

SalomeMecaの使いかた -- 14.0 温度・構造-連成解析(1)

信頼性課 藤井 08/5/19

SalomeMecaの使いかた -- 14.0 温度・構造-連成解析(1)
(SalomeMeca 2008.1)

目次

1. 目的
2. 解析方法
3. 熱流解析
 - 3-1. モデルの作成
 - 3-2. Code_Aster の作成
 - 3-3. 実行と結果の確認
4. 構造解析
 - 4-1. Code_Aster の修正
 - 4-2. 実行と結果の確認
5. ソースコード

1. 目的

ここでは、熱流解析を行って温度分布を求めた後、その答えを使って構造解析し、変位や応力を求めてみる。異なる解析を連続して行い、解を求める。

拘束されたモデルに通電するなどして発熱させた時、モデルの温度が部分的に上昇し、材料も部分的に熱膨張する。この熱膨張によって、変位やひずみが発生する。この様な事象をシミュレートする。

2. 解析方法

モデルの両端が拘束された状態で、片側の端面が冷却（一定温度）され、反対側の端面が発熱しているモデルを考える。最初に熱流解析を行い、モデルの温度分布を求めておく。次にその求めた温度分布を使って、構造解析を行い、熱応力を求める。

モデルは、先に熱流解析を行ったモデルと同じL字モデル (bar-2.stp) を使う。

3. 熱流解析

モデルの一端 (const 面) を一定温度に保ち、片側の端面 (heat 面) を発熱して、モデルの温度分布を求める。

3-1. モデルの作成

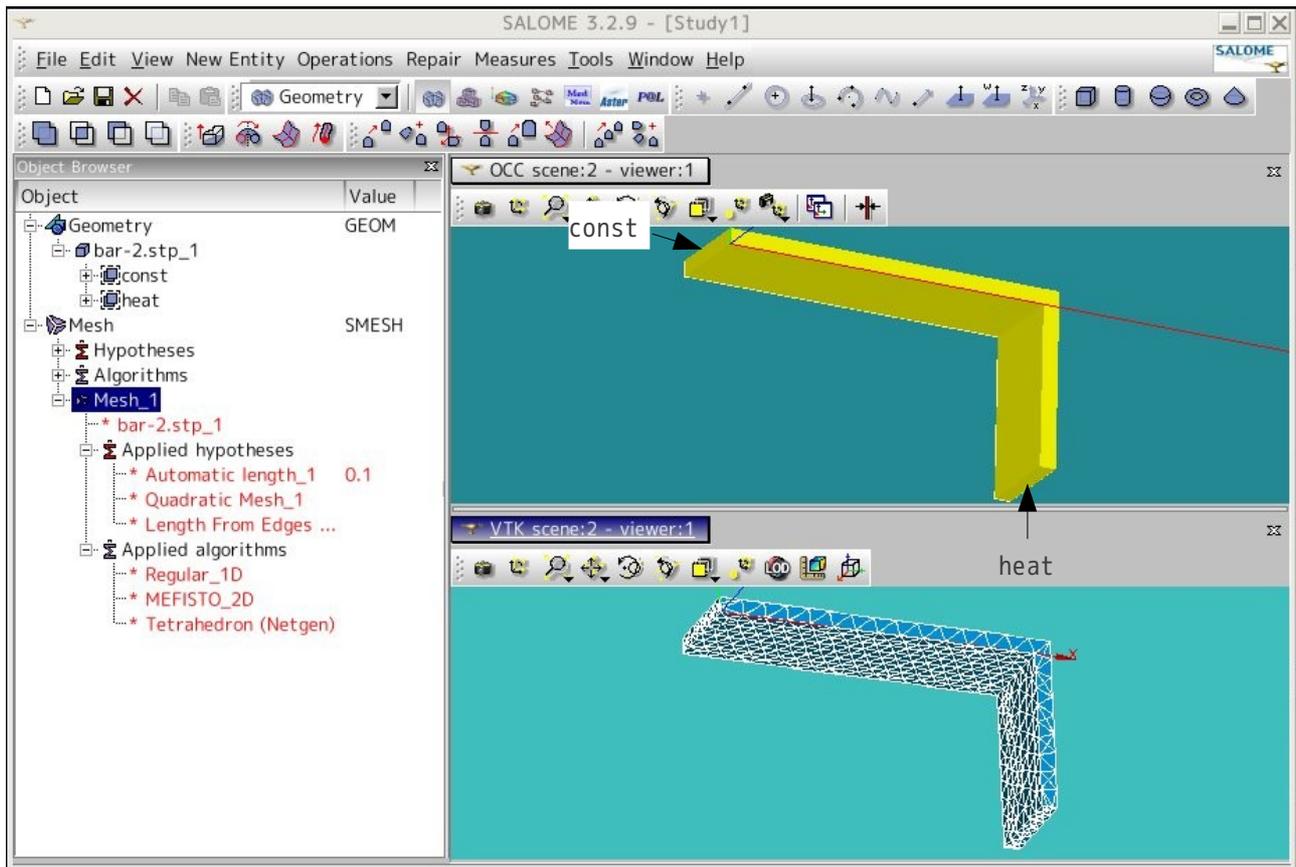
モデルは、L字モデルを使う。モデルの各々の端面を

Const 面： 20°C一定
heat 面： 単位面積あたり 500mW 発熱

に設定する。

メッシュは、Automatic Length 0.1 で三角形の2次メッシュでメッシュを切った。下図参照。

SalomeMecaの使いかた -- 14.0 温度・構造-連成解析(1)



3-2. Code_Aster の作成

通常の熱流解析とまったく同じ方法で Code_Aster を作成する。
Salome の Aster 画面からウィザード「Linear Thermal」から Code_Aster を作成する。
以下が設定した材料定数と境界条件。

材料定数

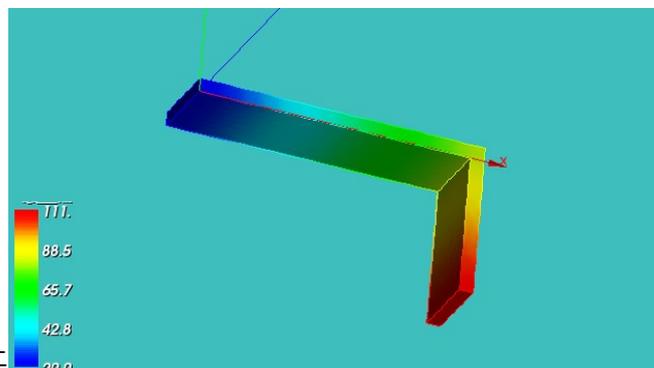
熱伝導率 λ : 83.5 mW/mm-°C

境界条件

const 面 : 20 °C
heat 面 : 500 mW/mm²

3-3. 実行と結果の確認

実行して結果を確認すると、発熱している部分
(heat 面) は、111°Cになっており、91°Cの温度上昇が発生している事が判る。右図参照。



4. 構造解析

前項で求めた温度分布を使って構造解析する。

SalomeMecaの使いかた -- 14.0 温度・構造-連成解析(1)

4-1. Code_Asterの修正

モデルは、熱流解析と同じモデルをそのまま使い、モデルの両端（const 面、heat 面）を固定する。
材料定数は、下記を入力する。

ヤング率： 210000 Mpa
ポアソン比： 0.293
線膨張係数： 11.7e-6 1/°C

EFICASを起動して、Code_Asterを修正する。

熱流解析はThermiqueモデルを使うが、構造解析は、Mecaniqueモデルを使うので、モデルの適用の部分から作るの、殆ど全てを新たに作成することになる。

まず、材料定数を設定する。いまの状態は、熱伝導率しか入力されていないので、これに追加する形でヤング率などを入力する。

```
DEFI_MATERIAU      MATER
ELAS
  E                 210000      #ヤング率
  NU                0.293       #ポアソン比
  ALPHA            11.7e-6      #線膨張係数
THER
  LAMBDA           83.5         #熱伝導率 (ウィザードで入力済)
```

次に構造解析用のコードを追加する。熱流解析の出力設定の次に構造解析分を追加する。
まず、モデルを設定する。

```
AFFE_MODELE        modelM      #モデルの定義
MAILLAGE           MESH
AFFE
  TOUT             OUI
  PHENOMENE       MECANIQUE     #構造解析として定義
  b_mecanique
  MODELISATION    3D
```

定義した材料を設定する。ここで参照温度も入力しておく。

```
AFFE_MATERIAU      matM         #材料の設定
MAILLAGE           MASH
MODELE             modelM
AFFE
  TOUT             OUI
  MATER           MATER
  TEMP_REF        20.0          #熱応力を解析する為、参照温度を入力する。
```

次に構造解析の為の境界条件を入力する。ここに、熱流解析の温度データを取り込んでおく。

```
AFFE_CHAR_MECA     Bcond        #境界条件を設定
MODELE             modelM
TEMP_CALCULEE      TEMP         #熱流解析の結果を取り込む
DDL_IMPO
```

SalomeMecaの使いかた -- 14.0 温度・構造-連成解析(1)

```

GROUP_MA          (const,heat)      #const,heat 面を拘束
DX                0.0
DY                0.0
DZ                0.0

```

Solverに関する設定を行う。

```

MECA_STATIQUE     solMeca           #Solver の設定
MODELE            modelM
CHAM_MATER        matM
EXCIT
CHARGE            Bcond

```

要素解の設定。相当応力、相当ひずみが出来できる様に設定する。

```

CALC_ELEM         SolMeca
MODELE            modelM
CHAM_MATER        matM
RESULTAT          SolMeca
b_lineaire
b_toutes
OPTION            (EPSI_ELNO_DEPL,
                  EQUI_ELNO_SIGM,
                  EQUI_ELNO_EPSI)

```

節点解の設定

```

CALC_NO           SolMeca
RESULTAT          SolMeca
OPTION            (EPSI_NOEU_DEPL,
                  EQUI_NOEU_SIGM,
                  EQUI_NOEU_EPSI)

```

出力項目の設定。出力は、変位、相当応力、相当ひずみを出力させる。

```

IMPR_RSU
MODELE            modelM
FORMAT            MED
b_format_med
RRSU
RESU_1
RESULTAT          SolMeca
b_info_med
b_sensibilite
b_partie
b_extrac
NOM_CHAM          DEPL          #変位を指定
b_cmp
NOM_CMP           (DX,
                  DY,

```

SalomeMecaの使いかた -- 14.0 温度・構造-連成解析(1)

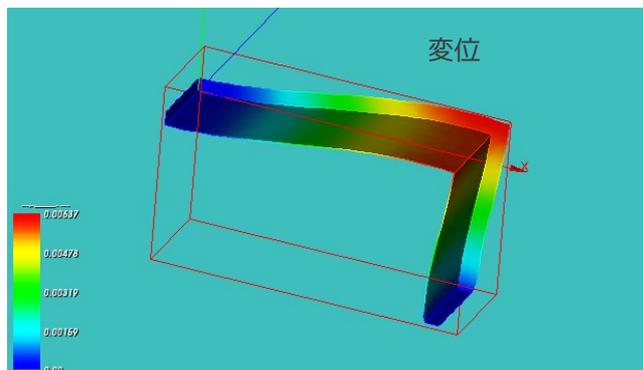
```

DZ)
  b_topologie
RESU_2
  RESULTAT          SolMeca
  b_info_med
  b_sensibilite
  b_partie
  b_extrac
  NOM_CHAM          EQUI_NOEU_SIGM      #相当応力を指定
  b_cmp
  b_topologie
RESU_3
  RESULTAT          SolMeca
  b_info_med
  b_sensibilite
  b_partie
  b_extrac
  NOM_CHAM          EQUI_NOEU_EPSI     #相当ひずみを指定
  b_cmp
  b_topologie

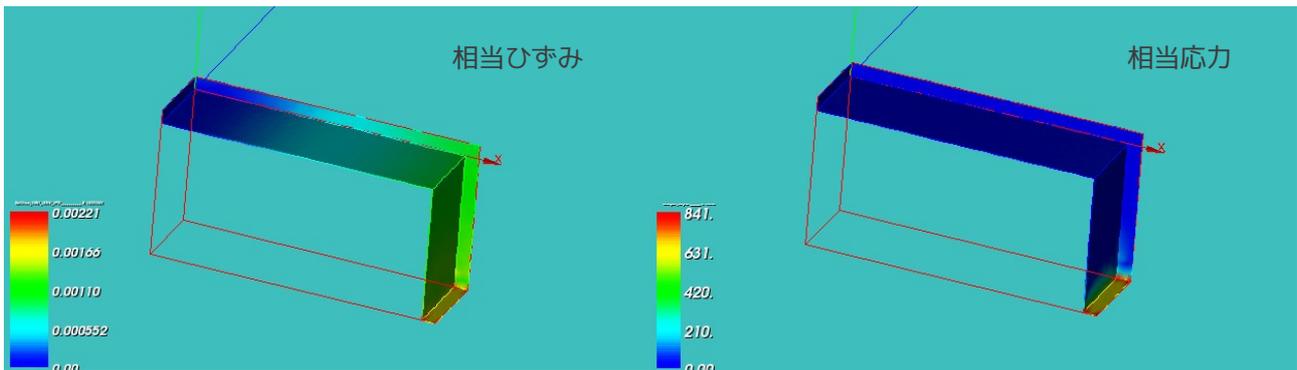
```

4-2. 実行と結果の確認

作成した Code_Aster を実行する。 実行した結果が、下図となる。



SalomeMecaの使いかた -- 14.0 温度・構造-連成解析(1)



最大ひずみ、最大応力は、heat 端面に発生している。 const 端面は、応力は発生していない。
 heat、const 端面両方共、拘束している。 温度上昇は、const 端面は「0」で、heat 端面は「91°C」の為、
 const 端面には応力は発生せず、heat 端面に最大応力が発生する。
 応力は、heat 端面以外が小さいが、ひずみはheat 端面付近に分布している。→heat 端面の温度上昇による
 熱膨張のひずみがあるため。 const 端面は、温度上昇が「0」の為、ひずみも「0」になる。

5. ソースコード

ここで使用した Code_Aster を以下に示す。

-----bar2.comm の内容-----

```
DEBUT();

MESH=LIRE_MAILLAGE(UNITE=20,
                  FORMAT='MED',);

MATER=DEFI_MATERIAU(ELAS=_F(E=210000.0,
                          NU=0.293,
                          ALPHA=11.7e-6,),
                  THER=_F(LAMBDA=83.5,),);

MODEL=AFFE_MODELE(MAILLAGE=MESH,
                  AFFE=_F(TOUT='OUI',
                          PHENOMENE='THERMIQUE',
                          MODELISATION='3D',),);

MATFIELD=AFFE_MATERIAU(MAILLAGE=MESH,
                       AFFE=_F(TOUT='OUI',
                               MATER=MATER,),);

LOADING=AFFE_CHAR_THER(MODELE=MODEL,
                       TEMP_IMPO=_F(GROUP_MA='const',
                                     TEMP=20.0,),
                       FLUX_REP=_F(GROUP_MA='heat',
                                     FLUN=500.0,),);

TEMP=THER_LINEAIRE(MODELE=MODEL,
                  CHAM_MATER=MATFIELD,
```


SalomeMecaの使いかた -- 14.0 温度・構造-連成解析(1)

```
FIN();
```

```
-----ここまで-----
```