

定常熱応力解析 – 角柱熱応力解析

アドイン アプリケーション...
アドオン ツール...

全般

IronCAD MultiPhysics

長さ、幅・高さがそれぞれ、
200 mm、20 mm の角柱を用いて、
熱応力解析を行います。

線膨張係数と線膨張係数参照温度
について解説します。

サイズボックスの編集

長さ: 200 OK

幅: 20 キャンセル

高さ: 20 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
- 2D図形 - 原点が図

戻る すべてカタログ

スタート 板金 ツール 拡張シェイプ 色

F1 キーを押すとヘルプを表示します。

ビューサイズ: 1585 x 827 単位: mm, deg

トリルダウン中: IntelliShz Default

定常熱応力解析 – 角柱熱応力解析 > 解析設定

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

スピンドル スピンドル 穴

貫通穴 円形 貫通穴 角形

2D図形 - 原点が図 2D図形 - 原点が図

戻る すべてのカタログ

スタート 板金 ツール 拡張シェイプ 色

ビューサイズ: 1585 x 827 単位: mm, deg

任意

Default

www.ironcad.com

creativemachine

アドイン アプリケーション...
アドオン ツール...

全般
IronCAD MultiPhysics

線形係数.ics

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
スピンドル スピンドル 穴
貫通穴 円形 貫通穴 角形
2D図形 - 原点が図 2D図形 - 原点が図
戻る すべてのカテゴリ
スタート 板金 ツール 拡張シェイプ 色

シーン ツール パネル 検索

[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 (Y 軸回転)

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: 1585 x 827 単位: mm, deg

任意

Default

creativemachine

アドイン アプリケーション...
アドオン ツール...

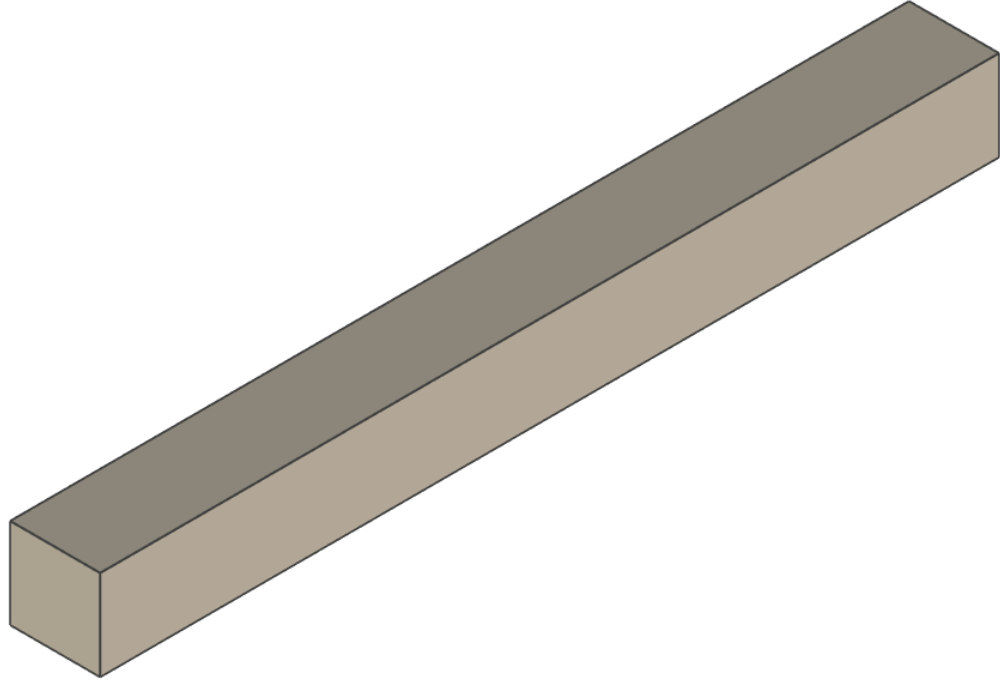
全般

線膨張係数.ics

IronCAD MultiPhysics

シーン | ツール | ヘルプ

[応力] と [熱伝導] にチェックを入れます。



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

解析

✓ ✕ 自動解析 同期

Title

物理タイプ

☒ 応力 ☐ 電気
☒ 熱伝導 ☐ 伝導
☐ 流体 ☐ 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 1

インクリメント設定: 0

オプション

Adv: Cvg 5%: Step

① ②

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

www.ironcad.com

creativemachine

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。温度が C であることを確認します。MPICにおいて、温度 °C は C と表記されます。

※長さ単位は CAD で使用している単位に合わせます。

単位設定

既定の単位系: Metric-mMKS

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 $F=M*a/G_c$, where $G_c = 1000.000000 \text{ kg} * \text{mm} / (\text{N} * \text{s}^2)$

Multiphysics FEA

解析: 静解析 st

モデル - mMKS

(1) S-Select Material Name

?? 拘束

?? 負荷

?* メッシュ

?* 結果

モデル

✓ ✕ 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

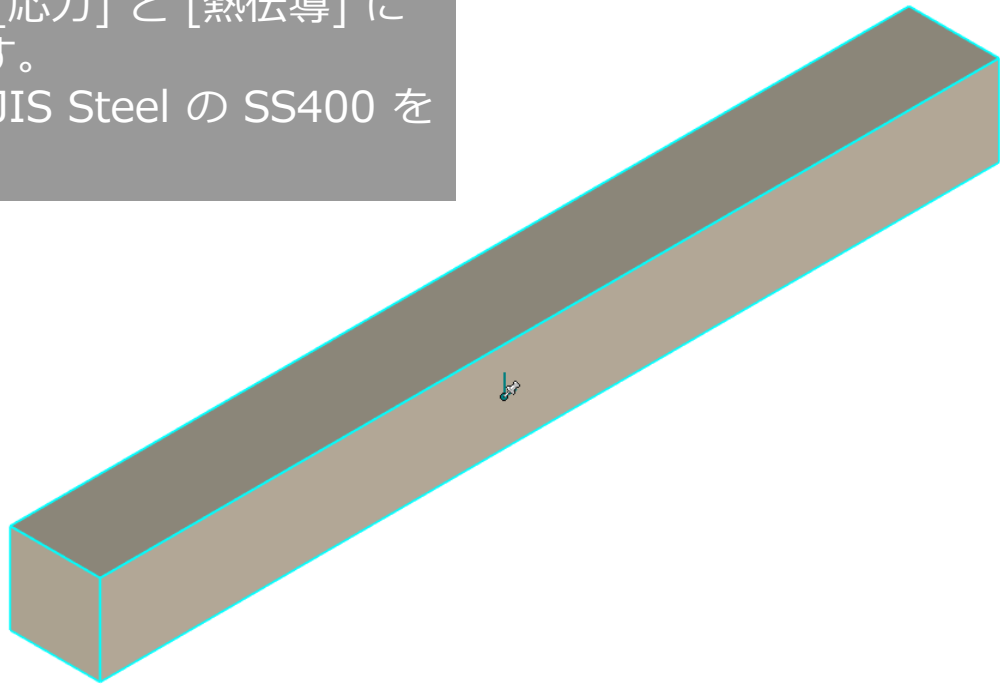
無効パーツの非表示

表示の有効 + 非表示の無効

☐ ソリッド面にシェルを作成

Sim 15

材料設定をします。
材料物理タイプで [応力] と [熱伝導] に
チェックを入れます。
ライブラリにある JIS Steel の SS400 を
設定します。



Multiphysics FEA

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

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

☐ ボディの更新 ☐ 定義された重心を使用

総数: 1

関連データ

シールド板厚: 1 mm

www.ironcad.com
ビューサイズ: 1538 x 827 単位: mm, deg
任意 Default

[材料の編集] ボタンをクリックし、今回の解析で使用される SS400 の線膨張係数参照温度が 0 C であることを確認します。

材料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。

材料の編集

Name

SS400

OK

キャンセル

☒ 応力
 ☒ 熱伝導
 ☐ 電気
 ☐ 流体

応力 材料モデル

☒ 非線形カーブ
 ☐ Von Mises 塑性条件
 ☐ 等方硬化
 ☐ 移動硬化
 ☐ Mohr Coulomb 塑性条件
 ☐ 超弾性ラバー
 ☐ 超弾性フォーム

物性

値	非線形倍率	
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	
比熱	473	
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

Multiphysics FEA

解析: 静解析 st

モデル - mMKSCユーザー設定

(1) st-SS400

?? 拘束

?? 負荷

?? メッシュ

?? 結果

材料

☒ ☐ 自動解析 同期

ライブラリ

AFEMaterial

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

www.ironcad.com ビューサイズ: 1538 x 827 単位: mm, deg 任意 Default

creativemachine

アドイン アプリケーション...
アドオン ツール...

全般

IronCAD MultiPhysics

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 st
モデル - mMKSCユーザー設定
(1) st-SS400

①

拘束

②

固定/回転

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

流入/出

拘束オプション

バネ

ダンパー

質量

結合/接着

剛体回転

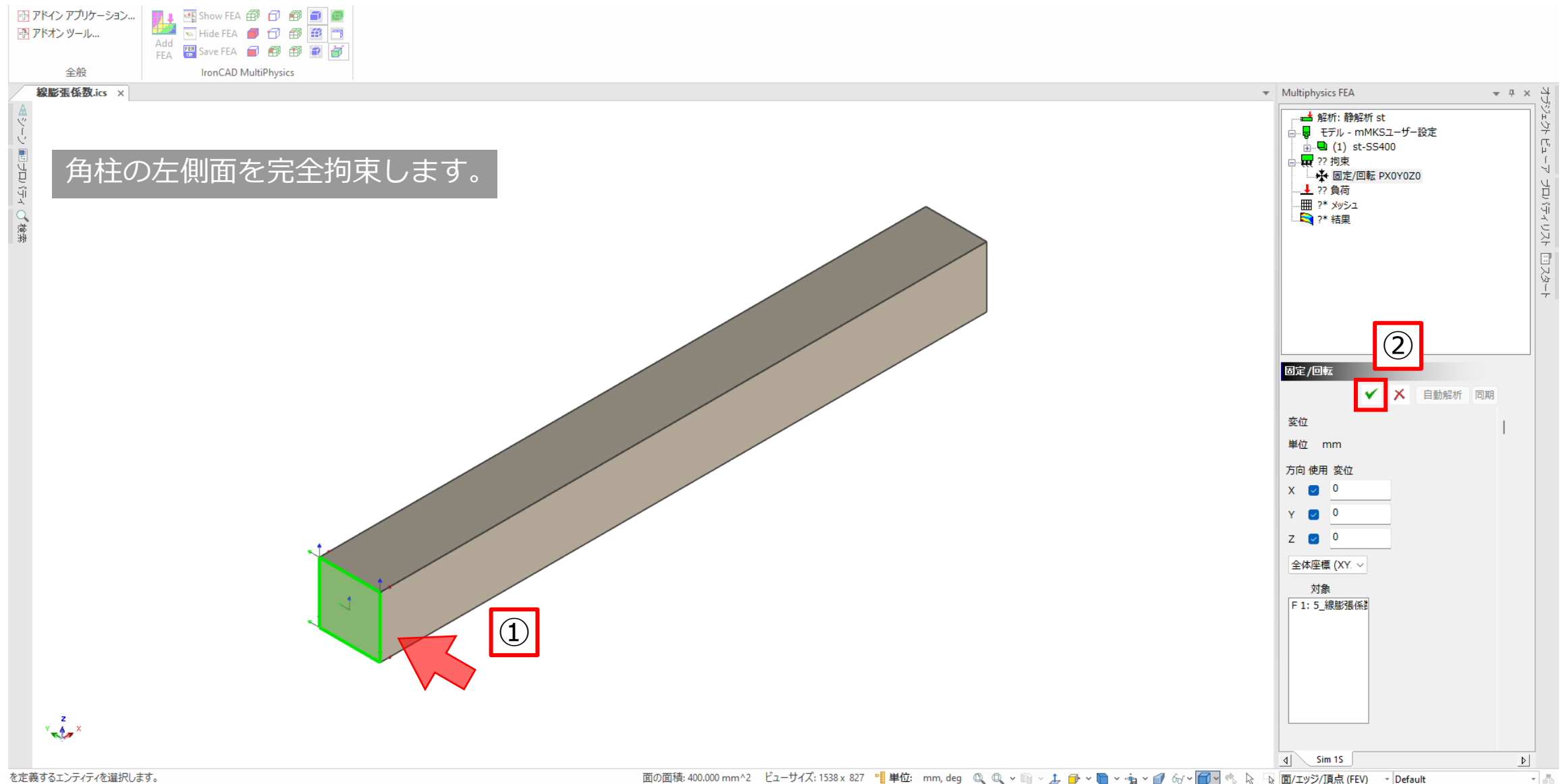
表面接触

Sim 15

任意

Default

角柱の左側面を完全拘束します。



①

②

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, Z)

対象

F 1: 5_線膨張係数

面/エッジ/頂点 (FEV) Default

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
Add FEA
Hide FEA
Save FEA

拘束条件を追加します。
[温度] を選択します。

Multiphysics FEA

解析: 静解析 st
モデル - mMKユーザー設定
(1) st-SS400

① 拘束

固定/回転
?? 負荷
?* メッシュ
?* 結果

拘束

自動解析 同期

応力
固定/回転 速度
剛体拘束 剛体結合

熱伝導 電気
② 温度 電圧

流体
速度/渦度/圧力 流入/流出

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

Sim 15

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: 400.000 mm² ビューサイズ: 1538 x 827 単位: mm, deg

任意 Default

IRONCAD の選択フィルターをパーツに設定し、角柱パーツを選択します。

温度 50 C を設定し、[自動解析] をクリックします。

① 5_線膨張係数

②

③

④

⑤

温度 50 C

自動解析

単位 C

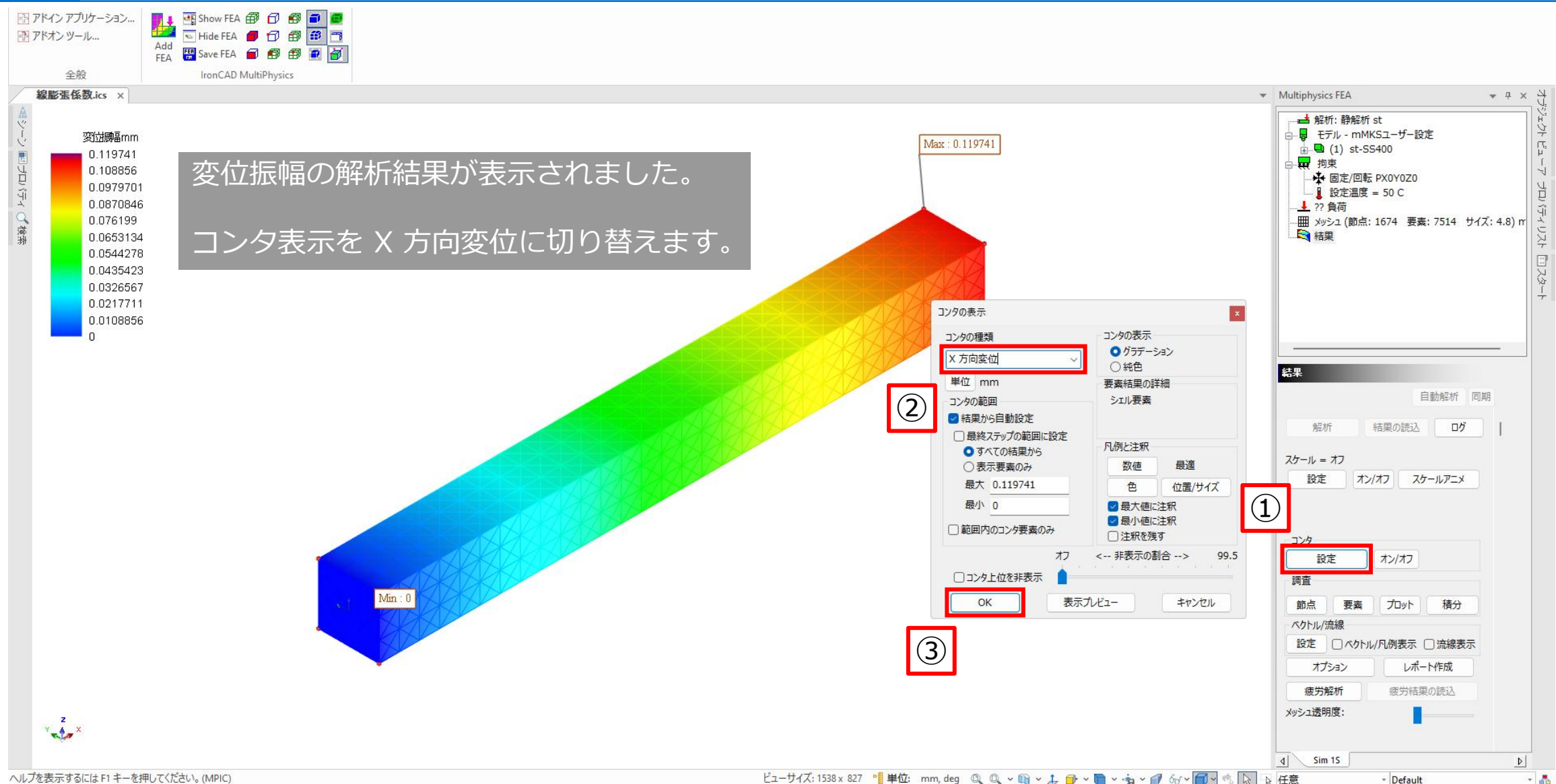
対象

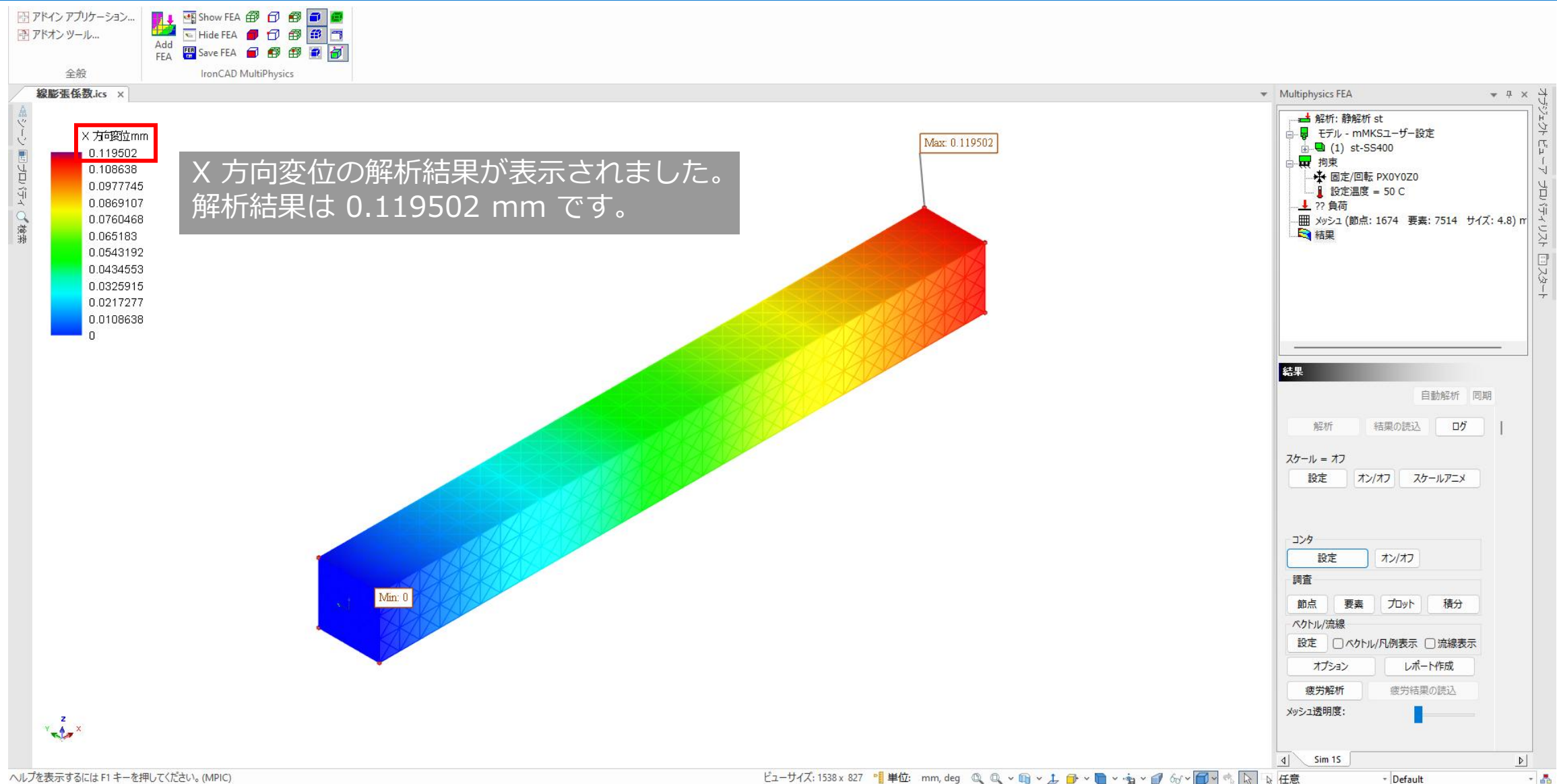
Sim 15

パーツ

ビューサイズ: 1538 x 827 単位: mm, deg

F1 キーを押すとヘルプを表示します。





アドイン アプリケーション...
アドオン ツール...

全般
線膨張係数.ics

Show FEA
Add FEA
Hide FEA
Save FEA
IronCAD MultiPhysics

線膨張係数温度を 20 C に変更し、
[自動解析] します。

材料の編集

Name SS400

☒ 応力 ☒ 熱伝導 ☐ 電気 ☐ 流体

応力 材料 モデル

☒ 非線形カーブ
☐ Von Mises 塑性条件
☐ 等方硬化
☐ 移動硬化
☐ Mohr Coulomb 塑性条件
☐ 超弾性ラバー
☐ 超弾性フォーム

物性

ヤング率 : E 206000 N/mm²
ポアソン比 : ν 0.3
密度 : ρ 7.85e-06 kg/mm³
質量減衰係数 0
剛性減衰係数 0
塑性降伏応力 0 N/mm²
等方硬化係数 0 N/mm²
移動硬化係数 (0-1) 0
塑性ひずみ熱量 0 J/mm³
熱伝導率 0.0516
比熱 473 J/s/mm³
体積発熱量 0 J/s/mm³
線膨張係数参照温度 20 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/mm³
流体粘性 0 N*s/mm²

③

OK
キャンセル

④

Multiphysics FEA

解析: 静解析 st
モデル: mMKSCユーザー設定
(1) st-SS400
拘束
固定/回転 PX0Y0Z
設定温度 = 50 C
?? 負荷
メッシュ (節点: 1674 要素: 7514 サイズ: 4.8) m
結果

材料

⑤

⑥

②

①

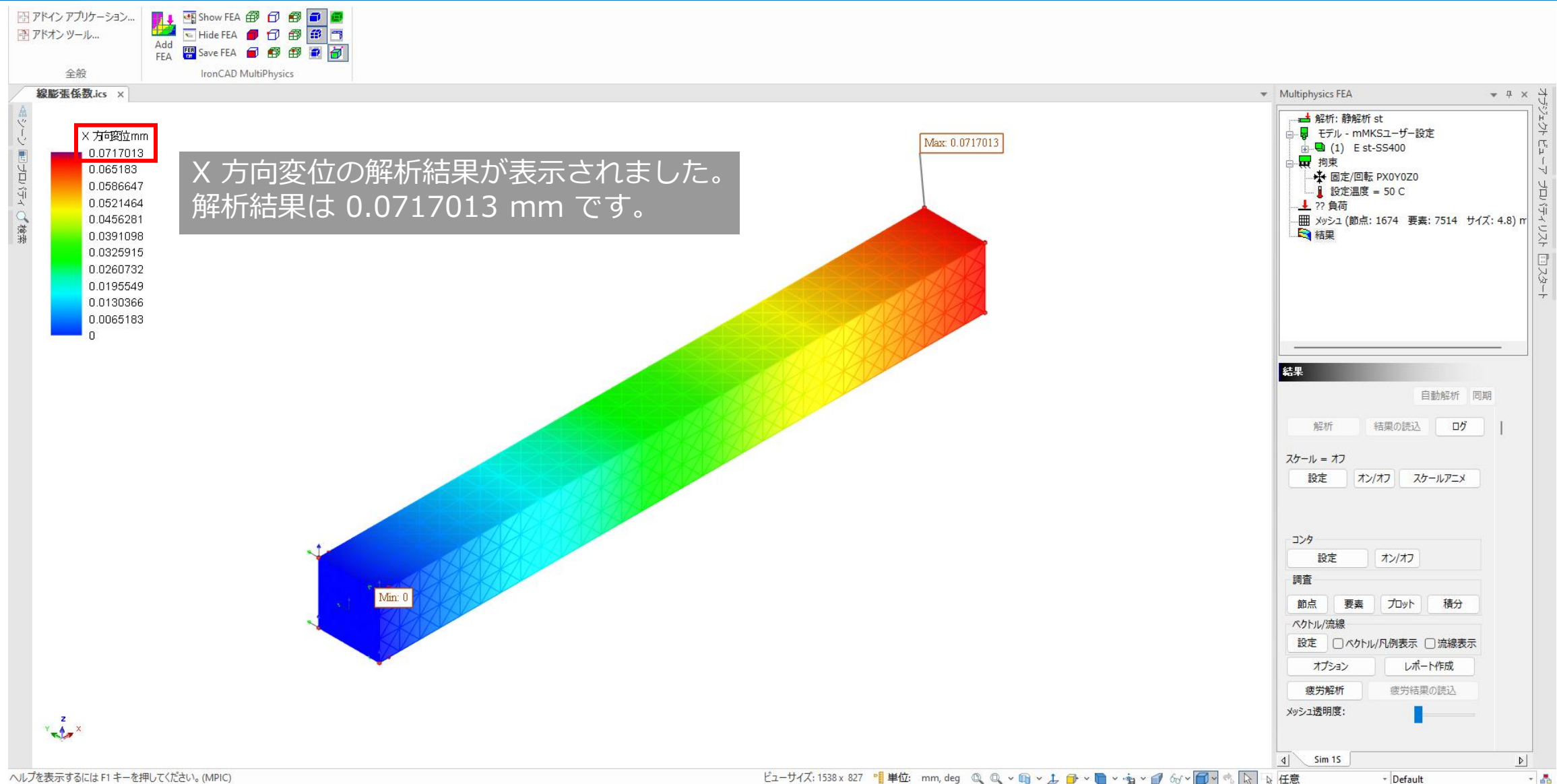
自動解析 同期
材料の編集

ライブラリ Edited
種類 編集済み
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

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

creativemachine



同様の手順で、線膨張係数温度を 50 C に変更し、[自動解析] します。

材料の編集

Name SS400

☒ 応力 ☒ 熱伝導 ☐ 電気 ☐ 流体

応力 材料モデル

- ☒ 非線形カーブ
 - ☐ 等方硬化
 - ☐ 移動硬化
- ☐ Mohr Coulomb 塑性条件
- ☐ 超弾性ラバー
- ☐ 超弾性フォーム

物性

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	-	
比熱	473	-	J/s/mm ³
体積発熱量	0	-	J/s/mm ³
線膨張係数参照温度	50	-	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

④

①

⑤

⑥

②

③

シミュレーション

結果

材料

ライブラリ Edited

種類 編集済み

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

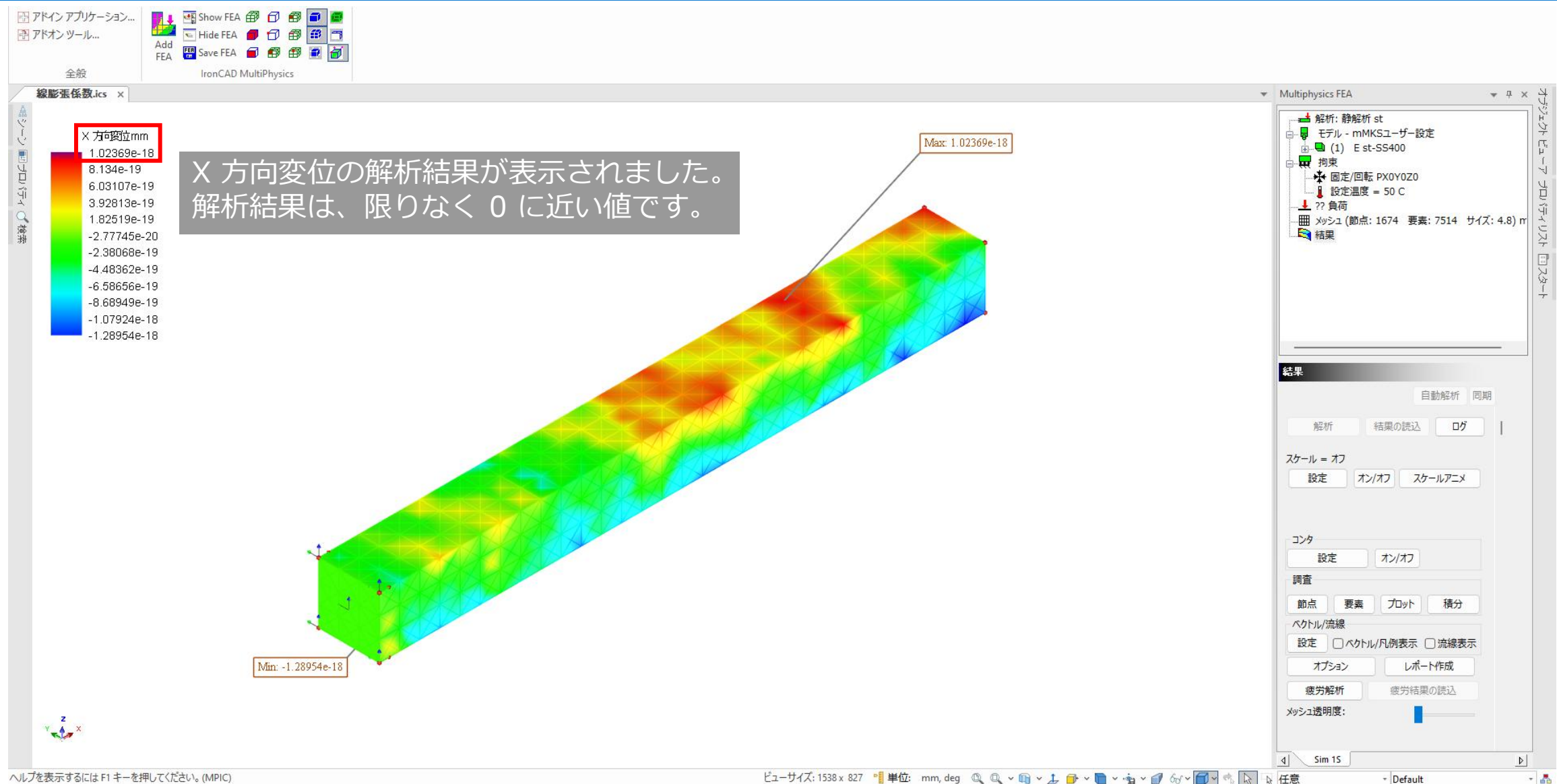
シェル板厚 1 mm

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

creativemachine



アドイン アプリケーション...
アドオン ツール...

全般

IronCAD MultiPhysics

拘束温度を 100 C に変更し、[自動解析] します。
線膨張係数温度は 50 C のままです。

Multiphysics FEA

- 解析: 静解析 st
- モデル - mMKSCユーザー設定
- (1) E st-SS400
- 拘束
 - 固定/回転 PX0Y0Z0
 - 設定温度 = 50 C
- メッシュ (節点: 1674 14 サイズ: 4.8) m
- 結果

①

③ ④

温度

✓ ✕ 自動解析 同期

②

温度 単位

100 C

対象

5_線膨張係数

Sim 15

温度を設定するエンティティを選択します。

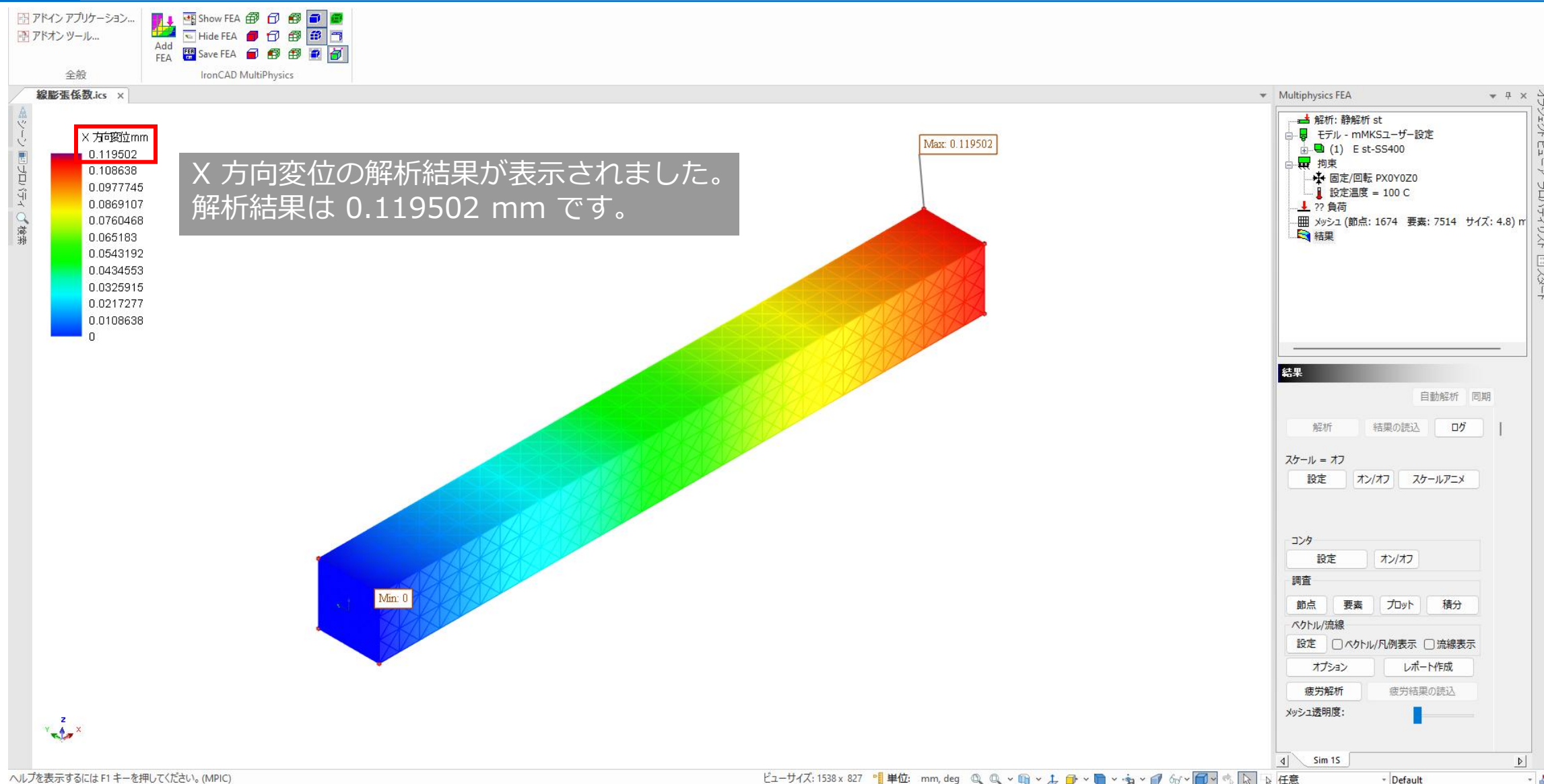
ビューサイズ: 1538 x 827

単位: mm, deg

パーツ

Default

Step 07 定常熱応力解析 – 角柱熱応力解析 > 条件変更③



温度変化 ΔT に伴う物体の熱ひずみ ε は、

$$\varepsilon = \alpha \Delta T$$

で表すことができ、 α は線膨張係数です。

ひずみは変形量 Δl と元の長さ l の比であるので、

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l}$$

変形量 Δl は、

$$\Delta l = \varepsilon l = \alpha \Delta T l$$

で求めることができます。

今回使用した SS400 の線膨張係数 α は 1.18×10^{-5} [1/C] で、温度変化 ΔT が 50 [C] の場合、

$$\Delta l = \varepsilon l = \alpha \Delta T l = 1.18 \times 10^{-5} \times 50 \times 200 = 0.118 \text{ [mm]}$$

となります。

※熱膨張率に関して、MPIC では線膨張係数を使用します。

等方性を持つ材料の場合、線膨張係数 α_l と体積膨張係数 α_v には、 $3\alpha_l \doteq \alpha_v$ の関係があります。

今回の結果と理論値をまとめます。
線膨張係数参照温度は、温度変化 ΔT の基準となる温度を意味します。

解析条件	初期	条件変更①	条件変更②	条件変更③
線膨張係数参照温度 [C]	0	20	50	50
拘束温度 [C]	50	50	50	100
温度変化 ΔT [C]	50	30	0	50
X 方向変位 [mm]	0.1195	0.0717	0	0.1195
理論値 [mm]	0.118	0.0708	0	0.118

理論値との差が大きい値である
 $\Delta T = 50$ における X 方向変位 0.1195 mm でも誤差は約 1.3 %という結果になりました。