

SalomeMecaの使い方 -- 7.0 塑性変形の基本 (非線形)

信頼性課 藤井 08/6/24

SalomeMecaの使い方 -- 7.0 塑性変形の基本 (非線形)
(SalomeMeca 2008.1)

目次

1. はじめに
2. モデルの読み込み
3. Entityの作成
4. メッシュの作成
5. Aster Codeの作成
6. Aster Codeの編集
 - 6-1. 材料定数の設定
 - 6-2. 材料の設定
 - 6-3. 境界条件の設定
 - 6-3-1. 通常の境界条件
 - 6-3-2. 非線形解析の境界条件
 - 6-3-3. 非線形解析の為の設定
 - 6-4. 非線形解析方法を定義
 - 6-5. Post処理の修正
7. 解析の実行
8. 結果の確認
9. 弾性解析との比較
10. 1次メッシュでの確認
11. 大変形について
12. 円柱の圧縮
 - 12-1. モデルの読み込み
 - 12-2. Entityの作成
 - 12-3. Code_Asterの作成
 - 12-4. 計算開始
 - 12-5. 結果の確認
13. ソースコード

1. はじめに

材料の特性（応力と歪の関係）が弾性域では比例（線形）している為、構造解析の解は、容易に求める事ができるが、塑性域に入ると、応力と歪の関係が線形ではなく、非線形となる為、解を求める事が難しくなってくる。求め方は、負荷を一度に掛けずに少しづつ掛けてその都度解を求め、最終的に解を求める方法で解く。従って、余りに大きな負荷を掛け過ぎると、途中の解が収束せず求められなくなる。この場合は、さらに時間を掛けて少しづつ負荷を掛けていく方法となる。

この方法は、CAELinuxのドキュメント tutorials/PCarricoTutorials/Plasticity/plasticity.html の内容に基づいて作成している。

2. モデルの読み込み

解析を簡単にする為、モデルは単純な四角柱の片持ち梁として解析する。「bar-100x20x10.stp」を読み込

SalomeMecaの使い方 -- 7.0 塑性変形の基本 (非線形)

む。(熱応力で解析したモデルと同じ。)

解析は、~/CAE/plastic/のフォルダを作りこの中で解析する。

3. Entityの作成

固定面、荷重を負荷する面をグループ化しておく。
ツリー構造は、下記。

Geometry

bar-100x20x10.stp_1

Bar

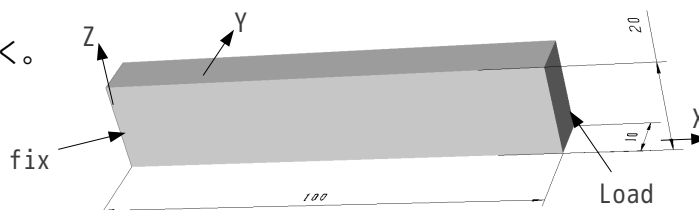
fix

load

Volume 名

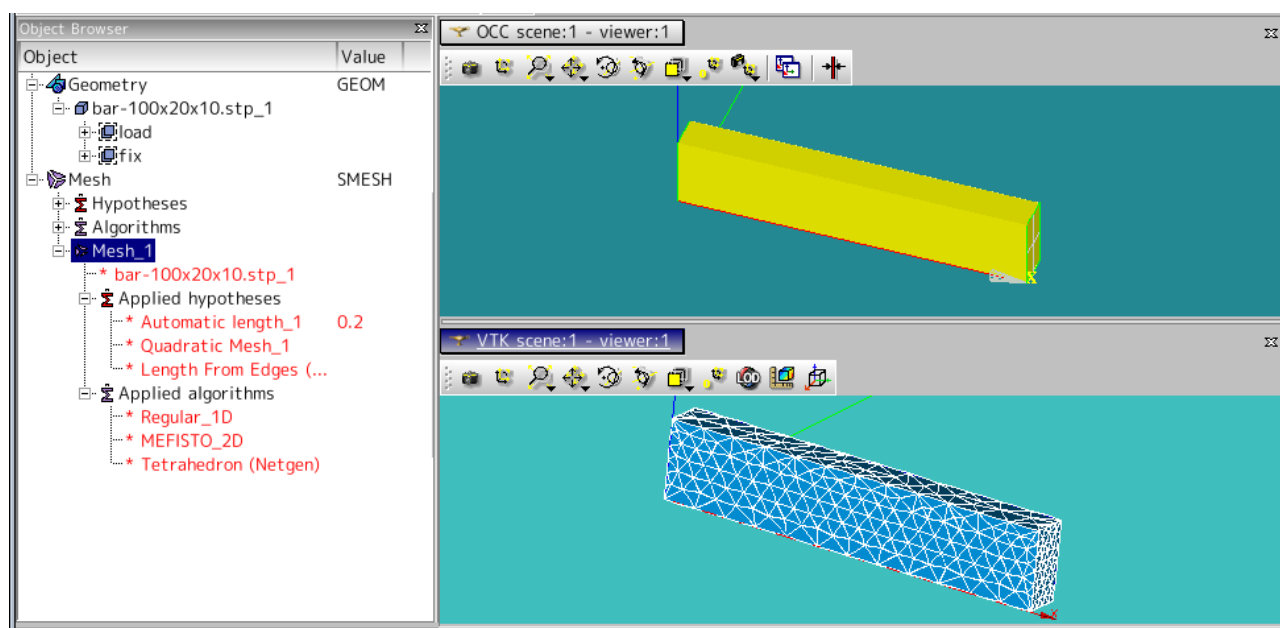
固定面 (端面)

荷重を負荷する面 (端面)



4. メッシュの作成

今回は、三角形で2次メッシュを作成した。Automatic Lengthは、クリック2回分 (0.2) とした。
ツリー構造は、下記。



5. Aster Codeの作成

ウィザードを使って、通常通りにAster Codeを作成する。

後で編集するので、材料定数、圧力を負荷する面は適当にセットしておく。

6. Aster Codeの編集

弾塑性の構造解析ができるようにAster Codeを編集する。

SalomeMecaの使い方 -- 7.0 塑性変形の基本 (非線形)

6-1. 材料定数の設定

弾塑性解析の為、材料定数は応力-歪 (真応力) 曲線を入力する。入力に当たって、まず、曲線を定義する。

この為、「DEFI_MATERIAU」の前に、「DEFI_FONCTION」を定義し、曲線のデータを入力する。

このツリーは、下記。

DEFI_FONCTION	elast_pl	ファンクションの定義。ファンクション名は任意。
NOM_PARA	EPSI	曲線の横軸 (歪)
NOM_RESU	SIGM	曲線の縦軸 (応力)
VALE	(0.0015,105, 0.05,200, 0.2,300)	XYのペアで座標を入力。 (材料定数は、適当な値を入力している。)

最初の座標が (0.0015,105.0) なので、EPSI (歪) が 0.0015 までは、弾性であり、0.0015 以上は塑性となる。(降伏点が 105Mpa となる。)

この後、材料を定義する。ツリーの構造は、下記。

DEFI_MATERIAU	A6000	材料の定義。材料名は任意。
ELAS		
E	70000	ヤング率
NU	0.3	ポアソン比
TRACTION		
SIGM	elast_pl	SIGM (応力) は、ファンクション elast_pl から求める。

6-2. 材料の設定

定義した材料をモデルにセットする。ツリーの構造は、下記。

AFFE_MATERIAU	MATE	
MAILLAGE	MAIL	
AFFE		
TOUT	OUI	モデル全体に材料を定義
MATER	A6000	材料 A6000 をセット

6-3. 境界条件の設定

弾塑性解析 (非線形) を実施する為の境界条件を設定する。

境界条件は、モデルの片側端面 (fix) を固定し、反対側の端面 (load) を 5mm 分 Z 方向に変位させる。片持ち梁は、100x20x10mm の大きさで、端面を 5mm 変位させると通常の軟鋼やアルミでは塑性変形する。

非線形解析の為、解は 1 回の計算で求められない。(線形であれば負荷と変位は比例しているので 1 回の計算で解を求められる。)

この為、5mm という大きな変位を 1 度に負荷させずに、何回かに分けて少しずつ変位させて解を求め、最終的に 5mm 変位させた時の解を求めると言うやり方になる。従って、非線形解析は、線形解析に比べて、数十?数百倍の解析時間が掛かってしまう。

境界条件を設定する方法は、通常の境界条件と非線形解析する為の境界条件 (少しずつ負荷させる条件: 今回の場合 5mm 変位) に分けて設定する。

SalomeMecaの使い方 -- 7.0 塑性変形の基本 (非線形)

6-3-1. 通常の境界条件

この境界条件は、端面 (fix) 固定の条件のみになる。このツリー構造は、下記。
ウィザードが作った圧力の条件は、ここで削除しておく。

AFFE_CHAR_MECA	CHAR	
MODELE	MODE	
DDL_IMPO		
GROUP_MA	fix	端面 (fix) を固定
DX	0	
DY	0	
DZ	0	

6-3-2. 非線形解析の境界条件

変位が 5mm という大きな値の為、5mm を数回に分けて変位させる。この為の境界条件を下記のように別で設定する。

AFFE_CHAR_MECA	chr_no	境界条件名。任意。
MODELE	MODE	設定するモデル
DDL_IMPO		
GROUP_MA	load	端面 (load) を Z 方向に 5mm 変位させる。
DZ	5	

6-3-3. 非線形解析の為の設定

ここまでの設定は、線形解析と同じであるが、ここから非線形解析の為の条件設定を行う。

5-3-2 項で設定した条件を数回に分けて少しずつ変位させていくが、この変位のさせ方を定義するファンクションを定義する。最終的に 5mm 変位させるが 5mm 変位させるまでに線形で連続した直線に当てはめ変位させるものとする。このファンクションが下記の様になる。

DEFI_FONCTION	depl_imp	ファンクション名。任意
NOM_PARA	INST	
VALE	(0,0, 1,1)	(0,0)から (1,1) まで変化させる。1 倍まで変化させる。
INTERPOL	LIN	変化の度合いは線形 (線形で近似するなら省略可)
PROL_DROITE	LINEAIRE	線形 (線形で近似するなら省略可)
PROL_GAUCHE	CONSTANT	連続の線で近似 (線形で近似するなら省略可)

5mm の変位を何回に分けて解析するのかを下記のように定義する。

DEFI_LIST_REEL	pas	
DEBUT	0	
INTERVALLE		
JUSQU_A	1	0.1 毎に 0.1 から 1 倍まで 10 回に分ける。
PAS	0.1	

SalomeMecaの使い方 -- 7.0 塑性変形の基本 (非線形)

6-4. 非線形解析方法を定義

ウィザードは、線形解析なので、MECA_STATIQUE コマンドが作成されている。この後に、静的非線形解析 (STAT_NON_LINE) コマンドを以下のように追加する。

STAT_NON_LINE	RESU	線形解析と同じ名前 (RESU) にしておく
MODELE	MODE	モデル名を指定
CHAM_MATER	MATE	材料を指定 (AFFE_MATERIAU で指定した MATE)
EXCIT		
EXCIT_1		
CHARGE	CHAR	片面固定の境界条件
EXCIT_2		
CHARGE	chr_no	5mm 変位の境界条件名
FONC_MULT	depl_imp	5mm 変位させるファンクション
COMP_INCR		
RELATION	VMIS_ISOT_TRAC	フォンミーゼスの等方硬化則を使用
DEFORMATION	SIMO_MIEHE	いわゆる大変形解析 (大変位と大回転)
b_not_resue		
INCREMENT		
LIST_INST	pas	増分方法
NEWTON		ニュートン法で収束させる
PREDICTION	TANGENTE	Tangent で解を予測
REAC_ITER	1	0 or 1 1:各 step で予測した値に置き換える
CONVERGENCE		収束方法
RESI_GLOB_RELA	1e-6	解の誤差が 1e-6 以下まで繰り返す
ITER_GLOB_MAXI	200	最大 200 回まで繰り返す
ARCHIVAGE		
LIST_INST	pas	
ARCH_ETAT_INIT	OUI	
CHAM_EXCLU	VARI_ELGA	

作成した後、線形解析 (MECA_STATIQUE) は、削除しておく。

削除すると、今までリンクされていた Post 処理側にエラーが発生するので、Post 処理側を修正する。

6-5. Post 処理の修正

CALC_ELEM、CALC_NO、IMPR_RESU を以下のように修正。

基本的には、要素と節点の計算 (CALC_ELEM と CALC_NO) はそのまま、出力 (IMPR_RESU) は殆ど書き換え。

CALC_ELEM	RESU	要素解を計算
MODELE	MODE	
CHAM_MATER	MATE	
RESULTAT	RESU	
b_noil		
b_toutes		
OPTION	(SIEF_ELNO_ELGA, EQUI_ELNO_SIGM,	

SalomeMecaの使い方 -- 7.0 塑性変形の基本 (非線形)

	EPSI_ELNO_DEPL, EQUI_ELNO_EPSI)	
CALC_NO	RESU	節点解を計算
RESULTAT	RESU	
TOUT_ORDRE	OUI	
OPTION	EQUI_NOEU_SIMG	
IMPR_RESU		
FORMAT		
b_format_med		
UNIT	80	
RESU		
RESU_1		変位を出力
MAILLAGE	MAIL	
RESULTAT	RESU	
b_info_med		
b_sensibilite		
b_extrac		
NOM_CHAM	DEPL	変位を指定
b_cmp		
NOM_CMP	(DX,DY,DZ)	XYZ 方向を指定
b_topologie		
RESU_2		相当応力を出力
MAILLAGE	MAIL	
RESULTAT	RESU	
b_info_med		
b_sensibilite		
b_extrac		
NOM_CHAM	EQUI_NOEU_SIGM	節点の相当応力を指定
b_cmp		
NOM_CMP	VMIS	フォンミーゼス応力を指定
b_topologie		

7. 解析の実行

線形解析と同様に計算開始させる。CPU関係のエラーで停止。非線形は実行時間が掛かるので、デフォルトの制限時間を変更する。

Object Browser ツリーの「LinearSratrics_3DMesh_1」を右クリックして、「Edit Code_aster case」を選択。Case Parameters 画面上的「Parameters」タグをクリック。Time を 120→360 (6分) に変更。

再度実行すると、警告は出るがエラーなく計算が終了。

計算時間は、のべで約7分、CPU時間は190秒で終了。→デフォルトの120秒では、制限時間を越えている。前記した時間は、Salomeのバージョンアップ前の計算時間であり、バージョンアップ後のSalome-MECA-2008.1では、のべで5分46秒、CPU時間は202秒かかっている。バージョンアップ前後で計算時間は、ほとんど同じ。

8. 結果の確認

SalomeMecaの使い方 -- 7.0 塑性変形の基本 (非線形)

出力項目として、変位と節点の相当応力を指定した。この為、出力形式としては、それぞれの項目に対して、10分割して非線形問題を解いたので、それぞれ10ステップ分の解が出力されている。5mm変位させた時の解は、それぞれの最後の項目が解になる。

・変位の確認結果

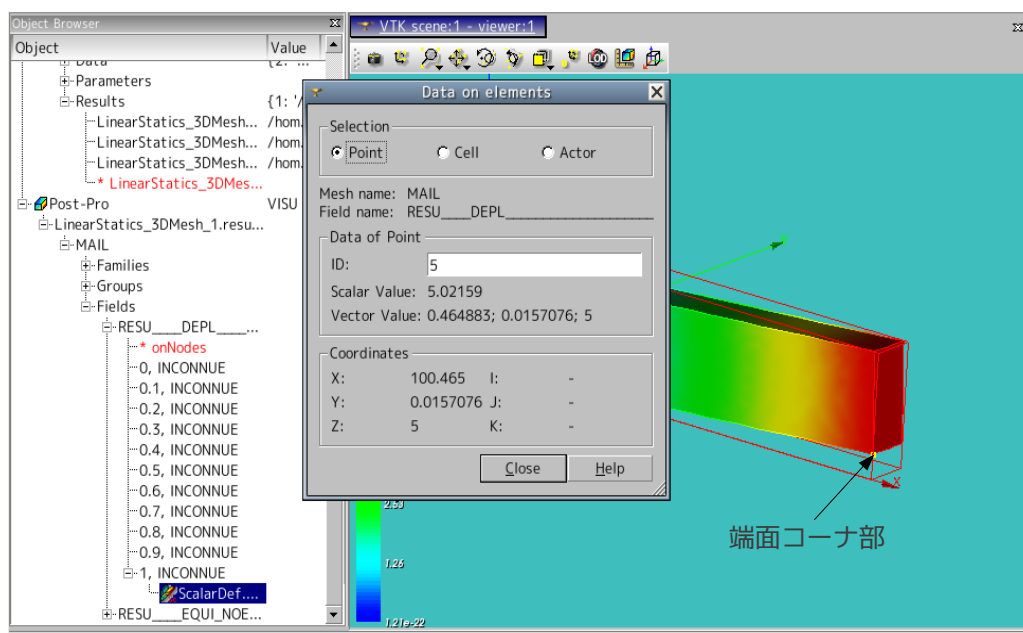
最大変位は、先端で5.05mm変位している。

端面コーナ部の変位は、

Scalar 5.0216mm

Vector 0.0465 0.0157 5.0000

であり、条件設定したZ軸方向5mmに設定されている。下記参照。



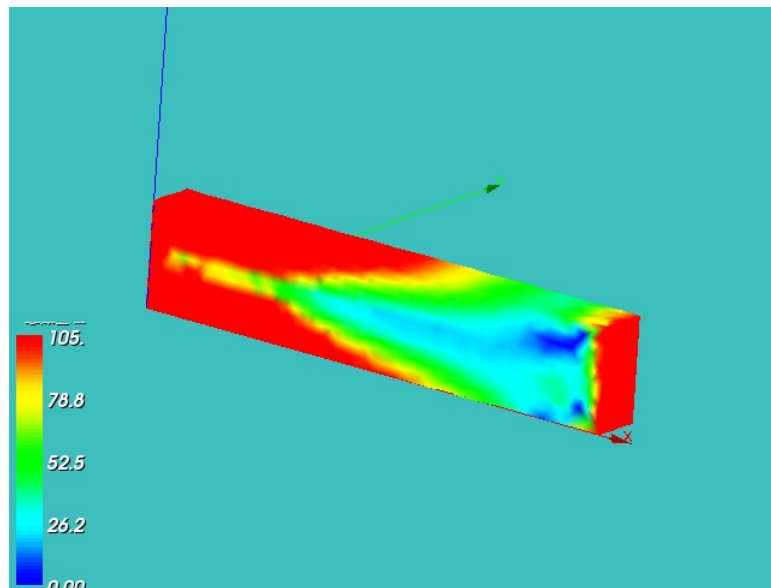
・相当応力の確認結果

最大応力は、155MPaでとまっている。

塑性変形し始める応力は、105MPaなので、グラフの最大目盛りを105にセットして、再描画させると、塑性変形領域が、固定面から先端に向かって狭くなっている様子がわかる。下図参照。

結果のファイルサイズは、線形解析に比べて当然大きくなっている。10ステップに分けた為、約10倍の大きさになるので、注意。

SalomeMecaの使い方 -- 7.0 塑性変形の基本 (非線形)



9. 弾性解析との比較

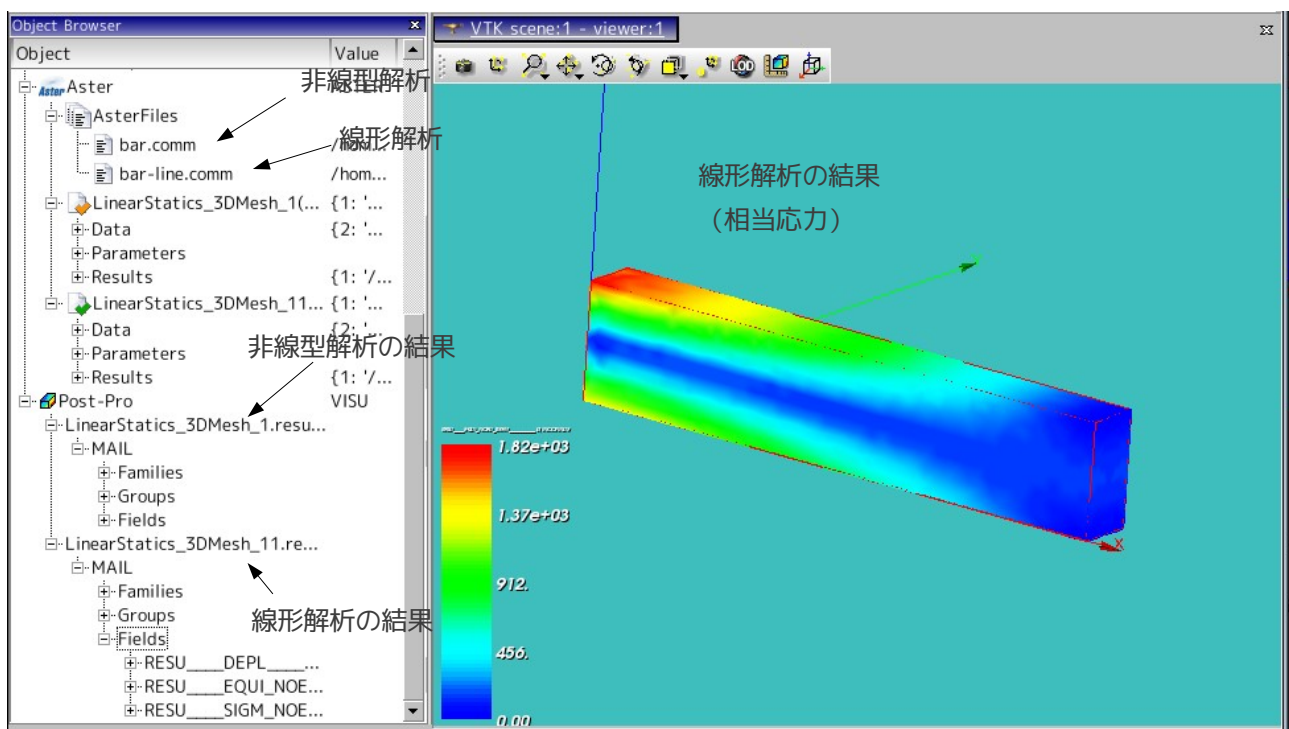
Salome 画面を Aster 画面に変えて、ウィザードを使って、新たな Aster Code を作成し、名前を変えて保存しておく。(bar-line.comm に設定した。)

Aster Code を編集して、材料定数 (ヤング率、ポアソン比)、境界条件を同じ条件に設定。

設定後計算させると、CPU 時間 10 秒で終了。非線形に比べて、1/10 以下の時間で終了している。

弾塑性解析結果と弾性解析結果の 2 種類が Object Browser ツリー追加され、2 種類の結果が見れるようになる。この計算結果を比較すると、弾性解析結果は、最大相当応力：1820MPa であり、非線形の弾塑性解析と比べるとずいぶん大きな値になっている。下図参照。

塑性変形は、応力-歪線図からも判るように、小さな荷重 (応力) で歪が大きくなる。この為、弾塑性解析した場合の相当応力は小さくなる。



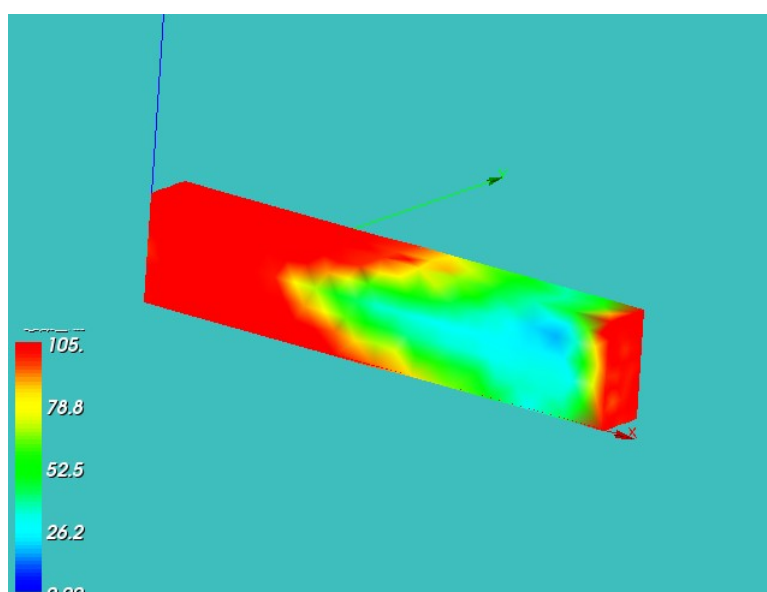
SalomeMecaの使い方 -- 7.0 塑性変形の基本 (非線形)

10. 1次メッシュでの確認

メッシュを1次メッシュに変更して、非線形解析を同様に確認すると、計算時間は、7分→約30秒で終了した。1次メッシュは、やはり早い。

最大相当応力は、143MPaとなったが、全体の分布（最大目盛りを105MPaで確認）は、遜色ない。（最大値は異なるが平均は合う。）

やはり、非線形解析は、1次メッシュでメッシュを細かくするべきか。



11. 大変形について

非線形解析（弾塑性解析）を実施する時は、通常大きく変位させて解析することが多い。変位（回転含む）が大きいと、微小変位では、誤差が少なかった（ $\{\Delta y \cdot \Delta x\} = 0$ 、 $\sin\theta = \theta$ とする事ができる状態）ものが変位が大きくと無視できなくなってしまう。この為、これらをどのように扱うかを指定するのが、STAT_NON_LIN コマンド内の COMP_INCR コマンドとなる。（6-4 項参照）

COMP_INCR コマンドには、以下のオペランドが準備されているので、必要に応じて使い分ける。

RELATION	
VMIS_ISOT_TRAC	フォンミーゼスの等方硬化則（塑性変形では一般的）
DEFORMATION	
SMALL	微小変位 変位が5%以下の場合（弾性解析で変位が小さい場合）
PETIT_REAC	微小変位、ただし大変形の近似として使用可能。 （大変形とする時は、各ステップを非常に小さい間隔にする。）
GREEN	微小変位、大回転
SIMO_MIEHE	大変形、大回転（塑性）

従って、弾塑性解析では、通常

```
RELATION      VMIS_ISOT_TRAC
DEFORMATION   SIMO_MIEHE
```

を使って解析することになる。

線形解析でを使用した MECA_STATIQUE は、上記の SMALL（微小変位）で解析した答えと思った方がいい。この

SalomeMecaの使い方 -- 7.0 塑性変形の基本 (非線形)

為、MECA_STATIQUE で解析したひずみが5%を越えるような変形の場合、答えは疑わしいので、非線形解析で大変形を使って答えをだす。

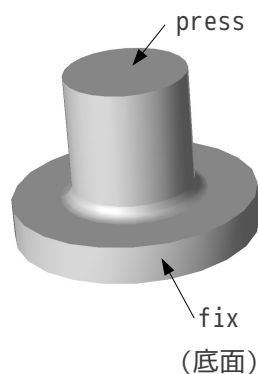
12. 円柱の圧縮

塑性加工としてかしめ加工があるが、このかしめを想定したモデルで塑性解析を実施してみる。モデルは、円盤の上に、円柱が立っているモデルで円柱を圧縮して、円柱の形状がどのように変化するかを確認する。(通常円柱を圧縮するとたいこ形状になる。円柱の端面に荷重を掛けるので、端面は、摩擦により殆ど伸びない。円柱の中央付近は、圧縮により膨らんでたいこ形状になる。)

12-1. モデルの読み込み

「Pole.stp」を読み込む。このモデルは、円盤の上に円柱のポールが立っているモデル。解析は、~/CAE/plastic-pole/のフォルダを作りこの中で解析する。

円柱外形 : $\Phi 10\text{mm}$
 円柱高さ : 10mm
 つなぎ R : $R1\text{mm}$
 円盤外形 : $\Phi 20\text{mm}$
 円盤板厚 : $t3\text{mm}$



12-2. Entityの作成

円盤の底面 (fix) と円柱の上面 (press) でグループ化する。計算は、fix を拘束し、press 面を Z 方向に 3mm 下げる。この時、press 面の XY 方向は拘束する。

```
Geometry
pole.stp_1
  fix
  press
```

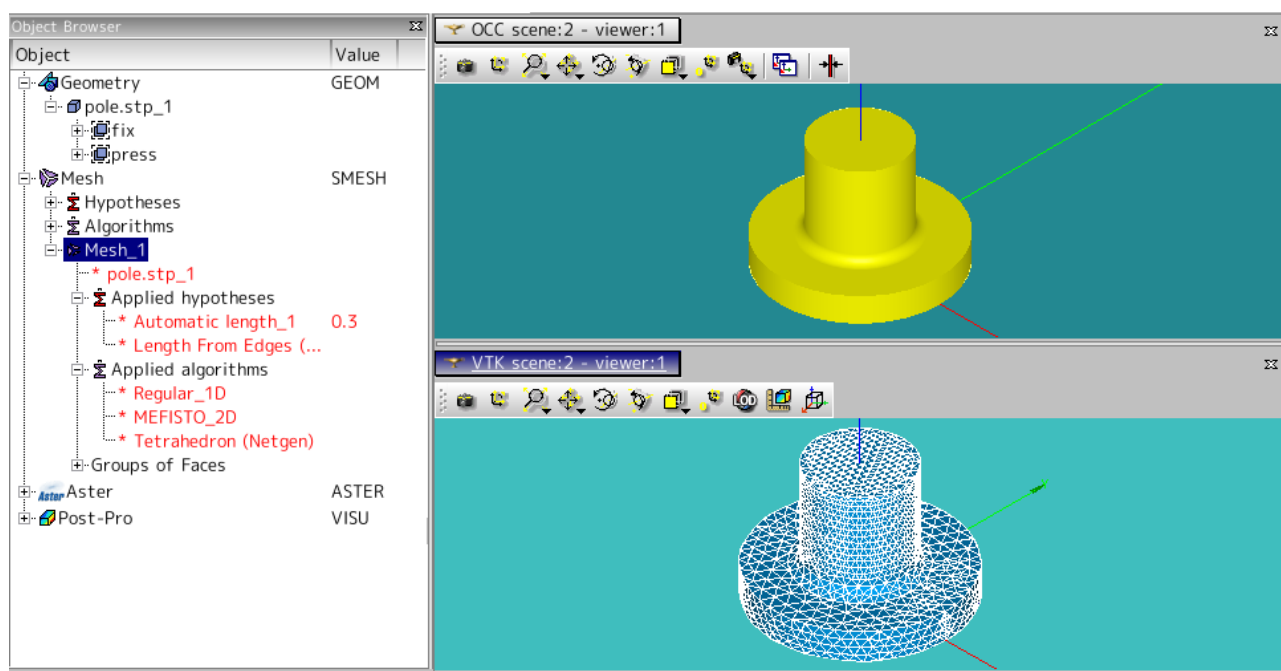
12-3. メッシュの作成

自動メッシュで2回クリックしメッシュ (1次メッシュ) を作成。

```
Mesh
Hypotheses
Algorithms
Mesh_1
  *pole.stp_1
  Applied hypotheses
    Automatic length_1      0.3   クリック3回分
    Length From Edges (2D Hyp. for Triangulator)
  Applied algorithms
    Regular_1D
    MEFISTO_2D
```

SalomeMecaの使い方 -- 7.0 塑性変形の基本 (非線形)

Tetrahedron(Netgen)



12-3. Code_Aster の作成

材料定数、境界条件など、同じ方法で作成する。

拘束条件は、

fix 面 : XYZ 方向を拘束
 press 面 : XY 方向を拘束、Z 方向は -3mm 変位させる

となる。

12-4. 計算開始

計算は、途中でうまく行っていたが、途中でエラーで停止。今回の場合、ひずみが大きすぎるので、6-1 項で入力したひずみよりも大きくなってしまったことが原因。

この為、値は、下記を入力。

```
DEFI_FONCTION elast_pl       ファンクションの定義。ファンクション名は任意。
NOM_PARA       EPSI           曲線の横軸 (歪)
NOM_RESU       SIGM           曲線の縦軸 (応力)
VALE           (0.0015,105,   XY のペアで座標を入力。
                  0.05,200,
                  0.2,300,
                  2,3000)
```

上記の、(2,3000) を追加して入力した。どうも、定義した応力-ひずみ線図の値から計算結果がはみ出た場合は、計算できないようだ。

再計算するもエラー発生。収束せず発散してしまう。この為、DEFI_LIST_REEL を以下の様に変更。つまり、圧縮し始めを細かく分割して、計算させる。

SalomeMecaの使い方 -- 7.0 塑性変形の基本 (非線形)

```

A6000=DEFI_MATERIAU(ELAS=_F(E=70000,
                          NU=0.3, ),
                    TRACTION=_F(SIGM=elast_pl, ), );

MA=DEFI_MATERIAU(ELAS=_F(E=130300.0,
                          NU=0.343, ), );

MAIL=LIRE_MAILLAGE(FORMAT='MED', );

MODE=AFFE_MODELE(MAILLAGE=MAIL,
                 AFFE=_F(TOUT='OUI',
                         PHENOMENE='MECANIQUE',
                         MODELISATION='3D', ), );

MAIL=MODI_MAILLAGE(reuse =MAIL,
                  MAILLAGE=MAIL,
                  ORIE_PEAU_3D=_F(GROUP_MA='load', ), );

MATE=AFFE_MATERIAU(MAILLAGE=MAIL,
                  AFFE=_F(TOUT='OUI',
                          MATER=A6000, ), );

CHAR=AFFE_CHAR_MECA(MODELE=MODE,
                   DDL_IMPO=_F(GROUP_MA='fix',
                               DX=0.0,
                               DY=0.0,
                               DZ=0.0, ), );

chr_no=AFFE_CHAR_MECA(MODELE=MODE,
                    DDL_IMPO=_F(GROUP_MA='load',
                                DZ=5, ), );

depl_imp=DEFI_FONCTION(NOM_PARA='INST', VALE=(0,0,
                                             1,1,
                                             ), INTERPOL='LIN', PROL_DROITE='LINEAIRE', PROL_GAUCHE='CONSTANT', );

pas=DEFI_LIST_REEL(DEBUT=0,
                  INTERVALLE=_F(JUSQU_A=1,
                                PAS=0.1, ), );

RESU=STAT_NON_LINE(MODELE=MODE,
                  CHAM_MATER=MATE,
                  EXCIT=( _F(CHARGE=CHAR, ),
                          _F(CHARGE=chr_no,
                              FONC_MULT=depl_imp, ), ),
                  COMP_INCR=_F(RELATION='VMIS_ISOT_TRAC',
                                DEFORMATION='SIMO_MIEHE', ),
                  INCREMENT=_F(LIST_INST=pas, ),
                  NEWTON=_F(PREDICTION='TANGENTE',

```

SalomeMecaの使い方 -- 7.0 塑性変形の基本 (非線形)

```

        REAC_ITER=1,),
CONVERGENCE=_F(RESI_GLOB_MAXI=200,
                RESI_GLOB_RELA=1e-6,),
ARCHIVAGE=_F(LIST_INST=pas,
             ARCH_ETAT_INIT='OUI',
             CHAM_EXCLU='VARI_ELGA',),);

```

```

RESU=CALC_ELEM(reuse =RESU,
              MODELE=MODE,
              CHAM_MATER=MATE,
              RESULTAT=RESU,
              OPTION=('SIEF_ELNO_ELGA', 'EQUI_ELNO_SIGM', 'EPSI_ELNO_DEPL', 'EQUI_ELNO_EPSI',),);

```

```

RESU=CALC_NO(reuse =RESU,
            RESULTAT=RESU,
            OPTION=('SIGM_NOEU_DEPL', 'EQUI_NOEU_SIGM',),);

```

```

IMPR_RESU(FORMAT='MED',
          UNITE=80,
          RESU=( _F(MAILLAGE=MAIL,
                  RESULTAT=RESU,
                  NOM_CHAM='DEPL',),
              _F(RESULTAT=RESU,
                  NOM_CHAM='EQUI_NOEU_SIGM',
                  NOM_CMP='VMIS',),),);

```

```
FIN();
```

```

----- pole.comm の内容 -----
DEBUT();

```

```

elast_pl=DEFI_FONCTION(NOM_PARA='EPSI',NOM_RESU='SIGM',VALE=(0.0015,105.0,
                0.05,200.0,
                0.2,300.0,
                2.0,3000.0,
                ),);

```

```

A6000=DEFI_MATERIAU(ELAS=_F(E=70000.0,
                NU=0.3,),
                TRACTION=_F(SIGM=elast_pl),);

```

```

MA=DEFI_MATERIAU(ELAS=_F(E=130300.0,
                NU=0.343),);

```

```
MAIL=LIRE_MAILLAGE(FORMAT='MED',);
```

```

MODE=AFFE_MODELE(MAILLAGE=MAIL,
                AFFE=_F(TOUT='OUI',
                PHENOMENE='MECANIQUE',
                MODELISATION='3D',),);

```

SalomeMecaの使い方 -- 7.0 塑性変形の基本 (非線形)

```

MAIL=MODI_MAILLAGE(reuse =MAIL,
                   MAILLAGE=MAIL,
                   ORIE_PEAU_3D=_F(GROUP_MA='press',),,);

MATE=AFFE_MATERIAU(MAILLAGE=MAIL,
                   AFFE=_F(TOUT='OUI',
                           MATER=A6000),,);

CHAR=AFFE_CHAR_MECA(MODELE=MODE,
                    DDL_IMPO=( _F(GROUP_MA='fix',
                                   DX=0.0,
                                   DY=0.0,
                                   DZ=0.0),
                               _F(GROUP_MA='press',
                                   DX=0.0,
                                   DY=0.0),),,);

chr_no=AFFE_CHAR_MECA(MODELE=MODE,
                     DDL_IMPO=_F(GROUP_MA='press',
                                   DZ=-3.0),,);

depl_imp=DEFI_FONCTION(NOM_PARA='INST',VALE=(0.0,0.0,
                                              1.0,1.0,
                                              ),INTERPOL='LIN',PROL_DROITE='LINEAIRE',PROL_GAUCHE='CONSTANT',);

pas=DEFI_LIST_REEL(DEBUT=0.0,
                  INTERVALLE=( _F(JUSQU_A=0.1,
                                   NOMBRE=5),
                               _F(JUSQU_A=1,
                                   NOMBRE=5),),,);

RESU=STAT_NON_LINE(MODELE=MODE,
                   CHAM_MATER=MATE,
                   EXCIT=( _F(CHARGE=CHAR,),
                           _F(CHARGE=chr_no,
                               FONC_MULT=depl_imp),),),
                   COMP_INCR=_F(RELATION='VMIS_ISOT_TRAC',
                                   DEFORMATION='SIMO_MIEHE',),
                   INCREMENT=_F(LIST_INST=pas,),
                   NEWTON=_F(PREDICTION='TANGENTE',
                               REAC_ITER=1,),
                   CONVERGENCE=_F(RESI_GLOB_RELA=1e-6,
                                   ITER_GLOB_MAXI=200,),
                   ARCHIVAGE=_F(LIST_INST=pas,
                                   ARCH_ETAT_INIT='OUI',
                                   CHAM_EXCLU='VARI_ELGA',),,);

RESU=CALC_ELEM(reuse =RESU,
               MODELE=MODE,

```

SalomeMecaの使い方 -- 7.0 塑性変形の基本 (非線形)

```
CHAM_MATER=MATE,  
RESULTAT=RESU,  
OPTION=('SIEF_ELNO_ELGA', 'EQUI_ELNO_SIGM', 'EPSI_ELNO_DEPL', 'EQUI_ELNO_EPSI', ), );
```

```
RESU=CALC_NO(reuse =RESU,  
             RESULTAT=RESU,  
             OPTION=('SIGM_NOEU_DEPL', 'EQUI_NOEU_SIGM', ), );
```

```
IMPR_RESU(FORMAT='MED',  
          UNITE=80,  
          RESU=_F(MAILLAGE=MAIL,  
                 RESULTAT=RESU,  
                 NOM_CHAM=('SIGM_NOEU_DEPL', 'EQUI_NOEU_SIGM', 'DEPL', ), ), );
```

```
FIN();
```