データ	節点ごとのタイムステップ、質量変化、追加慣性 出力は/ANIM/NODAによってコントロールされます。

アニメーション出力ファイル（**A-**ファイル）

RunnameAnnnファイルは、モデルデータと結果データの両方が含まれるバイナリファイルです。このファイルはHyperViewで結果を後処理するために使用できます。

ファイル生成

RunnameAnnnファイルは、Radioss Engineの実行中に作成されます。これらのファイルは、RunnameAnnnという名前で書き出されます。ここで、nnnは出力ファイル番号です。

ファイル内容

RunnameAnnnファイルには、以下の結果に加えて、節点定義と要素定義が含まれます。

結果	内容
ベクトルデータ	（BEMによる非圧縮性流体フローの）速度、変位、加速度、接触力、内力、外力、剛体、剛壁、および断面の力とモーメント、回転速度、流体速度 出力は/ANIM/VECTによってコントロールされます。
要素データ	スプリング損傷、密度、エネルギー、塑性ひずみ、相当ひずみ速度、破損階層、アワグラスエネルギー、圧力、応力テンソル、温度、厚み、von Mises応力、ユーザー材料則の結果 出力は/ANIM/Eltyp/Restypeによってコントロールされます。
節点質量	節点質量の結果 出力は/ANIM/MASSによってコントロールされます。
節点データ	節点ごとのタイムステップ、質量変化、追加慣性 出力は/ANIM/NODAによってコントロールされます。

ASCII出力ファイル（STA-ファイル）

ASCII出力ファイルは、Radioss StarterとRadioss Engineによって生成されるフォーマットされた出力ファイルです。

このSTA-ファイルの目的は、要素の状態を保存して、Radioss Starter用の`_0000.rad`ファイルに追加できるようにすることです。

この状態ファイルの名前は`Runname_nnn#.sta`です。ここで、`Runname`は実行名（/RUN）で、`nnn#`は0001～9999のファイル番号（4桁）です。

See Also
RD-E:5500 ファンブレードの回転の初期設定と衝突

StarterおよびEngineのセットアップ

`Runname_nnnn.sta`は、Radioss Engineファイルに以下のキーワードを入力することによって書き込まれます。

これは、Engineファイル内の/STATE/DTで設定する必要があります。

```
/STATE/DT
Tstart    Tfreq
Part_ID1 ... Part_IDN
```

STATEファイルは時間周波数T_{freq}を使用して書き出されます。また、最初のファイルは時間T_{start}*START*に書き出されます。

バージョン11.0以降では、Engineファイル内で/STATE/STR_FILEを使用して、圧縮（gzipを使用）可能な別のファイルに`/INISHE`、`/INISH3`、および`/INIBRI`を書き込むこともできます。

このファイルは、同じキーワードの`/STATE/STR_FILE`を使用してStarterで読み込むことができます（Runname_run#.staファイル）。

対応する StarterおよびEngine キーワード

Starter キーワード	Engineキーワード	コメント
/INIBEAM/AUX	/STATE/BEAM/AUX	ビームの補助変数を各状態ファイルに書き込みます。
/INIBEAM/FULL	/STATE/BEAM/FULL	ビームの力、モーメント、エネルギーなどを各状態ファイルに書き込みます。
/INIBRI/AUX	/STATE/BRICK/AUX/FULL	ソリッドの補助変数を各状態ファイルに書き込みます。
/INIBRI/STRA_F	/STATE/BRICK/STRAIN/FULL	ソリッドのひずみテンソルを各状態ファイルに書き込みます。
/INIBRI/STRA_FGLO	/STATE/BRICK/STRAIN/GLOBFULL	全体座標系内のソリッドのひずみ状態を各状態ファイルに書き込みます。
/INIBRI/STRS_F	/STATE/BRICK/STRES/FULL	ソリッドの応力テンソルを各状態ファイルに書き込みます。

Starter キーワード	**Engine**キーワード	コメント
/INIBRI/STRS_FGLO	/STATE/BRICK/STRES/GLOBFULL	全体座標系内のソリッドの応力状態を各状態ファイルに書き込みます。
/INIBRI/FAIL	/STATE/BRICK/FAIL	ソリッドの破壊基準を各状態ファイルに書き込みます。
/INIBRI/ORTHO	/STATE/BRICK/ORTHO	直交異方性ソリッドの直交異方性方向を各状態ファイルに書き込みます。
/INISHE/AUXまたは/INISH3/AUX	/STATE/SHELL/AUX/FULL	シェルの補助変数を各状態ファイルに書き込みます。
/INISHE/EPSP_Fまたは/INISH3/EPSP_F	/STATE/SHELL/EPSP/FULL	シェル要素の積分点における塑性ひずみを各状態ファイルに書き込みます。
/INISHE/FAILまたは/INISH3/FAIL	/STATE/SHELL/FAIL	シェル要素の破壊基準を各状態ファイルに書き込みます。
/INISHE/ORTH_LOCまたは/INISH3/ORTH_LOC	/STATE/SHELL/ORTHL	シェルごとの直交方向を各状態ファイルに書き込みます。
/INISHE/STRA_Fまたは/INISH3/STRA_F	/STATE/SHELL/STRAIN/FULL	シェルのひずみテンソルを各状態ファイルに書き込みます。
/INISHE/STRS_F/GLOBまたは/INISH3/STRS_F/GLOB	/STATE/SHELL/STRESS/FULL	シェルの応力テンソルを各状態ファイルに書き込みます。
/INISPRI/FULL	/STATE/SPRING/FULL	スプリングの応力テンソルを各状態ファイルに書き込みます。
/INITRUSS/FULL	/STATE/TRUSS/FULL	トラスの力、エネルギーなどを各状態ファイルに書き込みます。
/INITEMP	/STATE/NODE/TEMP	節点の温度を各状態ファイルに書き込みます。
	/STATE/LSENSOR	センサーのアクティブ化による状態ファイルへの書き込み

Runname_0001.radの例

```
/TITLE
specimen
/VERS/140
/RUN/TEST_LOI70_INISTA/1
0.0001
/DT/NODA/CST
0 0.0002
/TFILE/4
#            dT_HIS
0.001000
/PRINT/-1
/ANIM/DT
#   TSTART     TFREQ
0.000000 0.200000
```

```
/ANIM/MASS
/ANIM/GZIP
/MON/ON
/STATE/DT
#   TSTART     TFREQ
0.000000 0.100000
1
/STATE/BRICK/STRAIN/FULL
/STATE/BRICK/AUX/FULL
```

Runname_0001.staファイルの例

```
#RADIOSS STATE FILE TEST_LOI70_INISTA_0001.sta
/BRICK/          1
#  BRICKID      NOD1      NOD2      NOD3      NOD4      NOD5      NOD6      NOD7      NOD8
      2264      2362      2363      2403      2402     15496     15499     15500     15497
      2265      2363      2364      2404      2403     15499     15501     15502     15500
      2266      2364      2365      2405      2404     15501     15503     15504     15502
       ...
     16049     17932     17933     17973     17972      7918      7919      7959      7958
/NODE
#    NODID               XCOOR               YCOOR               ZCOOR
      2362-9.4860320632213E+01-9.7566652635510E+01-2.1349724131947E+02
      2363-8.9732511272041E+01-9.7566504906095E+01-2.1354273831056E+02
      2403-8.9732587846314E+01-9.2432640570356E+01-2.1354276090585E+02
       ...
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|----10---|
/INIBRI/STRA_F
#------------------------ REPEAT -------------------------
#  BRICKID       NPT    ISOLNOD    ISOLID
# IF(NPT /= 0) REPEAT K=1,NPT
#    E1,  E2,  E3
#   E12, E23, E31
#------------------------ REPEAT -------------------------
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|----10---|
      2264         1         8         1
-5.0438655364508E-05 8.6229170230857E-04 2.8990365078826E-05
 2.3469460795598E-06 6.5900445290114E-06 1.5812215799661E-04
      2265         1         8         1
-1.8719100585017E-04 9.3265313414179E-04 6.8570078668737E-05
 1.2843456314422E-05-1.9218559255100E-05-5.1933993650876E-05
      2266         1         8         1
-3.0710035014301E-04 1.0160141185918E-03 1.7571927484993E-04
-2.0907794611084E-05-8.9656877740873E-06-2.1109233934431E-04
...
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|----10---|
/INIBRI/AUX
#------------------------ REPEAT -------------------------
#  BRICKID       NPT
# IF(NPT /= 0) REPEAT K=1,NPT : REPEAT I=1,NPG :
#    S1,  S2,  S3
#   S12, S23, S31
#---------------------- END REPEAT -----------------------
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|----10---|
      2264         1         8         1         0         0        10
 0.0000000000000E+00 1.7602676312553E-05 2.0357600000000E-02
 8.7146844804545E-04 0.0000000000000E+00 1.7602676312553E-05
 0.0000000000000E+00 6.7762635780344E-21 9.5516513254258E-04
 1.2688798747243E-02
      2265         1         8         1         0         0        10
 0.0000000000000E+00 1.9007938166799E-05 2.8620778174113E-02
 9.5456792347511E-04 0.0000000000000E+00 1.9007938166799E-05
 0.0000000000000E+00 4.1064089095073E-02 3.3000834605586E-02
 4.1013062401391E-02
      2266         1         8         1         0         0        10
 3.9825245072209E-02 2.1859375758609E-05 2.0357600000000E-02
 1.0862832620320E-03 0.0000000000000E+00 2.1859375758609E-05
 0.0000000000000E+00 0.0000000000000E+00 3.2513011703713E-02
 1.3552527156069E-20
...
#ENDDATA
```

コメント

1. そのタイプの要素が存在しない場合でも、必ず、要素の先頭行が書き込まれます。このような場合は、オプションの下に空白行が追加されます。
2. 先頭行は、必ず、/IOFLAGキーワードに従って"`#RADIOSS Runname_nnnn.sta`"にします。

3. Runname_nnnn.staファイルは、必ず#ENDDATAで終わります。

Runname_run#.staファイル

状態ファイルは、キーワードの#includeまたは/STATE/STR_FILEを通して以降の実行でシェルまたはソリッドの初期状態を設定し、応力ファイルを読み取るために使用できます。

例

#include TEST_LOI70_0011.sta

例

```
/STATE/STR_FILE
0
TEST_LOI70_0011.sta
```

コメント

1. STA-ファイルには節点と要素が含まれます。0.Radの節点定義から着目節点を、要素定義から着目要素を削除します（要素定義の例：0.radの/BRICK、/SHELL ...）。そうしないと、Starterでエラーが発生します。

可能な出力

Runname_run#.staファイルは、以下のオプションを使用して、事前のEngineの実行で書き出すことができます。

/STATE/DT

/STATE/BEAM/AUX

/STATE/BEAM/FULL

/STATE/BRICK/AUX/FULL

/STATE/BRICK/STRAIN/FULL

/STATE/BRICK/STRES/FULL

/STATE/BRICK/STRAIN/GLOBFULL

/STATE/BRICK/STRES/GLOBFULL

/STATE/BRICK/FAIL

/STATE/BRICK/ORTHO

/STATE/SHELL/AUX/FULL

/STATE/SHELL/EPSP/FULL

/STATE/SHELL/FAIL

/STATE/SHELL/ORTHL

/STATE/SHELL/STRAIN/FULL

/STATE/SHELL/STRESS/FULL

/STATE/SRING/FULL

/STATE/TRUSS/FULL

/STATE/LSENSOR

/STATE/NODE/TEMP

ASCII出力ファイル（STY-ファイル）

ASCII出力ファイルは、Radioss StarterとRadioss Engineによって生成されるフォーマットされた出力ファイルです。

これらのファイルの目的を以下に示します。

- アニメーションファイルによって表示される情報と同様の情報を示すASCII出力フォーマットをユーザーに提供します。
- 初期応力ファイルまたは初期ひずみファイルの入力フォーマット

デフォルトで、これらのファイルは、Radioss Starter内で、`Runname_run#.sty`(Irootyy ≠2の場合)または`RunnameYnnn`(*Irootyy* = 2の場合)(/IOFLAG(*Irootyy*フラグ)による)という名前で書き出されます。

ここで、nnnは出力ファイル番号であり、`run#`は0000から9999までのRadioss実行番号です(4桁)。

これは、出力ファイルの説明と$Outyy_{FMT}$ ≠ 2(`/IOFLAG`)の場合の初期条件を提供します。これがデフォルトであり、10桁の整数と20桁の実数が書き込まれます。

$Outyy_{FMT}$ = 2を使用して以前のフォーマットを読み込み、8桁の整数と16桁の実数で同じ情報を書き込むことができます。

Runname_0000.styファイル

```
The Runname_0000.sty file is created by RADIOSS Starter using Ioutp = 1 in the /IOFLAG keyword.
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/IOFLAG
#     IPRI               IGTYP     IOUTP    IOUTYY   IROOTYY
0                   0         1         0         0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|

This file contains general information on the model and is compulsory in order to be able to use
 subsequent output files.
Runname_0000.sty file information is structured in sets, using the following syntax:
/"Keyword" -> type of information
Full name of information
#FORMAT: -> data format (in Fortran) for this set.
Format is always I10 for (Integers) and G20 for (Real).
# -> name of each data
data values
```

Runname_0000.styファイルの例

```
#RADIOSS OUTPUT FILE V21 TEST_LOI70_0000.sty
/HEAD
specimen
/CONTROL
Control information
#FORMAT: (3I10)
#    NUMMID     NUMPID     NUMNOD
3          6      22656
#FORMAT: (7I10)
#    NUMSOL    NUMQUAD    NUMSHEL    NUMTRUS    NUMBEAM    NUMSPRI    NUMSH3N     NUMSPH
17610          0          0          0          0          0          0          0
/MID
Material ID information
#FORMAT: (2I10,A40)
# SYSMID  USRMID                                  MIDHEAD
1       1MAT_RIGID_5
2       2PU62IF70
1         1MAT_RIGID_5
2         2PU62IF70
/PID
Property ID information
#FORMAT: (2I10,A40)
# SYSPID  USRPID                                  PIDHEAD
1         1SECTION_SOLID_1
2         2SECTION_SOLID_3
3         3SECTION_SOLID_5
4         4SECTION_SOLID_6
```

```
5          5SECTION_SOLID_8
6          6SECTION_SOLID_9
. . .
/SOLID
3d Solid Elements
#FORMAT: (4I10/8X,8I10)
# SYSSOL  USRSOL  SYSMID  SYSPID
#SYSNOD1 SYSNOD2 SYSNOD3  SYSNOD4 SYSNOD5 SYSNOD6 SYSNOD7 SYSNOD8
1       7806          1          3
9621       9622     10064     10063      9643      9644     10084     10083
2       7807          1          3
10063     10064     10066     10065     10083     10084     10086     10085
3       7808          1          3
10065     10066     10068     10067     10085     10086     10088     10087
. . .
/QUAD
2d Solid Elements
#FORMAT: (8I10)
#SYSQUAD USRQUAD  SYSMID  SYSPID SYSNOD1 SYSNOD2 SYSNOD3 SYSNOD4

/SHELL
3d Shell Elements
#FORMAT: (8I10)
#SYSSHEL USRSHEL  SYSMID  SYSPID  SYSNOD1  SYSNOD2  SYSNOD3  SYSNOD4

/TRUSS
3d Truss Elements
#FORMAT: (6I10)
#SYSTRUS USRTRUS  SYSMID  SYSPID SYSNOD1 SYSNOD2

/BEAM
3d Beam Elements
#FORMAT: (7I10)
#SYSBEAM USRBEAM  SYSMID  SYSPID SYSNOD1 SYSNOD2 SYSNOD3

/SPRING
3d Spring Elements
#FORMAT: (6I10)
#SYSSPRI USRSPRI  SYSMID  SYSPID SYSNOD1 SYSNOD2

/SHELL3N
3d Shell Elements (Triangle)
#FORMAT: (7I10)
#SYSSH3N    USRSH3N     SYSMID   SYSPID    SYSNOD1    SYSNOD2    SYSNOD3

/SPHCEL
SPH particles
#FORMAT: (4I10/10X,I10)
#SYSSPH    USRSPH    SYSMID    SYSPID
#SYSNOD

/ENDDATA
```

コメント

1. データの最初の列はシステム番号を表します。2番目の列はユーザー番号です。要素定義は、必ず、システム番号を参照します。

# SYSNOD	USRNOD	X	Y	Z	MASS
1	13	100.0000000000	0.000000000000	0.000000000000	4.5971794829250E-03
2	14	100.0000000000	2.000000000000	0.000000000000	9.2036861619406E-03
3	15	100.0000000000	4.000000000000	0.000000000000	9.2223408546703E-03
4	16	100.0000000000	6.000000000000	0.000000000000	4.6158341756547E-03
5	17	97.98561000000	6.000000000000	0.000000000000	9.2299679301626E-03
6	18	95.97123000000	6.000000000000	0.000000000000	9.2280286296261E-03
7	19	93.95684050000	6.000000000000	0.000000000000	9.2277378193729E-03

# SYSNOD	USRNOD	X	Y	Z	MASS
8	20	91.94245910000	6.000000000000	0.000000000000	9.2276929864920E-03
9	21	89.92807010000	6.000000000000	0.000000000000	9.2277011693767E-03

2. そのタイプの要素が存在しない場合でも、必ず、要素の最初の3行が書き込まれます。このような場合は、オプションの下に空白行が追加されます。
3. 先頭行は必ず/IOFLAGキーワードに従って、"# Radioss Output File V21 `RunnameY000`"または"# Radioss Output File V21 `Runname_nnnn.sty`"になります。
4. 2番目の行には"`/HEAD`"が含まれ、3番目の行にはモデルのタイトルが含まれます(フォーマットはA100です)。

```
#RADIOSS OUTPUT FILE V21 TEST_LOI70_0000.sty
/HEAD
specimen
/CONTROL
```

5. `Y000`または`sty`ファイルは、必ず、キーワード"`/ENDDATA`"で終わります。
6. `Runname_run#.sty`ファイルに追加される(Radiossによって)ダミー材料は、材料がないパートに対応します。

Runname_run#.styファイル

`Runname_run#.sty`は、Radioss Engineファイルに以下のキーワードを入力することによって書き込まれます。

/OUTP

T$_{start}$*START* *T*$_{freq}$

`OUTP`ファイルは時間周波数*T*$_{freq}$を使用して書き出されます。また、最初のファイルは時間*T*$_{start}$*START*に書き出されます。

データは、`Runname_0000.sty`ファイルと同じフォーマットで書き込まれます。

`Runname_run#.sty`ファイルには、以下のデフォルト情報が保存されます:

Radioss Output File V21 `Runname_run#.sty`(または `RunnameYnnn`)

ここで、`Runname`は計算のルート名で、`nnn`は書き込まれるファイルの番号(または`run#`は0000～9999のRadioss実行番号(4桁))です。

- `/GLOBAL`

  内容: モデル全体の時刻、内部エネルギー、運動エネルギー、回転運動エネルギー、外力の仕事量
- `/MATER` /材料番号(内部番号、10桁)

  先頭行の内容: ユーザー番号、内部エネルギー、運動エネルギー

  2行目の内容: Xモーメント、Yモーメント、Zモーメント
- `/NODAL/VECTOR/COORDINATE`

  節点座標

  その他の情報は、Engineファイル内の以下のキーワードを使用して出力できます。
- `/OUTP`/*Keyword2*(スカラー情報)
- `/OUTP/ELEM`/*Keyword3*(要素スカラー情報)

- /OUTP/VECT/*Keyword3*（ベクトル情報）
- /OUTP/BRIC/*Keyword3*/*Keyword4*（ソリッドテンソル情報）
- /OUTP/SHEL/*Keyword3*/*Keyword4*（シェルテンソル情報）

キーワードは、以下を除いてアニメーションファイルと同じです。

*EPSDOT*はスカラーとして使用できませんが、シェルのテンソルとして使用できます。

/OUTP/BRIC/STRESSはソリッドの応力テンソルを示します。キーワードのSIGX、SIGY ... は使用できません。

変数は以下の行で指定されます。

- /OUTP/*Keyword2*/*Keyword3*/*Keyword4*

  各キーワードは10文字でフォーマットされます。

  *Keyword2*は節点 / 要素のタイプ：NODAL、SHELL、SOLID

  *Keyword3*は変数のタイプ：SCALAR、VECTOR、TENSOR

  *Keyword4*は変数の名前

  変数は、システム番号順に書き込まれます。シェル要素の場合は、4節点要素が最初に書き込まれ、その後で、3節点要素が書き込まれます。

  出力ファイルは、必ず、キーワードの/ENDDATAで終わります。

Runname_0001.radの例

```
/RUN/TEST_LOI70/1
2.001
/VERS/140
/TFILE
#            dT_HIS
0.100000
/OUTP/DT
0.000000e+000 2.000000e-001
/OUTP/BRICK/STRAIN/FULL
/OUTP/BRICK/STRESS/FULL
/OUTP/BRICK/USERS/FULL
/PRINT/-1
/ANIM/DT
#   TSTART     TFREQ
0.000000 0.200000
/ANIM/VECT/VEL
/ANIM/VECT/CONT
/DT/NODA/CST/0
0 0.0002
```

Runname_run#.styファイルの例

Runname_run#.styファイルの例：

```
/OUTP/BRICK/STRAIN/FULL
/OUTP/BRICK/STRESS/FULL
```

```
#RADIOSS OUTPUT FILE V21 TEST_LOI70_0010.sty
/GLOBAL
#FORMAT: (1P5E16.9)
#           TIME INTERNAL_ENERGY  KINETIC_ENERGY ROT_KINE_ENERGY EXTE_FORCE_WORK
1.800006298E+00 1.346346274E+01 1.227218309E+02 2.535603546E-08 8.953190058E-01
/MATER     /         2
PU62IF70
#FORMAT: (I10,1P3E20.13/8X,1P3E20.13)
# USRMID INTERNAL_ENERGY  KINETIC_ENERGY            MASS
#             X_MOMENTUM      Y_MOMENTUM      Z_MOMENTUM
2 8.4434102529378E+00 2.1692419822989E-02 1.2811215440371E-01
1.7153806449308E-04 7.4458501410605E-05-8.0090875079210E-04
/MATER     /         1
MAT_RIGID_5
```

```
#FORMAT: (I10,1P3E20.13/8X,1P3E20.13)
# USRMID INTERNAL_ENERGY  KINETIC_ENERGY            MASS
#             X_MOMENTUM      Y_MOMENTUM      Z_MOMENTUM
1 0.0000000000000E+00 0.0000000000000E+00 0.0000000000000E+00
0.0000000000000E+00 0.0000000000000E+00 0.0000000000000E+00
/MATER     /         2
PU62IF70
#FORMAT: (I10,1P3E20.13/8X,1P3E20.13)
# USRMID INTERNAL_ENERGY  KINETIC_ENERGY            MASS
#             X_MOMENTUM      Y_MOMENTUM      Z_MOMENTUM
2 5.0200524903118E+00 2.1800974081166E-02 4.9906416590461E-02
3.5144727608202E-05 2.5091793172639E-05 3.6027083778806E-04
/NODAL     /VECTOR    /COORDINATE
Coordinates
#FORMAT: (I10,1P3E20.13)
# USRNOD                X               Y               Z
9621-4.7729852460398E+01-9.4999989645104E+01-1.7068757772387E+02
9622-4.5078195836177E+01-9.4999989459006E+01-1.6803593234811E+02
10064-4.4992842647248E+01-9.1078783453016E+01-1.6795057981223E+02. . . /SOLID     /SCALAR    /USERS
All User Variable
#FORMAT: (1P6E20.13) (VAR(I),I=1,NUMSOL)
8         1         0         1
8         1         0         1
8         1         0         1
. . .
0.0000000000000E+00 0.0000000000000E+00 1.3552527156069E-20 7.6580473971926E-04 5.4210108624275E-20
 1.1582281215741E-03
1.4801402652052E-03 6.7762635780344E-21 6.2084537814688E-03 1.0459380372157E-02
8         1        10         1
0.0000000000000E+00 0.0000000000000E+00 2.5585357411110E-02 3.0047102362523E-02 3.4017917892568E-02
 3.6772469288155E-02
3.8470075777008E-02 3.9438079276948E-02 3.9693933078368E-02 3.9444299033276E-02
8         1        10         1
3.8458580277876E-02 3.6764290193529E-02 3.3979250257396E-02 3.0035867914955E-02 2.5641289809638E-02
 0.0000000000000E+00
0.0000000000000E+00 0.0000000000000E+00 6.1682443944416E-03 1.3552527156069E-20
. . .
/SOLID     /TENSOR    /STR_FUL
Full stress tensor + plastic strain
#FORMAT:(NPT, ISOLNOD (2I10/2E20.13),         EINT(I),RHO(I),,I=1,NUMSOL
#FORMAT: (1P6E20.13/E20.13) ((TX(I,J),TY(I,J),TZ(I,J),TXY(I,J),TYZ(I,J),TZX(I,J),
#EPSP(J,I),J=1,NPT),I=1,NUMSOL,NPT=1)
1         8
0.0000000000000E+00 4.0000000000000E-08
0.0000000000000E+00 0.0000000000000E+00 0.0000000000000E+00 0.0000000000000E+00 0.0000000000000E+00
 0.0000000000000E+00
0.0000000000000E+00
1         8
0.0000000000000E+00 4.0000000000000E-08
0.0000000000000E+00 0.0000000000000E+00 0.0000000000000E+00 0.0000000000000E+00 0.0000000000000E+00
 0.0000000000000E+00
0.0000000000000E+00
1         8
0.0000000000000E+00 4.0000000000000E-08
0.0000000000000E+00 0.0000000000000E+00 0.0000000000000E+00 0.0000000000000E+00 0.0000000000000E+00
 0.0000000000000E+00
0.0000000000000E+00
. . .
#FORMAT:(NPT, ISOLNOD (2I10/2E20.13),         EINT(I),RHO(I),,I=1,NUMSOL
#FORMAT: (1P6E20.13/E20.13) ((TX(I,J),TY(I,J),TZ(I,J),TXY(I,J),TYZ(I,J),TZX(I,J),
#EPSP(J,I),J=1,NPT),I=1,NUMSOL,NPT=1)
1         8
0.0000000000000E+00 4.0000000000000E-08
0.0000000000000E+00 0.0000000000000E+00 0.0000000000000E+00 0.0000000000000E+00 0.0000000000000E+00
 0.0000000000000E+00
0.0000000000000E+00
1         8
0.0000000000000E+00 4.0000000000000E-08
0.0000000000000E+00 0.0000000000000E+00 0.0000000000000E+00 0.0000000000000E+00 0.0000000000000E+00
 0.0000000000000E+00
0.0000000000000E+00
1         8
0.0000000000000E+00 4.0000000000000E-08
0.0000000000000E+00 0.0000000000000E+00 0.0000000000000E+00 0.0000000000000E+00 0.0000000000000E+00
 0.0000000000000E+00
0.0000000000000E+00
. . .
/SOLID     /TENSOR    /STRAIN_FUL
Full strain tensor
#FORMAT:(NPT, ISOLNOD,NEL (3I10)
#FORMAT: (1P6E20.13) ((EXX(I,J),EYY(I,J),EZZ(I,J),EXY(I,J),EYZ(I,J),EZX(I,J),
#EPSP(J,I),J=1,NPT),I=1,NUMSOL)
1         8       128
0.0000000000000E+00 0.0000000000000E+00 0.0000000000000E+00 0.0000000000000E+00 0.0000000000000E+00
 0.0000000000000E+00
```

```
 0.0000000000000E+00 0.0000000000000E+00 0.0000000000000E+00 0.0000000000000E+00 0.0000000000000E+00
  0.0000000000000E+00
0.0000000000000E+00 0.0000000000000E+00 0.0000000000000E+00 0.0000000000000E+00 0.0000000000000E+00
  0.0000000000000E+00
. . .
/ENDDATA
```

出力ファイルを用いた初期条件定義

出力ファイルは、キーワードの/INISTAによって、以降の実行で、シェルまたはソリッドに初期条件を適用するために使用できます。

Runname_run#.styとRunname_0000.styの両方のファイルが必要です。

以下の変数を初期化できます。

節点の場合:

- 初期座標
- 初速度

ソリッドの場合:

- 塑性ひずみ
- 内部エネルギー
- 密度
- 応力(エネルギーと密度が指定された場合は、圧力が上書きされます)

ソリッド要素の場合は、定式化がインクリメンタルであれば、初期条件が材料則の1、2、3、4、6、36、およびユーザー則と適合性があります。

シェルの場合:

- 応力
- ひずみ
- 塑性ひずみ
- エネルギー
- 板厚
- アワグラス
- 力

シェル要素の場合は、初期条件が材料則の1、2、36、およびユーザー則と適合性があります。

Runname_run#.styファイルは、Radioss Starterで/INISTAキーワードを使用して定義します。

Runname_0000.styファイルは、Runname_run#.styファイルで指定されたデータと節点識別および要素識別を関連付けるために必要です。

Runname_0000.styファイルまたはRunname_run#.styファイルの書き出しに使用するモデルは、現在のモデルと同じにすることも、変えることもできます(ただし、必ず、別のルート名にする必要があります)。

モデルが違う場合は、Runname_0000.styファイルの要素の数をRunname_0000.radファイルの要素の数より少なくする必要があります。

シェルのひずみテンソルは、引張破壊オプションを含む/MAT/LAW36 (PLAS_TAB)またはユーザー則に対してのみ必要です。

/INISTAの例

```
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/INISTA
# ISRTYnnn
TEST_LOI70_0011.sty
#     IBAL IOUTYYfmt  IOUTYnnn
         0          0         0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
/IOFLAG
#     IPRI               IGTYP     IOUTP    IOUTYY   IROOTYY     IDROT
         0                   0         1         0         0         0
#---1----|----2----|----3----|----4----|----5----|----6----|----7----|----8----|----9----|---10----|
```

可能な出力

Runname_run#.styファイルは、以下のオプションを使用して、事前のEngineの実行で書き出すことができます。

/OUTP/DT

/OUTP/VECT/VEL(節点並進用)

/OUTP/VECT/DIS

/OUTP/VECT/ACC

/OUTP/VECT/CONT

/OUTP/VECT/FINT

/OUTP/VECT/FEXT

/OUTP/VECT/FOPT

/OUTP/VECT/VROT(節点回転速度用)

/OUTP/VECT/PCONT

/OUTP/NODA/DT

/OUTP/NODA/DMAS

/OUTP/SOLI、/OUTP/BRIC、または/OUTP/QUADを以下のキーワードに使用できます。

/OUTP/BRIC/OFF

/OUTP/BRIC/EPSP(ソリッド塑性ひずみ)

/OUTP/BRIC/ENER(ソリッド内部エネルギー)

/OUTP/BRIC/DENS(ソリッド密度)

/OUTP/BRIC/TEMP

/OUTP/BRIC/P

/OUTP/BRIC/VONM

/OUTP/BRIC/STRAI/FULL

/OUTP/BRIC/STRES(ソリッドの応力テンソル)

/OUTP/BRIC/STRES/FULL(1と8積分点で利用可能、8、10、16、20節点ソリッド要素で利用可能)

/OUTP/BRIC/USER1

/OUTP/BRIC/USER2

/OUTP/BRIC/USER3

/OUTP/BRIC/USER4

/OUTP/BRIC/USER5

/OUTP/BRIC/USERS/FULL

/OUTP/BRIC/HOUR

/OUTP/NODA/DINER

/OUTP/SHEL/OFF

/OUTP/SHEL/EPSP

/OUTP/SHEL/USER1

/OUTP/SHEL/USER2

/OUTP/SHEL/USER3

/OUTP/SHEL/USER4

/OUTP/SHEL/USER5

/OUTP/SHEL/USRii/FULL

/OUTP/SHEL/HOUR

/OUTP/SHEL/ENER

/OUTP/SHEL/THIC

/OUTP/SHEL/VONM

/OUTP/SHEL/STRES/MEMB

/OUTP/SHEL/STRES/BEND

/OUTP/SHEL/STRES/UPPER

/OUTP/SHEL/STRES/LOWER

/OUTP/SHEL/STRES/FULL

/OUTP/SHEL/STRAI/MEMB

/OUTP/SHEL/STRAI/BEND

/OUTP/SHEL/STRAI/UPPER

/OUTP/SHEL/STRAI/LOWER

/OUTP/SHEL/STRAI/FULL（ひずみテンソル）

/OUTP/SHEL/EPSDO/MEMB

/OUTP/SHEL/EPSDO/BEND

/OUTP/SHEL/EPSDO/UPPER

/OUTP/SHEL/EPSDO/LOWER

/OUTP/SHEL/USERS/FULL

/OUTP/TRUS/OFF

/OUTP/TRUS/EPSP

/OUTP/SPRI/OFF

/OUTP/SPRI/FULL

/OUTP/BEAM/OFF

/OUTP/BEAM/EPSP

/OUTP/ELEM/OFF

/OUTP/ELEM/EPSP

/OUTP/ELEM/ENER

/OUTP/ELEM/VONM

/OUTP/ELEM/USER1

/OUTP/ELEM/USER2

/OUTP/ELEM/USER3

/OUTP/ELEM/USER4

/OUTP/ELEM/USER5

/OUTP/ELEM/HOUR

/OUTP/ELEM/SLEN

SPHに使用可能な初期状態ファイル

/OUTP/SPH/OFF

/OUTP/SPH/EPSP

/OUTP/SPH/ENER

/OUTP/SPH/DENS

/OUTP/SPH/TEMP

/OUTP/SPH/P

/OUTP/SPH/VONM

/OUTP/SPH/STRES

/OUTP/SPH/STRES/FULL

/OUTP/SPH/SLEN現在のスムージング長さの値

/OUTP/SPH/USER1

/OUTP/SPH/USER2

/OUTP/SPH/USER3

/OUTP/SPH/USER4

/OUTP/SPH/USER5

コントロールファイル（C-ファイル）

オプションのコントロールファイルは、その時点で実行している解析についての情報入手に使用されます。

シミュレーションファイルが実行されている間、Engine出力ファイルに出力されている以上の情報を得ることは非常に有益です。これは、その時点でのEngine入力ファイルと同じ接頭子を持ち`*.ctl`で終わる名称のRadiossコントロールファイルを用いて行うことができます。その時点で実行されているEngineファイルは`TensileTest_0001.rad`と命名され、コントロールファイルは`TensileTest_0001.ctl`でなければなりません。

コントロールファイルを使用する理由には以下のものがあります：

- 現在のシミュレーション時間、時間ステップ、サイクル、エネルギー情報および残りの時間の推定量を含むシミュレーションの状態を取得する
- 直ちに、もしくは特定の時間またはサイクル番号で計算を停止する
- 直ちに、もしくは特定の時間またはサイクル番号でアニメーションを生成する

Altair Compute Console でソルバーコントロールオプションにチェックマークが入った状態でシミュレーションが開始されると、次のようなダイアログが現れ、**Send Command**ボタンが選択されている際は、選択されたオプションを使って自動的にコントロールファイルが生成されます。

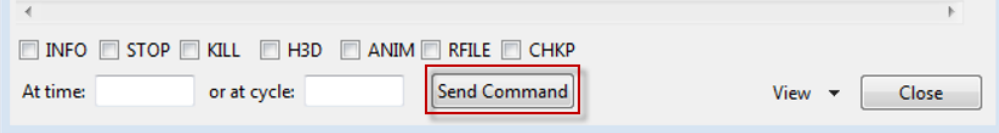


図 *477:*

Compute Console (ACC)が使用されていない場合、テキストエディタを使ってコントロールファイルが生成され、RadiossがEngine出力ファイルを書き出すディレクトリに保存されます。

以下のオプション群が、それぞれ独自の行に置かれてコントロールファイル内で使用できるよう用意されています。/TIMEまたは/CYCLEが含まれている場合を除き、各動作はRadiossがコントロールファイルを読み出した直後に実行されます。そうではない場合、指定された /TIMEまたは/CYCLEで動作が行われます。

動作	結果
/ANIM	追加のアニメーションファイル（`A###`を作成します。Engineファイルで定義された出力頻度は、このオプションが使用されている際は変更されません。
/CHKPT	シミュレーションが停止された場合にそれを継続するための/RERUNコマンドを含んだ`CHECK_DATA`という名のファイルを作成します。通常、シミュレーションを停止するための/STOPと共に使用されます。陰解法解析では使用できません。
/CYCLE/Nbcycle	コントロールファイルコマンドは、指定されたサイクル番号で実行されます。
/H3D	アニメーションデータを`*.h3d`ファイルに書き出します。Engineファイルで定義された出力頻度は、このオプションが使用されている際は変更されません。
/INFO	現在のサイクル、全体エネルギー、時間ステップに関する情報を返します。この情報は常に、すべてのオプションについて書き出されます。
/KILL	シミュレーションを打ち切り、リスタートファイルは生成しません。

動作	結果
/RFILE	リスタートファイルを生成します。
/STOP	シミュレーションを停止し、リスタートできるよう、リスタートファイルを生成します。
/TIME/timeValue	その他のコントロールファイルコマンドは、指定されたシミュレーション時間で実行されます。

Radiossがコントロールファイルを検知すると、入力されたオプションを用いて、シミュレーションのその時点でのステータスが同じコントロールファイル内に書き出されます。

たとえば、シミュレーションはリモートシステム上で稼働していてAltair Compute Consoleを使って開始されなかった場合、`TensileTest_0001.rad`という名のEngine入力ファイル、`TensileTest_0001.ctl`という名のコントロールファイルが以下の情報を含んで生成され、シミュレーションの作業ディレクトリにアップロードされます。

```
/TIME/.1
/ANIM
/CHKPT
/STOP
```

Radiossがコントロールファイルを検知すると、シミュレーションのその時点でのステータスとコントロールファイルコマンドの実行に関する情報が、同じ`TensileTest_0001.ctl`ファイルに書き出されます。シミュレーション内のt=0.1において、Radiossはアニメーションファイル、`CHECK_DATA`ファイル、リスタートファイルを生成し、シミュレーションを停止します。

```
RUN CONTROL FILE
 ----------------

 WRITE NEXT ANIMATION FILES AT TIME  0.1000000

 WRITE NEXT RESTART FILE AT TIME  0.1000000

 RUN STOP AT TIME  0.1000000


 CURRENT STATE:
 --------------
 CYCLE      =     13040
 TIME       = 0.8153611E-02
 TIME STEP  = 0.6252749E-06SOLID      70
 ENERGY ERROR      =  0.0%
 INTERNAL ENERGY   = 0.1188329E-02
 KINETIC ENERGY    = 0.1050914E-07
 ROT. KIN. ENERGY  =  0.000000
 EXTERNAL WORK     = 0.1188431E-02
 MASS.ERR (M-M0)/M0=  0.000000

 CURRENT ELAPSED TIME    =          4.88 s
 REMAINING TIME ESTIMATE =        594.04 s
```

See Also

RD-E:4400 AMSを用いたブロー成型

外部モードファイル

弾性体で使用する入力ファイルの作成等の目的で、Radioss(/EIG)を使用して固有モードを計算する場合に、一連の近似モードが使用可能であれば、CPU時間とメモリに関する要件を大幅に軽減できる可能性があります。

これらのモードは、実験解析または別の振動ソフトウェアから取得できます。これらは、Radiossで固有モードの検索範囲とする構造パートよりも大きな構造パートに対して定義できます。

固有モードを計算するための作業サブスペースは、特定のモードで質量マトリックスと剛性マトリックスを射影することによって削減されます。

入力ファイルフォーマット

外部モードは、Radiossスターターの/EIGで名前を入力する、フォーマット済みのファイルで指定します。このファイルには、以下の順序で入力する必要のあるデータの3つのブロックが保存されます。#で始まる行は、コメント行とみなされ、無視されます。

データブロック**1**: 次元

例:

```
#FORMAT: (2I8)
#  Nbnod   Nbmod
      15      16
```

概要:

Nbnod	外部モードサポートに含まれる節点の数
Nbmod	外部モードの数

データブロック**2**:外部モードのサポート(節点のリスト)

例:

```
#FORMAT: (10I8)
#  Nodes
21      22      23      24      25      26      27      28      29      30
31      32      33      34      35      36      37      38
```

概要:

リスト内の節点の数はデータブロック1で指定された*Nbnod*と一致する必要があります。リスト内の節点の順序は、データブロック3で射影モードの各成分を指定した順序です。

現在のファイルに対応する/EIG(RadiossStarterマニュアルを参照)のサポートのすべての節点を、現在のリストで指定する必要があります。一方、このリストでは、/EIGオプションのサポート対象とならない節点も指定できます。外部モードで指定したこのような節点と関連成分は、Radiossでは無視されます。

データブロック**3**:外部モード

```
#FORMAT: (1P5E16.9)
#    1           X               Y               Z              XX              YY
#FORMAT: (1P1E16.9)
#              ZZ
 5.218918830E+01-5.732668966E+00 0.000000000E+00-7.497102620E-14 3.359287911E-14
-1.861359352E-01
-1.643492844E+01-5.732668966E+00 0.000000000E+00 7.497076647E-14 5.936317600E-14
-1.861359352E-01
```

概要:

モードは、6つの値からなる*Nbnod*セット（データブロック2で定義したサポートの節点ごとに1つのセット）のブロック単位で入力します。

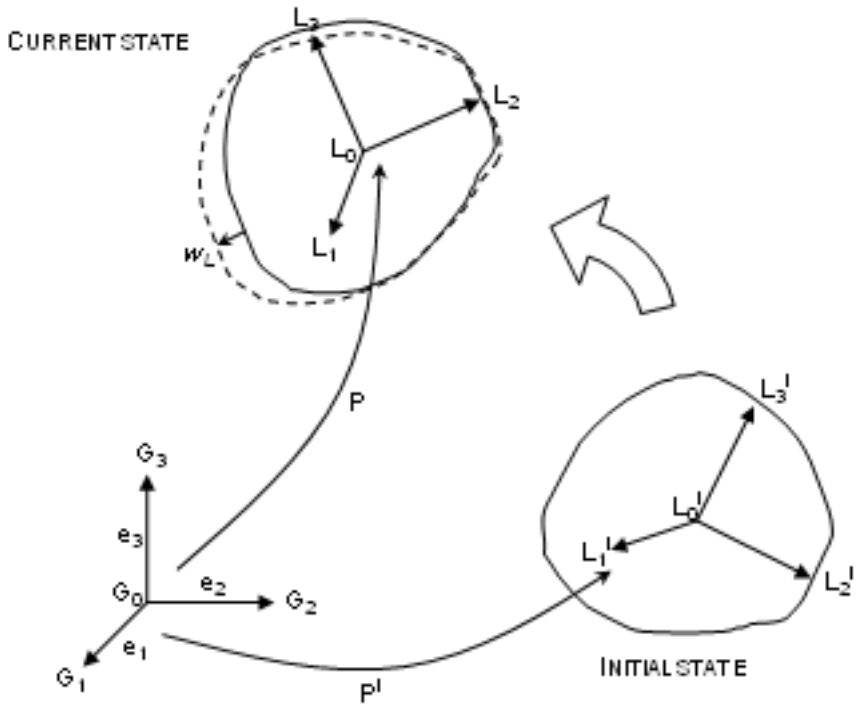
X、Y、Z	節点の並進自由度に関するモードの成分
XX、YY、ZZ	節点の回転自由度に関するモードの成分（節点に回転自由度が設定されていない場合は0）

弾性体入力ファイル

OAFormulation

弾性体のすべての点の全変位場μは、ボディの剛体運動を定義する局所フレームの変位と、ボディの小振動に対応する追加の局所変位場$\mathbf{w}_L$から得られます。

図 *478:*



(G_0、G_1、G_2およびG_3)は、全体フレーム($\mathbf{e}_1$、$\mathbf{e}_2$および$\mathbf{e}_3$を定義します。

(L_0、L_1、L_2およびL_3)は、直交局所フレームを定義します。

P は、(G_0、G_1、G_2およびG_3)から(L_0、L_1、L_2およびL_3)への回転マトリックスです。

よって、全変位**u**は次のように表現できます:

$$\mathbf{u} = X \cdot \mathbf{u}_{L_1} + Y \cdot \mathbf{u}_{L_2} + Z \cdot \mathbf{u}_{L_3} + (1 - X - Y - Z) \cdot \mathbf{u}_{L_0} + \mathbf{P}\mathbf{w}_L = \mathbf{u}_R + \mathbf{P}\mathbf{w}_L \quad (1464)$$

ここで、$\mathbf{u}_{L_0}$、$\mathbf{u}_{L_1}$、$\mathbf{u}_{L_2}$、$\mathbf{u}_{L_3}$はそれぞれ点L_0、L_1、L_2、L_3の変位です。

X、Y、Zは、局所フレーム(L_0、L_1、L_2、L_3)での座標です。

$\mathbf{u}_R$ は、全変位に対する剛体の影響度です。

局所変位は、局所振動モードΦ_L^iの結合によって次のように与えられます:

$$\mathbf{w}_L = \Phi_L \alpha \quad (1465)$$

ここで、αは局所モードの影響度を示すベクトルです。

剛体の変位$\mathbf{u}_R$は、12種類のモードの結合としても表現できます:

$$\mathbf{u}_R = \mathbf{\Phi}_R \cdot \left(u_{L_1}^1, u_{L_1}^2, u_{L_1}^3, u_{L_2}^1, u_{L_2}^2, u_{L_2}^3, u_{L_3}^1, u_{L_3}^2, u_{L_3}^3, u_{L_0}^1, u_{L_0}^2, u_{L_0}^3\right)^T \quad (1466)$$

ここで、投影モードΦ_R^iは局所座標から得られます:

$$\Phi_R^1 = X \cdot e_1 \qquad \Phi_R^2 = X \cdot e_2 \qquad \Phi_R^3 = X \cdot e_3$$
$$\Phi_R^4 = Y \cdot e_1 \qquad \Phi_R^5 = Y \cdot e_2 \qquad \Phi_R^6 = Y \cdot e_3$$
$$\Phi_R^7 = Z \cdot e_1 \qquad \Phi_R^8 = Z \cdot e_2 \qquad \Phi_R^9 = Z \cdot e_3$$
$$\Phi_R^{10} = (1 - X - Y - Z) \cdot e_1 \quad \Phi_R^{11} = (1 - X - Y - Z) \cdot e_2 \quad \Phi_R^{12} = (1 - X - Y - Z) \cdot e_3 \tag{1467}$$

局所フレーム(L_0、L_1、L_2、L_3)は全面的に任意に選択できます。これらの点は明示的に入力する必要がありません。これらの位置によって局所座標が決まり、それによってモードΦ_R^i の成分が定義されます。

回転自由度を設定した要素が弾性体に存在している場合は、さらに3つのモードをΦ_R^i ファミリーに追加して、これらの自由度に伴う慣性を考慮する必要があります。回転自由度を設定した弾性体の各節点におけるこれらの追加モードの成分は以下のとおりです:

$$\Phi_R^{13} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \qquad \Phi_R^{14} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} \qquad \Phi_R^{15} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} \tag{1468}$$

投影マトリックス

弾性体の動的つり合い式を解くには、次のように投影した質量マトリックスと剛性マトリックスが必要です。

- 有限の剛体移動を定義するモードで投影した局所質量マトリックス$\mathbf{M}$:

$$\mathbf{M}_R = \mathbf{\Phi}_R{}^T \mathbf{M} \mathbf{\Phi}_R \tag{1469}$$

- 局所振動モードで投影した局所質量マトリックス$\mathbf{M}$:

$$\mathbf{M}_L = \mathbf{\Phi}_L{}^T \mathbf{M} \mathbf{\Phi}_L \tag{1470}$$

- 全体フレームで表現した有限剛体モードと局所モードでの局所質量マトリックス$\mathbf{M}$の交差投影に対応する連成項:

$$\mathbf{M}_C = \left(\mathbf{P}\mathbf{\Phi}_L\right)^T \mathbf{M} \mathbf{\Phi}_R \tag{1471}$$

ここで、$\mathbf{P}\mathbf{\Phi}_L$は、回転マトリックス$\mathbf{P}$を使用して全体座標で表現した局所振動モードのファミリーです。

マトリックス$\mathbf{P}$は弾性体の剛体移動と共に変化するため、マトリックス$\mathbf{M}_C$は時間と共に変化します。よって、前の式は、次のように9つ(回転マトリックスの項ごとに1つずつ)の一定の寄与に分割されます:

$$\mathbf{M}_C = \sum_{k=1}^{3} \sum_{l=1}^{3} \mathbf{P}_{kl} \mathbf{M}_{C_{kl}} \tag{1472}$$

ここで、$\mathbf{M}_{C_{kl}} = \left(\mathbf{T}_{kl}\mathbf{\Phi}_{kl}\right)^T \mathbf{M} \mathbf{\Phi}_R$

$$\mathbf{T}_{kl} = \begin{bmatrix} \delta_{1k}\delta_{1l} & \delta_{1k}\delta_{2l} & \delta_{1k}\delta_{3l} \\ \delta_{2k}\delta_{1l} & \delta_{2k}\delta_{2l} & \delta_{2k}\delta_{3l} \\ \delta_{3k}\delta_{1l} & \delta_{3k}\delta_{2l} & \delta_{3k}\delta_{3l} \end{bmatrix} \tag{1473}$$

入力するマトリックスは、9つの$\mathbf{M}_{C_{kl}}$マトリックスです。

- 局所振動モードで投影した局所剛性マトリックス$\mathbf{K}$:

$$\mathbf{K}_L = \mathbf{\Phi}_L{}^T \mathbf{K} \mathbf{\Phi}_L \tag{1474}$$

局所投影の基底に静的モードが存在する場合(*Radioss*理論マニュアルのDynamic Analysisを参照)は、投影マトリックスが対角マトリックスにならない可能性があります。しかし、この基底に現れる固有モードでの投影に対応する大型の対角ブロックが存在することがあります。マトリックスの全体部分と対角部分が別々に入力されます。縮退マトリックスの形状を以下に示します:

$$\mathbf{K}_L = \begin{bmatrix} \Phi_{L,stat}{}^T K \Phi_{L,stat} & \Phi_{L,stat}{}^T K \Phi_{L,dyn} \\ sym & \Phi_{L,dyn}{}^T K \Phi_{L,dyn} \end{bmatrix} \tag{1475}$$

全体部分は、$\Phi_{L,stat}{}^T K \Phi_{L,stat}$が対称で、$\Phi_{L,stat}{}^T K \Phi_{L,dyn}$が直角の$\begin{bmatrix} \Phi_{L,stat}{}^T K \Phi_{L,stat} & \Phi_{L,stat}{}^T K \Phi_{L,dyn} \end{bmatrix}$に対応します。対角部分は、$\Phi_{L,dyn}{}^T K \Phi_{L,dyn}$に対応します。

- 局所フレームで表現された有限剛体モードと局所モードでの局所剛性マトリックス$\mathbf{K}$の交差投影に対応する連成項:

$$\mathbf{K}_C = \mathbf{\Phi}_L{}^T \mathbf{K} \left(\mathbf{P}^T \mathbf{\Phi}_R \right) \tag{1476}$$

この場合も、この式は次のように9つの寄与に分割されます:

$$\mathbf{K}_C = \sum_{k=1}^{3} \sum_{l=1}^{3} \mathbf{P}_{kl} \mathbf{K}_{C_{kl}} \tag{1477}$$

ここで、$\mathbf{K}_{C_{kl}} = \mathbf{\Phi}_L{}^T \mathbf{K} \left(\mathbf{T}_{kl} \mathbf{\Phi}_R \right)$

入力するマトリックスは、9つの$\mathbf{M}_{C_{kl}}$マトリックスです。

入力ファイルフォーマット

弾性体入力ファイルは、Radioss Starterの/FXBODYで指定した名前を持つフォーマット済みのファイルです。

このファイルには、正しい順序で入力する必要のある、いくつかのデータブロックが保存されます。"#"で始まる行は、コメント行とみなされ、無視されます。

データブロック**1**:一般データ

```
#FORMAT: (7I8)
#  Nbmod   Nbstat   Nbnod   Irot   Idamp   Iblo   Ifile
     45       15      18      1       0      1       0
```

フィールド	内容	**SI**単位の例
Nbmod	縮退モードの総数	
Nbstat	静的モードの数	

フィールド	内容	**SI**単位の例
	注: 静的モードは、剛性と直交しないモードです。これらの数は、局所投影剛性マトリックスの全体部分の次元を示しています。いわゆる動的モードの数として(*Nbmod -Nbstat*)で得られる値で、局所投影剛性マトリックスの対角部分のサイズが決まります。	
Nbnod	弾性体サポート内の節点の数	
Irot	*0* 弾性体には回転DOFを持つ要素がありません。 *1* 弾性体には回転DOFを持つ要素があります。	
Idamp	*0* 弾性体上でレイリー減衰が使用されません。 *1* 弾性体上でレイリー減衰が使用されます。	
Iblo	*0* 弾性体は固定から解放されており、その全体的な有限回転と有限並進が計算されます。 *1* 弾性体に剛体モードが設定されていません。 注: 弾性体は完全自由か完全固定となります。局所剛性マトリックス内の剛体モードの数は0または6にする必要があります。	
Ifile	*0* モードのすべての成分と、Radioss Starterによって計算されたモード応力場のすべての成分が中央メモリに保存されます。 *1* 弾性体のインターフェース節点(つまり、構造の残りの部分に結合された節点)に付加されたモードの成分のみが中央メモリに保存されます。モードのその他の成分と、出力にのみ使用する、Starterによって計算されたモード応力場のすべての成分はディスクに保存されます。	

データブロック**2**：節点のリスト

```
#FORMAT: (10I8)
#  Nodes
     21      22      23      24      25      26      27      28      29      30
     31      32      33      34      35      36      37      38
```

詳細

リスト内の節点の数はデータブロック1で指定された*Nbnod*と一致する必要があります。リスト内の節点の順序は、データブロック5、6、および7で投影モードの各成分を指定した順序です。

データブロック**3**：初期回転マトリックスと局所最大振動数

```
#FORMAT: (1P5E16.9)
#         Mrot11          Mrot12          Mrot13          Mrot21          Mrot22
1.000000000E+00 0.000000000E+00 0.000000000E+00 0.000000000E+00 1.000000000E+00
#         Mrot23          Mrot31          Mrot32          Mrot33            Freq
0.000000000E+00 0.000000000E+00 0.000000000E+00 1.000000000E+00 2.049574631E+04
```

フィールド	内容	**SI**単位の例
Mrotij	弾性体の局所フレームから全体フレームへの初期回転マトリックスの成分P_{ij} **注：** マトリックス*P*は、弾性体の初期方向を定義します。	
Freq	局所縮退質量マトリックスと局所縮退剛性マトリックスで構成される局所縮退系の最大固有振動数 **注：** この振動数は、以下の式を通して弾性体の安定時間ステップを計算するために使用します：$\Delta t_{stab} = \frac{1}{\pi \cdot Freq}$	

データブロック**4**：減衰データ（（オプション）***Idamp* = 1**の場合にのみ存在）

```
#FORMAT: (1P2E16.9)
#         Alpha           Beta
1.092357846E+01  4.652573369E-07
```

概要：

フィールド	内容	**SI**単位の例
Alpha, *Beta*	レイリー減衰係数 **注：** 局所減衰マトリックスは、以下の式を通して局所縮退質量および剛性マトリックスから得られます：$C_L = Alpha \cdot M_L + Beta \cdot K_L$	

データブロック**5**：投影モード - 弾性体の全体的な剛体運動を表すモード（（オプション）***Iblo* = 0**の場合にのみ存在）

```
#FORMAT: (1P5E16.9)
#    1          X              Y              Z             XX             YY
#FORMAT: (1P1E16.9)
#              ZZ
0.000000000E+00-1.250000000E+01 0.000000000E+00 0.000000000E+00 0.000000000E+00
0.000000000E+00
0.000000000E+00 1.250000000E+01 0.000000000E+00 0.000000000E+00 0.000000000E+00
0.000000000E+00
...
```

詳細

12のモードΦ_R^i（*i*=1...12）が、6つの値からなる*Nbnod*セット（弾性体のサポートの節点ごとに1つずつのセット）のブロック単位で入力されます。

フィールド	内容	**SI**単位の例
X, *Y*, *Z*	節点の並進DOFに関するモードの成分	
XX, *YY*, *ZZ*	節点の回転DOFに関するモードの成分 *0* 節点に回転DOFが設定されていない場合	

データブロック**6**：投影モード - 回転自由度に関連付けられた慣性を考慮するモード（（オプション）***Iblo* = 0**および***Irot* = 1**の場合にのみ存在）
例

データブロック5と同じフォーマット

詳細

3つのモードΦ_R^{12+i}（*i*=1...3）が、6つの値からなるNbnodセットのブロック単位で入力されます。

データブロック**7**：投影モード - 局所縮退モード
例

データブロック5と同じフォーマット

詳細

*Nbmod*のモードΦ_L^i（*i*=1...*Nbmod*）が、6つの値からなる*Nbnod*セットのブロック単位で入力されます。*Nbstat*静的モードが最初に指定されます。

データブロック**8**：局所縮退対角質量マトリックス

```
#FORMAT: (1P5E16.9)
5.596016869E+03   8.234274572E+03  2.320889319E+04  1.215104250E+03  1.729160225E+02
3.000458618E+05   3.074228932E+02  1.458647403E+04  1.425398877E+02  4.251072139E+05
```

詳細

*Nbmod*の値は、局所モードの指定順序に従って入力されます。

データブロック**9**：局所縮退剛性マトリックス **-** 全体部分

例

データブロック8と同じフォーマット

詳細

入力するマトリックスの形状は：[$Mat_{sym}Mat_{rect}$]です。Mat_{sym}の次元は*Nbstat*です。Mat_{rect}の次元は*Nbstat* * (*Nbmod* -*Nbstat*)です。項の入力順序は次のとおりです（例えば、*Nbmod* = 6および*Nbstat* = 3）：

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 \\ & 7 & 8 & 9 & 10 & 11 \\ & & 12 & 14 & 15 & 16 \end{bmatrix} \quad (1478)$$

これは、局所縮退剛性マトリックスの*Nbstat*先頭行のスカイラインストレージに対応します。入力する項の数は、$\frac{1}{2}Nbstat(2Nbmod - Nbstat + 1)$です。この場合も、マトリックスの列の番号付けは、局所モードの指定順序に従います。

データブロック**10**：局所縮退剛性マトリックス **-** 対角部分

例

データブロック8と同じフォーマット

詳細

（*Nbmod* - *Nbstat*）の値は、局所モードの指定順序に従って入力されます。

データブロック**11**：剛体移動を定義するモードで投影された質量マトリックス（（オプション）***Iblo* = 0**の場合にのみ存在）

例

データブロック8と同じフォーマット

詳細

これは、スカイラインストレージを使用して入力された完全対称マトリックスです。列の番号付けは、剛体移動を定義するモードの指定順序に従います。マトリックスの次元は、12（*Irot* = 0の場合）または15（*Irot* = 1の場合）です。つまり、入力する値の数は、78（*Irot* = 0の場合）または120（*Irot* = 1の場合）です。

データブロック**12**：連成質量投影用のマトリックス（（オプション）***Iblo* = 0**の場合にのみ存在）

例

データブロック8と同じフォーマット

詳細

一定の寄与$\mathbf{M}_{Ck1}$ごとに1つずつ、合計9つのサブブロックが指定されます。これらは矩形マトリックスです。行数は12（*Irot* = 0の場合）または15（*Irot* = 1の場合）です。列数は*Nbmod*です。マトリックスの項は行単位で入力されます。この数は12**Nbmod*（Irot = 0の場合）または15**Nbmod*（*Irot* = 1の場合）です。

データブロック**13**：連成剛性投影用のマトリックス（（オプション）***Iblo* = 0**の場合にのみ存在）

例

データブロック8と同じフォーマット

詳細

一定の寄与$\mathbf{K}_{Ck1}$ごとに1つずつ、合計9つのサブブロックが指定されます。これらは矩形マトリックスです。行数は12(*Irot* = 0の場合)または15(*Irot* = 1の場合)です。列数は*Nbmod*です。マトリックスの項は行単位で入力されます。この数は12**Nbmod*(*Irot* = 0の場合)または15**Nbmod*(*Irot* = 1の場合)です。

Radiossを使用しない弾性体入力ファイルの作成

Radiossを使用せずに弾性体入力ファイルを書き込むには、次の手順に従って必要なデータを計算します。

以下の手順に従います:

1. 振動コードを使用して、弾性体に対応するモデルの質量マトリックスと剛性マトリックスを計算し、続いて局所縮退モードを計算します。モードファミリーは、任意の種類にすることができます(自由固有モードやクレイグバンプトンモードなど。詳細については、*Radioss*理論マニュアル内のDynamic Analysisをご参照ください)。

   効率の観点から局所投影質量マトリックスが対角マトリックスになるように、質量マトリックスに対して縮退モードが直交するようにします。
2. 直交局所フレームを定義する点の位置を選択します。例えば、質量中心がわかっていれば、原点を質量中心に配置できます。局所フレーム内の節点の座標から、弾性体の有限剛体移動を定義するモードの成分を計算します。必要に応じて、回転自由度に関連付けたモードをファミリーに追加します。

   局所フレームから全体フレームへの回転マトリックスを保存します(これは、全体フレームで表現した局所三面体のベクトルの座標です)。弾性体の初期方向を入力する必要があります。
3. 投影マトリックス$\mathbf{M}_R$、$\mathbf{M}_L$、$\mathbf{K}_L$を計算します。局所投影剛性マトリックスの完全対称部分と対角部分を別々に保存します。$\mathbf{M}_L$と$\mathbf{K}_L$から局所力学系の最大固有振動数を計算します。
4. 9つの$\mathbf{T}_{kl}$マトリックスを計算し、これらのマトリックスを使用して、局所モードファミリーと有限剛体モードファミリーのすべてのベクトルを変換します。

   9つの質量連成マトリックス$\mathbf{M}_{C_{kl}}$と9つの剛性連成マトリックス$\mathbf{K}_{C_{kl}}$を計算します。

Radiossを使用した弾性体入力ファイルの作成

Radioss Starterの`/EIG`を使用して、モデルの中で弾性体に含めるパートと、計算するモードのタイプと数を定義します。

Radioss Engineで、`/FXINP`を使用して、弾性体入力ファイルを作成します。

例えば、別のソフトウェアを使用して以前に実施した実験解析や振動解析で得られた弾性体の縮退モードのセットがあれば、それらを`/EIG`オプションで入力できます。これらのモードを使用して、Radiossによる固有値と固有ベクトルの検索範囲の大きさを削減できます。また、これにより、弾性体入力ファイルを作成するための時間とメモリに関する要件を大幅に軽減できます。

定義

ポアソン比

材料が一方向圧縮された時、圧縮方向に直交する他の二方向に膨張する傾向があります。この現象がポアソン効果と呼ばれます。ポアソン比*v*はポアソン効果の尺度です。

ポアソン比には2つの理論的な制限により限界を持ちます：$-1 < v \leq 0.5$。実際、E, G, と K は正で相互に依存します。しかし、工学的な材料で負のポアソン比となることは稀です。ほとんどの材料はこの範囲内に収まります： $0 < v \leq 0.5$。完全に非圧縮な材料では理論的に$v = 0.5$です。しかしながら、小さすぎる時間ステップを避けるため、v=0.495が推奨されます。

材料	ポアソン比
純金	0.42
アルミニウム	0.33
スチール	0.27 – 0.3
チタン	0.3
フォーム	0.1 – 0.4
コンクリート	0.2
ガラス	0.24 – 0.29
ゴム	0.48 – ~0.5
コルク	~0
ポリスチレン	0.34

索引

記号

- 付加質量 *2101*
*AIRBAG_SIMPLE_AIRBAG_MODEL *2870*
*AIRBAG_SIMPLE_PRESSURE_VOLUME *2873*
*BOUNDARY_PRESCRIBED_MOTION *2875*
*BOUNDARY_SPC *2878*
*CONSTRAINED_ SPOTWELD *2897*
*CONSTRAINED_EXTRA_NODES *2880*
*CONSTRAINED_GENERALIZED_WELD_SPOT *2882*
*CONSTRAINED_INTERPOLATION *2884*
*CONSTRAINED_JOINT *2887*
*CONSTRAINED_JOINT_STIFFNESS *2889*
*CONSTRAINED_NODAL_RIGID_BODY *2892*
*CONSTRAINED_RIGID_BODIES *2896*
*CONTACT_AUTOMATIC_GENERAL *2899*
*CONTACT_AUTOMATIC_NODES_TO_SURFACE *2902*
*CONTACT_AUTOMATIC_SINGLE_SURFACE *2906*
*CONTACT_AUTOMATIC_SURFACE_TO_SURFACE *2909*
*CONTACT_ERODING_NODES_TO_SURFACE *2913*
*CONTACT_ERODING_SINGLE_SURFACE *2917*
*CONTACT_INTERIOR *2920*
*CONTACT_NODES_TO_SURFACE *2921*
*CONTACT_SPOTWELD *2925*
*CONTACT_TIED *2928*
*CONTROL_OUTPUT *2931*
*CONTROL_TERMINATION *2932*
*CONTROL_TIMESTEP *2933*
*CONTROL_UNITS *2934*
*DAMPING_GLOBAL *2936*
*DAMPING_PART_STIFFNESS *2937*
*DATABASE *2938*
*DATABASE_BINARY_D3DUMP *2940*
*DATABASE_BINARY_D3PLOT *2941*
*DATABASE_BINARY_INTFOR *2942*
*DATABASE_BINARY_RUNRSF *2943*
*DATABASE_CROSS_SECTION_PLANE *2944*
*DATABASE_CROSS_SECTION_SET *2947*
*DATABASE_EXTENT_BINARY *2949*
*DATABASE_HISTORY *2953*
*DATABASE_HISTORY_NODE *2954*
*DEFINE_BOX *2956*
*DEFINE_COORDINATE_NODES *2958*
*DEFINE_COORDINATE_SYSTEM *2960*
*DEFINE_COORDINATE_VECTOR *2961*
*DEFINE_CURVE *2962*
*DEFINE_SD_ORIENTATION *2964*
*DEFINE_TABLE *2965*

*DEFINE_TRANSFORMATION *2966*
*DEFINE_VECTOR *2970*
*ELEMENT_BEAM *2971*
*ELEMENT_DISCRETE *2972*
*ELEMENT_MASS *2973*
*ELEMENT_MASS_PART *2974*
*ELEMENT_SEATBELT_ACCELEROMETER *2976*
*ELEMENT_SHELL *2977*
*ELEMENT_SOLID *2979*
*INCLUDE_PATH *2980*
*INCLUDE_TRANSFORM *2981*
*INITIAL_STRAIN_SHELL *2983*
*INITIAL_STRESS_SHELL *2985*
*INITIAL_VELOCITY *2987*
*INITIAL_VELOCITY_GENERATION *2989*
*INITIAL_VELOCITY_NODE *2991*
*INITIAL_VELOCITY_RIGID_BODY *2992*
*KEYWORD *2993*
*LOAD_BODY *2995*
*LOAD_GRAVITY_PART *2996*
*LOAD_NODE *2998*
*LOAD_SHELL *3000*
*MAT_001 *3002*
*MAT_002 *3003*
*MAT_003 *3005*
*MAT_006 *3007*
*MAT_007 *3008*
*MAT_009 *3009*
*MAT_015 *3010*
*MAT_018 *3013*
*MAT_020 *3015*
*MAT_024 *3018*
*MAT_026 *3020*
*MAT_027 *3023*
*MAT_032 *3025*
*MAT_034 *3027*
*MAT_057 *3029*
*MAT_061 *3030*
*MAT_066 *3031*
*MAT_067 *3033*
*MAT_068 *3035*
*MAT_071 *3037*
*MAT_074 *3039*
*MAT_077_O *3041*
*MAT_081 *3043*
*MAT_083 *3045*
*MAT_098 *3047*
*MAT_099 *3049*
*MAT_100 *3051*
*MAT_119 *3053*
*MAT_121 *3056*

*MAT_123 *3058*
*MAT_126 *3061*
*MAT_169 *3064*
*MAT_181 *3066*
*MAT_196 *3068*
*MAT_240 *3070*
*MAT_ADD_EROSION *3074*
*MAT_ARUP_ADHESIVE *3064*
*MAT_BLATZ_KO_RUBBER *3008*
*MAT_CABLE_DISCRETE_BEAM *3037*
*MAT_COHESIVE_MIXED_MODE_ELASTOPLASTIC_RATE *3070*
*MAT_DAMPER_NONLINEAR_VISCOUS *3081*
*MAT_DAMPER_VISCOUS *3078*
*MAT_ELASTIC *3002*
*MAT_ELASTIC_SPRING_DISCRETE_BEAM *3039*
*MAT_FABRIC *3027*
*MAT_FU_CHANG_FOAM *3045*
*MAT_GENERAL_NONLINEAR_1DOF_DISCRETE_BEAM *3056*
*MAT_GENERAL_NONLINEAR_6DOF_DISCRETE_BEAM *3053*
*MAT_GENERAL_SPRING_DISCRETE_BEAM *3068*
*MAT_HONEYCOMB *3020*
*MAT_JOHNSON_COOK *3010*
*MAT_KELVIN_MAXWELL_VISCOELASTIC *3030*
*MAT_LAMINATED_GLASS *3025*
*MAT_LINEAR_ELASTIC_DISCRETE_BEAM *3031*
*MAT_LOW_DENSITY_FOAM *3029*
*MAT_MODIFIED_HONEYCOMB *3061*
*MAT_MODIFIED_PIECEWISE_LINEAR_PLASTICITY *3058*
*MAT_MOONEY-RIVLIN_RUBBER *3023*
*MAT_NONLINEAR_ELASTIC_DISCRETE_BEAM *3033*
*MAT_NONLINEAR_PLASTIC_DISCRETE_BEAM *3035*
*MAT_NULL *3009*
*MAT_OGDEN_RUBBER *3041*
*MAT_ORTHOTROPIC_ELASTIC *3003*
*MAT_PIECEWISE_LINEAR_PLASTICITY *3018*
*MAT_PLASTIC_KINEMATIC *3005*
*MAT_PLASTICITY_WITH_DAMAGE *3043*
*MAT_POWER_LAW_PLASTICITY *3013*
*MAT_RIGID *3015*
*MAT_S01 *3077*
*MAT_S02 *3078*
*MAT_S03 *3079*
*MAT_S04 *3080*
*MAT_S05 *3081*
*MAT_S06 *3082*
*MAT_S08 *3083*
*MAT_SIMPLIFIED_JOHNSON_COOK *3047*
*MAT_SIMPLIFIED_JOHNSON_COOK_ORTHOTROPIC_DAMAGE *3049*
*MAT_SIMPLIFIED_RUBBER/FOAM *3066*
*MAT_SPOTWELD *3051*
*MAT_SPRING_ELASTIC *3077*

*MAT_SPRING_ELASTOPLASTIC *3079*
*MAT_SPRING_GENERAL_NONLINEAR *3082*
*MAT_SPRING_INELASTIC *3083*
*MAT_SPRING_NONLINEAR_ELASTIC *3080*
*MAT_VISCOELASTIC *3007*
*NODE *3084*
*NODE_TRANSFORM *3085*
*PART_{OPTION1}_{OPTION2} *3086*
*RIGIDWALL_GEOMETRIC *3088*
*RIGIDWALL_PLANAR *3092*
*SECTION_BEAM *3094*
*SECTION_DISCRETE *3098*
*SECTION_SHELL *3099*
*SECTION_SOLID *3101*
*SET_BEAM *3103*
*SET_BEAM_ADD *3106*
*SET_BEAM_INTERSECT *3107*
*SET_DISCRETE *3108*
*SET_DISCRETE_ADD *3111*
*SET_DISCRETE_INTERSECT *3112*
*SET_NODE *3113*
*SET_NODE_ADD *3116*
*SET_NODE_INTERSECT *3118*
*SET_PART *3119*
*SET_PART_ADD *3122*
*SET_SEGMENT *3123*
*SET_SEGMENT_ADD *3126*
*SET_SEGMENT_INTERSECT *3127*
*SET_SHELL *3128*
*SET_SHELL_ADD *3131*
*SET_SHELL_INTERSECT *3132*
*SET_SOLID *3133*
*SET_SOLID_ADD *3136*
*SET_SOLID_INTERSECT *3137*
/@TFILE *2683*
/@TFILE/Keyword2 *2684*
//SUBMODEL *187*
/ABF *2685*
/ACCEL *2440*
/ACTIV *2098*
/ADMAS *2101*
/ADMESH/GLOBAL *2335*
/ADMESH/SET *2337*
/ADMESH/STATE/SH3N *2340*
/ADMESH/STATE/SHELL *2343*
/ADYREL *2587*
/ALE/BCS *2023*
/ALE/CLOSE *128*
/ALE/GRID
Engine *2603*
Starter *129*

/ALE/GRID/DISP
Engine *2603*
Starter *131*
/ALE/GRID/DONEA
Engine *2604*
Starter *132*
/ALE/GRID/LAPLACIAN *134*
/ALE/GRID/SPRING
Engine *2605*
Starter *136*
/ALE/GRID/STANDARD
Engine *2606*
Starter *137*
/ALE/GRID/VOLUME *141*
/ALE/GRID/ZERO
Engine *2607*
Starter *142*
/ALE/LINK/OFF *2595*
/ALE/LINK/ON *2596*
/ALE/LINK/VEL
Engine *2597*
Starter *2026*
/ALE/MAT *1119*
/ALE/MUSCL *143*
/ALE/MUSCL/OFF *2599*
/ALE/OFF *2600*
/ALE/ON *2601*
/ALE/SOLVER/FINT
Engine *2608*
Starter *145*
/ALE/SUPG/OFF *2602*
/ALESUB（廃止） *2856*
/AMS *90*
/ANALY *92*
/ANIM *2621*
/ANIM/BRICK/DAMA *2639*
/ANIM/BRICK/Restype *2634*
/ANIM/BRICK/TDEL *2642*
/ANIM/BRICK/TENS *2643*
/ANIM/BRICK/TENS/DAMA *2645*
/ANIM/BRICK/VDAMi *2646*
/ANIM/CUT/1（廃止） *2857*
/ANIM/CUT/2（廃止） *2858*
/ANIM/CUT/3（廃止） *2859*
/ANIM/DT *2677*
/ANIM/Eltyp/FORC *2633*
/ANIM/Eltyp/Restype *2630*
/ANIM/Eltyp/TDET *2647*
/ANIM/GPS/STRAIN/TENS *2621*
/ANIM/GPS/STRESS/TENS *2622*

/ANIM/GPS1 *2623*
/ANIM/GPS2 *2624*
/ANIM/GZIP *2678*
/ANIM/KEEPD（廃止） *2860*
/ANIM/LSENSOR *2679*
/ANIM/MASS *2625*
/ANIM/MAT *2680*
/ANIM/NODA *2626*
/ANIM/SENSOR *2681*
/ANIM/SHELL/DAMA *2653*
/ANIM/SHELL/EPSP *2657*
/ANIM/SHELL/FLDF *2659*
/ANIM/SHELL/FLDZ *2661*
/ANIM/SHELL/IDPLY *2663*
/ANIM/SHELL/IDPLY/DAMA *2665*
/ANIM/SHELL/IDPLY/EPSP *2668*
/ANIM/SHELL/IDPLY/PHI *2669*
/ANIM/SHELL/IDPLY/Restype *2664*
/ANIM/SHELL/NXTFACTOR *2670*
/ANIM/SHELL/PHI *2671*
/ANIM/SHELL/Restype *2648*
/ANIM/SHELL/SIG1H *2672*
/ANIM/SHELL/SIG2H *2673*
/ANIM/SHELL/TDEL *2674*
/ANIM/SHELL/TENS *2675*
/ANIM/TITLE *2682*
/ANIM/VECT *2628*
/ANIM/VERS
    Engine *2563*
    Starter *117*
/ARCH（廃止） *2471*
/ATFILE *2686*
/ATH *2351*
/BCS *1745*
/BCS/ALE *2785*
/BCS/CYCLIC *1749*
/BCS/LAG *2786*
/BCS/LAGMUL *1751*
/BCS/ROT *2787*
/BCS/TRA *2788*
/BCSR/ALE *2789*
/BCSR/LAG *2790*
/BCSR/ROT *2791*
/BCSR/TRA *2792*
/BEAM *150*
/BEGIN *46*
/BEM/DAA *1933*
/BEM/FLOW *1939*
/BOX *2278*
/BOX/BOX *2279*

/BOX/CYLIN *2280*
/BOX/RECTA *2282*
/BOX/SPHER *2284*
/BRIC20 *162*
/BRICK *165*
/BTH *2351*
/BULK *3139*
/BULKFMT *3141*
/BULKMAT *3143*
/BULKPROP *3144*
/CAA（廃止） *2473*
/CHECK/RFILE/OFF *118*
/CLOAD *1945*
/CLUSTER *2442*
/CNODE *147*
/CONVEC *1967*
/CTH *2351*
/CYL_JOINT *1789*
/DAMP
Engine *2588*
Starter *121*
/DCOMP *3145*
/DCONSTR *3152*
/DEF_SHELL *53*
/DEF_SOLID *57*
/DEFAULT/INTER/TYPE11 *71*
/DEFAULT/INTER/TYPE19 *74*
/DEFAULT/INTER/TYPE2 *63*
/DEFAULT/INTER/TYPE24 *78*
/DEFAULT/INTER/TYPE25 *82*
/DEFAULT/INTER/TYPE7 *67*
/DEL *2610*
/DEL/Eltyp/1 *2611*
/DEL/INTER *2612*
/DELINT *2613*
/DEQATN *3217*
/DESOBJ *3222*
/DESVAR *3164*
/DFS/DETCORD *1980*
/DFS/DETLINE *1983*
/DFS/DETLINE/NODE *1985*
/DFS/DETPLAN *1987*
/DFS/DETPLAN/NODE *1989*
/DFS/DETPOINT *1991*
/DFS/DETPOINT/NODE *1993*
/DFS/LASER *1994*
/DFS/WAV_SHA *1997*
/DOMAIN *3231*
/DRAPE *1633*
/DRESP1 *3154*

/DRESP2 *3160*
/DSHAPE *3166*
/DSIZE *3173*
/DT *2804*, *2804*
/DT/AIRBAG/Keyword3 *2805*
/DT/ALE *2806*
/DT/AMS *2807*
/DT/CST_AMS *2810*
/DT/Eltyp/Keyword3/Iflag *2812*
/DT/FVMBAG/Iflag *2815*
/DT/GLOB/Iflag *2816*
/DT/INTER/Keyword3/Iflag *2818*
/DT/NODA/Keyword3/Iflag *2821*
/DT/SHNOD/Keyword3 *2824*
/DT/SPHCEL/Keyword3 *2825*
/DT/THERM *2826*
/DT1/BRICK/Keyword3/Iflag *2828*
/DT1/SHELL *2830*
/DT1TET10 *2831*
/DTABLE *3223*
/DTIX *2831*
/DTPG *3186*
/DTPL *3196*
/DTSDE *2832*
/DVGRID *3224*
/DVPREL1 *3211*
/DVPREL2 *3214*
/DYNAIN/DT *2833*
/DYNAIN/SHELL/STRAIN/FULL *2834*
/DYNAIN/SHELL/STRESS/FULL *2834*
/DYREL *2590*
/DYREL/1 *2591*
/EBCS *1999*
/EBCS/FLUXOUT *2005*
/EBCS/INLET *2006*
/EBCS/MONVOL *2010*
/EBCS/NRF *2011*
/EIG *94*
/ENCRYPT *2105*
/END *50*, *3231*
/END/ENGINE *2564*
/EOS/COMPACTION *1140*
/EOS/GRUNEISEN *1144*
/EOS/IDEAL-GAS *1147*
/EOS/IDEAL-GAS-VE *1147*
/EOS/IDEAL-GAS-VT *1150*
/EOS/LINEAR *1154*
/EOS/LSZK *1156*
/EOS/MURNAGHAN *1159*
/EOS/NASG *1162*
/EOS/NOBLE-ABEL *1167*

/EOS/OSBORNE *1170*
/EOS/POLYNOMIAL *1174*
/EOS/PUFF *1177*
/EOS/SESAME *1180*
/EOS/STIFF-GAS *1182*
/EOS/TILLOTSON *1186*
/EREF *1974*
/ESLPART *3226*
/EULER/MAT *1121*
/EXTERN/LINK *3232*
/FAIL *1190*
/FAIL/ALTER *1209*
/FAIL/BIQUAD *1217*, *1343*
/FAIL/CHANG *1226*
/FAIL/COCKCROF *1229*
/FAIL/CONNECT *1232*
/FAIL/EMC *1237*
/FAIL/ENERGY *1240*
/FAIL/FABRIC *1243*
/FAIL/FLD *1246*
/FAIL/GURSON *1252*
/FAIL/HASHIN *1260*
/FAIL/HC_DSSE *1268*
/FAIL/JOHNSON *1275*
/FAIL/LAD_DAMA *1281*
/FAIL/MULLINS_OR *1286*
/FAIL/NXT *1288*
/FAIL/ORTHBIQUAD *1292*
/FAIL/ORTHSTRAIN *1306*
/FAIL/PUCK *1313*
/FAIL/SNCONNECT *1318*
/FAIL/SPALLING *1324*
/FAIL/TAB1 *1327*
/FAIL/TBUTCHER *1338*
/FAIL/USERi *1349*
/FAIL/VISUAL *1350*
/FAIL/WIERZBICKI *1353*
/FAIL/WILKINS *1358*
/FAIL/XFEM_FLD（廃止）*2475*
/FAIL/XFEM_JOHN（廃止）*2477*
/FAIL/XFEM_TBUTC（廃止）*2480*
/FRAME/FIX *2048*
/FRAME/MOV *2051*
/FRAME/MOV2 *2056*
/FRAME/NOD *2059*
/FRIC_ORIENT *205*
/FRICTION *209*
/FUNC_2D *2081*
/FUNCT
    Engine *2614*

Starter *2083*
/FUNCT_SMOOTH *2084*
/FVMBAG/MODIF *2615*
/FXBODY *1807*
/FXINP *2617*
/GAUGE *2445*
/GAUGE/SPH *2447*
/GJOINT *1791*
/GRAV *1947*
/GRBEAM *2150*
/GRBEAM/BEAM *2151*
/GRBEAM/BOX *2152*
/GRBEAM/BOX2 *2152*
/GRBEAM/GEN_INCR *2153*
/GRBEAM/GENE *2154*
/GRBEAM/GRBEAM *2155*
/GRBEAM/MAT *2156*
/GRBEAM/PART *2157*
/GRBEAM/PROP *2158*
/GRBEAM/SUBMODEL *2159*
/GRBEAM/SUBSET *2160*
/GRBRIC *2161*
/GRBRIC/BOX *2162*
/GRBRIC/BOX2 *2162*
/GRBRIC/BRIC *2163*
/GRBRIC/GEN_INCR *2164*
/GRBRIC/GENE *2165*
/GRBRIC/GRBRIC *2166*
/GRBRIC/MAT *2167*
/GRBRIC/PART *2168*
/GRBRIC/PROP *2169*
/GRBRIC/SUBMODEL *2170*
/GRBRIC/SUBSET *2171*
/GRNOD *2172*
/GRNOD/BOX *2174*
/GRNOD/GEN_INCR *2175*
/GRNOD/GENE *2177*
/GRNOD/GRBEAM *2178*
/GRNOD/GRBRIC *2179*
/GRNOD/GRNOD *2180*
/GRNOD/GRQUAD *2181*
/GRNOD/GRSH3N *2183*
/GRNOD/GRSHEL *2182*
/GRNOD/GRSPRI *2184*
/GRNOD/GRTRUS *2185*
/GRNOD/LINE *2186*
/GRNOD/MAT *2187*
/GRNOD/NODE *2188*
/GRNOD/NODENS *2189*
/GRNOD/PART *2190*
/GRNOD/PROP *2191*

/GRNOD/SUBMODEL *2192*
/GRNOD/SUBSET *2193*
/GRNOD/SURF *2194*
/GRPART *2195*
/GRPART/GEN_INCR *2196*
/GRPART/GENE *2197*
/GRPART/GRPART *2198*
/GRPART/MAT *2199*
/GRPART/PART *2200*
/GRPART/PROP *2201*
/GRPART/SUBMODEL *2202*
/GRPART/SUBSET *2203*
/GRQUAD *2204*
/GRQUAD/BOX *2205*
/GRQUAD/BOX2 *2205*
/GRQUAD/GEN_INCR *2206*
/GRQUAD/GENE *2207*
/GRQUAD/GRQUAD *2208*
/GRQUAD/MAT *2209*
/GRQUAD/PART *2210*
/GRQUAD/PROP *2211*
/GRQUAD/QUAD *2212*
/GRQUAD/SUBMODEL *2213*
/GRQUAD/SUBSET *2214*
/GRSH3N *2215*
/GRSH3N/BOX *2216*
/GRSH3N/BOX2 *2216*
/GRSH3N/GEN_INCR *2217*
/GRSH3N/GENE *2218*
/GRSH3N/GRSH3N *2219*
/GRSH3N/MAT *2220*
/GRSH3N/PART *2221*
/GRSH3N/PROP *2222*
/GRSH3N/SH3N *2223*
/GRSH3N/SUBMODEL *2224*
/GRSH3N/SUBSET *2225*
/GRSHEL *2226*
/GRSHEL/BOX *2227*
/GRSHEL/BOX2 *2227*
/GRSHEL/GEN_INCR *2228*
/GRSHEL/GENE *2229*
/GRSHEL/GRSHEL *2230*
/GRSHEL/MAT *2231*
/GRSHEL/PART *2232*
/GRSHEL/PROP *2233*
/GRSHEL/SHEL *2234*
/GRSHEL/SUBMODEL *2235*
/GRSHEL/SUBSET *2236*
/GRSPRI *2237*
/GRSPRI/BOX *2238*
/GRSPRI/BOX2 *2238*

/GRSPRI/GEN_INCR *2239*
/GRSPRI/GENE *2240*
/GRSPRI/GRSPRI *2241*
/GRSPRI/MAT *2242*
/GRSPRI/PART *2243*
/GRSPRI/PROP *2244*
/GRSPRI/SPRI *2245*
/GRSPRI/SUBMODEL *2246*
/GRSPRI/SUBSET *2247*
/GRTRIA *2248*
/GRTRIA/BOX *2249*
/GRTRIA/BOX2 *2249*
/GRTRIA/GEN_INCR *2250*
/GRTRIA/GENE *2251*
/GRTRIA/GRTRIA *2252*
/GRTRIA/MAT *2253*
/GRTRIA/PART *2254*
/GRTRIA/PROP *2255*
/GRTRIA/SUBMODEL *2256*
/GRTRIA/SUBSET *2257*
/GRTRIA/TRIA *2258*
/GRTRUS *2259*
/GRTRUS/BOX *2260*
/GRTRUS/BOX2 *2260*
/GRTRUS/GEN_INCR *2261*
/GRTRUS/GENE *2262*
/GRTRUS/GRTRUS *2263*
/GRTRUS/MAT *2264*
/GRTRUS/PART *2265*
/GRTRUS/PROP *2266*
/GRTRUS/SUBMODEL *2267*
/GRTRUS/SUBSET *2268*
/GRTRUS/TRUS *2269*
/H3D/BEAM *2688*, *2701*
/H3D/COMPRESS *2691*
/H3D/DT *2692*
/H3D/LSENSOR *2693*
/H3D/NODA *2694*
/H3D/PART *2699*
/H3D/RBE2/SINGLE_PART *2700*
/H3D/RBE3/SINGLE_PART *2700*
/H3D/RBODY/SINGLE_PART *2700*
/H3D/SHELL *2706*
/H3D/SOLID *2714*
/H3D/SPH *2721*
/H3D/SPRING *2724*
/H3D/TITLE *2726*
/H3D/TRUSS *2727*
/HEAT/MAT *1133*
/IMPACC *1754*
/IMPDISP *1756*

/IMPDISP/FGEO *1759*
/IMPFLUX *1969*
/IMPL *2735*
/IMPL/AUTOSPC *2735*
/IMPL/BUCKL/1 *2758*
/IMPL/BUCKL/2 *2760*
/IMPL/CHECK *2782*
/IMPL/DIVERG/n *2736*
/IMPL/DT/1 *2774*
/IMPL/DT/2 *2775*
/IMPL/DT/3 *2777*
/IMPL/DT/FIXPOINT *2779*
/IMPL/DT/STOP *2780*
/IMPL/DTINI *2781*
/IMPL/DYNA/1 *2737*
/IMPL/DYNA/2 *2738*
/IMPL/DYNA/DAMP *2739*
/IMPL/DYNA/FSI *2740*
/IMPL/GSTIF/OFF *2743*
/IMPL/INTER/KCOMP *2743*
/IMPL/INTER/KNONL *2744*
/IMPL/LBFGS/L *2762*
/IMPL/LINEAR *2763*
/IMPL/LINEAR/INTER *2744*
/IMPL/LRIGROT *2763*
/IMPL/LSEARCH/n *2746*
/IMPL/LSEARCH/OFF *2745*
/IMPL/MONVOL/OFF *2747*
/IMPL/NCYCLE/STOP *2747*
/IMPL/NONLIN *2764*
/IMPL/NONLIN/SMDISP *2766*
/IMPL/NONLIN/SOLVINFO *2767*
/IMPL/PREPAT *2748*
/IMPL/PRINT/LINEAR *2783*
/IMPL/PRINT/NONLIN *2784*
/IMPL/PSTIF/OFF *2748*
/IMPL/QSTAT *2768*
/IMPL/QSTAT/DTSCAL *2769*
/IMPL/QSTAT/MRIGM *2770*
/IMPL/RREF/INTERF/n *2749*
/IMPL/RREF/LIMIT *2750*
/IMPL/RREF/OFF *2751*
/IMPL/SBCS/MSGLV *2752*
/IMPL/SBCS/ORDER *2753*
/IMPL/SBCS/OUTCORE *2754*
/IMPL/SHPOFF *2754*
/IMPL/SHPON *2755*
/IMPL/SINIT *2756*
/IMPL/SOLVER *2771*
/IMPL/SPRBACK *2756*
/IMPL/SPRING *2757*

/IMPLICIT *86*
/IMPTEMP *1761*
/IMPVEL *1763*
/IMPVEL/FGEO *1767*
/IMPVEL/LAGMUL *1770*
/INCMP（廃止） *2860*
/INIBEAM/AUX *1815*
/INIBEAM/FULL *1817*
/INIBRI/AUX *1820*
/INIBRI/DENS *1822*
/INIBRI/ENER *1823*
/INIBRI/EPSP *1824*
/INIBRI/EREF *1825*
/INIBRI/FAIL *1827*
/INIBRI/FILL *1830*
/INIBRI/ORTHO *1831*
/INIBRI/SCALE_YLD *1834*
/INIBRI/STRA_F *1837*
/INIBRI/STRA_FGLO *1839*
/INIBRI/STRESS *1841*
/INIBRI/STRS_F *1843*
/INIBRI/STRS_FGLO *1847*
/INICRACK *1851*
/INIGRAV *1854*
/INIMAP1D *1858*
/INIMAP1D/FILE *1864*
/INIMAP2D *1868*
/INIMAP2D/FILE *1873*
/INIQUA *1877*
/INIQUA/DENS *1878*
/INIQUA/ENER *1879*
/INIQUA/EPSP *1880*
/INIQUA/STRESS *1881*
/INISH3/AUX *1882*
/INISH3/EPSP *1886*
/INISH3/EPSP_F *1884*
/INISH3/FAIL *1887*
/INISH3/ORTH_LOC *1890*
/INISH3/ORTHO *1892*
/INISH3/SCALE_YLD *1894*
/INISH3/STRA_F *1897*
/INISH3/STRA_F/GLOB *1899*
/INISH3/STRS_F *1901*
/INISH3/STRS_F/GLOB *1904*
/INISH3/THICK *1907*
/INISHE/AUX *1882*
/INISHE/EPSP *1886*
/INISHE/EPSP_F *1884*
/INISHE/FAIL *1887*
/INISHE/ORTH_LOC *1890*

/INISHE/ORTHO *1892*
/INISHE/SCALE_YLD *1894*
/INISHE/STRA_F *1897*
/INISHE/STRA_F/GLOB *1899*
/INISHE/STRS_F *1901*
/INISHE/STRS_F/GLOB *1904*
/INISHE/THICK *1907*
/INISPRI/FULL *1908*
/INISTA *1914*
/INITEMP *1916*
/INITRUSS/FULL *1918*
/INIV/AXIS *2795*
/INIV/AXIS/Keyword3/1 *2796*
/INIV/AXIS/Keyword3/2 *2797*
/INIV/ROT *2798*
/INIV/ROT/Keyword3/1 *2799*
/INIV/ROT/Keyword3/2 *2800*
/INIV/TRA *2801*
/INIV/TRA/Keyword3/1 *2802*
/INIV/TRA/Keyword3/2 *2803*
/INIVEL *1919*
/INIVEL/AXIS *1921*
/INIVEL/FVM *1923*
/INIVEL/NODE *1925*
/INIVOL *1927*
/INTER
    Engine *2618*
    Starter *191*
/INTER ALE *381*
/INTER/HERTZ/TYPE17 *379*
/INTER/LAGDT/TYPE7 *367*
/INTER/LAGMUL *357*
/INTER/LAGMUL/TYPE16 *362*
/INTER/LAGMUL/TYPE17 *364*
/INTER/LAGMUL/TYPE2 *358*
/INTER/LAGMUL/TYPE7 *360*
/INTER/SUB *2449*
/INTER/TYPE1 *382*
/INTER/TYPE10 *258*
/INTER/TYPE11 *261*
/INTER/TYPE12 *385*
/INTER/TYPE14 *273*
/INTER/TYPE15 *276*
/INTER/TYPE18 *391*
/INTER/TYPE19 *278*
/INTER/TYPE2 *194*, *1796*
/INTER/TYPE20 *2484*
/INTER/TYPE21 *297*
/INTER/TYPE22 *395*
/INTER/TYPE23 *313*
/INTER/TYPE24 *322*

/INTER/TYPE25 *337*
/INTER/TYPE3 *216*
/INTER/TYPE5 *220*
/INTER/TYPE6 *228*
/INTER/TYPE7 *235*
/INTER/TYPE8 *255*
/INTER/TYPE9 *383*
/INTTHICK/V5(廃止) *2483*
/IOFLAG *119*
/KEREL *2592*
/KEREL/1 *2594*
/KEY *2107*
/KILL *2567*
/LAGMUL *2108*
/LEAK/MAT *1128*
/LINE *2286*
/LINE/BOX *2287*
/LINE/BOX2 *2287*
/LINE/EDGE *2288*
/LINE/GRBEAM *2289*
/LINE/GRSPRI *2290*
/LINE/GRTRUS *2291*
/LINE/LINE *2292*
/LINE/MAT *2293*
/LINE/PART *2294*
/LINE/PROP *2295*
/LINE/SEG *2296*
/LINE/SUBMODEL *2298*
/LINE/SUBSET *2299*
/LINE/SURF *2300*
/LINK *3233*
/LOAD/CENTRI *1950*
/LOAD/PBLAST *1953*
/LOAD/PFLUID *1959*
/MADYMO/EXFEM *2110*
/MADYMO/Keyword2
Engine *2569*
廃止 *2861*
/MADYMO/LINK(廃止) *2495*
/MAT、Starter *397*
/MAT/3D_COMP (LAW12) *779*
/MAT/B-K-EPS *1089*
/MAT/BARLAT2000 (LAW87) *606*
/MAT/BARLAT3 (LAW57) *519*
/MAT/BERGSTROM_BOYCE (LAW95) *750*
/MAT/BIMAT (LAW20) *1017*
/MAT/BIPHAS (LAW37) *1025*
/MAT/BOLTZMAN (LAW34) *680*
/MAT/BOUND (LAW11) *997*
/MAT/BRITT (LAW27) *469*

/MAT/CHANG (LAW15) *793*
/MAT/COMPSH (LAW25) *803*
/MAT/COMPSO (LAW14) *786*
/MAT/CONC (LAW24) *857*
/MAT/CONNECT (LAW59) *907*
/MAT/CONVERSE (LAW93) *618*
/MAT/COSSER (LAW68) *896*
/MAT/COWPER (LAW44) *494*
/MAT/DAMA (LAW22) *460*
/MAT/DESHFLECK (LAW115) *664*
/MAT/DPRAG (LAW21) *852*
/MAT/DPRAG1 (LAW10) *847*
/MAT/DPRAG2 (LAW21) *871*
/MAT/ELAST (LAW1) *932*
/MAT/ELASTOMER (LAW65) *541*
/MAT/FABR_A (LAW58) *830*
/MAT/FABRI (LAW19) *800*
/MAT/FOAM_PLAS (LAW33) *674*
/MAT/FOAM_TAB (LAW70) *716*
/MAT/FOAM_VISC (LAW35) *683*
/MAT/GAS *968*
/MAT/GRAY (LAW16) *455*
/MAT/GURSON (LAW52) *509*
/MAT/HANSEL (LAW63) *534*
/MAT/HENSEL-SPITTEL (LAW103) *624*
/MAT/HILL (LAW32) *474*
/MAT/HILL_MMC (LAW72) *551*
/MAT/HILL_TAB (LAW43) *488*
/MAT/HONEYCOMB (LAW28) *876*
/MAT/HYD_JCOOK (LAW4) *450*
/MAT/HYD_VISC (LAW6) *979*
/MAT/HYDPLA (LAW3) *447*
/MAT/HYDRO (LAW6) *979*
/MAT/JCOOK_ALM (LAW106) *633*
/MAT/JOHN_HOLM（LAW79）*581*
/MAT/JOHNS_VOCE_DRUCKER (LAW104) *627*
/MAT/JWL (LAW5) *973*
/MAT/JWLB (LAW97) *988*
/MAT/K-EPS *1111*
/MAT/KELVINMAX (LAW40) *697*
/MAT/LAW0 (VOID) *930*
/MAT/LAW01 *932*
/MAT/LAW02 (PLAS_JOHNS) *436*
/MAT/LAW03 *447*
/MAT/LAW1 (ELAST) *932*
/MAT/LAW10 (DPRAG1) *847*
/MAT/LAW100 (MNF) *755*
/MAT/LAW101 *766*
/MAT/LAW102 (DPRAG2) *871*
/MAT/LAW103 (HENSEL-SPITTEL) *624*

/MAT/LAW104 (JOHNS_VOCE_DRUCKER) *627*
/MAT/LAW106 (JCOOK_ALM) *633*
/MAT/LAW108 (SPR_GENE) *943*
/MAT/LAW109 *638*
/MAT/LAW11 (BOUND) *997*
/MAT/LAW110 (VEGTER) *642*
/MAT/LAW111 *776*
/MAT/LAW112 *655*
/MAT/LAW113 (SPR_BEAM) *953*
/MAT/LAW114 *841*
/MAT/LAW115 (DESHFLECK) *664*
/MAT/LAW116 *918*
/MAT/LAW117 *926*
/MAT/LAW12 (3D_COMP) *779*
/MAT/LAW13 (RIGID)、廃止 *2496*
/MAT/LAW14 (COMPSO) *786*
/MAT/LAW15 (CHANG) *793*
/MAT/LAW151 (MULTIFLUID) *993*
/MAT/LAW16 (GRAY) *455*
/MAT/LAW18 (THERM) *1014*
/MAT/LAW19 (FABRI) *800*
/MAT/LAW20 (BIMAT) *1017*
/MAT/LAW200 (MDS) *844*
/MAT/LAW21 (DPRAG) *852*
/MAT/LAW22 (DAMA) *460*
/MAT/LAW23 (PLAS_DAMA) *465*
/MAT/LAW24 (CONC) *857*
/MAT/LAW25 (COMPSH) *803*
/MAT/LAW26 (SESAM) *1020*
/MAT/LAW27 (PLAS_BRIT) *469*
/MAT/LAW28 (HONEYCOMB) *876*
/MAT/LAW3 (HYDPLA) *447*
/MAT/LAW32 (HILL) *474*
/MAT/LAW33 (FOAM_PLAS) *674*
/MAT/LAW34 (BOLTZMAN) *680*
/MAT/LAW35 (FOAM_VISC) *683*
/MAT/LAW36 (PLAS_TAB) *478*
/MAT/LAW37 (BIPHAS) *1025*
/MAT/LAW38 - VISC_TAB *688*
/MAT/LAW4 (HYD_JCOOK) *450*
/MAT/LAW40 (KELVINMAX) *697*
/MAT/LAW41(LEE_TARVER) *982*
/MAT/LAW42 (OGDEN) *700*
/MAT/LAW43 (HILL_TAB) *488*
/MAT/LAW44 (COWPER) *494*
/MAT/LAW46 (LES_FLUID) *1116*
/MAT/LAW48 (ZHAO) *500*
/MAT/LAW49 (STEINB) *505*
/MAT/LAW5 (JWL) *973*
/MAT/LAW50 (VISC_HONEY) *882*

/MAT/LAW51 (MULTIMAT Iform=3)、廃止 *2498*
/MAT/LAW51 (MULTIMAT) *1029*
/MAT/LAW51 (MULTIMAT)、廃止 *2498*
/MAT/LAW52 (GURSON) *509*
/MAT/LAW53 (TSAI_TAB) *515*
/MAT/LAW54 (PREDIT) *904*
/MAT/LAW57 (BARLAT3) *519*
/MAT/LAW58 (FABR_A) *830*
/MAT/LAW59 (CONNECT) *907*
/MAT/LAW6 (HYDRO) *979*
/MAT/LAW60 (PLAS_T3) *525*
/MAT/LAW62 (VISC_HYP) *706*
/MAT/LAW63 (HANSEL) *534*
/MAT/LAW64 (UGINE_ALZ) *538*
/MAT/LAW65 (ELASTOMER) *541*
/MAT/LAW66 *545*
/MAT/LAW68 (COSSER) *896*
/MAT/LAW69 *711*
/MAT/LAW70 (FOAM_TAB) *716*
/MAT/LAW71 *934*
/MAT/LAW72 (HILL_MMC) *551*
/MAT/LAW73 *557*
/MAT/LAW74 *562*
/MAT/LAW75 (POROUS) *939*
/MAT/LAW76 (SAMP) *568*
/MAT/LAW77 *723*
/MAT/LAW78 *574*
/MAT/LAW79(JOHN_HOLM) *581*
/MAT/LAW80 *586*
/MAT/LAW81 *865*
/MAT/LAW82 *731*
/MAT/LAW83 *911*
/MAT/LAW84 *601*
/MAT/LAW87 (BARLAT2000) *606*
/MAT/LAW88 *734*
/MAT/LAW90 *738*
/MAT/LAW92 *742*
/MAT/LAW93 (ORTH_HILL) *618*
/MAT/LAW94 (YEOH) *747*
/MAT/LAW95 (BERGSTROM_BOYCE) *750*
/MAT/LAW97 (JWLB) *988*
/MAT/LEE_TARVER(LAW 41) *982*
/MAT/LES_FLUID (LAW46) *1116*
/MAT/MDS (LAW200) *844*
/MAT/MNF (LAW100) *755*
/MAT/MULTIFLUID (LAW151) *993*
/MAT/MULTIMAT (LAW51) *1029*
/MAT/OGDEN (LAW42) *700*
/MAT/ORTH_HILL (LAW93) *618*
/MAT/PAPER *655*

/MAT/PLAS_BRIT (LAW27) *469*
/MAT/PLAS_DAMA (LAW23) *465*
/MAT/PLAS_JOHNS (LAW02) *436*
/MAT/PLAS_PREDEF *671*
/MAT/PLAS_T3 (LAW60) *525*
/MAT/PLAS_TAB (LAW36) *478*
/MAT/PLAS_ZERIL *443*
/MAT/POROUS (LAW75) *939*
/MAT/PREDIT (LAW54) *904*
/MAT/RIGID (LAW13)、廃止 *2496*
/MAT/SAMP (LAW76) *568*
/MAT/SESAM (LAW26) *1020*
/MAT/SPR_BEAM (LAW113) *953*
/MAT/SPR_GENE (LAW108) *943*
/MAT/SPR_SEATBELT *841*
/MAT/STEINB (LAW49) *505*
/MAT/THERM (LAW18) *1014*
/MAT/TSAI_TAB (LAW53) *515*
/MAT/UGINE_ALZ (LAW64) *538*
/MAT/USERij *972*
/MAT/VEGTER (LAW110) *642*
/MAT/VISC_HONEY (LAW50) *882*
/MAT/VISC_HYP (LAW62) *706*
/MAT/VISC_TAB - LAW 38 *688*
/MAT/VOID (LAW0) *930*
/MAT/XIA *655*
/MAT/YEOH (LAW94) *747*
/MAT/ZERIL *443*
/MAT/ZHAO (LAW48) *500*
/MERGE/RBODY *1730*
/MESH *3234*
/MLTPS/ON *3235*
/MON *2570*
/MONVOL *1654*
/MONVOL/AIRBAG（廃止） *2501*
/MONVOL/AIRBAG1 *1655*
/MONVOL/AREA *1669*
/MONVOL/COMMU（廃止） *2512*
/MONVOL/COMMU1 *1670*
/MONVOL/FVMBAG（廃止） *2524*
/MONVOL/FVMBAG2 *1685*, *1703*
/MONVOL/GAS *1714*
/MONVOL/LFLUID *1720*
/MONVOL/PRES *1723*
/MOVE_FUNCT *2087*
/MPC *1809*
/NBCS *1772*
/NEGVOL *2572*
/NODE *149*
/OUTP *2729*

/OUTPUT/LSENSOR *2732*
/PARAMETER *98*
/PARITH *2573*
/PART *183*
/PENTA6 *169*
/PERTURB（廃止） *2539*
/PERTURB/FAIL/BIQUAD *104*
/PERTURB/PART/SHELL *107*
/PERTURB/PART/SOLID *110*
/PLOAD *1963*
/PLY *1636*
/PRELOAD *1965*
/PRINT
Engine *2583*
Starter *3236*
/PRIVATE/METADATA/FATXML *51*
/PROC *3237*
/PROP *1361*, *1624*
/PROP CFD *1624*
/PROP/BEAM *1364*
/PROP/CONNECT *1618*
/PROP/FLUID *1624*
/PROP/INJECT1 *1725*
/PROP/INJECT2 *1727*
/PROP/INT_BEAM *1368*
/PROP/KJOINT *1455*
/PROP/KJOINT2 *1483*
/PROP/NSTRAND *1445*
/PROP/PCOMPP *1497*
/PROP/PLY *1558*
/PROP/POROUS *1626*
/PROP/PREDIT *1467*
/PROP/RIVET（廃止） *2541*
/PROP/SH_COMP *1514*
/PROP/SH_FABR *1534*
/PROP/SH_ORTH *1505*
/PROP/SH_SANDW *1523*
/PROP/SHELL *1498*
/PROP/SOL_ORTH *1596*
/PROP/SOLID *1609*
/PROP/SPH *1621*
/PROP/SPR_AXI *1420*
/PROP/SPR_BDAMP *1439*
/PROP/SPR_BEAM *1399*
/PROP/SPR_CRUS *1470*
/PROP/SPR_GENE *1381*
/PROP/SPR_MAT *1415*
/PROP/SPR_MUSCLE *1493*
/PROP/SPR_PRE *1449*
/PROP/SPR_PUL *1390*

/PROP/SPR_TAB *1434*
/PROP/SPRING *1375*
/PROP/STACK *1541*
/PROP/STITCH *1464*
/PROP/TRUSS *1362*
/PROP/TSH_COMP *1589*
/PROP/TSH_ORTH *1582*
/PROP/TSHELL *1577*
/PROP/TYPE0 *1630*
/PROP/TYPE1 *1498*
/PROP/TYPE10 *1514*
/PROP/TYPE11 *1523*
/PROP/TYPE12 *1390*
/PROP/TYPE13 *1399*
/PROP/TYPE14
    FLUID *1624*
    SOLID *1609*
/PROP/TYPE15 *1626*
/PROP/TYPE16 *1534*
/PROP/TYPE17 *1541*
/PROP/TYPE18 *1368*
/PROP/TYPE19 *1558*
/PROP/TYPE2 *1362*
/PROP/TYPE20 *1577*
/PROP/TYPE21 *1582*
/PROP/TYPE22 *1589*
/PROP/TYPE23 *1415*
/PROP/TYPE25 *1420*
/PROP/TYPE26 *1434*
/PROP/TYPE27 *1439*
/PROP/TYPE28 *1445*
/PROP/TYPE29 *1632*
/PROP/TYPE3 *1364*
/PROP/TYPE30 *1632*
/PROP/TYPE31 *1632*
/PROP/TYPE32 *1449*
/PROP/TYPE33 *1455*
/PROP/TYPE34 *1621*
/PROP/TYPE35 *1464*
/PROP/TYPE36 *1467*
/PROP/TYPE4 *1375*
/PROP/TYPE43 *1618*
/PROP/TYPE44 *1470*
/PROP/TYPE45 *1483*
/PROP/TYPE46 *1493*
/PROP/TYPE5（廃止）*2541*
/PROP/TYPE51 *1561*
/PROP/TYPE6 *1596*
/PROP/TYPE8 *1381*
/PROP/TYPE9 *1505*

/PROP/VOID *1630*
/QUAD *171*
/RAD2RAD/ON *2574*
/RADIATION *1971*
/RADIUS *3238*
/RANDOM *113*
/RBE2 *1733*
/RBE3 *1811*
/RBODY
    Engine *2619*
    Starter *1737*
/RBODY/LAGMUL *1743*
/REFSTA *1976*
/REPORT *2733*
/RERUN *2574*
/RETRACTOR/SPRING *2070*
/RFILE/n *2585*
/RFILE/OFF *2586*
/RIVET (Obsolete) *2543*
/RLINK *1775*
/RUN *2575*
/RWALL *1780*
/RWALL/LAGMUL *1786*
/RWALL/THERM *2013*
/SECT *2452*
/SECT/CIRCLE *2458*
/SECT/PARAL *2463*
/SENSOR
    /ACCE *2113*
    /AND *2115*
    /DIST *2117*
    /DIST_SURF *2119*
    /ENERGY *2121*
    /GAUGE *2124*
    /HIC *2126*
    /INTER *2128*
    /NOT *2131*
    /OR *2115*
    /RBODY *2133*
    /RWALL *2135*
    /SECT *2138*
    /SENS *2141*
    /TIME *2143*
    /WORKD *2144*
/SET *2270*
/SH3N *160*
/SHEL16 *173*
/SHELL *158*
/SHFRA/V4（廃止）*2544*
/SHSUB *2576*

/SHVER/V51（廃止） *2861*
/SKEW/FIX *2061*
/SKEW/MOV *2064*
/SKEW/MOV2 *2068*
/SLIPRING/SPRING *2075*
/SPH/INOUT *2016*
/SPH/RESERVE -
ブロックフォーマットのキーワード
2097
/SPHBCS *2029*
/SPHCEL *182*
/SPHGLO *87*
/SPMD（廃止） *2545*
/SPRING *153*
/STACK *1639*
/STAMPING *89*
/STATE/BEAM/AUX *2835*
/STATE/BEAM/FULL *2835*
/STATE/BRICK/AUX/FULL *2836*
/STATE/BRICK/EREF *2837*
/STATE/BRICK/FAIL *2837*
/STATE/BRICK/ORTHO *2838*
/STATE/BRICK/STRAIN/FULL *2838*
/STATE/BRICK/STRAIN/GLOBFULL *2839*
/STATE/BRICK/STRES/FULL *2839*
/STATE/BRICK/STRES/GLOBFULL *2839*
/STATE/DT *2840*
/STATE/INIMAP1D/Keyword3 *2842*
/STATE/INIMAP2D/Keyword3 *2843*
/STATE/LSENSOR *2734*
/STATE/NO_DEL *2845*
/STATE/NODE/BCS *2845*
/STATE/NODE/TEMP *2845*
/STATE/NODE/VEL *2846*
/STATE/SHELL/AUX/FULL *2847*
/STATE/SHELL/EPSP/FULL *2848*
/STATE/SHELL/FAIL *2848*
/STATE/SHELL/ORTHL *2849*
/STATE/SHELL/STRAIN/FULL *2849*
/STATE/SHELL/STRAIN/GLOBFULL *2849*
/STATE/SHELL/STRESS/FULL *2850*
/STATE/SHELL/STRESS/GLOBFULL *2850*
/STATE/SPRING/FULL *2851*
/STATE/STR_FILE
Engine *2852*
Starter *1932*
/STATE/TRUSS/FULL *2853*
/STOP *2578*
/STOP/LSENSOR *2580*
/SUBDOMAIN *3229*

/SUBSET *185*
/SURF *2301*
/SURF/BOX *2303*
/SURF/BOX/ALL *2304*
/SURF/BOX/EXT *2305*
/SURF/BOX2 *2303*
/SURF/BOX2/ALL *2304*
/SURF/BOX2/EXT *2305*
/SURF/DSURF *2306*
/SURF/ELLIPS *2307*
/SURF/GRBRIC/EXT *2309*
/SURF/GRBRIC/FREE *2310*
/SURF/GRSH3N *2312*
/SURF/GRSHEL *2313*
/SURF/MAT *2314*
/SURF/MAT/ALL *2315*
/SURF/MAT/EXT *2316*
/SURF/MDELLIPS(廃止) *2547*
/SURF/PART *2317*
/SURF/PART/ALL *2318*
/SURF/PART/EXT *2319*
/SURF/PLANE *2320*
/SURF/PROP *2322*
/SURF/PROP/ALL *2323*
/SURF/PROP/EXT *2324*
/SURF/SEG *2325*
/SURF/SUBMODEL *2327*
/SURF/SUBMODEL/ALL *2328*
/SURF/SUBMODEL/EXT *2329*
/SURF/SUBSET *2330*
/SURF/SUBSET/ALL *2331*
/SURF/SUBSET/EXT *2332*
/SURF/SURF *2333*
/TABLE/0 *2089*
/TABLE/1 *2093*
/TETRA10 *176*
/TETRA4 *178*
/TFILE *2687*
/TH *2351*
/TH/ACCEL *2355*
/TH/BEAM *2357*
/TH/BRIC *2359*
/TH/CLUSTER *2364*
/TH/CYL_JO *2366*
/TH/FRAME *2368*
/TH/FXBODY *2370*
/TH/GAUGE *2372*
/TH/INTER *2374*
/TH/MODE(廃止) *2548*
/TH/MONVOL *2377*

/TH/NODE *2380*
/TH/NSTRAND *2383*
/TH/PART *2385*
/TH/QUAD *2388*
/TH/RBODY *2392*
/TH/RETRACTOR *2395*
/TH/RWALL *2397*
/TH/SECTIO *2399*
/TH/SH3N *2402*
/TH/SHEL *2408*
/TH/SLIPRING *2414*
/TH/SPH_FLOW *2416*
/TH/SPHCEL *2418*
/TH/SPRING *2420*
/TH/SUBS *2423*
/TH/SURF *2426*
/TH/TRIA *2428*
/TH/TRUSS *2430*
/TH/VERS *2564*
/THERM_STRESS/MAT *1136*
/THERMAL *2582*
/THPART *2432*
/THPART/GRBEAM *2433*
/THPART/GRBRIC *2434*
/THPART/GRQUAD *2435*
/THPART/GRSH3N *2436*
/THPART/GRSHEL *2437*
/THPART/GRSPRI *2438*
/THPART/GRTRUS *2439*
/TIMEOUT *3239*
/TITLE
    Engine *2565*
    Starter *52*
/TRANSFORM *2032*
/TRANSFORM/MATRIX *2033*
/TRANSFORM/POSITION *2035*
/TRANSFORM/ROT *2039*
/TRANSFORM/SCA *2042*
/TRANSFORM/SYM *2044*
/TRANSFORM/TRA *2046*
/TRIA *180*
/TRUSS *152*
/UNIT *115*
/UPWIND
    Engine *2862*
    Starter *2550*
/UPWM/SUPG(廃止) *2863*
/UPWM/TG, obsolete *2866*
/VEL/ALE(廃止) *2867*
/VEL/ROT *2793*

/VEL/TRA *2794*
/VERS *2566*
/VISC/PRONY *1122*
/XELEM *156*
#enddata *43*
#include *44*
#RADIOSS STARTER *45*
thermal Hill直交異方性材料 *557*
一般的なスプリング材料セット *943*
陰解法時間ステップ
Engine *2774*
岩石-コンクリート材料
LAW10 *847*
LAW21 *852*
強制温度 *1761*
出力データベース
その他 *2440*
入力/出力
Engine *2583*
Starter *117*
流体力学的 ohnson-Cook material材料 *450*

数字

2022の新しいキーワード *17*
2Dおよび3D解析のオプション *36*
3Dソリッドプロパティ *1596*
3次元ソリッド要素（五面体） *169*

A

ALE, Engine *2595*
ALEオプションとCFDオプション *1119*
ALEキーワードとCFDキーワード *128*
ALEグリッド速度 *132*
ALE材料 *996*
animationファイル *2624*, *2625*
Arruda-Boyce材料 *742*
ASCII出力ファイル
Engine *2729*
STA *3242*
STY *3247*

B

Barlat 3-パラメータ直交異方性材料 *519*

C

CFD
プロパティ *1624*

CFD材料 *1088*
Chang-Chang材料 *793*
Cowper-Symonds材料 *494*
CPU時間推定、Engine *2570*
CRASURV定式化材料 *813*

D

Darcy則 *1626*
Drücker-Prager材料則 *865*

E

ellipsoidal surfaces *273*
Engineキーワードのシンタックス *2562*
Engine入力キーワード
    アルファベット順 *2555*
Euler材料 *1121*
Euler定式化 *142*
eXtended finite element method
    FLD（廃止）*2475*
    Tuler-Butcher（廃止）*2480*
eXtended finite element method Johnson-Cook、廃止 *2477*

G

Gray Johnson Cook材料 *455*
Gurson材料 *509*

H

H3D出力ファイル *3240*
Hertz定式化 *378*
Hill直交異方性材料
    LAW32 *474*
    LAW43 *488*

J

Jones-Wilkins-Lee-Baker材料 *988*
Jones-Wilkins-Lee材料 *973*

L

Lagrangeを使用する節点グループ上の境界条件 *1751*
Lagrange乗数オプション *2108*
Lee Tarver材料 *982*
LS-DYNA入力キーワード
    アルファベット順 *2869*

M

Marlow材料 *776*
MMC破壊モデル *551*
Modif入力ファイル *2551*
Mooney-Rivlin材料 *700*

O

OAFormulation、弾性体入力ファイル *3260*
Ogden材料 *700*, *731*
optimization keywords *3138*

P

preditプロパティセット *1467*
Predit材料 *904*
prony級数 *1122*

R

Riks法 *2777*
Runname_0000.styファイル *3247*
Runname_run#.staファイル *3245*
Runname_run#.styファイル *3249*

S

SPH - Starter *41*
SPHキーワード *182*
SPHプロパティ *1621*
StarterおよびEngineのセットアップ、出力ファイル（A-File） *3242*
Starterキーワードのシンタックス *37*
Starter入力
    アルファベット順 *20*
Steinberg-Guinan材料 *505*
stressファイル
    Engine *2852*
    Starter *1932*
Swift-Voce弾塑性材料 *601*

T

Taylor Galerkin法 *2866*
Thermal Hill直交異方性3次元材料 *562*
TRIP鋼塑性材料 *534*
Tsai-Wu定式化材料 *803*

U

Ugine & Alz社製TRIP鋼材料 *538*

V

void材料 *930*

X

XREF *1978*

Y

Yoshida-Uemori材料 *574*

Z

Zerilli-Armstrong弾塑性材料 *443*
Zhao材料 *500*

あ

アーキテクチャフラグ *2471*
アダプティブメッシング
    グローバルパラメータ *2335*
アダプティブメッシング 3節点シェルの状態 *2340*
アダプティブメッシング シェルの状態 *2343*
アダプティブ動的緩和 *2587*
アニメーション、Engine *2621*
アニメーションファイル　材料毎に1つのパートを含む *2680*
アニメーションファイル　節点スカラーデータ *2626*
アニメーションファイル 追加の書き出し *2681*
アニメーションファイルのバージョン *117*
アニメーションファイルの削除された要素の保持 *2860*
アニメーションファイルの書き出し時間間隔 *2677*
アニメーションファイル節点応力データ *2623*
アニメーション出力 *2678*
アニメーション出力ファイル、A-ファイル *3241*
アルファベット順リスト
    最適化キーワード *3138*
あ暗号化 *2107*
あ厚肉シェルプロパティ *1577*

い

一方向直交異方性弾塑性材料 *515*
一般的な制御
    Engine *2563*
    Starter *43*
陰解法コントロール
    Engine *2735*
陰解法ソルバー
    Engine *2758*
陰解法モデルチェック
    Engine *2782*

一般化Maxwell-Kelvin材料 *697*
異方性Hill材料 *551*
陰解法出力メッセージ
Engine *2783*
インターフェース
Starter *191*
インターフェース ALE *381*
い異方性積層シェルプロパティセット *1534*
い移動フレーム *2051*, *2059*
い移動フレーム（新） *2056*
いー般スプリングプロパティセット *1381*
いー般的な厚肉シェルプロパティセット *1577*
いー般的な単ーサーフェス *2484*
い陰解法 *2735*

う

運動条件と荷重 *2785*
運動条件、Engine *2785*
運動エネルギーの緩和
/KEREL *2592*
/KEREL/1 *2594*
う運動学的拘束 *194*

え

エアバッグの気体 *968*
エアバッグ用の接触インターフェース *313*
エッジ間インターフェース *261*
エラーメッセージ *89*
え円筒ジョイント *1789*

お

お応力状態 ソリッド - Engine *2839*
お大きな剛体回転 *2763*

か

風上係数 *2550*
風上法、運動量移流 *2863*
荷重ケース *1815*
開放セルフォームの材料 *723*
外部モードファイル - *3258*
か加速度計 *2440*
か解析フラグ *92*
か関数のスケールとシフト *2087*

き

境界条件
　節点グループ *1745*, *1772*
基準状態、ソリッド、全体座標系 *2837*
疑似非圧縮定式化 *2860*
ギアタイプのジョイント *1791*
キーワード暗号化 *2105*
き強制加速度 *1754*
き強制速度 *1763*
き強制変位 *1756*

く

グループ（セット） *2147*

け

結合材料 *904*
計算
　Engine *2567*
減衰
　Engine *2587*
　Starter *121*
け計算 *90*
け計算流体力学（CFD） *41*

こ

拘束 *1730*
剛体要素 *1733*
コンクリート材料 *847*
コントロールファイル（C-ファイル） *3256*
コンポーネントとパート構造 *183*
こ固有モードの計算 *94*
こ交換FEM *2110*
こ高度な結合材料 *911*
こ高度マススケーリング *90*
ご剛結 *1775*
ご剛壁 *1780*, *1786*

さ

削除 / 入力修正 *2610*
削除、要素 *2610*, *2611*
座標変換のタイプ *2032*
材料、Starter *397*
サーフェス-サーフェスインターフェース *216*
サーフェス-サーフェス接触インターフェース *2484*
サーフェスセグメント *2325*
サブサイクリングアクティブ化 *2576*

サンドイッチシェルプロパティセット *1523*, *1541*
ざ材料の適合性 *414*
さ参照状態座標 *1978*

し

初期条件、Engine *2795*
初期条件定義 *3252*
出力頻度
    Engine *2583*
出力
    ASCII出力ファイル(STA-ファイル) *3245*
    ASCII出力ファイル(STY-ファイル) *3253*
    Engine *2729*
時間依存材料 *766*
重力荷重 *1947*
時刻歴、Engine *2564*
時刻歴 ゲージ *2372*
状態方程式
    sesame *1180*
    Tillotson *1186*
    線形多項式 *1174*
時刻歴 弾性体の局所モード *2548*
時刻歴
    2次元ソリッド *2388*
    3節点シェル要素 *2402*
    4節点シェル要素 *2408*
    インターフェース *2374*
    サーフェス *2426*
    サブセット *2423*
    スプリング *2420*
    スリップリング *2414*
    トラス *2430*
    パート *2385*
    ビーム *2357*
    フレーム *2368*
    マルチストランド要素 *2383*
    モニター体積 *2377*
    リトラクター *2395*
    円筒ジョイント *2366*
    加速度計 *2355*
    剛体 *2392*
    剛壁 *2397*
    節点 *2380*
    弾性体 *2370*
    断面 *2399*
シェルの直交方向 - Engine *2849*
シェルプロパティ *1497*

シェルプロパティセット *1498*
シェル要素 *158*
ジョイントタイプのスプリング *1455*
シンタックス Engineキーワード *2562*
し指定された接触範囲内 - レイリー減衰 *125*
じ自動ペナルティLagrange *366*
じ自由または強制 *1967*
じ軸対称スプリングプロパティセット *1420*
じ実行記述ヘッダーフォーマット *2551*
し出力頻度　線形ソルバー *2783*
し出力頻度　非線形頒布 *2784*
し初期状態ファイル *1914*
し初期状態全体シェル *1904*
し初期節点温度 *1916*
し初期体積率 *1927*
じ状態ファイル *2840*

す

スキューフレーム 移動 *2064*, *2068*
スキューフレーム 固定 *2061*
スタンピングアプリケーション *89*
ステッチスプリング *1464*
スプリングとジョイントのプロパティ *1375*
スプリングの定式化 *136*
スプリングプロパティセット *1375*
スプリング要素 *153*

せ

設計制約、最適化 *3145*
設計変数、最適化 *3164*
線形弾性材料 *932*
設計応答、最適化 *3154*
ゼロ剛性自由度 *2735*
せ静的モードの計算 *94*
せ積分ビームプロパティセット *1368*
せ節点のアニメーション *2621*

そ

損傷のある弾塑性材料 *460*, *465*
その他の材料 *930*
ソリッド要素 *162*
ソリッド要素プロパティ *1618*

た

多流体材料 *993*
多孔質材料モデル *939*

弾塑性材料 *436*, *541*
楕円サーフェス要素接触 *276*
弾性体、Engine *2617*
弾性直交異方性材料 *800*
弾性体入力ファイル
    Radiossを使用しない *3267*
    Radiossを使用する *3267*
た多点制約 *1809*
た対流流束 *1967*
た単一サーフェス 接触インターフェース *2484*
た単一ファイル入力 *16*
だ弾性体 *1807*
だ弾性体入力ファイル投影マトリックス *3261*

ち

超弾性異方性繊維 *830*
超粘弾性材料 *674*, *706*
ち注入されるモル比率 *1727*
ち注入される質量 *1725*
ち超楕円体サーフェス定 *2307*
ち超弾性材料 *711*
ち直交異方性シェルロパティ *1505*
ち直交異方性ソリッドプロパティセット *1596*
ち直交異方性厚肉シェルプロパティセット *1582*

て

デフォルト値 *53*
て定義 *3268*

と

等方性弾塑性材料 *469*, *525*
等方性弾塑性材料則 *436*
動的緩和
    /DYREL *2590*
    /DYREL/1 *2591*
トラスプロパティ *1362*
トラスプロパティセット *1362*
トラス要素 *150*
と等方性引張/圧縮弾塑性材料 *545*
と等方性弾塑性材料 *443*

な

な内部変数状態 ソリッド *2836*

に

入力ファイルフォーマット、弾性体 *3262*

に入出力フラグ *119*

ね

粘度オプション、材料 *1122*
粘弾性材料 *1122*
粘弾性フォーム表形式材料 *688*, *716*
熱オプション、材料 *1133*
粘弾性フォーム材料 *674*
ね熱パラメータ *1133*
ね熱伝導 *2013*
ね熱膨張プロパティ *1136*
ね粘弾性フォーム表形式材料 *738*

は

汎用スプリングプロパティセット *1415*
破壊モデル
- BAO-XUE-Wierzbicki *1353*
- Chang *1226*
- Cockcroft *1229*
- connection *1232*
- fabric *1243*
- Hashin *1260*
- Johnson-Cook *1275*
- Ladeveze複合材 *1281*
- Puck複合材 *1313*
- Tuler-Butcher *1338*
- Wilkins *1358*
- エネルギー密度 *1240*
- スポーリングおよびJohnson-Cook *1324*
- ひずみベース *1217*, *1343*, *1350*
- 応力に基づく変形状態図 *1288*
- 拡張Mohr Coulomb *1237*
- 成形限界図 *1246*
- 塑性ひずみとの結合 *1318*

廃止されたEngineキーワード *2854*
廃止されたStarterキーワード *2469*
半解析的弾塑性材料 *568*
汎用Kelvin-Voigt *683*
ハニカム材料
- LAW28 *876*
- LAW50 *882*
- LAW68 *896*

バルクデータ、最適化 *3139*
は破壊モデル *1190*
は汎用Maxwell-Kelvin材料 *982*

ひ

標準定式化 *137*
表形式のスプリングプロパティ *1434*
ビームタイプスプリングプロパティセット *1399*
ビームプロパティ *1364*
ビームプロパティセット *1364*
ビーム要素 *150*
ひずみ状態 ソリッド - Engine *2838*

ふ

複合材ソリッド材料 *779*
複合材オプション、プロパティ *1633*
複合材ソリッド材料、3Dモデル *786*
ファイル拡張子とフォーマット *14*
プーリースプリングプロパティセット *1390*
フォーマット
    Engine *2563*
    Starter *43*
プライ情報 *1558*
プリテンションスプリングプロパティセット *1449*
フレーム *2048*
ブロックキーワード入力固定フォーマット *40*
ブロックフォーマットのシンタックス *37*
プロパティ
    その他 *1630*
ふ複合シェルプロパティセット *1514*
ふ複合材と繊維材料 *779*
ふ複合材厚肉シェルプロパティセット *1589*
ふ複数ボックスの組み合わせ *2279*

へ

並列演算、Engine *2573*
変位定式化 *131*
ペナルティ法 *205*
へ変換 スケーリング *2042*
へ変換 回転 *2039*
へ変換 対称 *2044*
へ変換 並進 *2046*
へ変換マトリックス *2033*

ほ

ポイント爆発 *1991*
ポスト処理
    出力ファイル *2621*
ボックスタイプ
    円筒 *2280*

球 *2284*
矩形 *2282*

ま

マルチスケール材料 *844*, *844*
マルチストランドプロパティセット *1445*
マルチドメイン
単一入力ファイル *3228*
複数入力ファイルフォーマット *3230*
マルチドメイン連成、Engine *2574*
ま前処理パターン *2748*

も

漏れオプション、材料 *1128*
モニター体積
エアバッグ w/気体フロー *1685*
ハイブリッドエアバッグ 連結 *1670*
圧力荷重曲線 *1723*
線形流体 *1720*
理想気体 *1714*
モニター体積 面積 *1669*
モニター体積エアバッグ 気体流れを含む（廃止） *2524*
モニター体積エアバッグ 連結（廃止） *2512*
モニター体積タイプエアバッグ（廃止） *2501*
モニター体積のタイプ *1654*

ゆ

ユーザーのプロパティセット *1632*
ユーザー材料則 *972*

よ

要素、三角形シェル *160*
要素 シェル *158*
よ要素 2次元ソリッド要素 *171*
よ要素　3Dソリッド *162*
よ要素 スプリング *153*
よ要素 トラス *152*
よ要素グループ *2098*
よ要素のアニメーション *2630*
よ要素ビーム *150*

ら

ライン間インターフェース *261*

り

流体力学的二相材料液体ガス材料 *1025*
流体および爆発材料 *973*
流体力学的粘性流体材料I *979*
流線風上Petrov Galerkin定式化 *2863*
粒子法流体力学 *41*

れ

レイリー減衰 *121*
レイリー減衰 -
ブロックフォーマットのキーワード
125
レーザービーム衝撃 *1994*