

SalomeMeca の使いかた -- 6.0 接触 - 基本 (2)

DE 開発 藤井 11/07/08
荷重拘束、弱いバネ追加 11/10/16

SalomeMeca の使いかた -- 6.0 接触 - 基本 (2)
(SalomeMeca 2010.2)

目次

1. はじめに
2. 変位拘束した時の接触解析
 - 2-1. モデルの読み込み
 - 2-3. Entity の作成
 - 2-4. メッシュの作成
 - 2-5. 解析コードの作成
 - 2-6. 解析コードの編集
 - 2-6-1. 境界条件の編集
 - 2-6-1-1. 通常の境界条件
 - 2-6-1-2. 少しづつ負荷させる境界条件作成
 - 2-6-2. 接触の定義
 - 2-6-3. 接触の為のコード追加
 - 2-6-4. 非線形解析方法の設定
 - 2-6-5. Post 処理の修正
 - 2-7. 解析の開始
 - 2-8. 計算結果の確認
3. 荷重拘束した時の接触解析
 - 3-1. モデル、メッシュ、解析コードの作成
 - 3-2. 解析コードの編集
 - 3-3. 実行、結果の確認
4. 荷重拘束した時の接触解析 (弱いバネを追加)
 - 4-1. 弱いバネについて
 - 4-2. モデルの作成
 - 4-3. 解析コードの編集
 - 4-4. 実行、結果の確認
5. まとめ
6. ソースコード

1. はじめに

接触解析において、SalomeMeca2010.1以降から Code_Aster のコマンド体系が変更され、従来の解析コードそのままでは、エラーが発生し、接触解析の計算ができなくなっている。この為、新しいコマンド体系で接触解析してみる。

また、従来は変位拘束のみの解析だったが、これに加えて、今回、荷重拘束で接触解析を行なう方法を追記した。荷重拘束で接触問題を解く場合は、変位が拘束されていないので、剛体移動 (rigid movement) が起こり易く、通常通りに解析するとエラーが発生する事がある。この剛体移動を防ぐ方法として、変位拘束されていない部品に対し、弱いバネを追加して変位拘束する方法があるので、これを追記している。

尚、ここで取り上げる接触解析は、「摩擦なし」の場合を考えている。摩擦を考える場合は、「6.1 接触 (摩擦あり)」を参照。

SalomeMeca の使いかた -- 6.0 接触 - 基本 (2)

2. 変位拘束した時の接触解析

ここで2部品同士を変位拘束（1部品を固定、1部品を変位させる）した時の接触解析を行なってみる。
この場合は、2部品とも変位拘束されているので、剛体移動は発生せず、普通に解ける。

2-2. モデルの読み込み

モデルは、連結問題で使用したモデルをそのまま使う。「multi-bar-1.stp」を読み込む。
解析は、Barの上（press面）を -0.2mm Z方向に変位させる接触問題として解析してみる。
モデルを読み込んだ後は、モデルサイズを「Measures」>「dimensions」>「boundingBox」で確認しておく。

2-3. Entityの作成

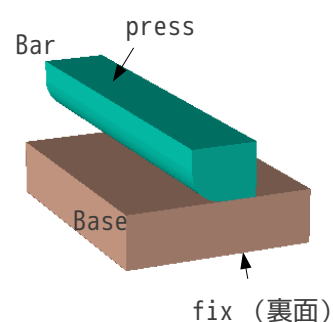
連結問題と同様に解析で使用するVolumeやFaceをグループ化しておく。
ツリーの構造は下記。
また、前項でモデルサイズを確認しており、モデルはメートル単位で作成されているので、変位の境界条件は、メートル単位で入力することになる。

```

Geometry
  multi-bar-1-R.stp_1
    Base
      *multi-bar-1-R.stp_1
      fix
      contBase
    Bar
      *multi-bar-1-R.stp_1
      contBar
      press

```

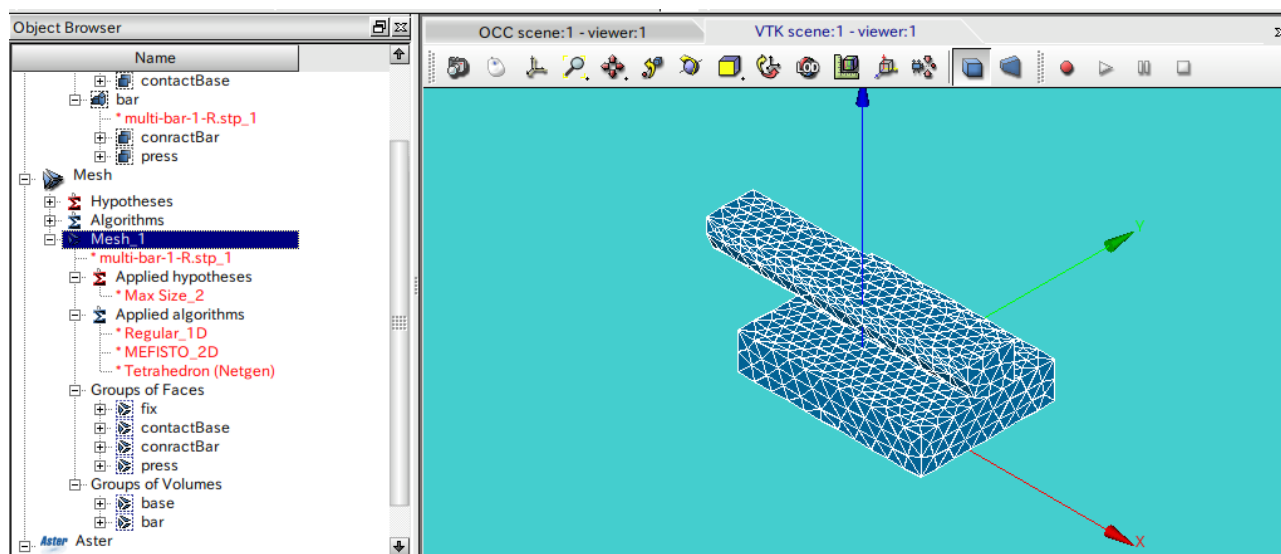
Solid1 (Base)
固定面
Baseの接触面
Solid2 (Bar)
Barの接触面
荷重を付加する面



2-4. メッシュの作成

通常通りメッシュを切る。以下のメッシュを切った。

SalomeMeca の使いかた -- 6.0 接触 - 基本 (2)



2-5. 解析コードの作成

画面を Aster モジュールに変えて、ウィザードを使い、通常通り Code_Aster の解析コードを作成する。この時、固定面は fix 面、荷重面は press 面で 0.1 MPa (1e5 Pa) としておく。材料定数は、ベリ銅の値をそのまま使用。

ヤング率： 1.303e11 Pa

ポアソン比： 0.343

作成した Code_Aster のファイル名は「test.comm」として保存しておく。

2-6. 解析コードの編集

EFICAS を使って、作成された解析コードを接触問題が解けるように編集する。

従来までの Code_Aster は、接触のコマンドが境界条件を設定するコマンド「AFFE_CHAR_MECA」コマンドの下に「contact」コマンドがあったが、SalomeMeca2010 からは、最上位に「DEFI_CONTACT」コマンドが準備される様になった。従って、従来に対して違うところは「2-6-2、2-6-4」になる。

2-6-1. 境界条件の編集

境界条件は、

1. 通常の境界条件
2. 負荷を少しずつ変化させる条件

の 2 種類の条件に分けて設定する。以下に各々の境界条件設定法方について示す。

2-6-1-1. 通常の境界条件

ここは、通常通り以下で作成する。

```
AFFE_CHAR_MECA    CHAR
MODELE            MODE
```

ウィザードで作成された境界条件

SalomeMecaの使いかた -- 6.0 接触 - 基本 (2)

```

DDL_IMPO
  DDL_IMPO_1
    GROUP_MA      fix          固定する面 (fix) を固定
    DX             0
    DY             0
    DZ             0
  DDL_IMPO_2
    GROUP_MA      press       負荷を掛ける面 (press) のXY方向を固定
    DX             0
    DY             0

```

2-6-1-2. 少しずつ負荷させる境界条件作成

ここも従来と同じ内容。

press面をZ方向に-0.2mm変位させるが、この変位が接触面に直接影響を与えるので、この変位を少しずつ変化させていくようにする必要がある。この為、この境界条件を独立させて定義する。

現在設定されているAFFE_CHAR_MECAの後に、以下を追加する。

DZは、モデルの大きさに合わせて、設定する。今回のモデルは、メートルで作成されていたので、変位DZは、-0.0002に設定している。

```

AFFE_CHAR_MECA      loadP      名称は任意で可。この名前を後で使用する。
MODELE              MODE
DDL_IMPO
  GROUP_MA           press      press面を
  DZ                 -0.0002   Z方向に-0.2mm変位させる

```

2-6-2. 接触の定義

ここは、SalomeMeca2010で新しく設定されたコマンドになる。従来は、境界条件(AFFE_CHRA_MECA)内で設定していた。この接触の定義を「AFFE_CHAR_MECA」の次に「DEFI_CONTACT」を追加する。この内容を以下で作成した。(ほとんどデフォルトのまま)

```

DEFI_CONTACT        contact
MODELE              MODE
FORMULATION         DISCRETE
b_contact
  b_bouc_geom_disc
  b_automatique
  b_bouc_cont_disc
  b_para_discret
b_affe_discret
ZONE
  GROUP_MA_MAII     contBase   接触面を定義
  GROUP_MA_ESCL     contBar    接触面を定義
ALGO_CONT           CONTRAINTE
b_active

```

SalomeMeca の使いかた -- 6.0 接触 - 基本 (2)

2-6-3. 接触の為のコード追加

引き続き、次の行に、接触問題を解くためのファンクションを追加する。ここは、前と同じ。
 press 面の変位を 0 から 0.2mm まで徐々に変位させていく方法を取る為、0~0.2mm までの中間の値をどのように設定するか（線形 or 非線形で回帰）を設定する。普通に線形で回帰させる（ramp 制御）方法とする。この為のファンクションを下記のように定義する。
 値は、倍率を表しており、「1」は、-0.2mm を示している。
 座標の入力は、X,Y の形式で XY のペアで入力する。

DEFI_FONCTION	ramp	名称は任意で可。この名前を後で使用する。
NOM_PARA	INST	変数は、VALE で入力
VALE	(0,0,1,1)	原点 (0,0) から (1,1) までを線形で回帰する

次に 1.0 (1.0 倍) までを何分割して解析するのかを定義する。下記参照。

DEFI_LIST_REEL	inst	名称は任意で可。この名前を後で使用する。
DEBUT	0.0	初期値を設定
INTERVALLE		
JUSQU_A	1.0	0~1 までを
PAS	0.2	0.2 毎に 5 分割する。

2-6-4. 非線形解析方法の設定

SalomeMeca2010 では、solver (STAT_NON_LINE) 内に contact コマンドが追加されているので、以下の様に追記した。（必要最小限の変更にした。）

ウィザードで設定した MECA_STATIQUE（線形解析方法）の後に、非線形の解析方法（STAT_NON_LINE）を追加し、MECA_STATIQUE は削除する。以下のコードが STAT_NON_LINE の内容。

STAT_NON_LINE	RESU	MECA_STATIQUE と同じ名前 (MECAS_STATIQUE を削除後設定)
MODELE	MODE	モデルを指定
CHAM_MATER	MATE	材料を指定
EXCIT		
EXCIT_1		
CHARGE	CHAR	通常の境界条件 (fix 面の固定)
EXCIT_2		
CHARGE	loadP	少しずつ負荷させる条件 (press 面の変位)
FONC_MULT	ramp	中間の変位を線形で求める
CONTACT	contact	接触を読み込む
COMP_ELAS		
RELATION	ELAS	
b_not_resue		
INCREMENT		
LIST_INST	inst	0.2 ずつ増える
b_meth_newton		

上記コードを追加した後、MECA_STATIQUE を削除する。

最初の STAT_NON_LINE の名前「RESU」は、元々設定してあった MECA_STATIQUE と同じ名前に設定する。名前の設定は、先に MECA_STATIQUE を削除した後、STAT_NON_LINE の名前を設定する。削除する前は、同じ名前になるので設定できないので注意。

別の名前でも構わないが、MECA_STATIQUE を削除した時、これにリンクされている Post 処理側 (CALC_ELEM など) がエラーになるので、この再設定が必要。再設定時に名前を同じにしておくと、設定結果も同じにな

SalomeMeca の使いかた -- 6.0 接触 - 基本 (2)

るので、誤解が少なくなる。

2-6-5. Post 処理の修正

Post 処理側がエラーになっているので、修正する。(ここは、従来のまま)

CALC_ELEM (要素解) は、コマンド名と OPTION がエラーになっているので、これを修正。

CALC_ELEM	RESU	元の名前と同じ RESU に設定
MODELE	MODE	
CHAM_MATER	MATE	
RESULTAT	RESU	
b_noil		
b_toutes		
OPTION	EQUI_ELNO_SIGM	相当応力の要素解を設定

次の CALC_NO (節点解) は、エラーになっている箇所 (CALC_NO、RESULTAT) に「RESU」を入力する。

CALC_NO	RESU	
RESULTAT	RESU	
OPTION	EQUI_NOEU_DEPL,EQUI_NOEU_SIGM	節点解の相当歪、相当応力を指定

また、次の IMPR_RESU も上記の CALC_NO と同じくエラーになっている箇所に「RESU」と入力する。

IMPR_RESU		
FORMAT	MED	
b_format_med		
UNITE	80	
RESU		
MAILLAGE	MAIL	
RESULTAT	RESU	
b_info_med		
b_sensibilite		
b_partie		
b_extrac		
NOM_CHAM	(EQUI_NOEU_SIGM,DEPL)	相当応力、変位を出力
c_cmp		
b_topologie		

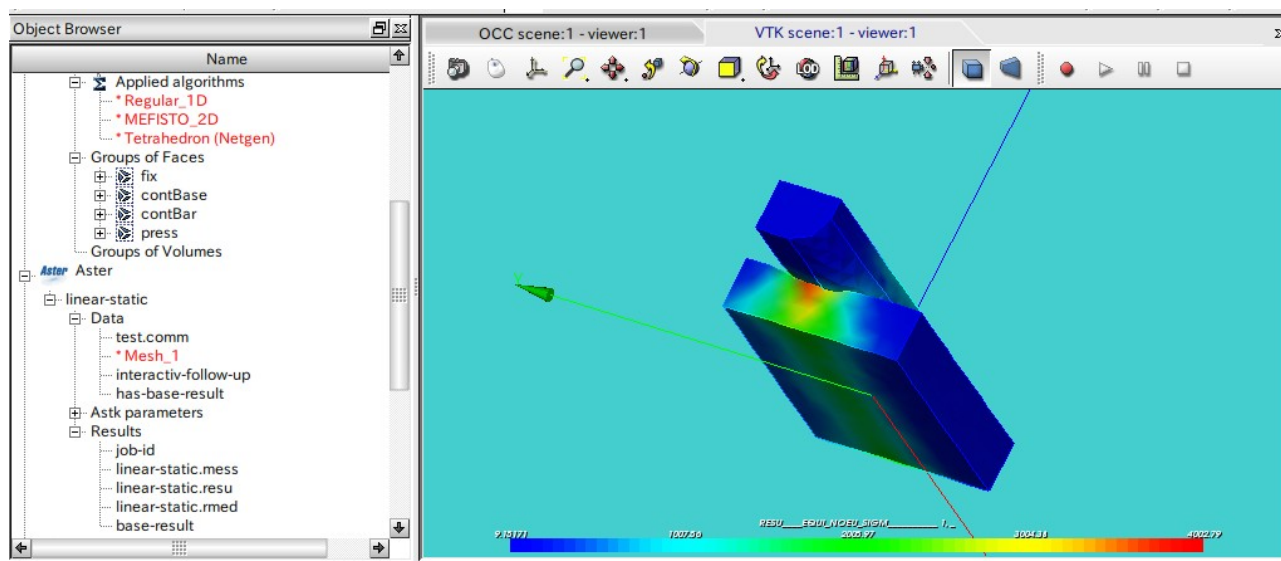
2-7. 解析の開始

通常通り、解析をスタートさせる。警告は出るが、エラーなく終了。

2-8. 計算結果の確認

計算が終了したので、結果を確認する。以下が確認した結果になる。うまく計算できている。

SalomeMeca の使いかた -- 6.0 接触 - 基本 (2)



3. 荷重拘束した時の接触解析

2項で、変位拘束した時の接触解析を行なったが、ここでは、1部品を固定し他の1部品を荷重拘束（荷重で押し付ける）した時の接触解析を行なってみる。荷重拘束した時は、剛体移動が起こり易いので、計算が収束し難くなってくる。剛体移動が発生する場合は、4項の方法で解析する。

3-1. モデル、メッシュ、解析コードの作成

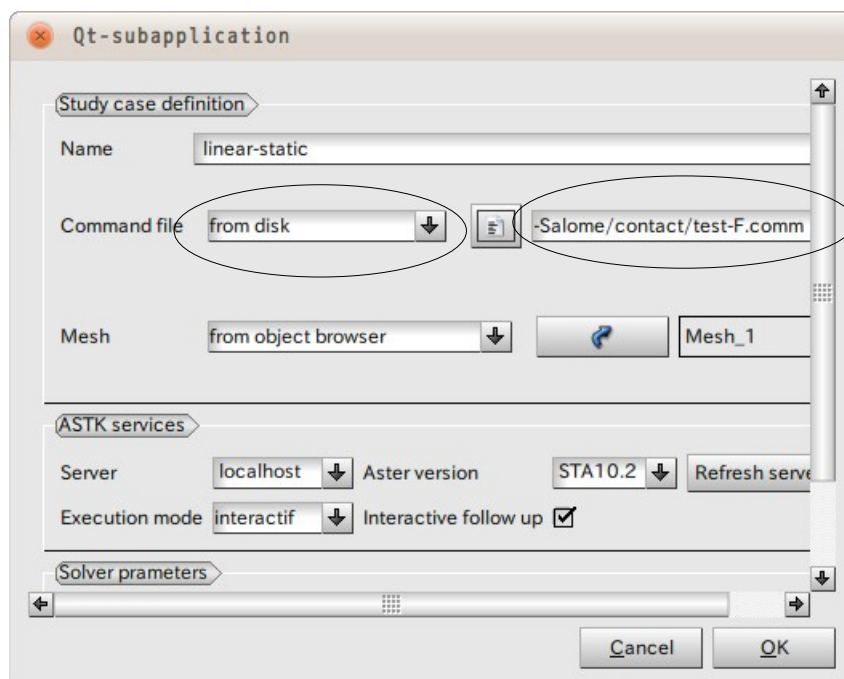
モデルやメッシュは、2項の変位拘束した時のモデルをそのまま使って解析してみる。

また、Code_Asterも2項で作成した解析コードを編集し直せば済むので、2項で作成した解析コード「test.com」をコピーして「test-F.com」を作成しておく。編集は、test-F.comを編集して、荷重拘束の解析コードを作成する事にする。

3-2. 解析コードの編集

salomeをAsterモジュールに設定し、変位拘束で作成したstudy Case「linear-static」を選択した上で、「Aster」>「Current study case」>「Edit」で以下の様にstudy caseを編集する。ここで解析コードを「test-F.com」に設定する。○内を修正する。

SalomeMeca の使いかた -- 6.0 接触 - 基本 (2)



解析コードを「test-F.comm」に変更後、解析コードを編集する。

編集する箇所は、

境界条件：press 面に 100Pa の圧力を掛ける

接触：荷重拘束で計算できるように変更

を編集する。

尚、圧力は 100Pa で小さい値にしている。理由は、大きな荷重では、剛体移動が発生し、エラーになってしまうため。剛体移動を防ぐ方法は、4 項参照。

解析コード中で該当する以下の箇所を変更する。

<press 面に圧力を印加>

fix 面の固定と press 面の XY 方向の拘束。この部分は、変更せずそのまま。

```

AFFE_CHAR_MECA          CHAR
MODELE                  MODE
DDL_IMPO
  DDL_IMPO_1
    GROUP_MA            fix
    DX                  0.0
    DY                  0.0
    DZ                  0.0
  DDL_IMPO_2
    GROUP_MA            press
    DX                  0.0
    DY                  0.0

```

press 面に 100 Pa を印加する様に変更する。

荷重は小さい値に設定した。荷重を大きくすると剛体移動が発生し、解析できなかった為。剛体移動を防ぐ方法は、4 項参照。

```

AFFE_CHAR_MECA          loadP
MODELE                  MODE
PRES_REP
  GROUP_MA              press      press 面に

```


SalomeMeca の使いかた -- 6.0 接触 - 基本 (2)

PRES	100	100Pa を印加
------	-----	-----------

<接触の条件変更>

変位拘束の場合は、お互いの接触面を定義するだけで良かったが、荷重拘束の場合は、接触面の他に、FORMULATIONを「CONTINUE」にセットし、CONTACT_INITを追加する。

DEFI_CONTACT	contact	
MODELE	MODE	
FORMULATION	CONTINUE	<--CONTINUE を選択する
b_contact		
b_affe_continue		
ZONE		
GROUP_MA_MAIT	contBase	base 側の接触面
GROUP_MA_ESCL	contBar	bar 側の接触面
CONTACT_INIT	OUI	<--この行を追加
b_cont_std		

<solver の修正>

ここは、そのままでも一応計算してくれるが、警告が発生するので一ヶ所修正する。

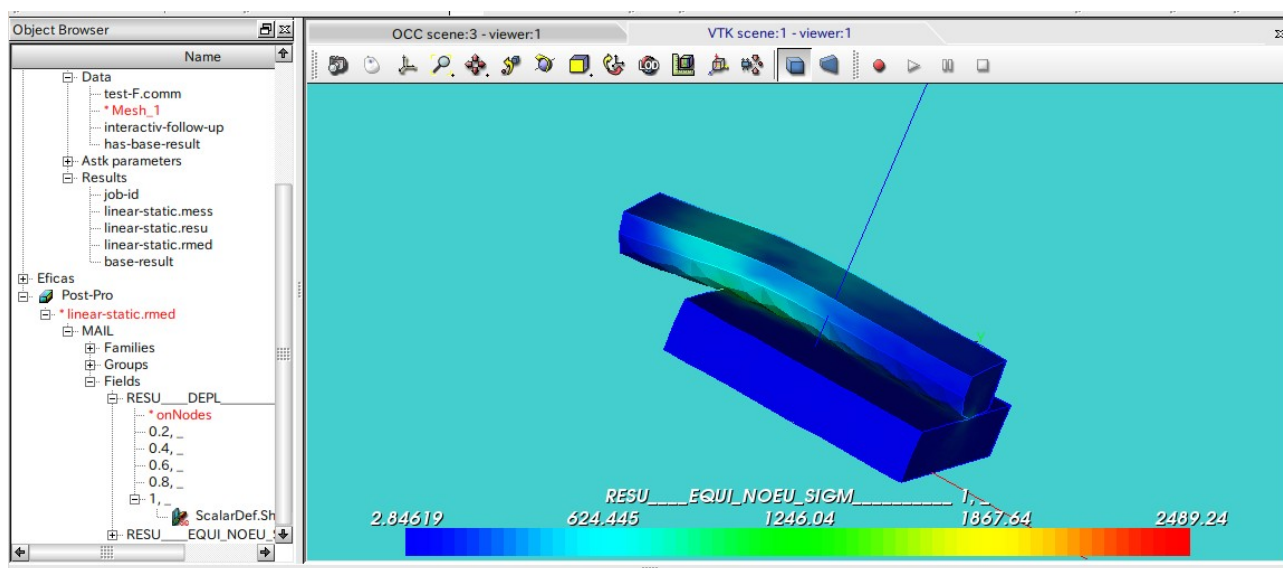
STAT_NON_LINE	RESU	
MODELE	MODE	
CHAM_MATER	MATE	
EXCIT		
CONTACT	contact	
COMP_ELAS		
b_not_reuse		
INCREMENT		
b_meth_newton		
NEWTON		追加
REAC_ITER	1	デフォルトでは「0」になっているが「1」に変更

3-3. 実行、結果の確認

以上で修正が全て終了したので、実行する。

以下が実行した結果になる。bar 上面のpress面に荷重を掛けているので、press面が平面でなく曲面になっている。

SalomeMeca の使いかた -- 6.0 接触 - 基本 (2)



4. 荷重拘束した時の接触解析 (弱いバネを追加)

荷重拘束した場合の接触解析は、3項で示したが、荷重を大きくするとbarの剛体移動が発生してしまい、エラーが発生する。この場合、剛体移動が発生する部位に弱いスプリングを追加して、剛体移動を防ぐ方法がある。ここでは、この方法を使って、解析する。

4-1. 弱いバネについて

剛体移動が発生しない様に、変位拘束されていないメッシュモデルに直接、弱いバネを追加する。このバネを追加する為には、以下の方法に従って、追加する。詳細は、「U4.42.01 AFFE_CARA_ELEM」を参照。

- 1) 弱いバネを追加したい場所 (点) の定義
変位拘束していない solid モデル (今回の場合 bar) の点をグループ化し、定義する。
<例>
bar の press 面の 4 角 (弱いバネを追加したい場所) を addSP でグループ化実施
- 2) 定義した点に要素 1 ヶを追加
CREA_MALLAGE コマンドで、定義した各節点に CREA_POI1 の要素を 1 ヶ追加する。
<例>

CREA_MALLAGE	newMesh	追加
MAILLAGE	MAIL	
CREA_POI1		POI1 (nodal discrete element) の要素を
NOM_GROUP_MA	spElmt	要素名「spElmt」に設定して
GROUP_NO	addSP	addSP に作成する
- 3) 要素を追加したメッシュを適用
新しく作成したメッシュ (要素を追加したメッシュ) を AFFE_MODELE コマンドで適用する。
<例>

SalomeMecaの使いかた -- 6.0 接触 - 基本 (2)

```

AFFE_MODELE      MODE
MAILLAGE         newMesh      2)項で作成した newMesh を適用する。
AFFE
  AFFE_1
  :
  AFFE_2         追加
    GROUP_MA     spElmt
    PHENOMENE    MECANIQUE
    b_mecanique
    MODELISATION DIS_T

```

4) 追加した要素にバネ定数を定義

追加した POI1 要素に剛性マトリックス (K_T_D_N) を定義し、剛性 (バネ定数) の値を設定する。1ヶの要素に右記の剛性マトリックスが定義されるので、各方向のバネ定数を設定。

この剛性マトリックスは、変位「0」に対して働くので、節点が、弱いバネで吊り下げられている状態になる。(変位拘束された状態)

<例>

```

AFFE_CARA_ELEM  softSp      追加
MODELE         MODE
DISCRET
  b_SYME_OUI
  CARA         K_T_D_N      剛性マトリックスを定義
  b_AK_T_D_N
  GROUP_MA     spElmt      要素名「spElmt」に
  VALE        1e5, 1e5, 1e5 剛性(Kx,Ky,Kz)を定義

```

$$\text{剛性 matrix} \begin{matrix} U_x & U_y & U_z \\ \left| \begin{array}{ccc} k_x & 0 & 0 \\ 0 & k_y & 0 \\ 0 & 0 & k_z \end{array} \right| \end{matrix}$$

5) solver に追加した要素の定数を読み込ませる

solver に「CARA_ELEM」コマンドを追加して、追加した要素を読み込んで計算させる。

<例>

```

STAT_NON_LINE  RESU
MODELE         MODE
CHAM_MATER     MATE
CARA_ELEM     softSp      追加
  :

```

以上の操作で節点に弱いバネを追加する事ができる。

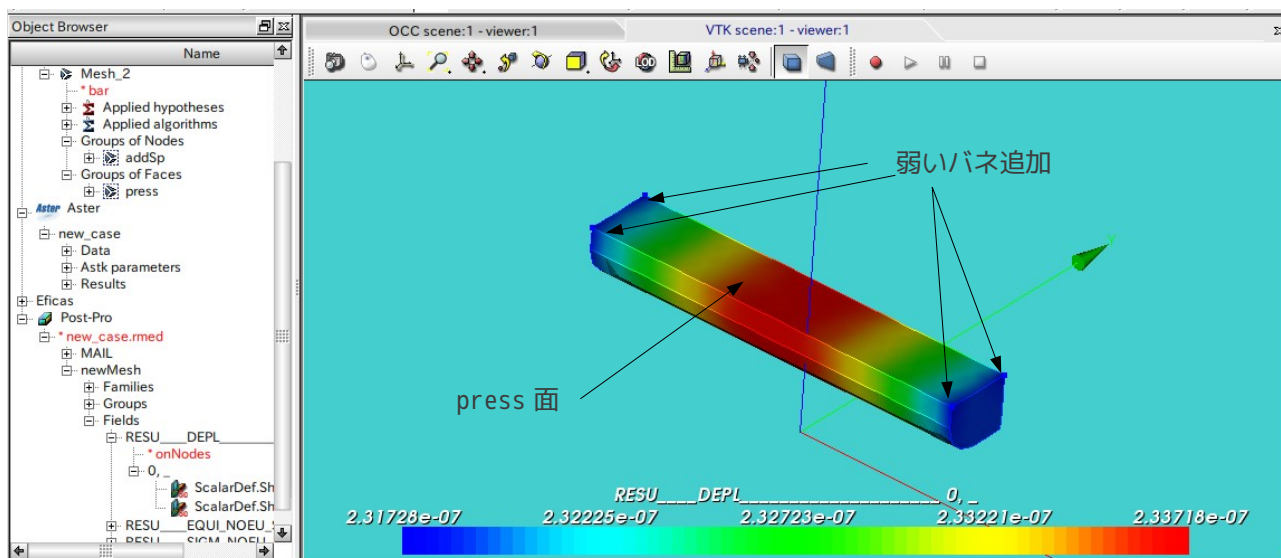
参考までに、「bar」のみのモデルを作り、「bar」の press 面の4角を弱いバネで固定し、press 面に荷重 (100Pa) を掛けて計算してみる。変位の拘束は、行なっておらず、弱いバネを追加しただけで、solver は、「MECA_STATIQUE」を使用して計算した。通常であれば、変位拘束していないので、剛体移動が起こり、エラーが発生する。

以下が計算結果になる。変位は、press 面の4角で吊り下げている状態なので、bar の中央部の変位が大きく、応力は、吊り下げている位置 (press 面の4角) と bar 中央部の応力が大きくなっている。

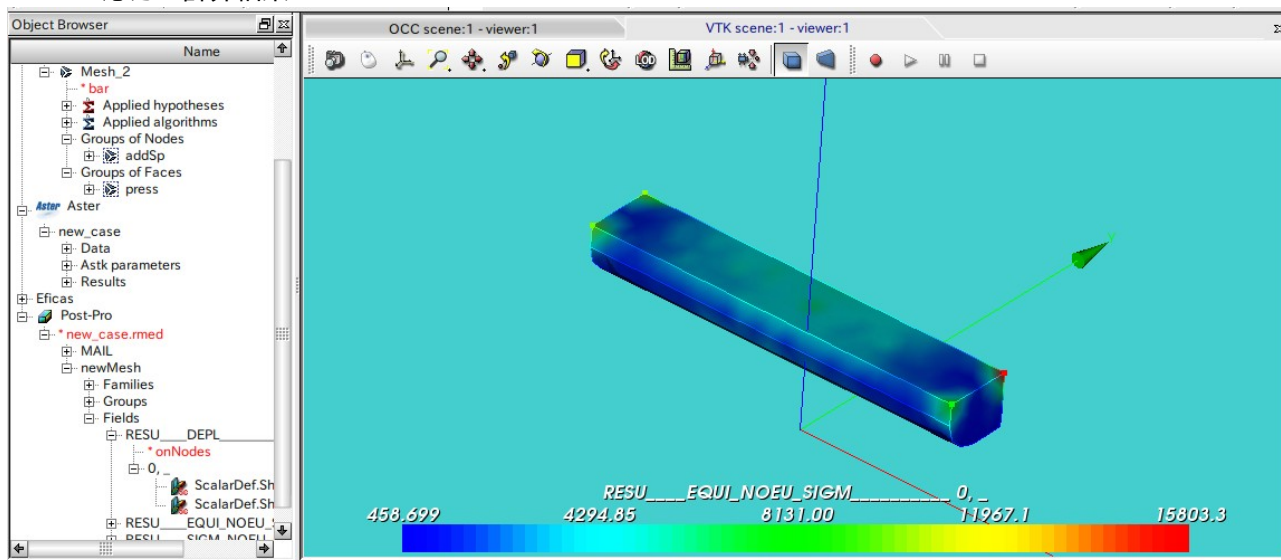
以上の様に、弱いバネを追加するだけで、変位の拘束ができていく状態になる。

変位の計算結果

SalomeMeca の使いかた -- 6.0 接触 - 基本 (2)



応力の計算結果



4-2. モデルの作成

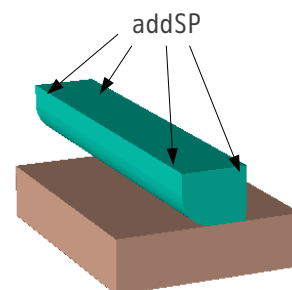
弱いバネを追加して全ての部品を変位拘束してしまえば、2項と同じ解析になる為、2項の解析コードを編集して弱いバネを追加しても構わないが、今回は、3項の解析コードを編集して弱いバネを追加する事にする。この為、3項で解析したモデルやメッシュがそのまま使える様に、caseをコピーして新たなフォルダを作成しておく。

解析は、press面に「1.0e5 Pa」を掛けた解析を行なってみる。

このモデルでは、baseを固定し、bar上面の「press」面に荷重を掛けるので、barは変位拘束されていない。この為、barはこのまま解析すると、剛体移動が発生する。

この為、press面の4角に弱いバネを追加して、剛体移動を防ぐ。

弱いバネを追加したい場所（press面の4角）をグループ化しておく。この為、geometryのグループ化は、以下になる。



SalomeMeca の使いかた -- 6.0 接触 - 基本 (2)

Base	volume	Solid1 (Base)
fix	face	固定面
contBase	face	Base の接触面
Bar	volume	Solid2 (Bar)
contBar	face	Bar の接触面
press	face	荷重を付加する面
addSP	point	弱いバネを追加する場所 (press 面の 4 角)

geometry モジュールで addSP を追加した後、mesh モジュールに移動し、メッシュに addSP が追加されていることを確認する。

4-3. 解析コードの編集

モデルが作成できたので、解析コード編集する。そのままでは、編集できないので、3-2 項の方法で、comm ファイルが読める状態にしておく。

<弱いバネを追加する場所 (addSP) に要素 1 ヶ追加>

モデルを読み込んだ後 (MODI_MAILLAGE の後)、に CREA_MAILLAGE コマンドを追加する。

```

CREA_MAILLAGE      newMesh
MAILLAGE           MAIL
CREA_POI1          POI1 の要素を
NOM_GROUP_MA      spElmt   要素名「spElmt」に設定して
GROUP_NO          addSP    addSP に追加する

```

<newMesh をモデルに適用>

次のコマンドを修正する。

```

AFFE_MODELE       MODE
MAILLAGE          newMesh   newMesh に変更
AFFE
AFF_1
TOUT              OUI
PHENOMENE        MECANIQUE
b_mecanique
MODELISATION     3D
AFFE_2           これ以下を追加する。
GROUP_MA         spElmt
PHENOMENE        MECANIQUE
b_mecanique
MODELISATION     DIS_T

```

<追加した要素にバネ定数を設定>

バネ定数の値は、解析するモデルのヤング率が $1e11$ Pa のオーダーなので、弱いバネとしては、大雑把に見積もって $1e5$ N/m の値に設定した。尚、このバネ定数は、モデルの変形量によって変わってくる。余りにも差がありすぎると、剛体移動とみなされ、エラーが発生するので、結果を見ながら設定することになる。今回は、 $1e5$ とした。

```

AFFE_CARA_ELEM   softSp
MODELE          MODE
DISCRET
b_SYME_OUI

```

SalomeMeca の使いかた -- 6.0 接触 - 基本 (2)

CARA	K_T_D_N	
b_AK_T_D_N		
GROUP_MA	spElmt	弱いバネの要素名「spElmt」に
VALE	1e5,1e5,1e5	バネ定数を設定。

<材料を適用するメッシュを変更>

弱いバネを追加したメッシュを「newMesh」に設定したので、ここも、「MAIL」 → 「newMesh」に変更しておく。

AFFE_MATERIAU	MATE	
MAILLAGE	newMesh	ここを修正
AFFE		
TOUT	OUI	
MATER	MA	

<solver の修正>

弱いバネを設定したメッシュで計算させる為に「CARA_ELEM」コマンドを追加する。
ここまでで、弱いバネに関する設定は終わる。

STAT_NON_LINE	RESU	
MODELE	MODE	
CHAM_MATER	MATE	
CARA_ELEM	softSp	追加
EXCIT		
CONTACT	contact	
COMP_ELAS		
b_not_reuse		
INCREMENT		
b_mesh_newton		
CONVERGENCE		

<境界条件修正>

press 面に掛ける荷重を 1e5 Pa に設定する。

AFFE_CHAR_MECA	loadP	
MODELE	MODE	
PRES_REP		
GROUP_MA	press	
PRES	1e5	1e5 Pa に設定

<荷重の分割数を再設定>

3項の解析では、荷重を 5 分割していたが、10 分割に変更する。理由は、5 分割では、収束しなかった為。

DEFI_LIST_REEL	inst	
DEBUT	0.0	
INTERVALLE		
JUSQU_A	1.0	
PAS	0.1	10 分割に設定

以上で解析コードの編集は終了。

4-4. 実行、結果の確認

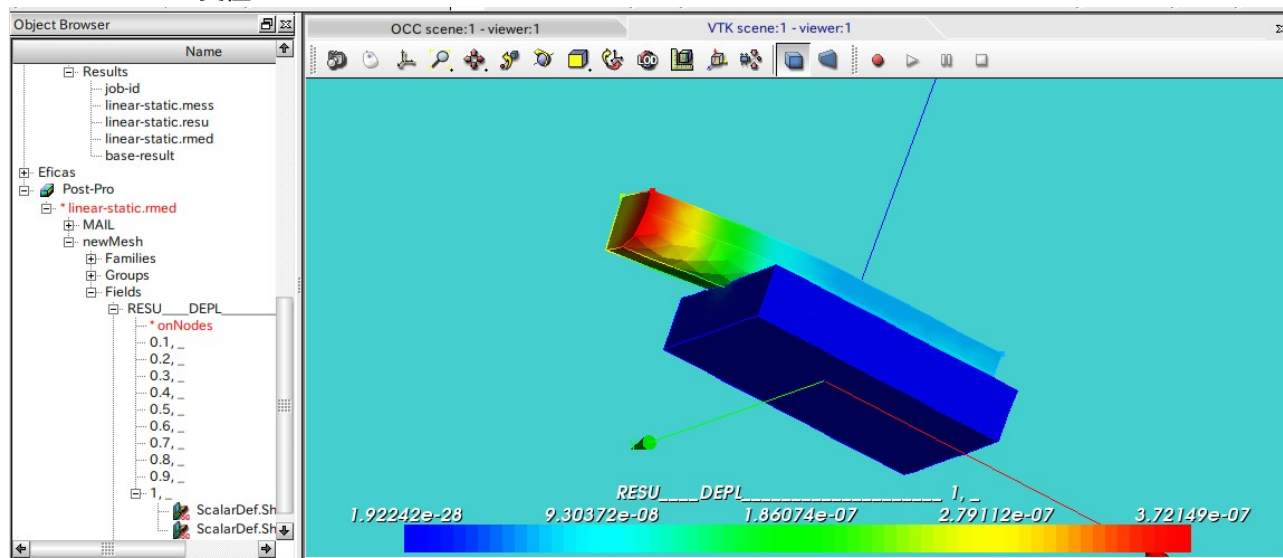
SalomeMeca の使いかた -- 6.0 接触 - 基本 (2)

計算開始させる。計算は、警告がでるもののエラーは無く、うまく進む。

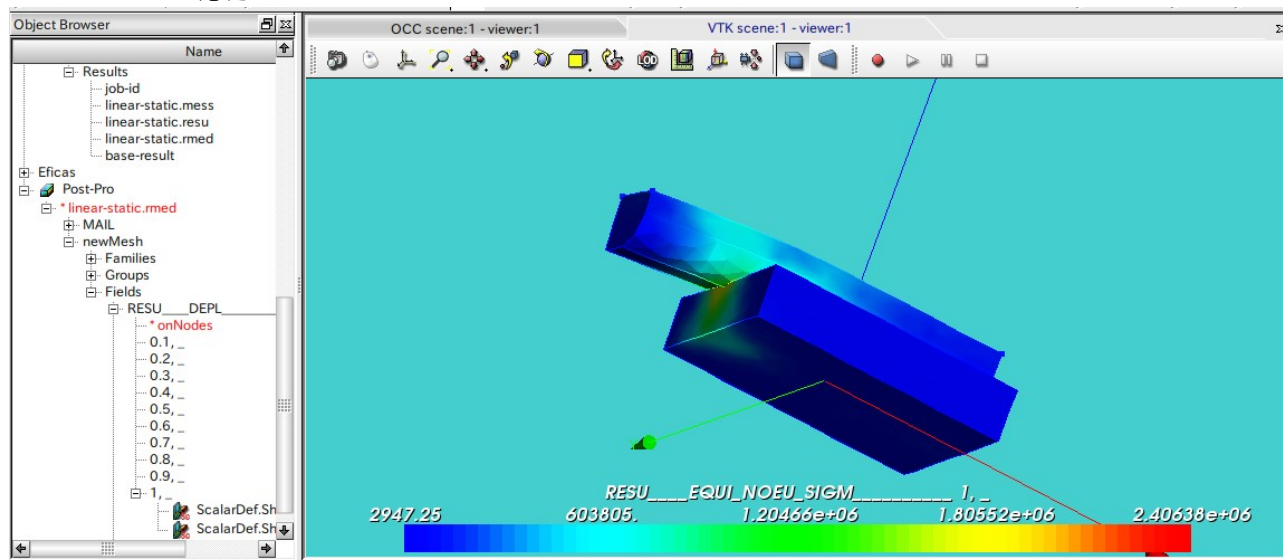
以下が解析結果になる。1e5 Paの圧力を press 面に掛けても、剛体移動が発生せず、うまく計算ができてい

る。

変位



応力



5. まとめ

SalomeMeca2010を使って、変位拘束、荷重拘束した場合の接触解析を行ってみた。

SalomeMeca2010の場合、感触としては、ほとんどがデフォルトの設定でうまく計算でき、従来よりも簡単にコードが作成できる。

また、境界条件として変位や荷重を設定する事もできる。ただし、荷重を境界条件として設定する場合は、位置を完全に拘束していない為、剛体移動 (rigid movement) が発生して、エラーになり易い。この場合は、

SalomeMeca の使いかた -- 6.0 接触 - 基本 (2)

弱いバネを追加すれば、剛体移動を防ぐことができる。

また、剛体移動を防ぐ方法として、モデルを工夫して剛体移動を防ぐこともできる。具体的には、移動する部品に相対的にヤング率の低い部品を接着し、この部品の片方を固定すれば、変位拘束できるので、この方法でも剛体移動を防ぐことができる。

6. ソースコード

```
----- 変位拘束の場合 -----
DEBUT();

MA=DEFI_MATERIAU(ELAS=_F(E=1.303e11,
                        NU=0.343,,));

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

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

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

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

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,)),);

loadP=AFFE_CHAR_MECA(MODELE=MODE,
                    DDL_IMPO=_F(GROUP_MA='press',
                                   DZ=-0.0002,)),);

contact=DEFI_CONTACT(MODELE=MODE,
                    FORMULATION='DISCRETE',
                    ZONE=_F(GROUP_MA_MAIT='contBase',
                              GROUP_MA_ESCL='contBar',
                              ALGO_CONT='CONTRAINTE',,,));

ramp=DEFI_FONCTION(NOM_PARA='INST',VALE=(0,0,
```


SalomeMeca の使いかた -- 6.0 接触 - 基本 (2)

```

1,1,
),,);

inst=DEFI_LIST_REEL(DEBUT=0.0,
                    INTERVALLE=_F(JUSQU_A=1.0,
                                    PAS=0.2,,),);

RESU=STAT_NON_LINE(MODELE=MODE,
                   CHAM_MATER=MATE,
                   EXCIT=( _F(CHARGE=CHAR, ),
                             _F(CHARGE=loadP,
                                   FONC_MULT=ramp,)),),
                   CONTACT=contact,
                   COMP_ELAS=_F(RELATION='ELAS', ),
                   INCREMENT=_F(LIST_INST=inst, ),);

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

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();
-----ここまで-----

----- 荷重拘束 の場合 -----
DEBUT();

MA=DEFI_MATERIAU(ELAS=_F(E=1.303e11,
                        NU=0.343, ),);

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

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

MODE=AFFE_MODELE(MAILLAGE=MAIL,
                 AFFE=_F(TOUT='OUI',

```

SalomeMeca の使いかた -- 6.0 接触 - 基本 (2)

```

        PHENOMENE='MECANIQUE',
        MODELISATION='3D',,);

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

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,)),);

loadP=AFFE_CHAR_MECA(MODELE=MODE,
        PRES_REP=_F(GROUP_MA='press',
        PRES=100,)),);

contact=DEFI_CONTACT(MODELE=MODE,
        FORMULATION='CONTINUE',
        ZONE=_F(GROUP_MA_MAIT='contBase',
        GROUP_MA_ESCL='contBar',
        CONTACT_INIT='OUI',,));

ramp=DEFI_FONCTION(NOM_PARA='INST', VALE=(0,0,
        1,1,
        ),,);

inst=DEFI_LIST_REEL(DEBUT=0.0,
        INTERVALLE=_F(JUSQU_A=1.0,
        PAS=0.2,)),);

RESU=STAT_NON_LINE(MODELE=MODE,
        CHAM_MATER=MATE,
        EXCIT=( _F(CHARGE=CHAR,)),
        _F(CHARGE=loadP,
        FONC_MULT=ramp,)),
        CONTACT=contact,
        COMP_ELAS=_F(RELATION='ELAS',),
        INCREMENT=_F(LIST_INST=inst,),
        NEWTON=_F(REAC_ITER=1,));

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

```

SalomeMeca の使いかた -- 6.0 接触 - 基本 (2)

```

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();
-----ここまで-----

----- 荷重拘束（弱いバネを追加） の場合-----
DEBUT();

MA=DEFI_MATERIAU(ELAS=_F(E=2.0e11,
                        NU=0.343,),,);

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

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

newMesh=CREA_MAILLAGE(MAILLAGE=MAIL,
                     CREA_POI1=_F(NOM_GROUP_MA='spElmt',
                                   GROUP_NO='addSP',),,);

MODE=AFFE_MODELE(MAILLAGE=newMesh,
                 AFPE=( _F(TOUT='OUI',
                           PHENOMENE='MECANIQUE',
                           MODELISATION='3D',),
                       _F(GROUP_MA='spElmt',
                           PHENOMENE='MECANIQUE',
                           MODELISATION='DIS_T',),,));

MATE=AFFE_MATERIAU(MAILLAGE=newMesh,
                   AFPE=_F(TOUT='OUI',
                           MATER=MA,),,);

softSp=AFPE_CARA_ELEM(MODELE=MODE,
                     DISCRET=_F(CARA='K_T_D_N',
                                 GROUP_MA='spElmt',
                                 VALE=(1.0e5,1.0e5,1.0e5,),,));

CHAR=AFPE_CHAR_MECA(MODELE=MODE,
                    DDL_IMPO=( _F(GROUP_MA='fix',
                                   DX=0.0,

```

SalomeMeca の使いかた -- 6.0 接触 - 基本 (2)

```

        DY=0.0,
        DZ=0.0,)),
    _F(GROUP_MA='press',
        DX=0.0,
        DY=0.0,)),));

loadP=AFFE_CHAR_MECA(MODELE=MODE,
    PRES_REP=_F(GROUP_MA='press',
        PRES=100000,)),);

contact=DEFI_CONTACT(MODELE=MODE,
    FORMULATION='CONTINUE',
    ITER_GEOM_MAXI=30,
    ZONE=_F(GROUP_MA_MAIT='contBase',
        GROUP_MA_ESCL='contBar',
        CONTACT_INIT='NON',)),);

ramp=DEFI_FONCTION(NOM_PARA='INST', VALE=(0,0,
    1,1,
    ),,);

inst=DEFI_LIST_REEL(DEBUT=0.0,
    INTERVALLE=_F(JUSQU_A=1.0,
        PAS=0.1,)),);

RESU=STAT_NON_LINE(MODELE=MODE,
    CHAM_MATER=MATE,
    CARA_ELEM=softSp,
    EXCIT=( _F(CHARGE=CHAR,),
        _F(CHARGE=loadP,
            FONC_MULT=ramp,)),),
    CONTACT=contact,
    COMP_ELAS=_F(RELATION='ELAS',),),
    INCREMENT=_F(LIST_INST=inst,),),
    NEWTON=_F(REAC_ITER=1,),),
    CONVERGENCE=_F(ITER_GLOB_MAXI=20,)),);

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

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

IMPR_RESU(FORMAT='MED',
    UNITE=80,
    RESU=_F(MAILLAGE=MAIL,
```

SalomeMecaの使いかた -- 6.0 接触 - 基本 (2)

```
RESULTAT=RESU,  
NOM_CHAM=('SIGM_NOEU_DEPL', 'EQUI_NOEU_SIGM', 'DEPL', ), ), );
```

```
FIN();
```

-----ここまで-----