

非線形解析 – 材料非線形

アドイン アプリケーション...
アドオン ツール...

全般

Show FEA
Hide FEA
Save FEA

IronCAD MultiPhysics

材料非線形.ics

直径、高さがそれぞれ、
15mm、50mm の丸鋼を用いて、
材料非線形についての解析を行います。

こちらの解析には、

- ・ 材料非線形
- ・ 形状非線形(大変形)

の非線形要素が含まれます。

サイズボックスの編集

長さ:	15	OK
幅:	15	キャンセル
高さ:	50	ヘルプ

スタート

新規 開く 保存 閉じる

検索...

- ブロック
- ブロック 穴
- 円柱
- 円柱 穴
- スロット
- スロット 穴
- 楕円柱
- 楕円柱 穴
- 多角柱
- 多角柱 穴
- 球
- 球 穴
- ボルト 角形
- ボルト 穴 角形
- スピン
- スピン 穴
- 貫通穴 円形
- 貫通穴 角形

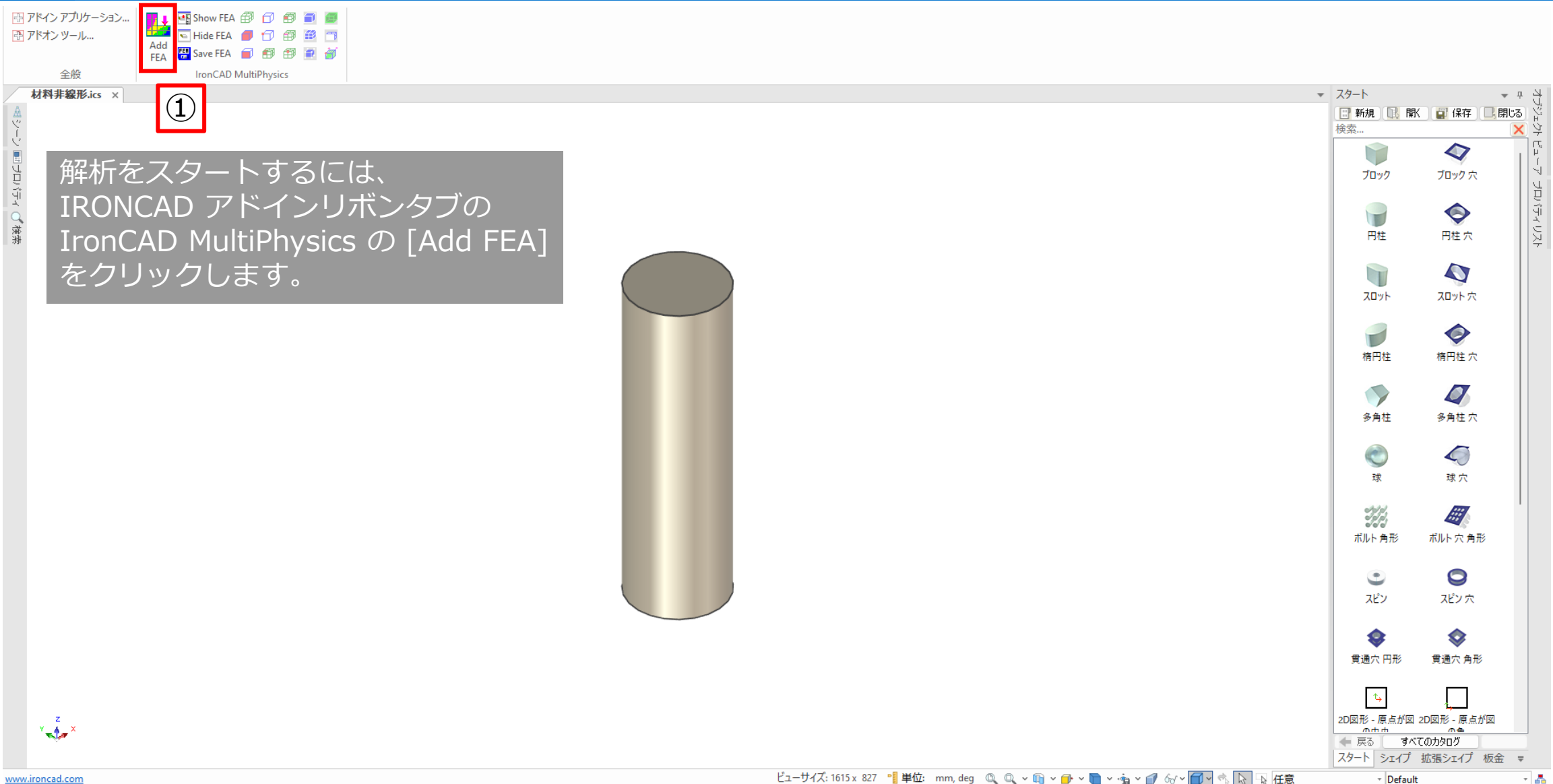
2D図形 - 原点が図中の
2D図形 - 原点が図中の

戻る すべてのカテゴリ

スタート シェイプ 拡張シェイプ 板金

F1 キーを押すとヘルプを表示します。

ビューサイズ: 1615 x 827 単位: mm, deg | トリルダウン中: IntelliShz | Default



①

解析をスタートするには、IRONCAD アドインリボンタブの IronCAD MultiPhysics の [Add FEA] をクリックします。

スタート

新規 開く 保存 閉じる

検索...

ブロック ブロック穴

円柱 円柱穴

スロット スロット穴

楕円柱 楕円柱穴

多角柱 多角柱穴

球 球穴

ボルト角形 ボルト穴角形

スピン スピン穴

貫通穴 円形 貫通穴 角形

2D図形 - 原点が図中の 2D図形 - 原点が図中の

戻る すべてのカタログ

スタート シェイプ 拡張シェイプ 板金

ビューサイズ: 1615 x 827 単位: mm, deg

任意

Default

www.ironcad.com

creative machine

[線形静解析/非線形解析] を選択して、
[OK] をクリックします。

解析タイプの選択

簡単重力自動解析

解析タイプ

線形静解析 / 非線形解析

過渡応答解析

固有値解析 / 振動モード

応力硬化

線形座屈解析

周波数応答解析

次元

3D

2D 平面 / 平面ひずみ (Z方向-変位=0)

2D 平面応力 (Z方向-応力=0)

2D 軸対称 (symmetry bout Y-axis)

OK

キャンセル

ヘルプを表示するには F1 キーを押してください。(MPIC)

ビューサイズ: 1615 x 827 単位: mm, deg

任意

Default

creative machine

[応力] を選択し、
[マルチステップ] と [大変形] を
チェックオンにします。

仮想時間は、
開始 0
終了 1
インクリメント 0.05
と設定します。
この設定により仮想時間の
0 ステップから 1 ステップにおいて、
0.05 ステップごとに解析を行います。

解析: 静解析 s
モデル - mMKS
(1) s-Select Material Name
?? 拘束
?? 負荷
?? メッシュ
?? 結果

解析
[✓] [✗] 自動解析 同期
Title
物理タイプ
 応力 電気
 熱伝導 電磁
 流体 弾性
 最小二乗熱オプション(熱流) 熱伝導
 マルチステップ 大変形
仮想時間
開始 0
終了 1
インクリメント 0.05
インクリメント設定: 0
オプション
Adv: Cvg 5%: Step

ヘルプを表示するには F1 キーを押してください。(MPIC)

ビューサイズ: 1538 x 827 単位: mm, deg 任意 Default

解析ツリーのモデルを選択後、表示されたモデルページで [単位設定] をクリックします。ここで荷重を N、質量を kg に設定します。

※長さ単位は CAD で使用している単位に合わせます。

記号	係数	ユーザー定義 / プリセット
長さ	mm = Meter 0.001	mm
荷重	N = Newton 1	N
質量	kg = Kilogram 1	kg
エネルギー	J = Joule 1	J
時間	s = Second 1	s
電位	V = Volt 1	V
電流	A = Ampere 1	A
温度		C

Using $F = M \cdot a / G_c$, where $G_c = 1000.000000$ (N * s²)

Buttons: 定数, ユーザー定義として保存, OK, キャンセル

Analysis Tree (Multiphysics FEA):

- 解析: 静解析 s
- モデル - mMKS
 - (1) s-Select Material Name
 - 拘束
 - 負荷
 - メッシュ
 - 結果

Model Properties:

- 自動解析: 同期:
- パーツの長さ単位: mm
- 材料: 材料の新規追加, 未使用材料の削除
- 単位: Unit System: Metric-mMKS, **単位設定** mm N kg s
- 無効パーツの非表示: 表示の有効 + 非表示の無効:
- ソリッド面にシェルを作成

非線形解析 - 材料非線形 > 単位、材料設定

材料設定をします。
ライブラリにある JIS Steel の
SS400 を設定します。

① (1) s-SS400

② 材料の種類 JIS Steel

③ SS400

④ 材料物理タイプ 応力

ヘルプを表示するには F1 キーを押してください。(MPIC)

ビューサイズ: 1538 x 827 単位: mm, deg

非線形解析 - 材料非線形 > 単位、材料設定

非線形/異方性材料の編集

Name SS400

応力 熱伝導 電気 流体

物性	値	非線形倍率	単位
ヤング率:E	206000	-	N/mm ²
ポアソン比:ν	0.3	-	
密度:ρ	7.85e-06	-	kg/mm ³
質量減衰係数	0	-	
剛性減衰係数	0	-	
塑性降伏応力	0	-	N/mm ²
等方硬化係数	0	-	N/mm ²
移動硬化係数 (0-1)	0	-	
塑性ひずみ熱量	0	-	J/mm ³
熱伝導率	0.0516	-	J/s/mm/C
比熱	473	-	J/kg/C
体積発熱量	0	-	J/s/mm ³
線膨張係数参照温度	0	-	C
線膨張係数	1.18e-05	-	1/C
導電率	0	-	A/V/mm
ジュール加熱から熱エネルギーへの変換係数	1	-	J/s
誘電率	0	-	V/mm
体積電荷密度	0	-	A*s/mm ³
流体粘性	0	-	N*s/mm ²

OK キャンセル

材料

ライブラリ AFEMaterial 材料の編集

種類 JIS Steel

名前 SS400

非線形/異方性

材料物理タイプ

応力 電気

熱伝導 流体

剛体 1つの剛体としてグループ化

定義された重心を使用

ボディの更新

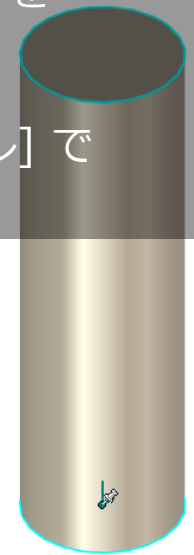
総数: 1

関連データ

シェル板厚 1 mm

[材料の編集] ボタンをクリックすると、
選択している材料の物性値を確認・編集できます。
SS400 のヤング率 206,000 N/mm² を
確認します。

物性値を編集しない場合は、[キャンセル] で
ダイアログを閉じます。



F1 キーを押すとヘルプを表示します。

材料非線形.ics x

拘束条件を設定します。
[固定/回転] を選択します。

Multiphysics FEA

- 解析: 静解析 s
- モデル - mMKS - ユーザー設定
- (1) s-SS400
- 拘束** (1)
- ?? 負荷
- ?* メッシュ
- ?* 結果

拘束

自動解析 同期

応力

- 固定/回転** (2)
- 速度
- 剛体拘束
- 剛体結合

熱伝導

- 温度
- 電気
- 電圧

流体

- 速度/渦度/圧力
- 流出入

拘束オプション

- バネ
- ダンパー
- 質量
- 結合/接着
- 剛体回転
- 表面接触

ヘルプを表示するには F1 キーを押してください。(MPIC)

ビューサイズ: 1538 x 827 単位: mm, deg

任意 | Default

材料非線形.ics x Multiphysics FEA

アドイン アプリケーション...
アドオン ツール...

全般 IronCAD MultiPhysics

材料非線形.ics x

丸鋼の底面を完全拘束します。

①

解析: 静解析 s
モデル - mMKS - ユーザー設定
(1) s-SS400
拘束
固定/回転 PX0Y0Z0
負荷
メッシュ
結果

固定/回転

変位
単位 mm
方向 使用 変位
X 0
Y 0
Z 0
全体座標 (XY)

対象
F 3: 5_パーツ1
時間特性
時間係数

を定義するエンティティを選択します。 面の面積: 176.715 mm^2 半径: 7.500 mm ピューサイズ: 1538 x 827 単位: mm, deg 面/エッジ/頂点 (FEV) | Default

非線形解析 - 材料非線形 > 負荷設定

負荷条件を設定します。
[荷重/圧力] を選択します。

①

②

鉄鋼

解析: 静解析 s
モデル - mMKS - ユーザー設定
(1) s-SS400
拘束
固定/回転 PX0Y0Z0
? 荷重
? マッシュ
? 結果

自動解析 同期

②

応力
荷重/圧力 垂直圧力
剛体荷重 静水圧

熱伝導
熱流束
輻射 対流
輻射形態

電気
電流 電荷

流体
流体圧力
加速度 遠心力
 負荷なし

ヘルプを表示するには F1 キーを押してください。(MPIC)
面の面積: 176.715 mm² 半径: 7.500 mm ピューサイズ: 1538 x 827 単位: mm, deg
任意 Default

材料非線形.ics x

IronCAD MultiPhysics

荷重 70,000 N を丸鋼の平面に設定します。

③

①

②

Multiphysics FEA

- 解析: 静解析 s
- モデル - mMKS - ユーザー設定
- (1) s-SS400
- 拘束
- 固定 / 回転 PX0Y0Z0
- ?? 負荷
- 荷重 / 圧力 100 N
- ?* メッシュ
- ?* 結果

荷重 / 圧力

✓ ✕ 自動解析 同期

荷重 圧力

モーメント 線圧力

70000 N

方向的反転 方向成分の設定

x= 1.0000 y= 0.0000 z= 0.0000

全体座標 (X)

対象

F 2: 5_パーツ1 時間特性

時間係数

Sim 15

電荷入力 of のすべてで選択

面の面積: 176.715 mm² 半径: 7.500 mm ピューサイズ: 1538 x 827 単位: mm, deg

非線形解析 - 材料非線形 > 負荷設定

材料非線形.ics

IronCAD MultiPhysics

荷重の方向を Z 方向にします。

方向成分の設定

X 1
Y 0
Z 0

X Y Z

②

OK キャンセル

Multiphysics FEA

- 解析: 静解析 s
- モデル - mMKS - ユーザー設定
- (1) s-SS400
- 拘束
- 固定/回転 PX0Y0Z0
- 負荷
- 荷重/圧力 100 N
- メッシュ
- 結果

荷重/圧力

自動解析 同期

荷重 圧力
モーメント 線圧力

70000 N

方向の反転 方向成分の設定

x= 1.0000 y= 0.0000 z= 0.0000

①

全体座標 (X)

対象

F 2: 5_パーツ1

時間特性

時間係数

材料非線形.ics x Multiphysics FEA

アドイン アプリケーション...
アドオン ツール...

全般 IronCAD MultiPhysics

Show FEA Hide FEA Save FEA Add FEA

解析: 静解析 s
モデル - mMKS - ユーザー設定
(1) s-SS400
拘束
固定/回転 PX0Y0Z0
負荷
荷重/圧力 70000 N
?* メッシュ
?* 結果

①

②

メッシュ
自動解析 同期
メッシュの生成
メッシュのオン/オフ
ログ
詳細メッシュ設定

メッシュ: なし
グループ化しないボディ
 結合 独立
結合グループの追加
独立グループの追加

ヘルプを表示するには F1 キーを押してください。(MPIC)
面の面積: 176.715 mm^2 半径: 7.500 mm ピューサイズ: 1538 x 827 単位: mm, deg 任意 | Default

creativemachine

[メッシュの生成] をします。
メッシュサイズはデフォルト値
のままです。

メッシュの生成

形状
 2D (XY)
 3D サーフェス/シェル
 ソリッド

メッシュの種類
四面体要素

粗い 2.3 細かい
mm
メッシュサイズ
2.3

概算要素数 6162

曲面メッシュの詳細設定を使用(全体)
曲面詳細比 0.3
最小サイズ 0

オプション
規定値

生成 保存のみ キャンセル

③

④

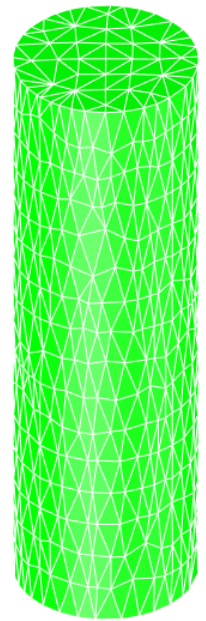
アドイン アプリケーション...
アドオン ツール...

全般
IronCAD MultiPhysics

Show FEA
Hide FEA
Save FEA
Add FEA

材料非線形.ics

[メッシュの生成] が完了したので、
結果ページの [解析] をクリックし、
解析実行します。



Multiphysics FEA

- 解析: 静解析 s
- モデル - mMKS - ユーザー設定
- (1) s-SS400
- 拘束
- 固定/回転 PX0Y0Z0
- 負荷
- 荷重/圧力 70000 N
- メッシュ (節点: 1539 要素: 7228 サイズ: 2.3) m
- 2* 結果

①

結果

自動解析 同期

解析 結果の読み込み ログ

スケール = オフ
設定 オン/オフ スケールアニメ

時間: ステップ
|<< < 選択 > >>| ステップアニメ

コンタ
設定 オン/オフ

調査
節点 要素 プロット 積分

ベクトル/流線
設定 ベクトル/凡例表示 流線表示

オプション レポート作成 表示

疲労解析 疲労結果の読み込み

メッシュ透明度: [Slider]

②

ヘルプを表示するには F1 キーを押してください。(MPIC)

面の面積: 176.715 mm² 半径: 7.500 mm ビューサイズ: 1538 x 827 単位: mm, deg

任意 | Default

材料非線形.ics x

変位 [mm]

0.0577095
0.0524632
0.0472169
0.0419706
0.0367243
0.0314779
0.0262316
0.0209853
0.015739
0.0104926
0.00524632
0

解析の途中経過です。
ステップごとに繰り返し解析を行っています。

Max: 0.0577095

Min: 0

材料非線形.15.xmd - AFESol64

```

File Edit View Help
Iteration 1 error_norm 0.00282176 (lhs=0 s=0.00282178) runtime 0.686/0.164 seconds
Iteration 2 error_norm 0.00278112 (lhs=0.00145857 s=0.00278112) runtime 0.527/0.000 seconds
Time/Step=0.4 current inc=0.05 iteration limit=10 error norm tolerance=0.05
Iteration 1 error_norm 0.00284356 (lhs=0 s=0.00284357) runtime 0.672/0.163 seconds
Iteration 2 error_norm 0.00280807 (lhs=0.00167228 s=0.00280807) runtime 0.511/0.000 seconds
Time/Step=0.45 current inc=0.05 iteration limit=10 error norm tolerance=0.05
Iteration 1 error_norm 0.00286053 (lhs=0 s=0.00286055) runtime 0.689/0.167 seconds
Iteration 2 error_norm 0.00282907 (lhs=0.00188302 s=0.00282907) runtime 0.502/0.000 seconds
Time/Step=0.5 current inc=0.05 iteration limit=10 error norm tolerance=0.05
Iteration 1 error_norm 0.00287413 (lhs=0 s=0.00287414) runtime 0.671/0.162 seconds
Iteration 2 error_norm 0.0028459 (lhs=0.00209076 s=0.0028459) runtime 0.493/0.000 seconds
Time/Step=0.55 current inc=0.05 iteration limit=10 error norm tolerance=0.05
Iteration 1 error_norm 0.00288527 (lhs=0 s=0.00288528) runtime 0.664/0.164 seconds
Iteration 2 error_norm 0.00285959 (lhs=0.00229559 s=0.00285959) runtime 0.498/0.000 seconds
Time/Step=0.6 current inc=0.05 iteration limit=10 error norm tolerance=0.05
Iteration 1 error_norm 0.00289456 (lhs=0 s=0.00289457) runtime 0.652/0.159 seconds
Iteration 2 error_norm 0.0028712 (lhs=0.00249758 s=0.0028712) runtime 0.511/0.000 seconds
Time/Step=0.65 current inc=0.05 iteration limit=10 error norm tolerance=0.05
  
```

SefeaProc [Progress Bar] Thread/Max=8/8

Multiphysics FEA

- 解析: 静解析 s
- モデル - mMKS - ユーザー設定
- (1) s-SS400
- 拘束
- 固定/回転 PX0Y0Z0
- 負荷
- 荷重/圧力 70000 N
- メッシュ (節点: 1539 要素: 7228 サイズ: 2.3) m
- 結果

結果

自動解析 同期

解析 結果の読み込み ログ

スケール = オフ

設定 オン/オフ スケールアニメ

ステップ: 時間 12: 0.6

コンタ

設定 オン/オフ

調査

節点 要素 プロット 積分

ベクトル/流線

設定 ベクトル/凡例表示 流線表示

オプション レポート作成 表示

疲労解析 疲労結果の読み込み

メッシュ透明度: [Slider]

ヘルプを表示するには F1 キーを押してください。(MPIC)

面の面積: 176.715 mm^2 半径: 7.500 mm ビューサイズ: 1538 x 827 単位: mm, deg

任意 Default

変位 [mm]

0.0963982
0.0876347
0.0788712
0.0701078
0.0613443
0.0525808
0.0438174
0.0350539
0.0262904
0.0175269
0.00876347
0

解析が終了しました。
今回の条件では、大変形のみを
非線形要素として考慮しています。

Max: 0.0963982

Min: 0

材料非線形.ics

IronCAD MultiPhysics

Multiphysics FEA

- 解析: 静解析 s
- モデル - mMKS - ユーザー設定
- (1) s-SS400
- 拘束
- 固定/回転 PX0Y0Z0
- 負荷
- 荷重/圧力 70000 N
- メッシュ (節点: 1539 要素: 7228 サイズ: 2.3) m
- 結果

結果

自動解析 同期

解析 結果の読込 ログ

スケール = オフ

設定 オン/オフ スケールアニメ

ステップ: 時間 20: 1

<< < 選択 > >> ステップアニメ

コンタ

設定 オン/オフ

調査

節点 要素 プロット 積分

ベクトル/流線

設定 ベクトル/凡例表示 流線表示

オプション レポート作成 表示

疲労解析 疲労結果の読込

メッシュ透明度: [Slider]

ヘルプを表示するには F1 キーを押してください。(MPIC)

面の面積: 176.715 mm² 半径: 7.500 mm ピューサイズ: 1538 x 827 単位: mm, deg

任意 | Default

材料非線形.ics

変位 [mm]

0.0240154
0.0218322
0.019649
0.0174658
0.0152825
0.0130993
0.0109161
0.00873288
0.00654966
0.00436644
0.00218322
0

[ステップアニメ] をクリックすると、ステップごとの解析結果をアニメーションで表示します。

Max: 0.0240154

Min: 0

Multiphysics FEA

時間/ステップアニメーション

175 スケール係数

自動スケール 現在 終了ステップ

8 フレーム/秒 1 インクリメント

全範囲 または 開始 終了

0 20

-5 < || > +5

適用 AVI 作成 キャンセル

結果

自動解析 同期

解析 結果の読込 ログ

スケール = 175

設定 オン/オフ **スケールアニメ** ①

ステップ: 時間 4: 0.2

<< < 選択 > >> **ステップアニメ**

コンタ

設定 オン/オフ

調査

節点 要素 プロット 積分

ベクトル/流線

設定 ベクトル/凡例表示 流線表示

オプション レポート作成 表示

疲労解析 疲労結果の読込

メッシュ透明度: [Slider]

ヘルプを表示するには F1 キーを押してください。(MPIC)

面の面積: 176.715 mm² 半径: 7.500 mm ビューサイズ: 1538 x 827 単位: mm, deg

任意 | Default

非線形解析 - 材料非線形 > 結果表示

変位 [mm]

0.0721906
0.0656278
0.059065
0.0525022
0.0459395
0.0393767
0.0328139
0.0262511
0.0196883
0.0131256
0.00656278
0

Max: 0.0721906

Min: 0

[<] [>] ボタンで各ステップにおける変形状態を確認できます。

材料非線形.ics

Multiphysics FEA

- 解析: 静解析 s
- モデル - mMKS - ユーザー設定
- (1) s-SS400
- 拘束
- 固定/回転 PX0Y0Z0
- 負荷
- 荷重/圧力 70000 N
- メッシュ (節点: 1539 要素: 7228 サイズ: 2.3) m
- 結果

結果

自動解析 同期

解析 結果の読込 ログ

スケール = 175

設定 オン/オフ スケールアニメ

ステップ: 時間 15: 0.75

<< < 選択 > >> ステップアニメ

コンタ

設 ① オン/オフ

調査

節点 要素 プロット 積分

ベクトル/流線

設定 ベクトル/凡例表示 流線表示

オプション レポート作成 表示

疲労解析 疲労結果の読込

メッシュ透明度: [Slider]

ヘルプを表示するには F1 キーを押してください。(MPIC)

面の面積: 176.715 mm² 半径: 7.500 mm ビューサイズ: 1538 x 827 単位: mm, deg

任意 | Default

非線形解析 - 材料非線形 > 結果表示

変位最大mm

0.0673603
0.0612366
0.055113
0.0489893
0.0428656
0.036742
0.0306183
0.0244947
0.018371
0.0122473
0.00612366
0

Max: 0.0673603

Min: 0

コンタの表示

コンタの種類: Z 方向応力 (Sig)

単位: N/mm²

コンタの範囲

結果から自動設定

最終ステップの範囲に設定

すべての結果から

表示要素のみ

最大: 0.0673603

最小: 0

範囲内のコンタ要素のみ

範囲以下を表示

OK

コンタの表示

グラデーション

純色

要素結果の詳細

シェル要素

凡例と注釈

数値

最適

色

位置/サイズ

最大値に注釈

最小値に注釈

注釈を残す

オフ

<-- 非表示の割合 --> 99.5

表示プレビュー

キャンセル

結果

自動解析 同期

解析 結果の読み込み ログ

スケール = 175

設定 オン/オフ スケールアニメ

ステップ: 時間 14: 0.7

<<< 選択 >>> ステップアニメ

コンタ

設定 オン/オフ

調査

節点 要素 プロット 積分

ベクトル/流線

設定 ベクトル/凡例表示 流線表示

オプション レポート作成 表示

疲労解析 疲労結果の読み込み

メッシュ透明度:

非線形解析 - 材料非線形 > 結果表示

材料非線形.ics

全般 IronCAD MultiPhysics

アドイン アプリケーション...
アドオン ツール...

Show FEA
Hide FEA
Save FEA
Add FEA

Z 方向応力 N/mm²

452.767
444.889
437.011
429.133
421.255
413.377
405.499
397.621
389.743
381.864
373.986
366.108

Min: 366.108 Max: 452.767

Z 方向応力の解析結果が表示されました。

Multiphysics FEA

- 解析: 静解析 s
- モデル - mMKS - ユーザー設定
- (1) s-SS400
- 拘束
 - 固定/回転 PX0Y0Z0
- 負荷
 - 荷重/圧力 70000 N
- メッシュ (節点: 1539 要素: 7228 サイズ: 2.3) m
- 結果

結果

自動解析 同期

解析 結果の読込 ログ

スケール = 175

設定 オン/オフ スケールアニメ

ステップ: 時間 20: 1

<< < 選択 > >> ステップアニメ

コンタ

設定 オン/オフ

調査

節点 要素 プロット 積分

ベクトル/流線

設定 ベクトル/凡例表示 流線表示

オプション レポート作成 表示

疲労解析 疲労結果の読込

メッシュ透明度: [Slider]

ヘルプを表示するには F1 キーを押してください。(MPIC)

面の面積: 176.715 mm² 半径: 7.500 mm ピューサイズ: 1538 x 827 単位: mm, deg

任意 | Default

材料非線形.ics

全般 IronCAD MultiPhysics

Z 方向応力 N/mm²

452.767
444.889
437.011
429.133
421.255
413.377
405.499
397.621
389.743
381.864
373.986
366.108

コンタ表示を ZZ 方向ひずみに切り替えます。

Min: 366.108 Max: 452.767

コンタの表示

コンタの種類
ZZ 方向ひずみ (Eps)

コンタの表示
グラデーション
純色

要素結果の詳細
シェル要素

凡例と注釈
数値 最値
色 位置/サイズ
最大値に注釈
最小値に注釈
注釈を残す

OK 表示プレビュー キャンセル

結果

設定 オン/オフ

ヘルプを表示するには F1 キーを押してください。(MPIC)

面の面積: 176.715 mm² 半径: 7.500 mm ピューサイズ: 1538 x 827 単位: mm, deg

ZZ 方向ひずみ

0.00200138
0.00194911
0.00189684
0.00184456
0.00179229
0.00174002
0.00168774
0.00163547
0.0015832
0.00153093
0.00147865
0.00142638

ZZ 方向ひずみの解析結果が表示されました。
応力とひずみの関係を見てください。

0138

Min: 0.00142638

結果

自動解析 同期

解析 結果の読込 ログ

スケール = 175

設定 オン/オフ スケールアニメ

ステップ: 時間 20: 1

<< < 選択 > >> ステップアニメ

コンタ

設定 オン/オフ

調査

節点 要素 プロット 積分

ベクトル/流線

設定 ベクトル/凡例表示 流線表示

オプション レポート作成 表示

疲労解析 疲労結果の読込

メッシュ透明度: [Slider]

ヘルプを表示するには F1 キーを押してください。(MPIC)

面の面積: 176.715 mm² 半径: 7.500 mm ビューサイズ: 1538 x 827 単位: mm, deg

任意 | Default

③

[[<<] ボタンでステップ 0 の結果を表示し、コンタの [オン/オフ] ボタンでコンタ表示をオフにします。

アドインタブにある節点選択を使用して、丸鋼の中心付近の節点を選択します。(中心付近であれば選択する接点は任意。)

[プロット] ボタンをクリックします。

④

①

②

⑤

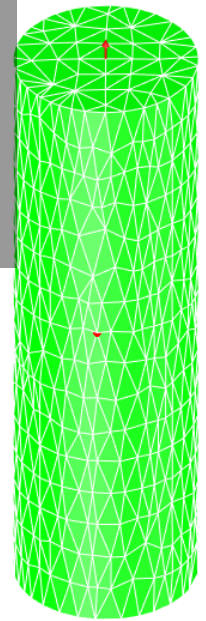
ヘルプを表示するには F1 キーを押してください。(MPIC)

ビューサイズ: 1538 x 827 単位: mm, deg 任意 | Default

アドイン アプリケーション...
アドオン ツール...

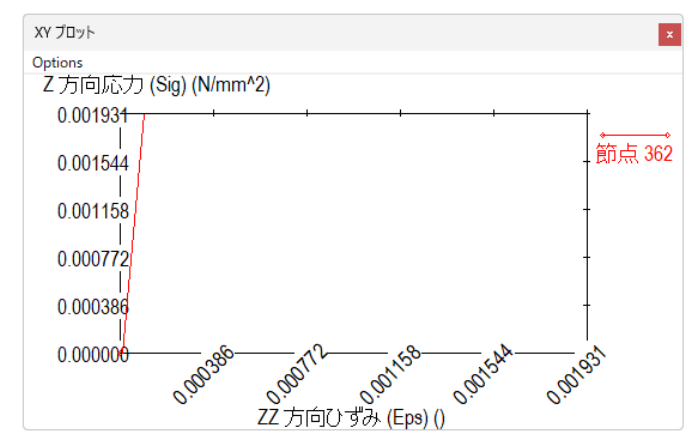
全般

IronCAD MultiPhysics



Y 軸で Z 方向応力、
X 軸で ZZ 方向ひずみ を選択します。
[結果 vs 結果] を選択して、
[プロット] をクリックします。

XY 軸で選択した結果に基づくグラフが
表示されます。



① 結果

選択節点プロット
Z 方向応力 (Sig) Y-軸
単位 N/mm^2

③ 結果 vs 時間/ステップ
 合計プロット

② 結果 vs 結果 (1 節点, すべてのステップ)
ZZ 方向ひずみ (Eps) X-軸
単位

④ 方向に沿ったプロット (現在のステップ)
方向の設定
方向
x = 1.0000 y = 0.0000 z = 0.0000
プロット

ヘルプを表示するには F1 キーを押してください。(MPIC)

ビューサイズ: 1538 x 827 単位: mm, deg

非線形解析 - 材料非線形 > 結果表示

アドイン アプリケーション...
アドオン ツール...
全般
IronCAD MultiPhysics

Show FEA
Hide FEA
Add FEA
Save FEA

材料非線形.ics

[Options] の [プロット設定...] を
クリックします。

XY プロット
Options
プロット設定...
データを CSV として保存...

節点 362

ZZ 方向ひずみ (Eps) ()

結果
自動解析 同期
選択節点プロット
Z 方向応力 (Sig) Y-軸
単位 N/mm²
 結果 vs 時間/ステップ
 合計プロット
 結果 vs 結果 (1 節点, すべてのステップ)
ZZ 方向ひずみ (Eps) X-軸
単位
 方向に沿うプロット (現在のステップ)
方向の設定
方向
x = 1.0000 y = 0.0000 z = 0.0000
プロット

ヘルプを表示するには F1 キーを押してください。(MPIC)

ビューサイズ: 1538 x 827 単位: mm, deg

アドイン アプリケーション...
アドオン ツール...

全般
IronCAD MultiPhysics

Show FEA
Hide FEA
Save FEA
Add FEA

材料非線形.ics

Multiphysics FEA

解析: 静解析MS LD s
モデル - mMKS - ユーザー設定
(1) s-SS400
拘束
固定/回転 PX0Y0Z0
負荷
荷重/圧力 70000 N
メッシュ (節点: 1539 要素: 7228 サイズ: 2.3) m
結果

結果
自動解析 同期
選択節点プロット
Z 方向応力 (Sig) Y-軸
単位 N/mm²
結果 vs 時間/ステップ
合計プロット
結果 vs 結果 (1 節点, すべてのステップ)
ZZ 方向ひずみ (Eps) X-軸
単位
方向に沿ったプロット (現在のステップ)
方向の設定
方向
x = 1.0000 y = 0.0000 z = 0.0000
プロット

X 終了、X インクリメント
Y 終了、Y インクリメントで
グラフの表示範囲を設定します。
[OK] をクリックします。

X 初期	0
X 終了	0.0025
X インクリメント	0.0005
Y 初期	0
Y 終了	500
Y インクリメント	50

XY グリッドを描画

OK キャンセル

ヘルプを表示するには F1 キーを押してください。(MPIC)

ビューサイズ: 1538 x 827 単位: mm, deg

アドイン アプリケーション...
アドオン ツール...

全般

IronCAD MultiPhysics

表示範囲の設定が完了しました。
全てのステップにおける、
ひずみと応力の関係を確認できます。

材料非線形の設定は行っていないので、
応力ひずみ線図が線形の解析結果である
ことが確認できます。

解析: 静解析MS LD s

- モデル - mMKS - ユーザー設定
- (1) s-SS400
- 拘束
- 固定/回転 PX0Y0Z0
- 負荷
- 荷重/圧力 70000 N
- メッシュ (節点: 1539 要素: 7228 サイズ: 2.3) m
- 結果

結果

自動解析 同期

選択節点プロット

Z 方向応力 (Sig) Y-軸

単位 N/mm^2

結果 vs 時間/ステップ

合計プロット

結果 vs 結果 (1 節点, すべてのステップ)

ZZ 方向ひずみ (Eps) X-軸

単位

方向に沿ったプロット (現在のステップ)

方向の設定

方向

x = 1.0000 y = 0.0000 z = 0.0000

プロット

アドイン アプリケーション...
アドオン ツール...
全般
Add FEA
Hide FEA
Save FEA
IronCAD MultiPhysics

材料非線形.ics x Multiphysics FEA

解析: 静解析MS LD s
モデル - mMKS - ユーザー設定
(1) s-SS400
拘束
固定/回転 PX0Y0Z0
負荷
荷重/圧力 70000 N
メッシュ (節点: 1539 要素: 7228 サイズ: 2.3) m
結果

結果
自動解析 同期
選択節点プロット
Z 方向応力 (Sig) Y-軸
単位 N/mm²
 結果 vs 時間/ステップ
 合計プロット
 結果 vs 結果 (1 節点, すべてのステップ)
ZZ 方向ひずみ (Eps) X-軸
単位
 方向に沿うプロット (現在のステップ)
方向の設定
方向
x = 1.0000 y = 0.0000 z = 0.0000
プロット

[データを CSV として保存...] しておきます。
保存先のパス、保存ファイル名は任意です。

今回プロットした節点番号を確認します。
節点番号 362 は、解析結果を比較する際に
使用します。
(必ずしも 362 ではありません。)

① ② ③ ④ ⑤

XY プロット
Options
プロット設定...
データを CSV として保存...
節点 362

これから、材料非線形を考慮した解析との比較を行います。

解析ツリーの右クリックメニューから [Sim をコピー...] をクリックします。

①

選択されたハンドルのプロパティを編集します。

ピュサイズ: 1538 x 827 単位: mm, deg 任意 Default

材料非線形.ics x Multiphysics FEA

[線形静解析/非線形解析] を選択して、
[OK] をクリックします。

解析タイプの選択

- 簡単重力自動解析
- 線形静解析 / 非線形解析**
- 過渡応答解析
- 固有値解析 / 振動モード
 - 応力硬化
- 線形座屈解析
- 周波数応答解析

次元

- 3D
- 2D 平面 / 平面ひずみ (Z方向-変位=0)
- 2D 平面応力 (Z方向-応力=0)
- 2D 軸対称 (symmetry bout Y-axis)

OK

キャンセル

解析

自動解析 同期

Title

物理タイプ

- 応力
- 熱伝導
- 流体
- 電気
- 電導
- 誘電
- 最小二乗熱オプション(熱流体)

マルチステップ 大変形

仮想時間

開始 0

終了 1

インクリメント 0.05

インクリメント設定: 0

オプション

Adv: Cvg 5%: Step

Sim 15

任意 Default

F1 キーを押すとヘルプを表示します。

ビューサイズ: 1538 x 827

単位: mm, deg

非線形解析 - 材料非線形 > 比較

[非線形/異方性] をチェックオンにし、
[材料の編集] をクリックします。
材料非線形要素を設定します。

材料

ライブラリ AFEMaterial 材料の編集

種類 JIS Steel

名前 SS400

非線形/異方性

物理タイプ

応力 電気

熱伝導 流体

剛体 1つの剛体としてグループ化

定義された重心を使用

ボディの更新

総数: 1

関連データ

シェル板厚 1 mm

① (1) s-SS400

① 固定/回転 PX0Y0

② 非線形/異方性

③ 自動解析

F1 キーを押すとヘルプを表示します。

非線形解析 - 材料非線形 > 比較

[Von Mises 塑性条件] と [等方硬化] にチェックを入れます。

塑性降伏応力 245 N/mm²
等方硬化係数 20,000 N/mm² を入力します。

[自動解析] をクリックします。その他の条件を変えることなく解析が実行されます。

非線形/異方性材料の編集

Name: SS400

応力 熱伝導 電気 流体

物性	値	非線形倍率	単位
ヤング率:E	206000	-	N/mm ²
ポアソン比:v	0.3	-	
密度:p	7.85e-06	-	kg/mm ³
質量減衰係数	0	-	
剛性減衰係数	0	-	
塑性降伏応力	245	-	N/mm ²
等方硬化係数	20000	-	N/mm ²
移動硬化係数 (0-1)	0	-	
塑性ひずみ熱量	0	-	J/mm ³
熱伝導率	0	-	J/s/mm/C
比熱	0	-	J/kg/C
体積発熱量	0	-	J/s/mm ³
線膨張係数参照温度	0	-	C
線膨張係数	0	-	1/C
導電率	0	-	A/V/mm
ジュール加熱から熱エネルギーへの変換係数	1	-	J/s
誘電率	0	-	V/mm
体積電荷密度	0	-	A*s/mm ³
流体粘性	0	-	N*s/mm ²

① Von Mises塑性条件
② 等方硬化
③ OK

Multiphysics FEA

解析: 静解析MS LD s
モデル - mMKS - ユーザー設定
(1) s-SS400
拘束
固定/回転 PX0Y0Z0
負荷
荷重/圧力 70000 N
メッシュ (節点: 1539 要素: 7228 サイズ: 2.3) mm
結果

材料

自動解析 同期

ライブラリ AFEMaterial 材料の編集

種類 JIS Steel

名前 SS400

非線形/異方性

材料物理タイプ
 応力 電気
 熱伝導 流体

剛体 1つの剛体としてグループ化
 定義された重心を使用

ボディの更新
総数: 1
関連データ
シェル板厚 1 mm

④ ⑤

F1 キーを押すとヘルプを表示します。

非線形解析 - 材料非線形 > 比較

材料非線形.ics

変位 [mm]

0.480166
0.436515
0.392863
0.349212
0.30556
0.261909
0.218257
0.174606
0.130954
0.0873029
0.0436515
0

解析が終了しました。

Max: 0.480166

Min: 0

Multiphysics FEA

- 解析: 静解析MS LD s
- モデル - mMKS - ユーザー設定
- (1) E NL s-SS400
- 拘束
 - 固定/回転 PX0Y0Z0
- 負荷
 - 荷重/圧力 70000 N
- メッシュ (節点: 1539 要素: 7228 サイズ: 2.3) m
- 結果

結果

自動解析 同期

解析 結果の読み込み ログ

スケール = オフ

設定 オン/オフ スケールアニメ

ステップ: 時間 20: 1

<< < 選択 > >> ステップアニメ

コンタ

設定 オン/オフ

調査

節点 要素 プロット 積分

ベクトル/流線

設定 ベクトル/凡例表示 流線表示

オプション レポート作成 表示

疲労解析 疲労結果の読み込み

メッシュ透明度: [Slider]

ヘルプを表示するには F1 キーを押してください。(MPIC)

ビューサイズ: 1538 x 827 単位: mm, deg

任意 | Default

非線形解析 - 材料非線形 > 比較

アドイン アプリケーション...
アドオン ツール...

全般
IronCAD MultiPhysics

Show FEA
Hide FEA
Save FEA
Add FEA

材料非線形.ics

Z 方向応力 N/mm²

745.08
708.837
672.594
636.351
600.108
563.865
527.622
491.379
455.136
418.893
382.65
346.407

ステップ 20 における Z 方向応力の解析結果です。

Min: 346.407

Multiphysics FEA

- 解析: 静解析MS LD s
- モデル - mMKS - ユーザー設定
- (1) E NL s-SS400
- 拘束
- 固定/回転 PX0Y0Z0
- 負荷
- 荷重/圧力 70000 N
- メッシュ (節点: 1539 要素: 7228 サイズ: 2.3) m
- 結果

結果

自動解析 同期

解析 結果の読み込み ログ

スケール = 34.1

設定 オン/オフ スケールアニメ

ステップ: 時間 20: 1

<< < 選択 > >> ステップアニメ

コンタ

設定 オン/オフ

調査

節点 要素 プロット 積分

ベクトル/流線

設定 ベクトル/凡例表示 流線表示

オプション レポート作成 表示

疲労解析 疲労結果の読み込み

メッシュ透明度: [Slider]

ヘルプを表示するには F1 キーを押してください。(MPIC)

ビューサイズ: 1538 x 827 単位: mm, deg

任意 Default

非線形解析 - 材料非線形 > 比較

材料非線形.ics

全般 IronCAD MultiPhysics

ZZ 方向ひずみ

0.0110938
0.0102774
0.00946107
0.00864469
0.00782831
0.00701193
0.00619555
0.00537917
0.00456278
0.0037464
0.00293002
0.00211364

ステップ 20 における ZZ 方向ひずみの解析結果です。

Min: 0.00211364

Max: 0.0110938

Multiphysics FEA

- 解析: 静解析MS LD s
- モデル - mMKS - ユーザー設定
- (1) E NL s-SS400
- 拘束
- 固定/回転 PX0Y0Z0
- 負荷
- 荷重/圧力 70000 N
- メッシュ (節点: 1539 要素: 7228 サイズ: 2.3) m
- 結果

結果

自動解析 同期

解析 結果の読込 ログ

スケール = 34.1

設定 オン/オフ スケールアニメ

ステップ: 時間 20: 1

コンタ

設定 オン/オフ

調査

節点 要素 プロット 積分

ベクトル/流線

設定 ベクトル/凡例表示 流線表示

オプション レポート作成 表示

疲労解析 疲労結果の読込

メッシュ透明度: [Slider]

ヘルプを表示するには F1 キーを押してください。(MPIC)

ビューサイズ: 1538 x 827 単位: mm, deg

任意 Default

[[<<]] ボタンでステップ 0 の結果を表示し、
コンタの [オン/オフ] ボタンでコンタ表示をオフにします。

[節点] ボタンをクリックし、表示されるダイアログで先ほどの
節点番号 362 を入力し、[調査/節点番号] をクリックします。
この操作で、先ほどと同じ節点を選択できます。

ダイアログを閉じ、[プロット] ボタンをクリックします。

非線形解析 - 材料非線形 > 比較

アドイン アプリケーション...
アドオン ツール...
全般
IronCAD MultiPhysics

Show FEA
Hide FEA
Add FEA
Save FEA

材料非線形.ics

Multiphysics FEA

解析: 静解析MS LD s
モデル - mMKS - ユーザー設定
(1) E NL s-SS400
拘束
固定/回転 PX0Y0Z0
負荷
荷重/圧力 70000 N
メッシュ (節点: 1539 要素: 7228 サイズ: 2.3) m
結果

結果
自動解析 同期
選択節点プロット
Z 方向応力 (Sig) Y-軸
単位 N/mm²
結果 vs 時間/ステップ
合計プロット
結果 vs 結果 (1 節点, すべてのステップ)
ZZ 方向ひずみ (Eps) X-軸
単位
方向に沿ったプロット (現在のステップ)
方向の設定
方向
x = 1.0000 y = 0.0000 z = 0.0000
プロット

XY プロット
Options
Z 方向応力 (Sig) (N/mm²)
0.009706
0.007765
0.005823
0.003882
0.001941
0.000000
0.001941 0.003882 0.005823 0.007765 0.009706
ZZ 方向ひずみ (Eps) ()
節点 362

Y 軸で Z 方向応力、
X 軸で ZZ 方向ひずみ を選択します。
[結果 vs 結果] を選択して、
[プロット] をクリックします。

XY 軸で選択した結果に基づくグラフが
表示されます。

アドイン アプリケーション...
アドオン ツール...

Show FEA
Hide FEA
Add FEA
Save FEA

全般
IronCAD MultiPhysics

材料非線形.ics

Multiphysics FEA

解析: 静解析MS LD s
モデル - mMKS - ユーザー設定
(1) E NL s-SS400
拘束
固定/回転 PX0Y0Z0
負荷
荷重/圧力 70000 N
メッシュ (節点: 1539 要素: 7228 サイズ: 2.3) m
結果

結果
自動解析 同期
選択節点プロット
Z 方向応力 (Sig) Y-軸
単位 N/mm²
 結果 vs 時間/ステップ
 合計プロット
 結果 vs 結果 (1 節点, すべてのステップ)
ZZ 方向ひずみ (Eps) X-軸
単位
 方向に沿うプロット (現在のステップ)
方向の設定
方向
x = 1.0000 y = 0.0000 z = 0.0000
プロット

[Options] の [プロット設定...] をクリックします。

①

②

XY プロット
Options
プロット設定...
データを CSV として保存...

0.007765
0.005823
0.003882
0.001941
0.000000

0.001941 0.003882 0.005823 0.007765 0.009706
ZZ 方向ひずみ (Eps) ()

節点 362

ヘルプを表示するには F1 キーを押してください。(MPIC)

ビューサイズ: 1538 x 827 単位: mm, deg

非線形解析 - 材料非線形 > 比較

アドイン アプリケーション...
アドオン ツール...
全般
Add FEA
Show FEA
Hide FEA
Save FEA
IronCAD MultiPhysics

材料非線形.ics x

XY プロット

Options
Z 方向応力 (Sig) (N/mm²)

0.009706
0.007765
0.005823
0.003882
0.001941
0.000000

XY プロット オプション

X 初期	0
X 終了	0.015
X インクリメン	0.005
Y 初期	0
Y 終了	500
Y インクリメン	50

XY グリッドを描画

OK キャンセル

結果

選択節点プロット
Z 方向応力 (Sig) Y-軸
単位 N/mm²

結果 vs 時間/ステップ
 合計プロット

結果 vs 結果 (1 節点, すべてのステップ)
ZZ 方向ひずみ (Eps) X-軸
単位

方向に沿うプロット (現在のステップ)
方向の設定

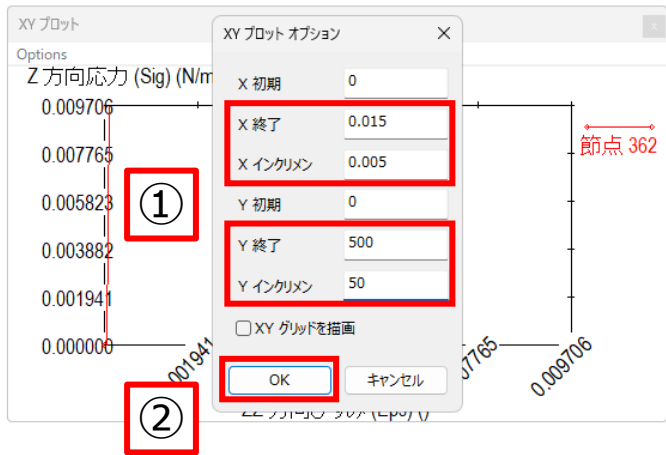
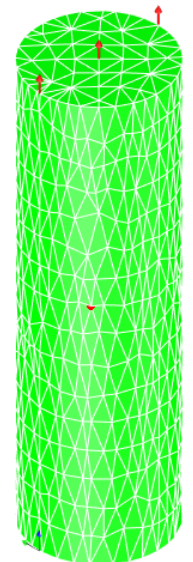
方向
x = 1.0000 y = 0.0000 z = 0.0000
プロット

ヘルプを表示するには F1 キーを押してください。(MPIC)

ビューサイズ: 1538 x 827 単位: mm, deg

creativemachine

X 終了、X インクリメント
Y 終了、Y インクリメントで
グラフの表示範囲を設定します。
[OK] をクリックします。



Multiphysics FEA

- 解析: 静解析MS LD s
- モデル - mMKS - ユーザー設定
- (1) E NL s-SS400
- 拘束
- 固定/回転 PX0Y0Z0
- 負荷
- 荷重/圧力 70000 N
- メッシュ (節点: 1539 要素: 7228 サイズ: 2.3) m
- 結果

結果

自動解析 同期

選択節点プロット
Z 方向応力 (Sig) Y-軸
単位 N/mm²

結果 vs 時間/ステップ
 合計プロット

結果 vs 結果 (1 節点, すべてのステップ)
ZZ 方向ひずみ (Eps) X-軸
単位

方向に沿うプロット (現在のステップ)
方向の設定

方向
x = 1.0000 y = 0.0000 z = 0.0000
プロット

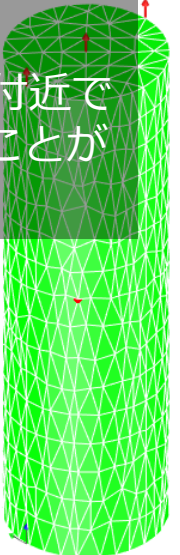
アドイン アプリケーション...
アドオン ツール...

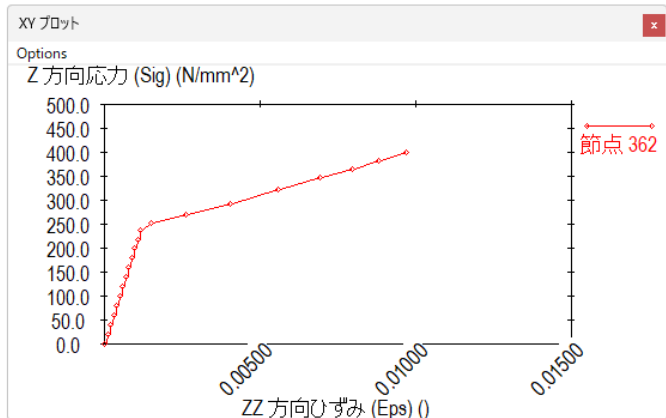
全般

IronCAD MultiPhysics

表示範囲の設定が完了しました。
全てのステップにおける、
ひずみと応力の関係を確認できます。

設定した塑性降伏応力 245 N/mm^2 付近で
応力ひずみ線図が非線形になっていることが
確認できます。





Multiphysics FEA

- 解析: 静解析MS LD s
- モデル - mMKS - ユーザー設定
- (1) E NL s-SS400
- 拘束
- 固定/回転 PX0Y0Z0
- 負荷
- 荷重/圧力 70000 N
- メッシュ (節点: 1539 要素: 7228 サイズ: 2.3) m
- 結果

結果

自動解析 同期

選択節点プロット

Z方向応力 (Sig) Y-軸

単位 N/mm²

結果 vs 時間/ステップ
 合計プロット

結果 vs 結果 (1 節点, すべてのステップ)

ZZ方向ひずみ (Eps) X-軸

単位

方向に沿うプロット (現在のステップ)

方向の設定

方向
x = 1.0000 y = 0.0000 z = 0.0000

プロット

非線形解析 - 材料非線形 > 比較

アドイン アプリケーション...
アドオン ツール...

全般
IronCAD MultiPhysics

Show FEA
Hide FEA
Add FEA
Save FEA

材料非線形.ics

Multiphysics FEA

解析: 静解析MS LD s
モデル - mMKS - ユーザー設定
(1) E NL s-SS400
拘束
固定/回転 PX0Y0Z0
負荷
荷重/圧力 70000 N
メッシュ (節点: 1539 要素: 7228 サイズ: 2.3) m
結果

結果
自動解析 同期

選択節点プロット
Z 方向応力 (Sig) Y-軸
単位 N/mm²
 結果 vs 時間/ステップ
 合計プロット
 結果 vs 結果 (1 節点, すべてのステップ)
ZZ 方向ひずみ (Eps) X-軸
単位
 方向に沿うプロット (現在のステップ)
方向の設定
方向
x = 1.0000 y = 0.0000 z = 0.0000
プロット

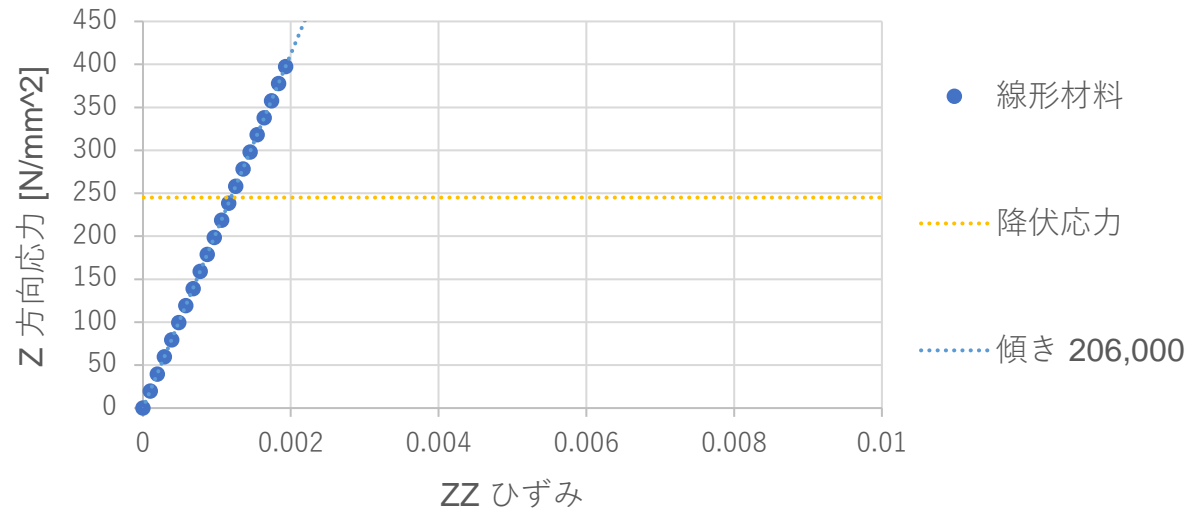
[データを CSV として保存...] しておきます。
保存先のパス、保存ファイル名は任意です。

今回調査した節点番号が、1 つ目の解析と
同じであることを確認します。

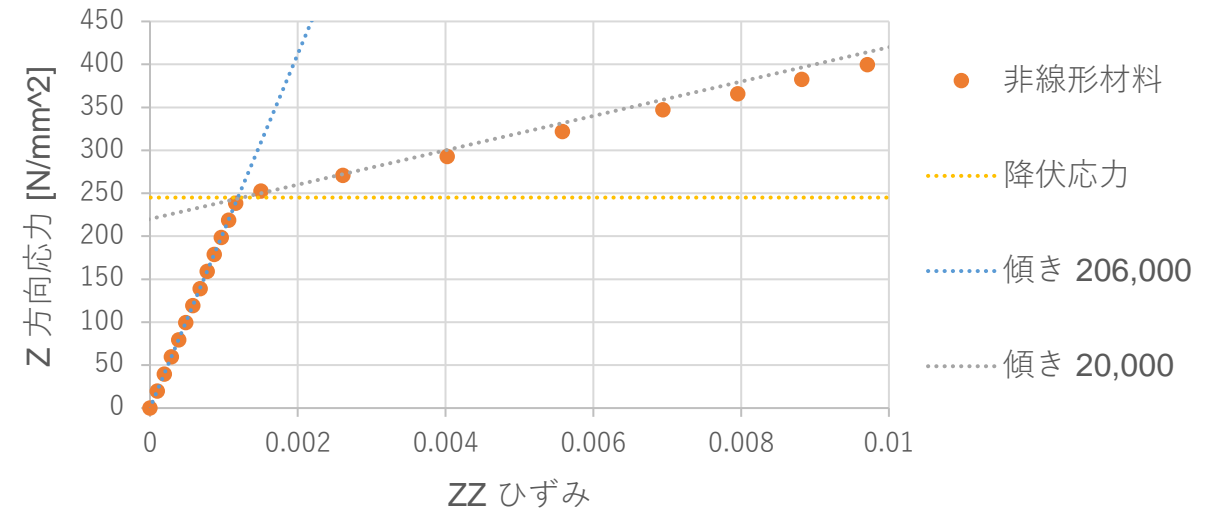
① ② ③ ④ ⑤

XY プロット
Options
プロット設定...
データを CSV として保存...
450.0
400.0
350.0
300.0
250.0
200.0
150.0
100.0
50.0
0.0
0.00500 0.01000 0.01500
ZZ 方向ひずみ (Eps) ()
節点 362

応力ひずみ線図(線形材料)



応力ひずみ線図(非線形材料)



保存した csv ファイルから作成したグラフを示します。

線形材料の解析は、ひずみと応力は常に線形関係であり、傾きは 206,000 (ヤング率)です。

非線形材料の解析は、Z 方向応力が設定した降伏応力 245 N/mm² を超えると、応力ひずみ線図の傾きが変わる (非線形になる)ことが確認できます。塑性変形を表しています。

このときの傾きは、材料の編集ダイアログで入力した、等方硬化係数 20,000 です。