

SalomeMecaの使いかた -- 7.1 塑性-負荷を変化させる

信頼性課 藤井 08/6/28

SalomeMecaの使い方 -- 7.1 塑性-負荷を変化させる (SalomeMeca 2008.1)

目次

1. はじめに
2. Poleモデルの読み込み
3. 解析方法
4. Entityの作成
5. メッシュの作成
6. Code_Asterの作成
 - 6-1. 解析用フォルダ、ファイルの作成
 - 6-2. ASTKファイルの作成
 - 6-3. ASTKの起動
 - 6-4. ASTKの初期化
 - 6-5. ASTKファイルの読み込み
 - 6-6. Code_Asterの編集
7. 計算開始
 - 7-1. エラー修正
 - 7-2. 再計算
8. 結果の確認
9. 終了処理
10. 塑性変形の形状確認
 - 10-1. 解析方法
 - 10-2. ASTKファイルの作成
 - 10-3. ASTKの起動
 - 10-4. Code_Asterの作成
 - 10-5. 計算開始
 - 10-6. 結果の確認
11. ASTKのファイルオープンに関するエラーについて

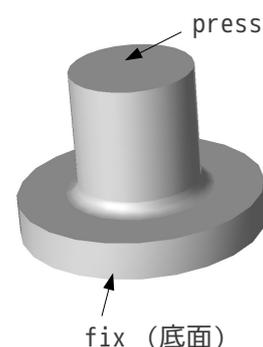
1. はじめに

弾塑性変形は、モデルに負荷を掛けて変形（弾性変形+塑性変形）させた後、負荷を取り除くと塑性変形分のみ残り元の形状に戻らない。このような解析を行おうとすると、塑性変形させた後に負荷を取り除く事になるので、負荷の大きさを時間的に変化させて解析する必要がある。ここで、負荷を変化させて弾塑性解析する問題を解く。

2. Poleモデルの読み込み

モデルは、塑性変形で使ったモデル「pole.stp」を使うので、これを読み込む。

円柱外形： $\phi 10\text{mm}$
円柱高さ： 10mm



SalomeMecaの使いかた -- 7.1 塑性-負荷を変化させる

つなぎ R : R1mm
 円盤外形 : $\phi 20\text{mm}$
 円盤板厚 : t3mm

3. 解析方法

「塑性変形の基本」で解析した方法に修正を加え解析する。今回は、負荷を変化させて解析する為、press面をZ軸方向に-3mm変位（3mm縮める）させた後、press面を元の位置までもどす方法をとる。（負荷の変化：press面を-3mm変位→変位0まで戻す。）fix面は固定する。press面を-3mm変位させたとき、既に塑性変形して縮んでいる為、元の位置まで戻した時は、引っ張って伸ばしていることになる。

4. Entityの作成

解析に使用する面を下記のように定義する。塑性変形の基本と同じ。

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

5. メッシュの作成

自動メッシュで2回クリックし、メッシュを作成。メッシュは1次メッシュとした。塑性変形の基本と同じ。

Mesh_1の下に、fixとpressのグループ化が必要なので、作成しておく。

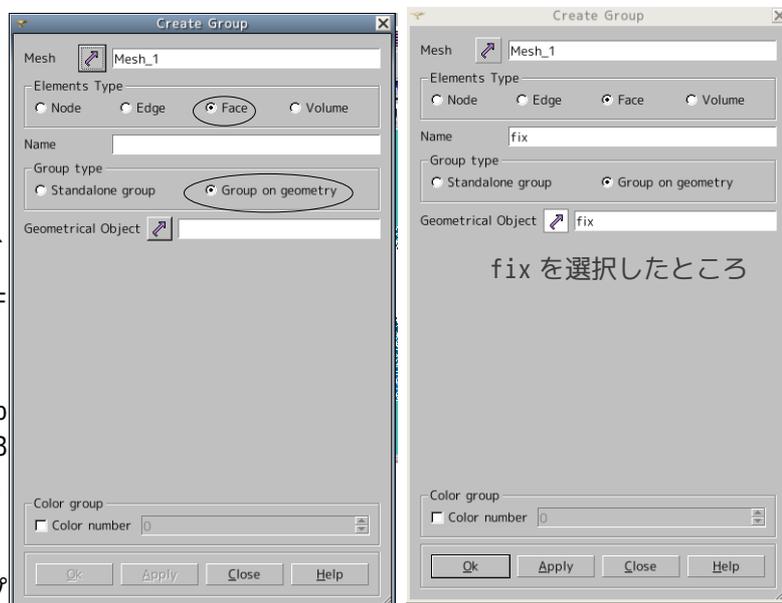
作成方法は、「Mesh_1」で右クリックし、「Create Group」を選択する。

「Create Group」画面が現れるので、「Face」と「Group on geometry」をチェックする。この後、「Geometrical Object」の矢印をクリックして、「Direct geometry selection」を選択して、Object Browserツリー上の「fix」を選択し、「Apply」ボタンをクリックして、グループ化する。

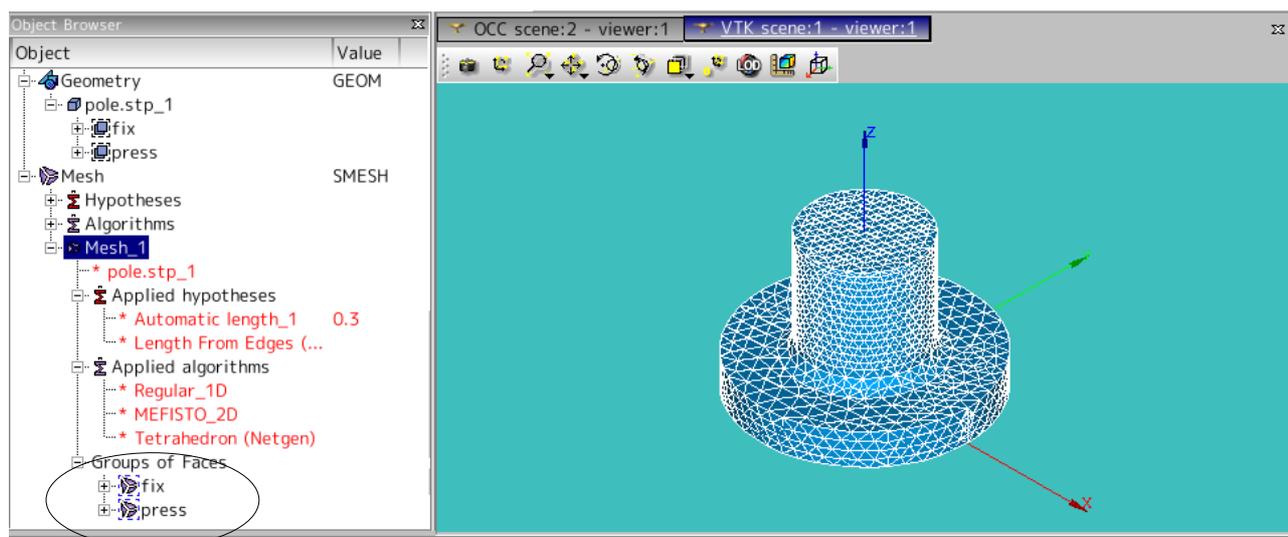
その後、同様にして「press」もグループ化する。

下図が、「fix」と「press」をグループ化した結果となる。

このグループは、Salomeのウィザードを使ってCode_Asterを作成すれば、Geometry側のグループが自動的にMesh側に作成されるので、ここで意識的に作成することはなかったが、今回はウィザードを使わずに解析する方法にするので、ここでメッシュのグループを作成しておく。



SalomeMecaの使いかた -- 7.1 塑性-負荷を変化させる



Mesh

Hypotheses

Algorithms

Mesh_1

*pole.stp_1

Applied hypotheses

Automatic length 0.3 クリック3回分

Length From Edges (2D Hyp. for Triangulator)

Applied algorithms

Regular_1D

MEFISTO_2D

Tetrahedron(Netgen)

Group of Face

作成したメッシュのFaceグループ

fix

press

6. Code_Asterの作成

Salomeのウィザードを使って、Code_Asterを作成しても良いが、塑性変形（非線形）は、できあがったCode_Asterの修正が多いので、塑性変形の基本で既に作ってあるCode_Asterを使って解析する方法をとることにする。

この方法は、Salomeを使わずに、ASTKを使って、Code_Asterを走らせる。結果の確認は、Salomeを使って確認することになる。要するにSalomeをPre-Processor（モデル作成）、Post-Processor（結果の確認）として使う。Solver（解析）は、Salomeを使わずASTKを使う。

6-1. 解析用フォルダ、ファイルの作成

解析にあたって、必要なものは、メッシュファイルとCode_Asterファイルのみである。まず必要なファイルを保存するフォルダを作り、この中にファイルを保存する。ファイル名は下記のようにした。

SalomeMecaの使いかた -- 7.1 塑性-負荷を変化させる

plastic-pole-reload	フォルダ名
pole-1.comm	Code_Aster ファイル
pole-1.med	メッシュファイル

Code_Aster ファイルは、「塑性変形の基本」で既に作成してあるファイルをコピーする。ファイル名はコピー後、「pole-1.comm」に変更する。

メッシュファイルは、Salomeを使って、作成したメッシュを export する。方法は、Object Browser ツリー上の「Mesh_1」を右クリックして「export to MED file」を選択して、保存場所を plastic-pole-reload フォルダ内に指定し、ファイル名を「pole-1.med」として保存する。

6-2. ASTK ファイルの作成

解析を開始する前に、ASTK ファイルを作成する必要がある。作成方法は、デスクトップ上の「NEW-FE-Study」アイコン (📁) をダブルクリックして起動する。

「Create New Aster Job」画面が出るので必要事項を入力する。

Project Name: pole-reload-distance
 Base directory: /home/caeuser/CAD/plastic-pole-reload
 MED Mesh File: /home/caeuser/CAD/plastic-pole-reload/pole-1.med
 Template File: /home/caeuser/CAD/plastic-pole-reload/pole-1.comm



Project Name は、この名前のフォルダが Base directory で指定したフォルダ内に作成される。このフォルダ内に指定したメッシュファイル (.med) と Code_Aster ファイル (.comm) がコピーされ、さらに必要なファイル (メッセージファイルなど) が自動で作成される。

入力後は、「GO」ボタンをクリックする。これで、ASTK ファイル群が自動で作成されたので、「Quit」ボタンをクリックして、画面を消しておく。

この後、~/CAE/plastic-pole-reload/pole-reload-distance フォルダ内を確認すると、メッシュファイル (.med) と Code_aster ファイル (.comm) が確認できる。

実際の計算は、これらのファイルを使うので、plastic-pole-reload フォルダ内にメッシュファイルなどをコピーしたが不要なので削除しても構わないが、見本の Aster ファイルとメッシュファイルを作ったことになり、この見本のファイルを後で使用するため、しばらく保存しておく。

6-3. ASTK の起動

Solver を制御する ASTK を起動する。デスクトップ上の「ASTK」アイコン (📁) をダブルクリックして ASTK を起動させる。

6-4. ASTK の初期化

SalomeMecaの使いかた -- 7.1 塑性-負荷を変化させる

初めてASTKを使用する場合は、Domain nameの設定が必要。一度設定すれば、後は設定不要。

設定方法は、メニューバー上の「Configuration」「Interface...」をクリックして、Configuration - Interface画面上でDomain nameを入力する。

ここでは、Domain nameを「localdomain.lan」としている。Domain名は、Linuxをインストールしただけでは、名称がなく、インストール後、作成する必要がある。(Domain名は任意で構わないが「****.***」形式の名称とする。)

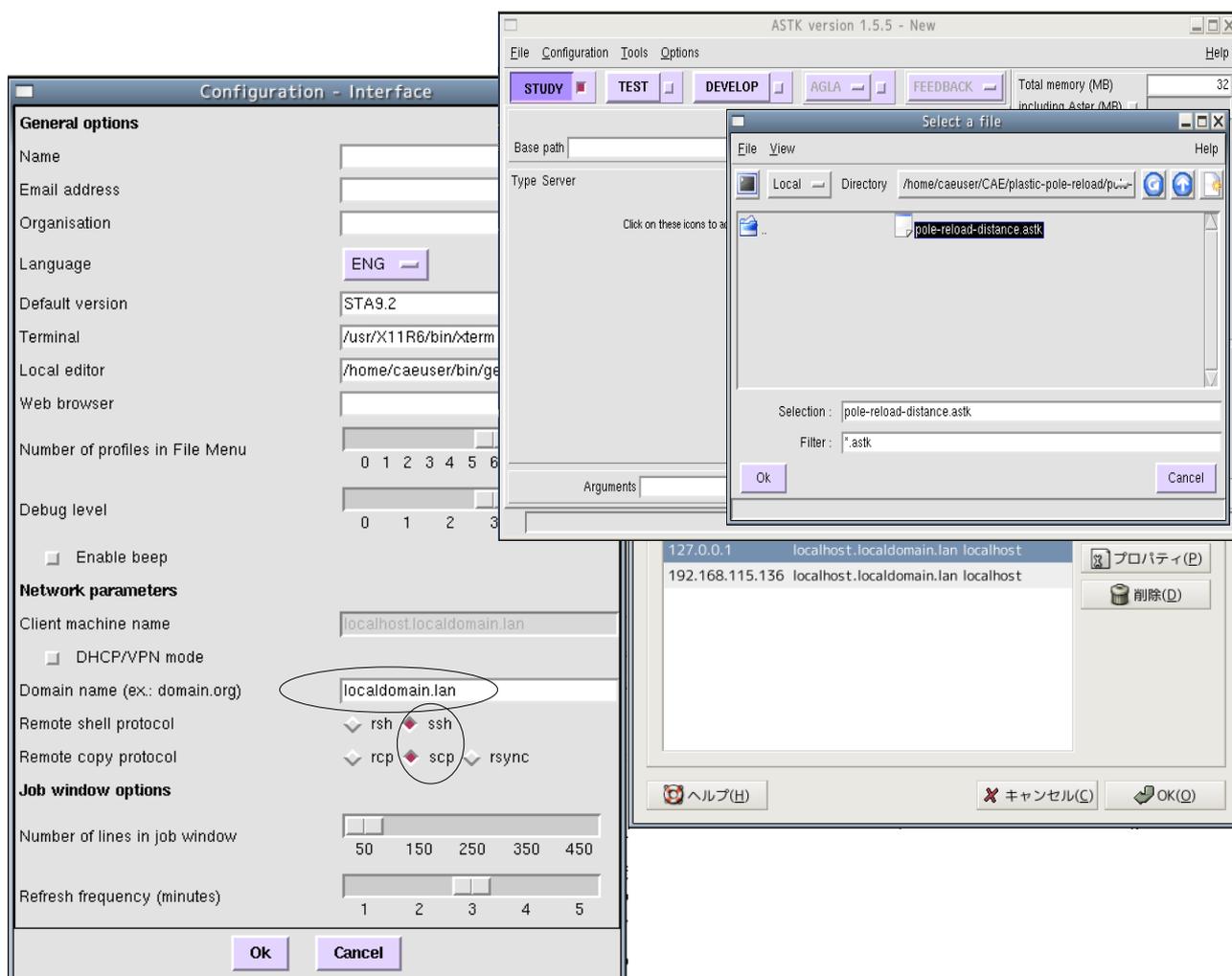
Domain名が作成してあるかどうかの確認は、「デスクトップ」「システム管理」「ネットワークの管理」を選択して「ネットワークの設定」を起動する。途中Rootのパスワードを要求してくるので、管理者ユーザ(root)のパスワードを入力する。パスワードは、「linuxfan」。

「ホスト」ダグをクリックして、IPアドレス、ホスト名、ドメイン名が確認できる。

IPアドレスが127.0.0.1のホスト名を確認する。ホスト名が「localhost.localdomain.lan」となっていれば、Domain名は、localdomain.lanとなるので、この名前と、ASTKのDomain nameが一致している必要がある。一致していなければ、ASTK側のDomain nameを変更して、一致させる。システム側のDomain nameは、設定してあるならば変更しない方がいい。

システム側のホスト名が「localhost」のみ、または空欄の場合は、新たに設定する。ホスト名は、localhost.****.***形式で入力する。(IPアドレスは、127.0.0.1にする。)

また、ホストとクライアント間の通信方法は、rshとsshが選択できるが、Salomeがsshを使っているので、ASTKもSalomeと同じsshに設定する。



SalomeMecaの使いかた -- 7.1 塑性-負荷を変化させる

6-5. ASTK ファイルの読み込み

ASTKの初期化が終わっていれば、ASTK ファイルを読み込む。ASTK 画面のメニューバーから「File」「Open...」で6-2項で作成したASTKファイルを読み込む。ASTKファイルは、6-2項で作成したProject Nameのフォルダ内に作成されている。右図がastkファイルを選択しているところ。

6-6. Code_Asterの編集

ASTKファイルを読み込んだ後、テキストボックス内の「./pole-reload-distance.comm」と表示されている文字の上で右クリックして、「Open」を選択してEFICASを起動しCode_Asterを編集する。表示されているCode_Asterは、「塑性変形の基礎」で解析したCode_Asterそのものとなっている。表示されているのコードは、非線形解析のコードになっており、非線形解析は、負荷を少しずつ掛けてその都度解を求め、最終的な解を求めているので、この部分を負荷「0→最大負荷→0」の様に変更すれば済む。現在のコード

```
DEFI_FONCTION      depl_imp
  NOM_PARA          INST
  VALE              (0,0,          負荷0→最大負荷に設定
                    1,1)
  INTERPOL          LIN
  PROL_DROITE       LINEAIRE
  PROL_GAUCHE       CONSTANT
```

を下記のように変更する。

```
DEFI_FONCTION      depl_imp
  NOM_PARA          INST
  VALE              (0,0,          変更箇所
                    0.5,1,
                    1,0)
```

INTERPOL、PROL_DROITE、PROL_GAUCHEは、削除している。(あっても構わないが・・・。)
VALEの内容は、

```
-----
  時間   負荷
  X      Y
-----
  0      0
  0.5    1   最大負荷
  1      0
-----
```

を表しており、Xが時間、Yが負荷と考えれば、理解がつく。
このXの値(時間)を変化させる間隔は、以下で設定している。

```
DEFI_LIST_REEL pas
  DEBUT          0          初期値
  INTERVALLE
  INTERVALLE_1
```

SalomeMecaの使いかた -- 7.1 塑性-負荷を変化させる

JUSQU_A	0.1	0~0.1までを
NOMBRE	5	5分割する
INTERVALLE_2		
JUSQU_A	1.0	0.1~1.0までを
NOMBRE	5	5分割する

X軸を0~0.1までを(0.1/5)間隔で変化、0.1~1.0までを(0.9/5)間隔で変化させる設定になっている。以上を修正して、保存し、EFICASを終了させる。

7. 計算開始

ASTK画面の「Run」ボタンをクリックして、計算開始させる。

途中でエラーが発生し停止した。エラーの内容は、ASTK画面上のmessのテキストボックス内で右クリックして「Open」を選択して、確認する。エラー内容が確認できる。

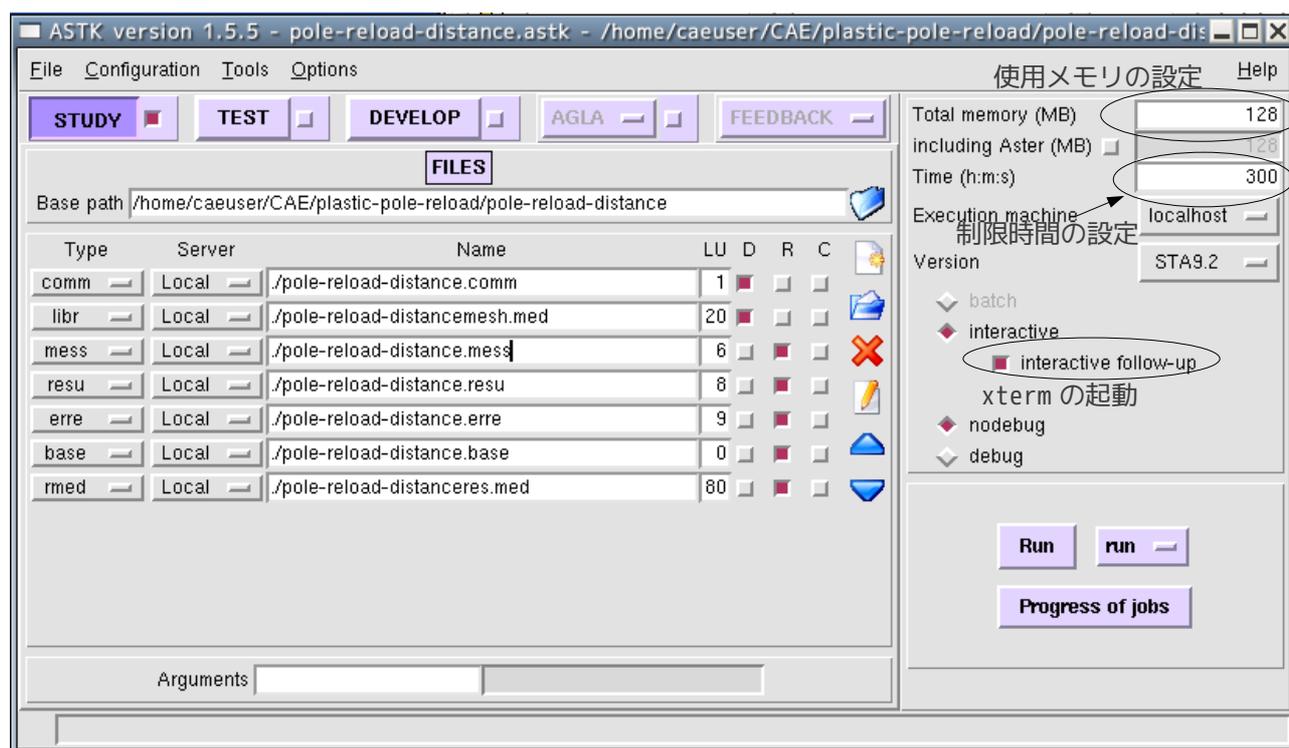
確認すると、最初の段階から解が収束せず発散している事がわかる。(RESI_GLOB_RELAの値が、収束せず発散している。)

当初は、0~1.0までで最大負荷を与えていたが、今回は0~0.5で最大負荷を能えているので、負荷を変化させる量が2倍になっている。この為、最初の変化をもう少し小さくする必要がある。

7-1. エラー修正

修正箇所は、計算開始時点と圧縮から引っ張り側に転じた時を細かく計算するようにCode_Asterを変更する。また、計算時間もデフォルトの240秒を300秒に変更しておく。(計算させたら制限時間オーバーでエラーが発生したため。)

他に、使用メモリ、xtermの起動の設定も確認しておく。



SalomeMecaの使いかた -- 7.1 塑性-負荷を変化させる

最終的に Code_Aster を以下のように修正。

```

DEFI_LIST_REEL      pas
DEBUT               0
INTERVALLE
  INTERVALLE_1
    JUSQU_A         0.05      0~0.05 までを
    NOMBRE          5         5 分割
  INTERVALLE_2
    JUSQU_A         0.5       0.05~0.5 までを
    NOMBRE          5         5 分割する
  INTERVALLE_3
    JUSQU_A         0.55      0.5~0.55 までを
    NOMBRE          5         5 分割する
  INTERVALLE_4
    JUSQU_A         1         0.55~1 までを
    NOMBRE          5         5 分割する

```

0~1 までを 4 領域に分け、それぞれを 5 分割している。特に開始時と圧縮から引っ張りに転じた時は、細かく分割している。何度かトライした後、これにしている。

7-2. 再計算

ASTK 画面上で「Run」ボタンをクリックし、計算開始させる。警告は出るが、今度はうまくいく。計算時間は、のべで約 4 分、CPU 時間で 225 秒かかっている。

8. 結果の確認

Salome を起動して、画面を「Post-Pro」に切り替える。画面が切り替わった後、「pole-reload-distancer.es.med」ファイルを Import する。結果ファイルは、6-2 項で設定した Project Name の後に res.mess がついている。

結果ファイルが読み込まれるので確認する。

変形量を確認する。RESU_DEPL_ の下に多くの結果ファイルができあがっている。0.5 が圧縮時の形状で、1 が press 面を元の位置に戻した形状となる。

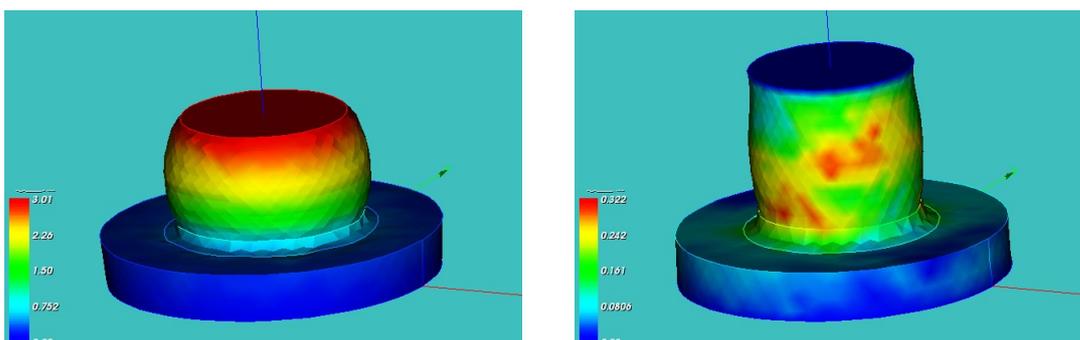
圧縮時の形状は、太鼓形状であり、元に戻した時の形状は、太鼓形状を引きのばした様な形状をしている。(当然だが・・・)

Salome を使って解析した場合は、結果ファイルが圧縮されているが、ASTK で解析した場合は、結果ファイルが圧縮されていないので、ファイルサイズが大きくなってしまいう事に注意する。

3mm 圧縮

3mm 圧縮 → 3mm 引っ張り

SalomeMecaの使いかた -- 7.1 塑性-負荷を変化させる



9. 終了処理

Salome 側と ASTK 側は完全に分離されているので、それぞれ終了させる。

ASTK は、ASTK 画面上で「File」「Quit」で終了させる。この操作で、ASTK によって起動していた他のアプリも終了する。

10. 塑性変形の形状確認

前記した内容は、press 面を -3mm 縮めた後、元の位置まで戻す方法で解析したが、次で、press 面に荷重を掛けて塑性変形させた後、荷重を取り除き、塑性変形量を確認する。（無理矢理引きのばしていない方法）荷重を取り除いた後は、塑性変形したままの形状がそのまま残る。

10-1. 解析方法

モデルは同じモデルを使用して、press 面に 800Mpa の荷重を掛けた後、その荷重を取り除く。

10-2. ASTK ファイルの作成

従来の ASTK ファイルを修正しても構わないが、前回の結果を残す為に、新たに ASTK ファイルを作成する。今度は、メッシュファイルや Code_Aster ファイルは前回のものを使えば良い為、コピーする必要はない。ASTK ファイルの作成は前回と同様に、デスクトップ上の「NEW-FE-Study」アイコンを選択した後、「Create New Aster Job」画面が出るので必要事項を入力する。必要事項は、以下の考え方で設定している。

Project Name : 今回用に名前を変更
Base Directory : 前回と同じ
MED Mesh File : 前回と同じ
Template File : 前回の解析に使った.comm ファイルを使う。

Project Name: pole-reload-force
Base directory: /home/caeuser/CAE/plastic-pole-reload
MED Mesh File: /home/caeuser/CAE/plastic-pole-reload/pole-1.med
Template File: /home/caeuser/CAE/plastic-pole-reload/pole-reload-distance/pole-reload-distance.comm

SalomeMecaの使いかた -- 7.1 塑性-負荷を変化させる

入力後は、「GO」ボタンをクリックしてASTKファイル群を作成し、「Quit」ボタンで画面を消しておく。

10-3. ASTKの起動

前回と同様にして、ASTKを起動する。今回は、ASTKの初期化（Domain Nameの設定）の必要はない。ASTKファイルは、~/CAE/plastic-pole-reload/pole-reload-forceのフォルダ内に作成されているため、これを読み込む。

10-4. Code_Asterの作成

以下のように変更した。AFFE_CHAR_MECAを変更したのみ。

AFFE_CHAR_MECA	CHAR	
MODELE	MODE	
DDL_IMPO		
GROUP_MA	fix	
DX	0	
DY	0	
DZ	0	
LIAISON_UNIF		DDL_IMPOを削除しLIAISON_UNIFに変更
GROUP_MA	press	press面のXYZ方向の寸法関係を等しく保つ
DDL	(DX,DY,DZ)	(press面の形状を変えない)
AFFE_CHAR_MECA	chr_no	
MODELE	MODE	
FORCE_FACE		
GROUP_MA	press	press面に
FZ	-800	800MPaの荷重を掛ける

10-5. 計算開始

ASTKの使用メモリ、制限時間を確認した上で、「Run」ボタンをクリックし計算開始させる。警告は出るがエラーなく終了。

10-6. 結果の確認

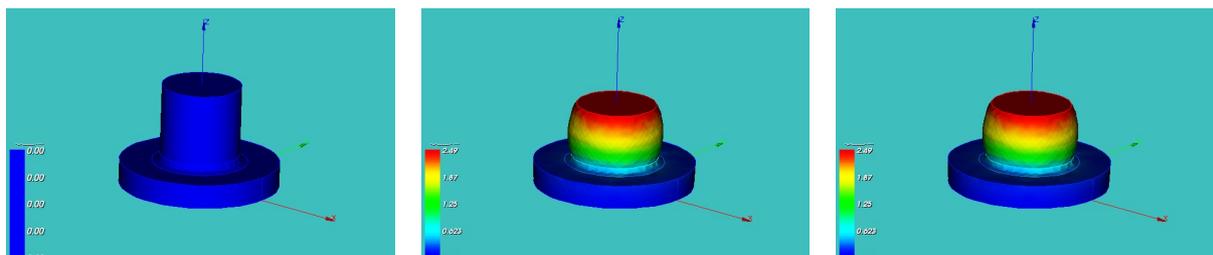
SalomeのPost_Proで結果をImportして確認する。
荷重を取り除いてもモデルが塑性変形しているのが、元の形状に戻っていないことがわかる。

初期

800MPa 印加時

800MPa を除荷後

SalomeMecaの使いかた -- 7.1 塑性-負荷を変化させる



11. ASTKのファイルオープンに関するエラーについて

ASTK 単独で起動し、ファイルをオープンしようとした時、「bad file name」というエラーメッセージが出ることがある。(ファイル名は正しく入力されているにもかかわらずエラーが発生する)

このエラーは、ファイル名を正しく読み込めていない為に発生するエラーの様で、あるはずのファイルが見えなくなってしまっている。

どうも、ASTKは、Salome側のプロセスも使っているようで、エラーが発生したとき、Salomeを起動してやると、エラーが発生しなくなる。

この為、エラーが発生した場合は、Salomeを起動して、何かのファイルをオープンする操作を実施して、プロセスを一度起動させておく事で、エラーの発生はなくなる。