

SalomeMeca の使いかた -- 16.0 シェルの解析-基本

DE 開発 藤井 11/7/1
修正 藤井 11/8/5

SalomeMeca の使いかた -- 16.0 シェルの解析-基本
(SalomeMeca 2010.2)

目次

1. 目的
2. 1次メッシュ (DKT) の場合
 - 2-1. モデル作成
 - 2-2. メッシュ作成
 - 2-3. 解析
 - 2-3-1. 解析コード作成
 - 2-3-2. 解析コードの編集
 - 2-4. 実行
 - 2-5. 結果の確認
3. 高次メッシュ (COQUE_3D) の場合
 - 3-1. モデル作成 (高次メッシュ)
 - 3-2. メッシュ作成 (高次メッシュ)
 - 3-3. 解析コードの編集
 - 3-4. 実行
 - 3-5. 結果の確認
4. まとめ
5. ソースコード

1. 目的

シェルを使ったモデルを解析する。シェルは、2Dの平面であり、板厚が無いので、メッシュを切った時、メッシュが少なくてすむ。ここで簡単なシェルモデルを使って解析してみる。

尚、シェルの解析は、

「<http://www.caelinux.org/wiki/index.php/Contrib:KeesWouters/shellsolid/liaisonmail>」

「<http://www.caelinux.org/wiki/index.php/Contrib:KeesWouters/shell/static>」を参考にしている。シェルの場合は、シェルを1次メッシュ (DKT) にするか、高次メッシュ (COQUE_3D) にするかで方法が違って来るので、これらを分けて解析してみる。

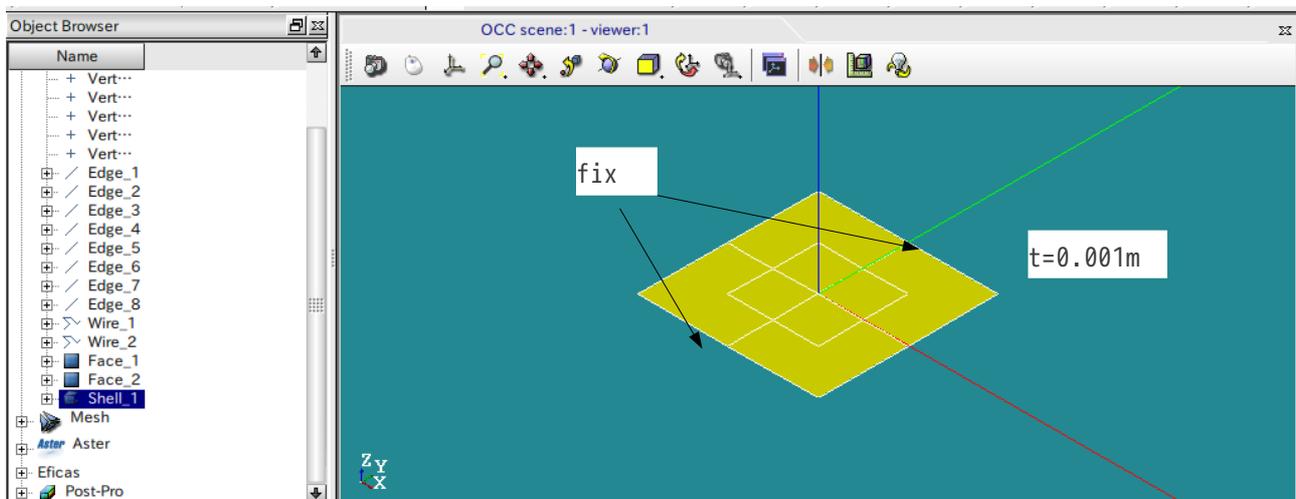
2. 1次メッシュ (DKT) の場合

ここで、シェルを通常の1次メッシュで作成し、解析する場合について記す。

2-1. モデル作成

モデルは、 2.0×2.0 m で、板厚 $t=0.001$ m の以下のモデルとした。前後ライン (fix) を固定し、表面全体に圧力をかけてみる。以下のモデルを Salome で作成した。

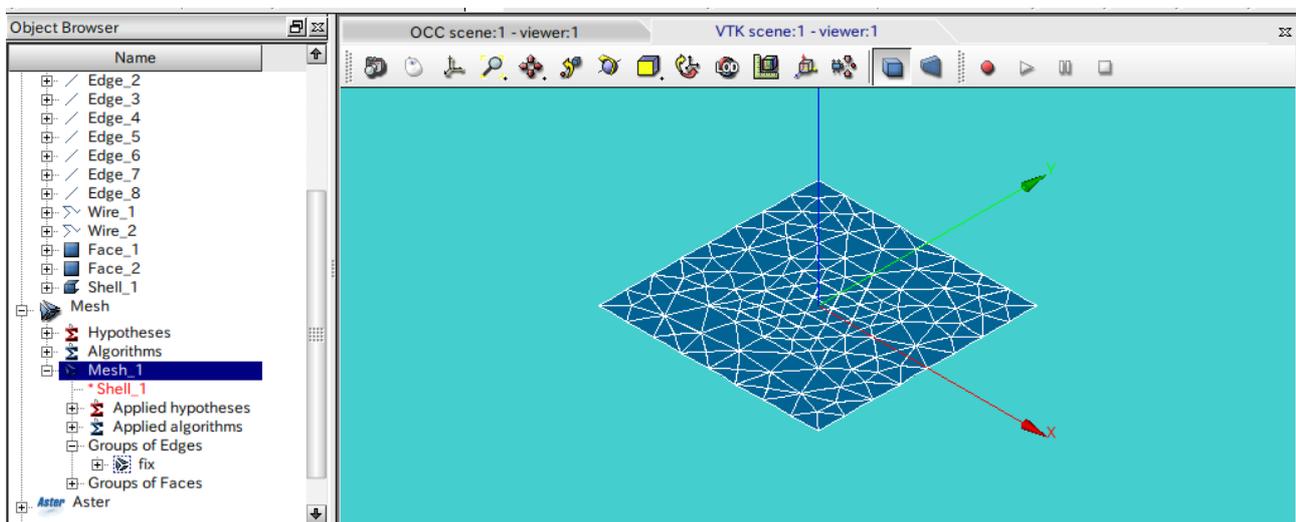
SaLomeMecaの使いかた -- 16.0 シェルの解析-基本



グループ化は、
 assy 面 表面全体
 fix 線 モデルの前後のライン
 で行っている。

2-2. メッシュ作成

メッシュは、以下の様に作成した。通常どおり1次メッシュを作成する。



2-3. 解析

2-3-1. 解析コード作成

メッシュ作成後は、ウィザードを使って、解析コードを作成する。
 ウィザードを起動すると、最初に

SalomeMecaの使いかた -- 16.0 シェルの解析-基本

「What kind of model do you want to work on?」

と聞いてくるが、デフォルトで「3D」となっているので、

「3D」 → 「Plane stress」

に変更する。

後は、2次元モデルで平面応力なので、境界条件の設定は、線にしか設定できない。この為、線を「fix」でグループ化しているので、fix、loadとも同じ「fix」名でとにかくウィザードを実行し、解析コードを作成しておく。

2-3-2. 解析コードの編集

ウィザードが終了すると、Code_Asterの解析コードが出来上がる。この解析コードを以下の様に編集する。

<材料の定義>

ここは、ウィザードで入力した通り。修正せず。

```
DEFI_MATERIAU      MA
ELAS
E                   210000000000.0
NU                  0.3
```

<メッシュの読み込み>

ここも変更なし。

```
LIRE_MAILLAGE      MAIL      変更なし
FORMAT             MED
b_format_med
```

<モデルの定義>

ここも変更なし。

```
MODI_MAILLAGE      MAIL
MAILLAGE           MAIL
ORIE_PEAU_2D
GROUP_MA           fix
```

<メッシュの設定>

以下の様に修正する。

```
AFFE_MODELE        MODE
MAILLAGE           MAIL
AFFE
TOUT                OUI
PHENOMENE          MECANIQUE
b_mecanique
MODELISATION       DKT      この部分を修正（シェルを指定）
```

<シェルの設定>

以下を追加する。

```
AFFE_CARA_ELEM     shellMod
MODELE             MODE
COQUE
GROUP_MA           assy
EPAIS              0.001     シェル厚さを設定
```

SalomeMeca の使いかた -- 16.0 シェルの解析-基本

COQUE_NCOU 1 層の数

<材料の適用>

定義した材料MAをここで適用する。修正無し。

AFFE_MATERIAU	MATE
MAILLAGE	MAIL
AFFE	
TOUT	OUI
MATER	MA

<境界条件>

fixを固定しassy(全面)に1.0の圧力をかける。

AFFE_CHAR_MECA	CHAR	
MODELE	MAIL	
DDL_IMPO		
GROUP_MA	fix	fixを固定
DX	0.0	
DY	0.0	
DZ	0.0	追加
PRES_REP		
GROUP_MA	assy	圧力を掛ける
PRESS	1.0	

<計算>

MECA_STATIQUE	RESU	
MODELE	MODE	
CHAM_MATER	MATE	
CARA_ELEM	shellMod	追加
EXCIT		
CHARGE	CHAR	
OPTION	SIEF_ELGA_DEPL	

<要素解>

CALC_ELEM	RESU	
MODELE	MODE	
CHAM_MATER	MATE	
RESULTAT	RESU	
b_prec_rela		
REPE_COQUE		追加
NIVE_COUCHE	SUP	追加
b_lineaire		
b_toutes		
OPTION	SIGM_ELNO_DEPL	
OPTION	EQUI_ELNO_SIGM	
EXCIT		
CHARGE	CHAR	

<節点解、出力>

以下は変更なし

CALC_NO	RESU
---------	------

SalomeMecaの使いかた -- 16.0 シェルの解析-基本

```
IMPR_RESU
FIN
```

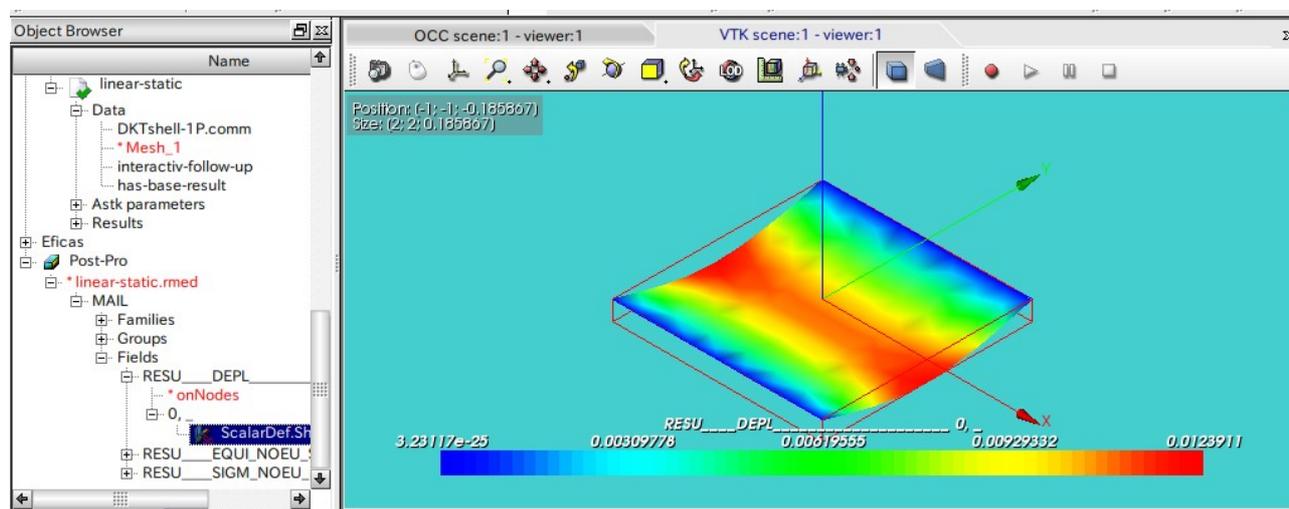
2-4. 実行

以上で Code_Aster の編集が終わったので、ここでコードを実行する。
エラーが無ければ計算はすぐに終了する。

2-5. 結果の確認

計算結果を確認する。シェルの前後の縁を固定して、シェル全面に圧力を掛けている。この変形の様子がよく分かる。

最大変位は、 0.01239m (12.39mm) の変位となった。この値を次で実施する高次メッシュの場合と比較する。



3. 高次メッシュ (COQUE_3D) の場合

前項でシェルの1次メッシュ (DKT) を使って解析したが、ここでは、高次メッシュ (COQUE_3) を使って、解析する。

方法は、salomeで2次メッシュを作成し、さらにCode_Aster内でシェル要素中心にも節点を配置して解析する。

3-1. モデル作成 (高次メッシュ)

モデルは、前項で作成したモデルを使用する。

3-2. メッシュ作成 (高次メッシュ)

メッシュも前項と同じものを使って、メッシュを2次メッシュに変更する。

SalomeMecaの使いかた -- 16.0 シェルの解析-基本

2次メッシュへの変更は、メニューバーから「Modification」>「Convert to/from quadratic」で2次メッシュに変更する。

3-3. 解析コードの編集

前項で作成した1次メッシュの解析コード (DKTshell-1P.comm) をコピーして、COQUEshell-1P.commを作成し、このファイルを編集する事にする。

以下の様に修正する。

<材料の定義>

修正せず。

```
DEFI_MATERIAU      MA
ELAS
E                  210000000000.0
NU                 0.3
```

<メッシュの読み込み>

```
LIRE_MAILLAGE      MAIL          変更なし
FORMAT             MED
b_format_med
```

<節点追加>

節点を1ヶ追加追加する。元々三角形要素の為、3節点であるが、2次要素にした為、6節点/要素持っている。これに1ヶ節点を追加して、7節点/要素にする。

この変更は、COQUE_3D モデルを使うため。

```
CREA_MAILLAGE      meshMod      節点を1ヶ追加し7節点/1要素にする。
MAILLAGE           MAIL          (COQUE_3D モデルを使うため)
MODI_MAILLE
TOUT               OUI
OPTION             TRIA6_7       節点を1ヶ追加する
b_NOS              (四角形要素の場合は、QUAD8_9にする)
```

<メッシュモデル>

内容を以下に書き換える。

```
MODI_MAILLAGE      meshMod
MAILLAGE           meshMod
ORIE_NORM_COQUE
GROUP_MA          assy
```

<メッシュ設定>

内容を以下に書き換える。

```
AFFE_MODLE        MODE
MAILLAGE           meshMod      修正
AFFE
TOUT               OUI
PHENOMENE          MECANIQUE
b_mecanique
MODELISATION      COQUE_3D      この部分を書き換え
```

<シェルの設定>

SalomeMecaの使いかた -- 16.0 シェルの解析-基本

同じ内容。

AFFE_CARA_ELEM	shellMod	
MODELE	MODE	
COQUE		
GROUP_MA	assy	
EPAIS	0.001	シェル厚さを設定
COQUE_NCOU	1	層の数

以下は変更せずそのまま。

3-4. 実行

解析コードの編集が終了したので、実行する。実行は直ぐに終了する。

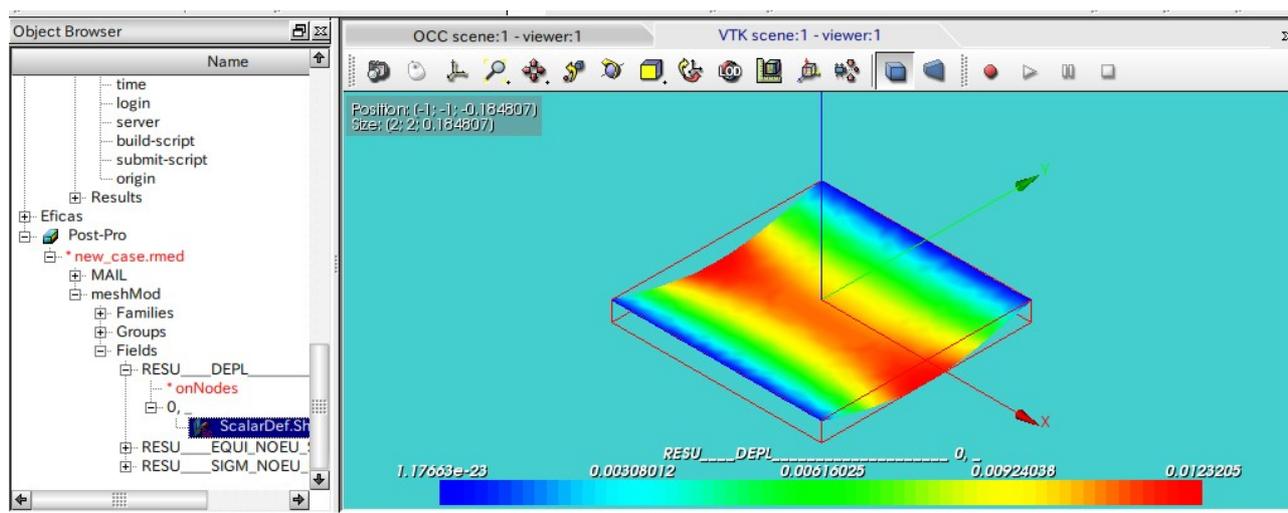
3-5. 結果の確認

計算結果を確認する。前後の縁を固定して、shell 全面に圧力をかけている。この条件は、1次メッシュの場合と同じ条件になる。

今回は、高次のメッシュであるが、前項で作成した1次メッシュを高次メッシュに変更しただけで、条件も同じ条件なので、以下の結果を前項と比較すると、1次メッシュと高次メッシュの違いが判る。

下表がその結果であるが、数字上は、差は殆どない。しかし、見た感じ（分布）は、高次メッシュの方がなめらか。この程度ならば、あえて難しい高次メッシュを使う必要は無いかもしれない。

メッシュ	最大変位
-----	-----
1次メッシュ	12.39mm
高次メッシュ	12.32mm



4. まとめ

SalomeMecaの使いかた -- 16.0 シェルの解析-基本

シェルの解析を1次メッシュと高次メッシュで行ってみた。通常の1次メッシュでも十分な精度が出ていた。高次メッシュを使って、設定を難しくしない方が良いかもしれない。

5. ソースコード

以下にソースコードを示す。

-----ここから (1次メッシュの場合) -----

```
DEBUT();

MA=DEFI_MATERIAU(ELAS=_F(E=21000000000.0,
                        NU=0.3,));

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

MAIL=MODI_MAILLAGE(reuse =MAIL,
                  MAILLAGE=MAIL,
                  ORIE_PEAU_2D=_F(GROUP_MA='fix',));

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

shellMod=AFFE_CARA_ELEM(MODELE=MODE,
                       COQUE=_F(GROUP_MA='assy',
                                 EPAIS=0.001,
                                 COQUE_NCOU=1,));

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,)),
                   PRES_REP=_F(GROUP_MA='assy',
                                PRES=1.0,));

RESU=MECA_STATIQUE(MODELE=MODE,
                  CHAM_MATER=MATE,
                  CARA_ELEM=shellMod,
                  EXCIT=_F(CHARGE=CHAR,));

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

SalomeMeca の使いかた -- 16.0 シェルの解析-基本

```

CHAM_MATER=MATE,
RESULTAT=RESU,
REPE_COQUE=_F(NIVE_COUCHE='SUP',),
OPTION=('SIGM_ELNO_DEPL', 'EQUI_ELNO_SIGM',),
EXCIT=_F(CHARGE=CHAR,);

```

```

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-----

-----ここから（高次メッシュの場合）-----

```

DEBUT();

```

```

MA=DEFI_MATERIAU(ELAS=_F(E=210000000000.0,
                        NU=0.3,));

```

```

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

```

```

meshMod=CREA_MAILLAGE(MAILLAGE=MAIL,
                     MODI_MAILLE=_F(TOUT='OUI',
                                     OPTION='TRIA6_7',),);

```

```

meshMod=MODI_MAILLAGE(reuse =meshMod,
                     MAILLAGE=meshMod,
                     ORIE_NORM_COQUE=_F(GROUP_MA='assy',),);

```

```

MODE=AFFE_MODELE(MAILLAGE=meshMod,
                 AFFE=_F(TOUT='OUI',
                         PHENOMENE='MECANIQUE',
                         MODELISATION='COQUE_3D',),);

```

```

shellMod=AFFE_CARA_ELEM(MODELE=MODE,
                       COQUE=_F(GROUP_MA='assy',
                                 EPAIS=0.001,
                                 COQUE_NCOU=1,));

```

```

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

```

SalomeMeca の使いかた -- 16.0 シェルの解析-基本

```
CHAR=AFFE_CHAR_MECA(MODELE=MODE,  
    DDL_IMPO=_F(GROUP_MA='fix',  
        DX=0.0,  
        DY=0.0,  
        DZ=0.0,)),  
    PRES_REP=_F(GROUP_MA='assy',  
        PRES=1.0,)),);  
  
RESU=MECA_STATIQUE(MODELE=MODE,  
    CHAM_MATER=MATE,  
    CARA_ELEM=shellMod,  
    EXCIT=_F(CHARGE=CHAR,)),);  
  
RESU=CALC_ELEM(reuse =RESU,  
    MODELE=MODE,  
    CHAM_MATER=MATE,  
    RESULTAT=RESU,  
    REPE_COQUE=_F(NIVE_COUCHE='SUP',),),  
    OPTION=('SIGM_ELNO_DEPL', 'EQUI_ELNO_SIGM',),),  
    EXCIT=_F(CHARGE=CHAR,)),);  
  
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-----
```