

Salome-Meca を用いた複合部材の線形熱伝導解析の手順

平成 24 年 12 月 3 日 岐阜高専 DALAB 鏑田広美

今回は複合部材の線形熱伝導解析を DEXCS-Salome6-64bit を用いて行う。

■ 目次 ■

1. 解析モデル
2. SALOME の起動
3. ファイルの作成
4. Geometry でモデルの作成
5. Mesh でメッシュ作成
6. Aster Code の作成
7. Efficas の起動
8. 解析の実行
9. Post-Pro で結果の可視化

1. 解析モデル

今回解析するモデルは図 1 に示す $100 \times 10 \times 20(\text{mm})$ のモデルとする。 $100 \times 10 \times 10(\text{mm})$ の梁部材を 2 本合体させたモデルで、上部材をアルミニウム、下部材を鋼材とする。それぞれのヤング率 E と熱膨張係数 $ALPHA$ は下記の通りである。ポアソン比はどちらも 0.3 とした。

アルミニウム : $E=7.0 \times 10^{10}[\text{Pa}]$ $ALPHA=23.0 \times 10^{-6}[1/^\circ\text{C}]$

鋼材 : $E=2.1 \times 10^{11}[\text{Pa}]$ $ALPHA=12.1 \times 10^{-6}[1/^\circ\text{C}]$

片側固定とし、 20°C から 120°C の温度変化を与える。

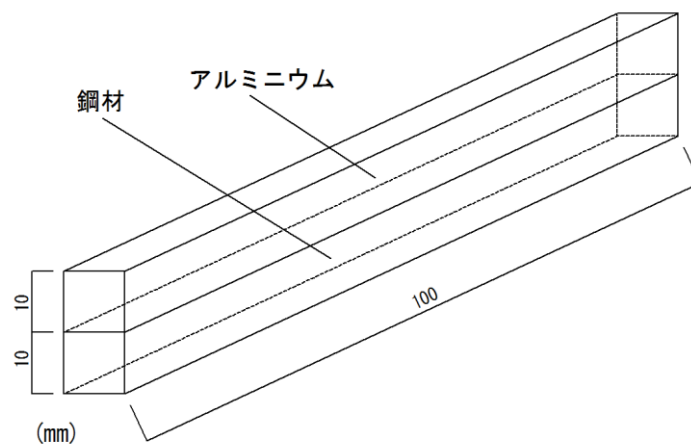


図 1 解析モデル

2. SALOME の起動

図 2 の赤い丸で囲んだ「Salome6」を選択して起動する。

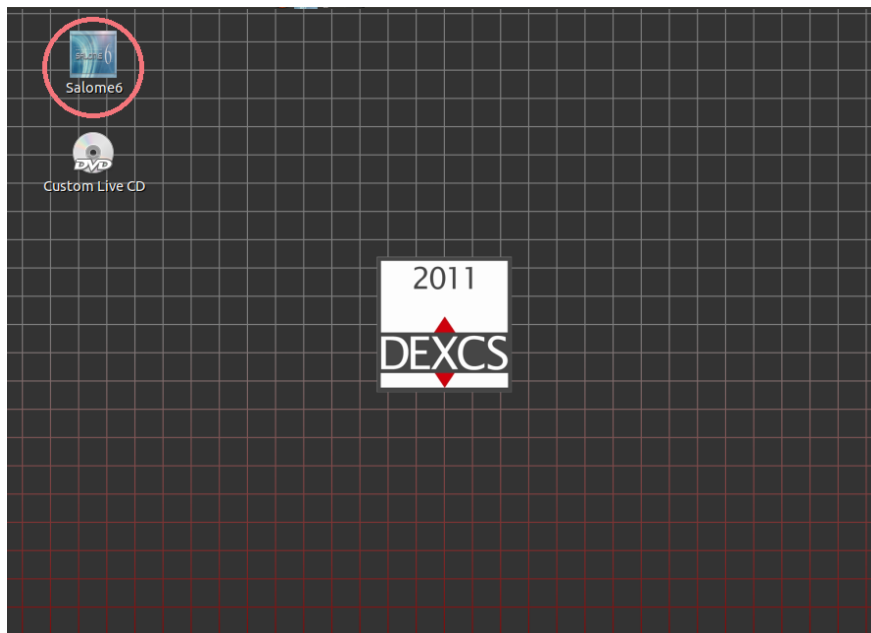


図 2 デスクトップ

3. ファイルの作成

SALOME が起動したら「File→New」の順に選択する。(参照：図 3)

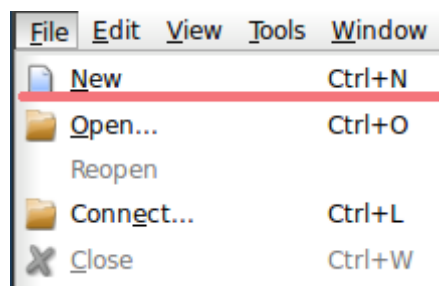


図 3 File

4. Geometry でモデルの作成

①SALOME→Geometry を選択するか、図 4 の赤丸で示す部分を選択して[Geometry]モードに変更する。

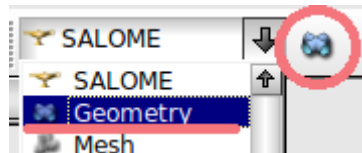


図 4 Geometry

②New Entity→Primitives→Box を選択する。(参照：図 5)

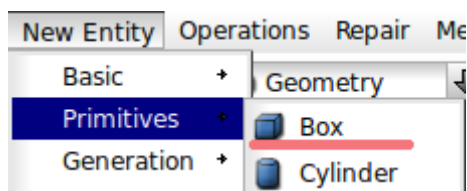


図 5 New Entity

③ボックスの寸法を設定する。

今回は $100 \times 10 \times 10$ (mm)のモデルを作成するため、Dimensions At Origin の Dx、Dy、Dz にそれぞれ 0.1、0.01、0.01(m)を入力する。Name に Top を入力し、Apply and Close を選択して閉じる。(参照：図 6) 図 7 の赤丸で示す部分を選択して拡大すると作成したモデルを確認できる。

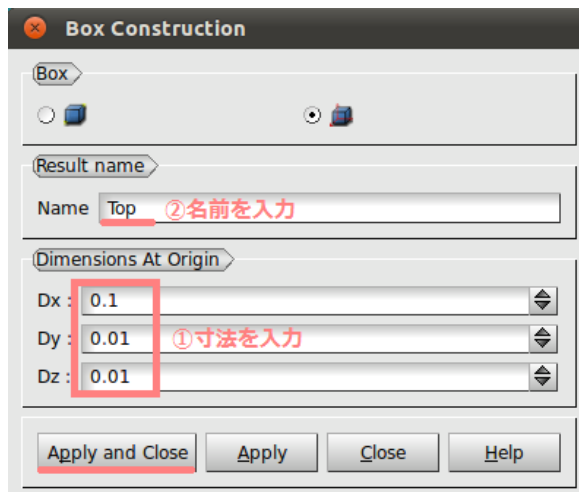


図 6 Box Construction

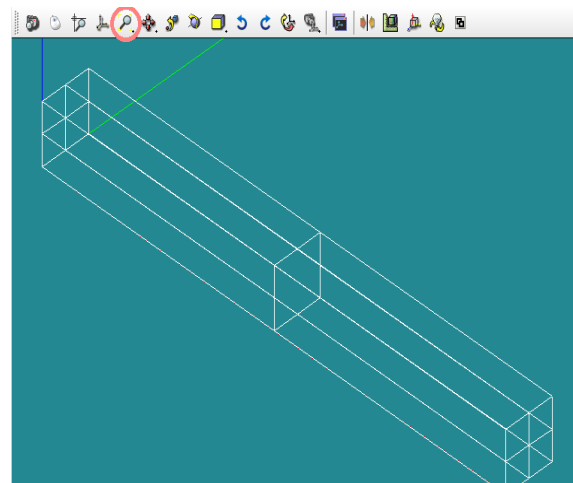


図 7 作成したモデル

④ボックスを複写して移動する。

メニューバーの「Operation→Transformation→Translation」を選択する。(参照：図 8)

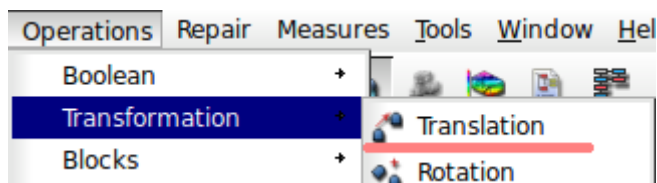


図 8 Translation

Object : Top とし、Dz に-0.01 を入力しする。Name を「Base」とし、Create a copy にチェックが入っていることを確認したら、Apply and Close を選択し、ウィンドウを閉じる。(参照：図 9)

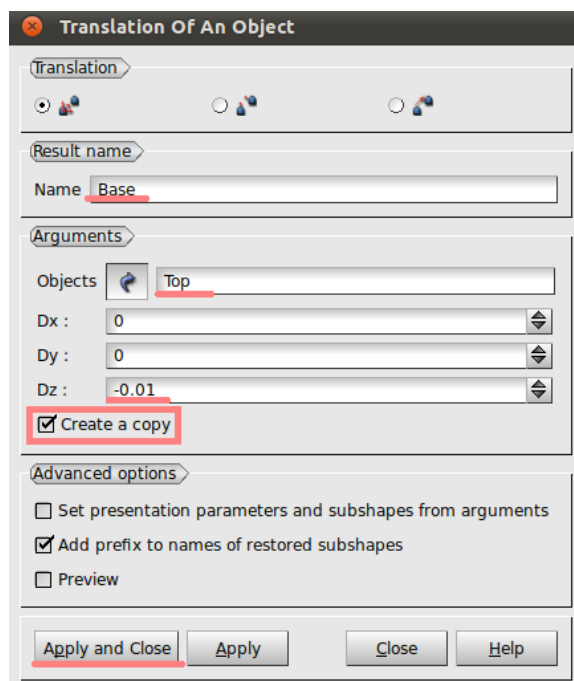


図 9 Translation Of An Object

画面を確認すると、Top の下に、複写してできた Base が作成されている。(参照：図 10)

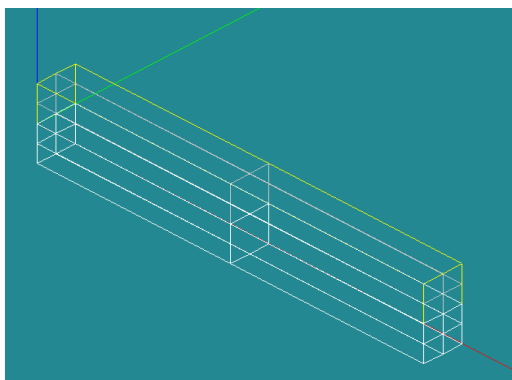


図 10 Top と Base

⑤図 11 に示す Top と Base の境界面をグループ化する。

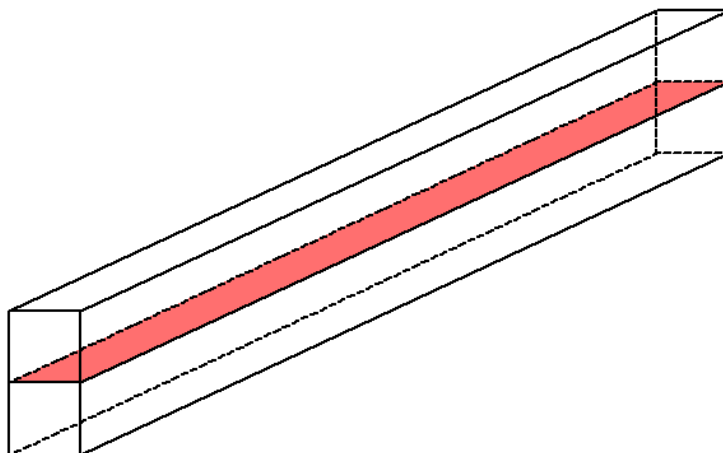


図 11 Top と Base の境界面

Top 上で右クリックし、Show Only を選択し、面をグループ化しやすいようにしておく。(参照：図 12)

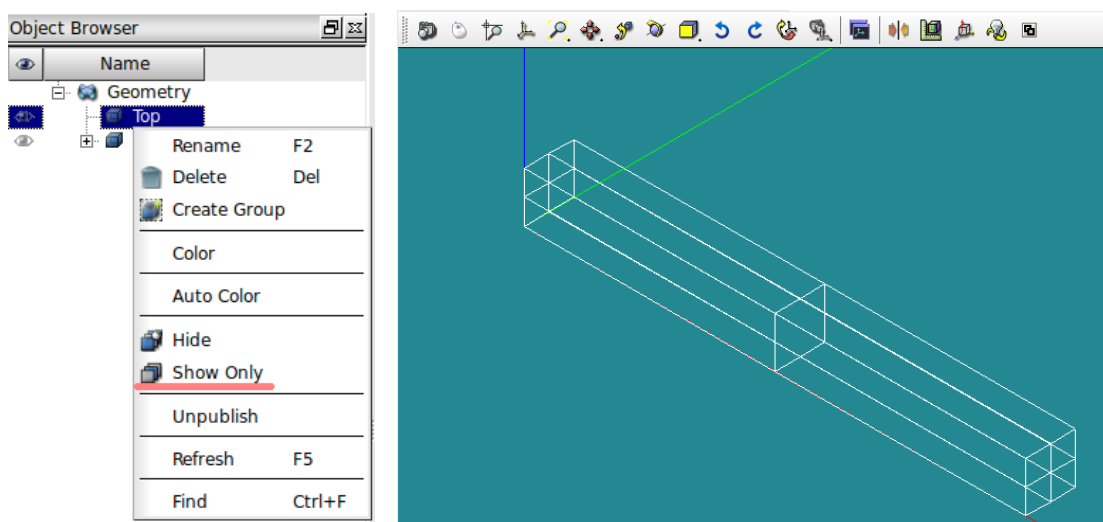


図 12 Show Only

Object Browser の Geometry>Top 上で右クリックし、Create Group を選択する。(参照：図 13)

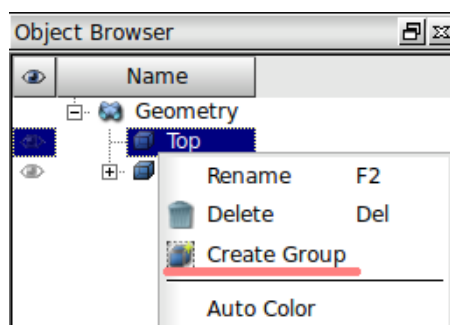


図 13 Object Browser (Create Group)

以下の手順で、挟まれた面を選択する。

Shape Type の右から 2 番目の面を選択し、Main Shape は Object Browser から Top が選択されていることを確認する。

図形からグループ化する面 (Top と Base の境界面) を選択して、Add を左クリックする。

Group Name を「Bound」にして Apply and Close を選択し、閉じる。(参照：図 14)

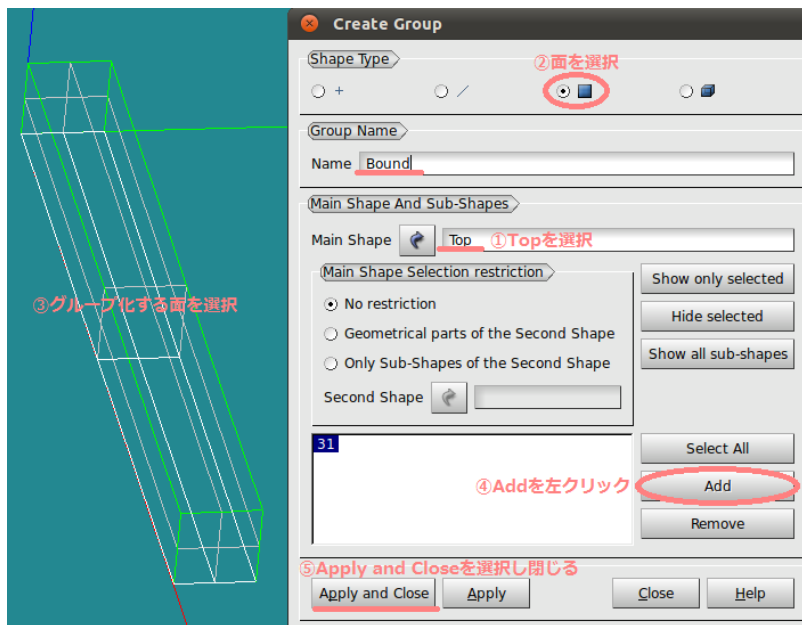


図 14 Create Group (Bound)

⑥上下の部材を一体化する。

メニューバーの Operations→Boolean→Fuse を選択する。

Object 1 に Top、Object 2 に Base をそれぞれ選択し、Apply and Close でウィンドウを閉じる。(参照：図 15)

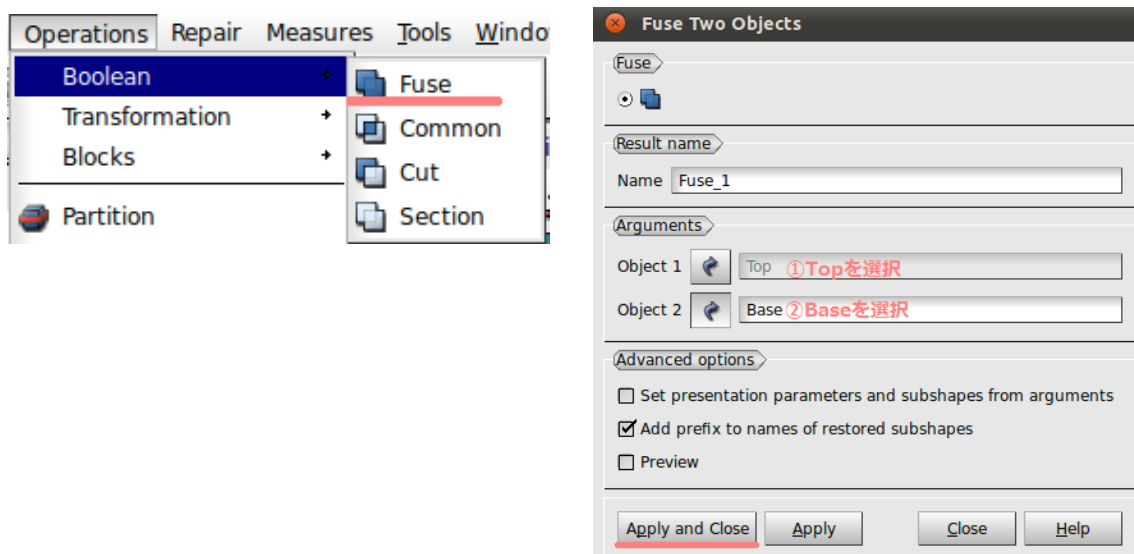


図 15 Fuse

⑦境界面で2つの部材に分ける。

Operations→Partition を選択する。

Object に Fuse_1、Tool Object に Bound (⑤でグループ化した Top の面) を選択する。

Apply and Close を選択し、ウィンドウを閉じる。(参照：図 16)

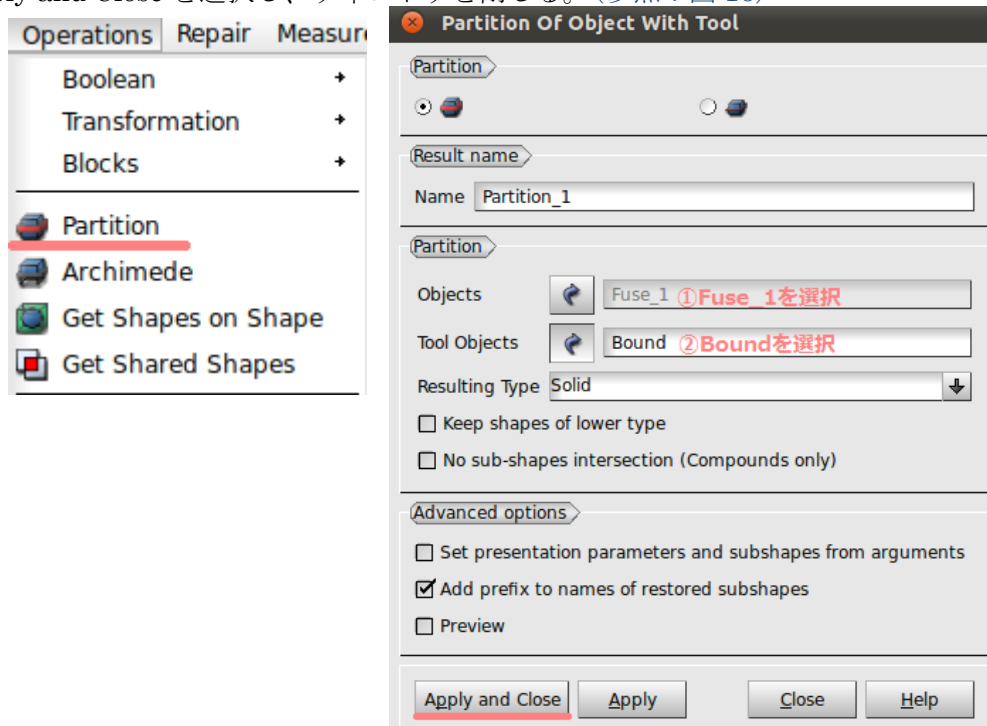


図 16 Partition

⑧アルミニウムと鋼材のボックス、固定面をグループ化する。

図 17 に示すブロック、面をグループ化する。

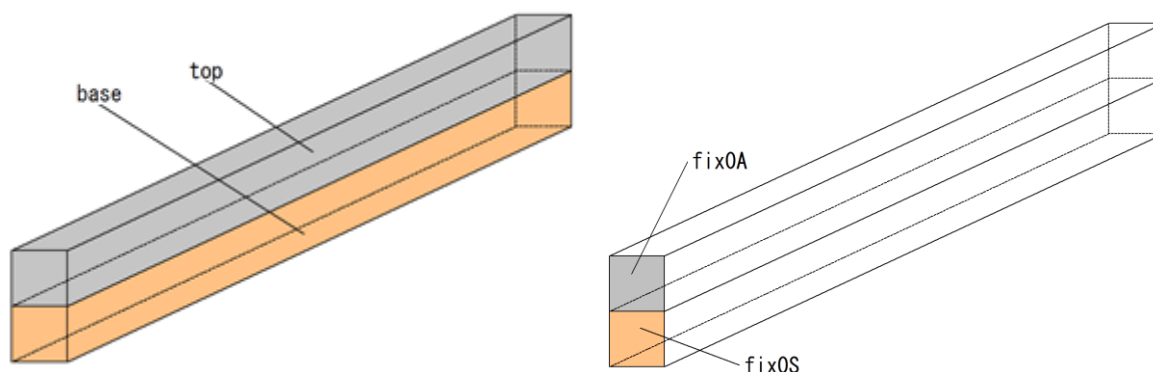


図 17 グループ化するブロックと面

Object Browser の Geometry>Partition_1 上で右クリックし、Create Group を選択する。
まずは、アルミニウムの部分のボックスをグループ化する。

Shape Type の一番右にあるボックスを選択する。

Main Shape は Object Browser から、Geometry>Partition_1 を選択する。

図形から、グループ化するボックスを選択して、Add を右クリックする。

Group Name を「top」にして Apply and Close を選択し閉じる。(参照：図 18)

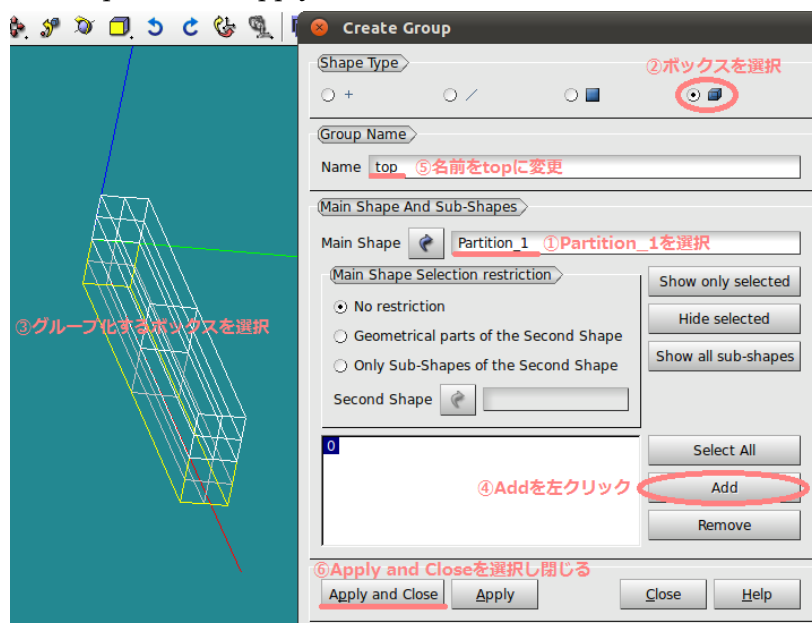


図 18 Create Group (top)

同様にして、鋼材部分のボックス「base」を作成する。(参照：図 19)

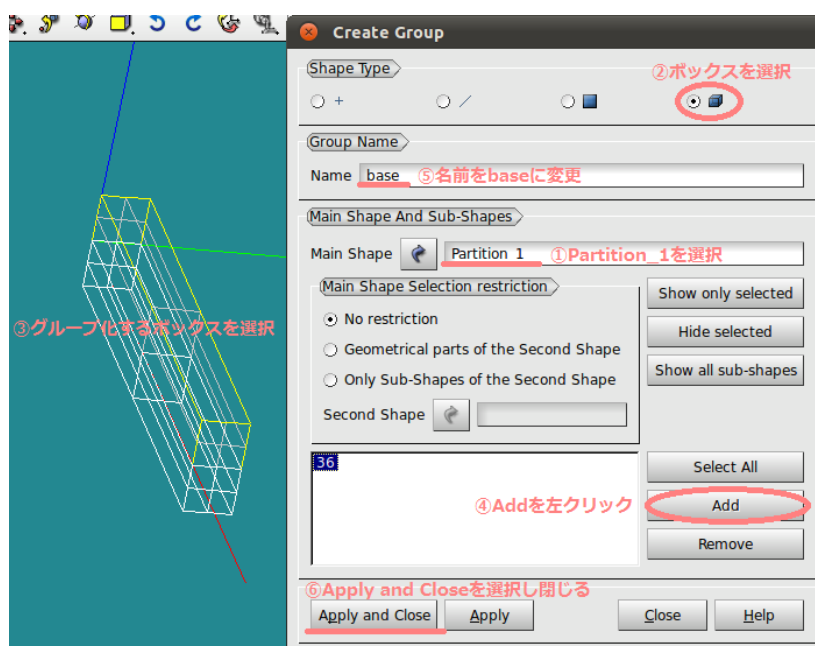


図 19 Create Group (base)

次に、アルミニウム部分の固定面をグループ化する。

Shape Type の右から 2 番目の面を選択し、Main Shape は上と同様に Partition_1 を選択する。

図形からグループ化する面を選択して Add を左クリックする。

Group Name を「fix0A」とし、Apply and Close を選択する。(参照：図 20)

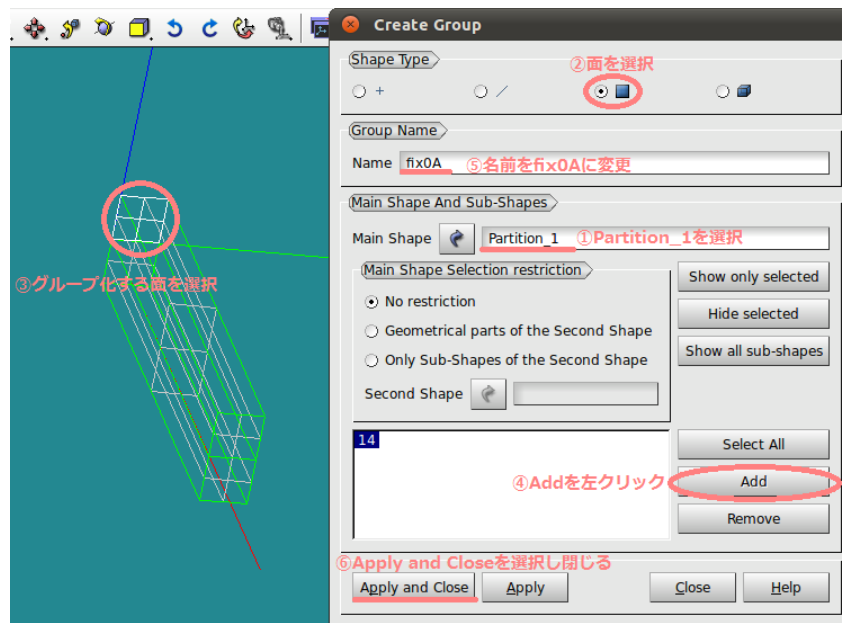


図 20 Create Group(fix0A)

同様に、鋼材部分の固定面「fix0S」を作成する。(参照：図 21)

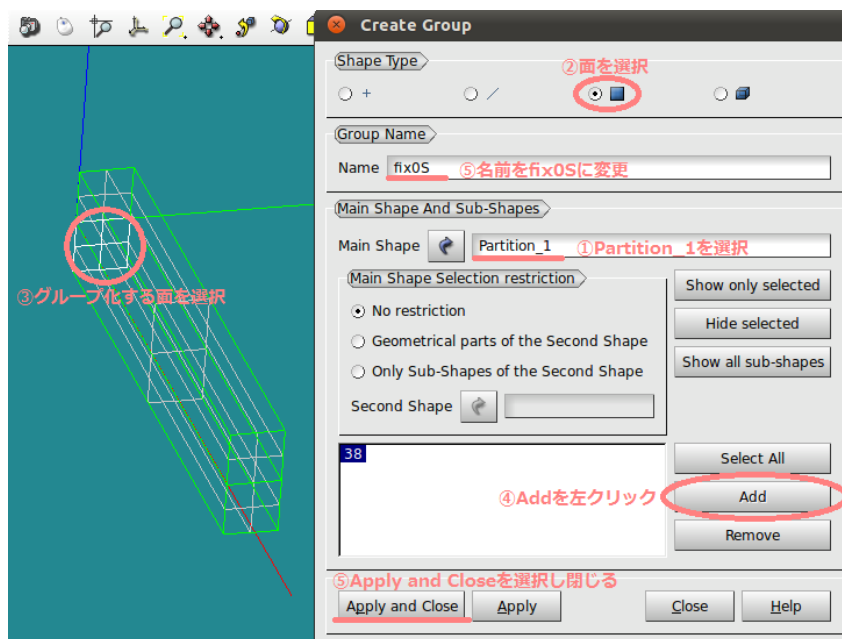


図 21 Create Group(fix0S)

メッシュ作成時に中断した場合、今までのデータが消えてしまう恐れがあるので、ここで一旦データを保存する。

File→Save を選択すると、任意の場所に保存できる。(参照：図 22)

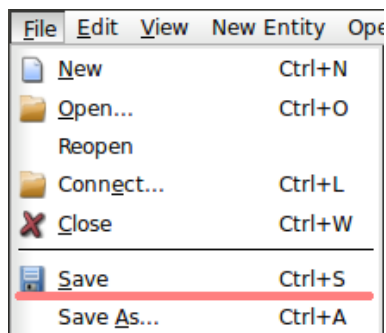


図 22 File

5. Mesh でメッシュ作成

①Geometry→Mesh を選択するか、図 23 の赤丸で示す部分を選択して[Mesh]モードに変更する。

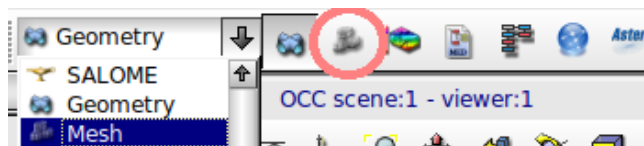


図 23 Mesh

②メニューバーから Mesh→Create Mesh を選択する。

③表示されたウィンドウ「Create mesh」内の Geometry に Object Browser から Geometry>Partition_1 を選択する。(参照：図 24)

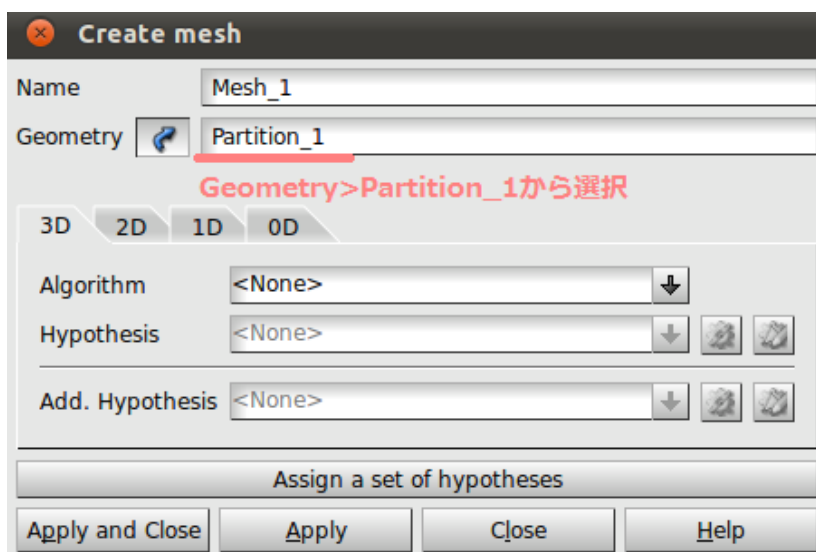


図 24 Create mesh

次に Assign a set of Hypotheses を左クリックして、3D:Automatic Tetrahedralization を選択し、[Length]に 0.005[m]を入力し、OK を選択し、Hypothesis Construction を閉じる。
(参照：図 25)

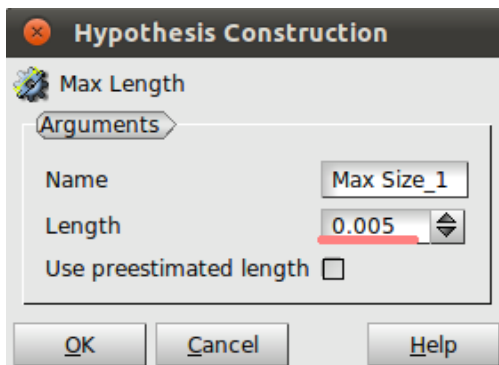


図 25 Hypothesis Construction

元のウィンドウに戻るので、Create mesh の Apply and Close を選択し、閉じる。

④Object Browser 内の Mesh>Mesh_1 を右クリックし、Compute を選択する。(参照：図 26 左) メッシュ作成が完了すると、Mesh computation succeed が表示され、メッシュの節点数などが確認できる。(参照：図 26 右)

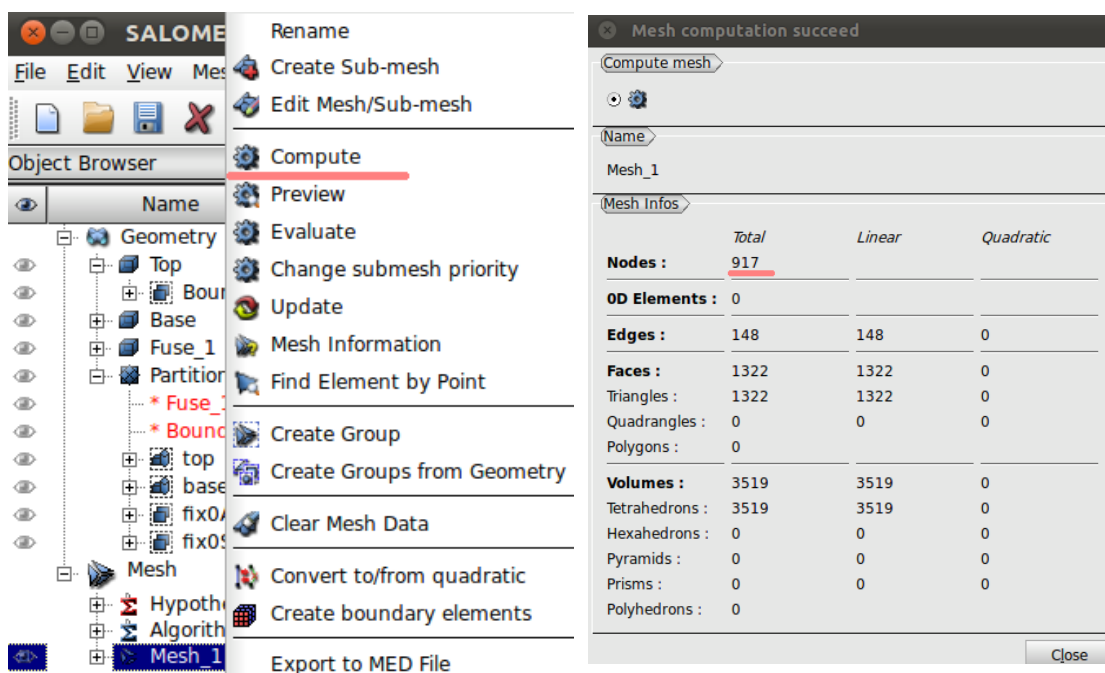


図 26 Compute

今回は二次メッシュに設定するため、再度 Mesh_1 を右クリックし、Convert to/from quadratic を選択する。表示されるウィンドウの「Convert to quadratic」にチェックが入っていることを確認し、Apply and Close を選択して閉じる。(参照: 図 27 左) 再度 Compute すると、先ほどより節点数が増えたことが確認できる。(参照: 図 27 右)

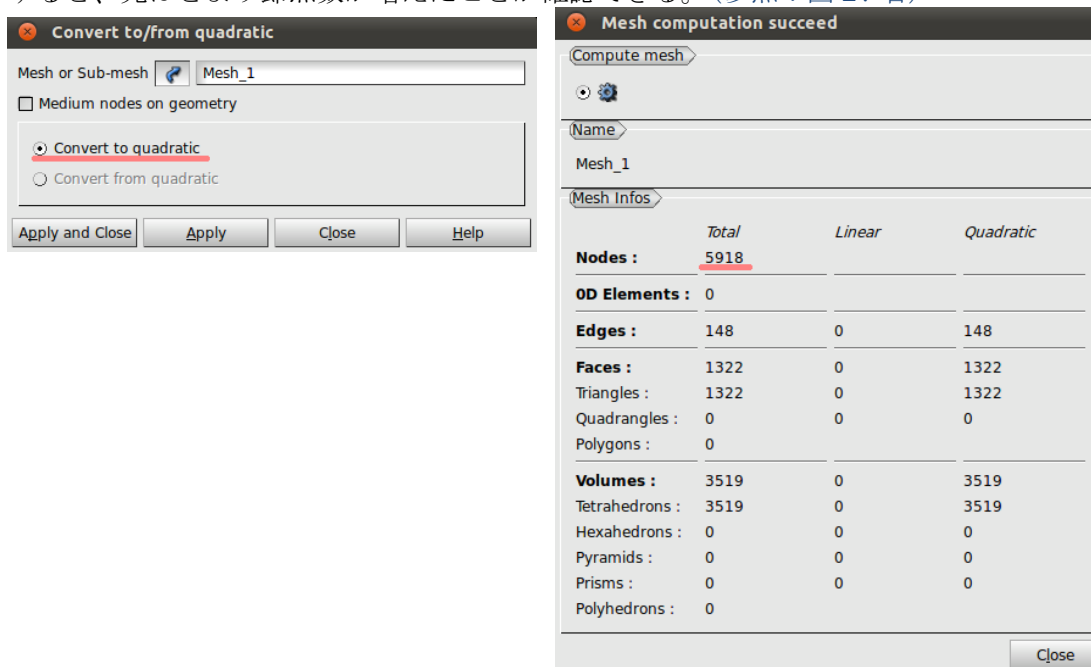


図 27 二次メッシュ

6. Aster Code の作成

- ①Mesh→Aster を選択するか図 17 の赤丸で示す部分を選択して[Aster]モードに変更する。
- ②Wizards→Linear elastic を選択する。
- ③Aster の Wizard で各種を設定する。

「What kind of model do you want to work on?」と聞かれるので、「3D」のままで「Next」を選択する。

「Select a mesh from the Salome object browser」では、Object Browser から Mesh>Mesh1 を選択する。

次に「Young's modulus and Poisson ratio definitions」と言われる。ここではヤング率 (E) とポアソン比 (ν) を聞かれるが、後程編集するので、何も変更せずに「Next」を選択する。

次に「Adding imposed degrees of freedom on groups」と言われるが、ここも後に編集を行うので、そのまま「Next」を選択する。次の「Adding pressure on meshes groups」も同様にそのまま「Next」を選択する。

最後にコマンドファイルを保存する場所を聞かれるので、Aster command file 欄の右のボタンから、任意の場所に保存する。File name は自由だが、「*.comm」で保存しなければ、解析結果として適用されないので注意する。ここでは、「01.comm」という名前で保存した。ここまでの作業が終了したら、Finish を選択し、「Qt-subapplication」のウィンドウを閉じる。(参照：図 28)

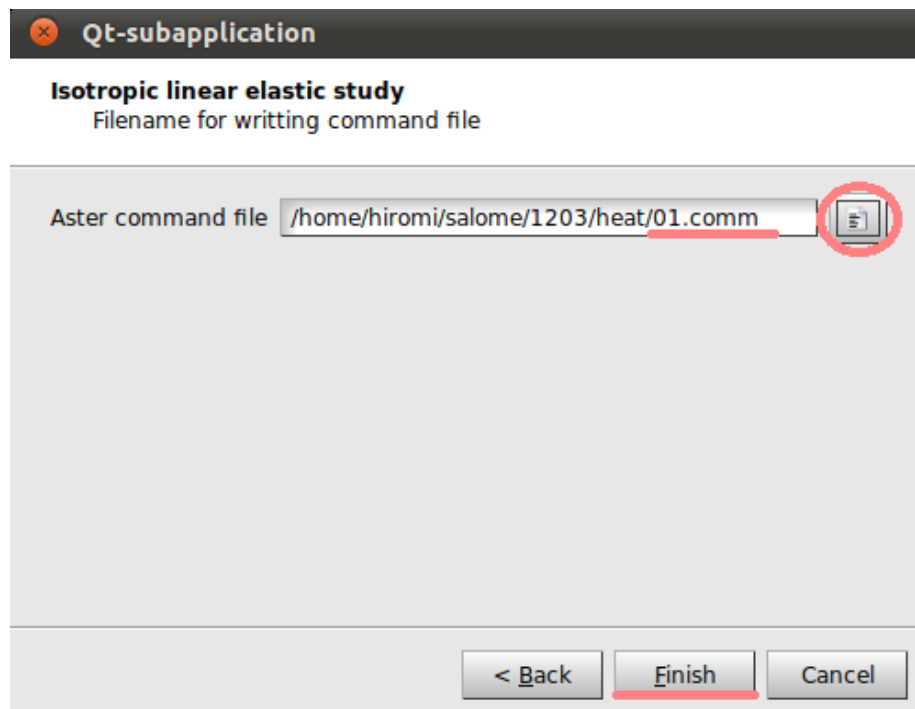


図 28 Qt-subapplication

7. Eficas の起動

ウィザードが終了すると、Code_Aster の解析コードの原型が出来るので、その編集を行っていく。

Object Browser 内で、Aster>linear-static>Data と展開する。

Data 下の「01.comm」(先程作成したコマンドファイルの名前)を右クリックし、Run Eficas を選択する。(参照：図 29)

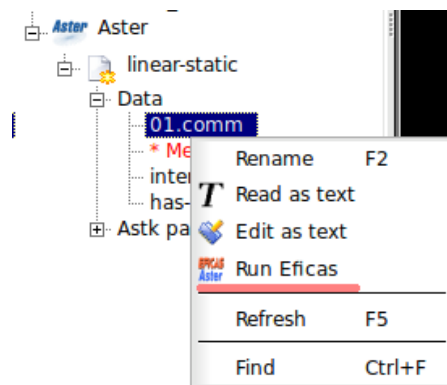


図 29 Run Eficas

「Choix d'une version du code Aster」というウィンドウが表示される場合は、「OK」を選択する。

図 30 のようなウィンドウが表示され、今後はこのウィンドウで解析コードの編集を行っていく。

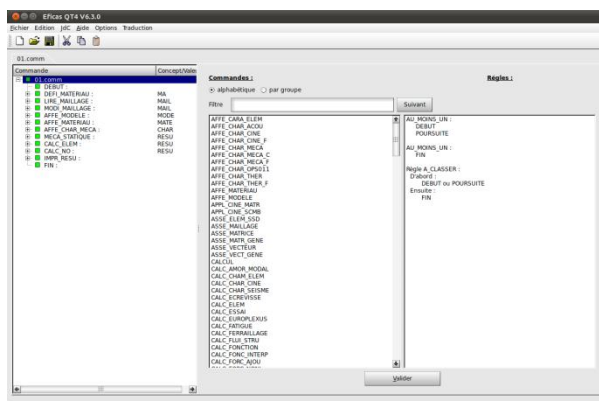


図 30 Eficas

今回は、以下の項目について編集を行う。

- DEFI_MATERIAU : 材料の定義
- CREA_CHAMP : Field 作成
- AFFE_MATERIAU : 材料の設定
- AFFE_CHAR_MECA : 境界条件の設定

■DEFI_MATERIAU の編集

まず、[■DEFI_MATERIAU>◆ELAS]を選択し、[Ajouter Mot-Clef]の[ALPHA]をダブルクリックして追加する。すると、[◆ELAS]となり、[■DEFI_MATERIAU]となる。

[■DEFI_MATERIAU]の項目を以下の状態になるように編集を行う。

■DEFI_MATERIAU	Aluminum
◆ELAS	
●E :	7e+10
●NU :	0.3
●ALHPA:	23e-6

①[◆ELAS]下の[●E]を選択し、[Saisir Valeur]の[Valeur]に 7e10 を入力し、[Valider]を選択する。

同様に、[●Nu] : 0.3、[●ALPHA] : 23e-6 を入力する。

②[■DEFI_MATERIAU]を選択して、[Nommer Concept]の[Nom du concept]に Aluminum を入力し、[Valider]を選択する。

[■DEFI_MATERIAU]が[■]になっていることを確認する。

今回のモデルは複合部材なので、[■DEFI_MATERIAU]を選択して、[Nouvelle Commande]から DEFI_MATERIAU をダブルクリックしてもう一つ追加する。

追加した[■DEFI_MATERIAU]が以下の状態になるように編集する。

■DEFI_MATERIAU	Steel
◆ELAS	
●E :	2.1e11
●NU :	0.3
●ALPHA:	12.1e-6

①[■DEFI_MATERIAU]を選択し、[Ajouter Mot-Clef]の[Mots Clefs Permis]から[ELAS]をダブルクリックして追加する。

②Aluminum の時と同様の動作を行い、E:2.1e11、NU : 0.3、ALPHA : 12.1e-6 を入力し、[DEFI_MATERIAU]で Steel を入力する。

[■DEFI_MATERIAU]が[■]になっていることを確認する。

■ CREA_CHAMP の編集

[■CREA_CHAMP]の項目を以下の状態になるように編集を行う。

■CREA_CHAMP	tempS
●TYPE_CHAM :	NOEU_TEMP_R
●OPERATION :	AFFE
◆b_affe	
●MODELE :	MODE
◆b_affe_modele :	
◆AFFE :	
●TOUT :	OUI
●NOM_CMP :	TEMP
●VALE :	120

①[■AFFE_MODELE]を選択して、[Nouvelle Commande]から[CREA_CHAMP]をダブルクリックし、[■AFFE_MODELE]の下に[■CREA_CHAMP]を追加する。

② [■ CREA_CHAMP] 下の [● TYPE_CHAM] を 選 択 し 、 [Saisir Valeur] から [NOEU_TEMP_R]をダブルクリックする。

同様に、[●OPERATION]上で、[AFFE]をダブルクリックすると、[■CREA_CHAMP]下に[◆b_affe]が追加される。

③次に[◆b_affe]を選択し、[Mots Clefs Permis]の[MODELE]をダブルクリックし、追加する。

[◆b_affe]下の[●MODELE]を選択し、[Saisir Valeur]から、[MODE]をダブルクリックすると、[◆b_affe_modele]が追加される。

④[◆AFFE]を選択し、[Mots Clefs Permis]から[TOUT][VALE]をダブルクリックし、追加する。

[●TOUT]を選択し、[OUI]をダブルクリックする。

[●NOM_CMP]を選択して、[Valeur]に TEMP を入力し、Enter を押すと[Valeur(s) actuelle(s)]に TEMP が表示される。それを選択し、V alider を左クリックすると、[●NOM_CMP]に TEMP が入力される。

同様に、[●VALE]に 120 を入力する。

[■CREA_CHAMP]を選択して、[Nommer Concept]の[Nom du concept]に tempS を入力し、[V alider]を選択する。

[■CREA_CHAMP]が[■]になっていることを確認する。

■ AF FE_MATERIAU の編集

[■ AF FE_MATERIAU]の項目が以下の状態になるように編集を行う。

■ AF FE_MATERIAU	MATE
● MAILLAGE :	MAIL
◆ AF FE	
◆ AF FE_1 :	
● GROUP_MA :	top
● MATER :	Aluminum
◆ AF FE_2 :	
● GROUP_MA :	base
● MATER :	Steel
◆ AF FE_VARC :	
● TOUT :	OUI
● NOM_VARC :	TEMP
● CHAMP_GD :	tempS
● VALE_REF :	20

① [■ AF FE_MATERIAU] を選択し、[Ajouter Mot-Clef] の [Mots Clefs Permis] から [AF FE][AF FE_VARC] を追加する。

② [◆ AF FE] 下の [◆ AF FE_1] を選択し、[● TOUT] 上で右クリックし、[Supprimer] を選択して削除する。

[◆ AF FE_1] を選択し、[Mots Clefs Permis] から [GROUP_MA] を追加する。

[● GROUP_MA] を選択し、[Valeur] に top を入力し、追加する。

[● MATER] が Aluminum となっていることを確認する。

③ [◆ AF FE_2] を選択し、[GROUP_MA] を追加する。

[● GROUP_MA] を選択し、[Valeur] に base を入力し、追加する。

[● MATER] を選択し、[Valeur(s) possibles(s)] の Steel をダブルクリックすると、[Valeur(s) actuelle(s)] に表示される。それを選択し、[Valider] を左クリックすると、追加される。

④ [◆ AF FE_VARC] を選択し、[Mots Clefs Permis] から、[TOUT][CHAMP_GD][VALE_REF] を追加する。

[● TOUT] を選択して、[OUI] を追加する。

[● NOM_VARC] を選択して [Valeur] に TEMP を入力し [Valider] を左クリックして追加する。

[●CHAMP_GD]を選択し、[tempS]を追加する。

[●VALE_REF]を選択して、[Valeur]に 20 を入力し、[Valider]を左クリックして追加する。

[■AFFE_MATERIAU]が[■]になっていることを確認する。

■AFFE_CHAR_MECA の編集

[■AFFE_CHAR_MECA]の項目が以下の状態になるように編集を行う。

■AFFE_CHAR_MECA	CHAR
●MODELE :	MODE
◆DDL_IMPO :	
●GROUP_MA :	(fix0A,fix0S)
●DX :	0.0
●DY :	0.0
●DZ :	0.0

①[■AFFE_CHAR_MECA]>[◆DDL_IMPO]>[●GROUP_MA]を選択し、[Valeur]に fix0S を記入し、Enter キーを押すと[Valeur(s) actuelle(s)]に追加される。それを選択し、[Valider]を左クリックして[●GROUP_MA]に追加する。

②[◆PRES_REP]上で右クリックして、Supprimer を選択し、削除する。

[■AFFE_CHAR_MECA]が[■]になっていることを確認する。

全ての編集が完了したら、図 31 の赤丸が示す部分を選択して保存し、Eficas を閉じる。



図 31 Eficas の保存

8. 解析の実行

Object Browser 内の Aster>linear-thermic 上で右クリックし、「Run」を選択すると、計算が始まる。(参照：図 32) 計算が収束すると、Object Brower の Aster の下に Post_Pro が表示される。

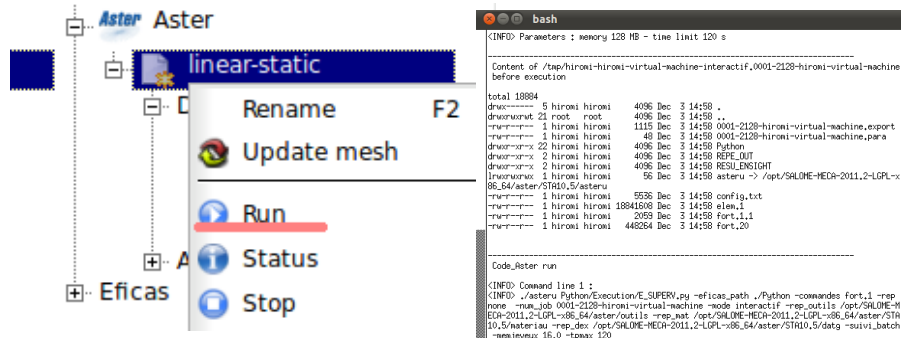


図 32 計算実行

9. Post-Pro で結果の可視化

①Aster→Post-Pro を選択するか、図 33 の赤丸で示す部分を選択して[Post-Pro]モードに変更する。

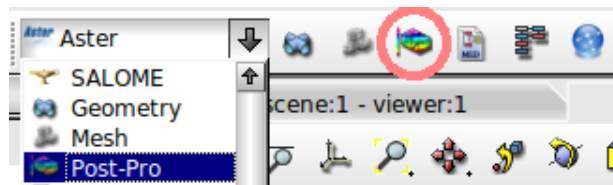


図 33 Post-Pro

②始めに変位分布を表示する。Object Browser の Post-Pro>linear-static.rmed>MAIL>Fields>RESU__DEPL,->0 上で右クリックし、Deformed Shape and Scalar Map を選択する。(参照：図 34)

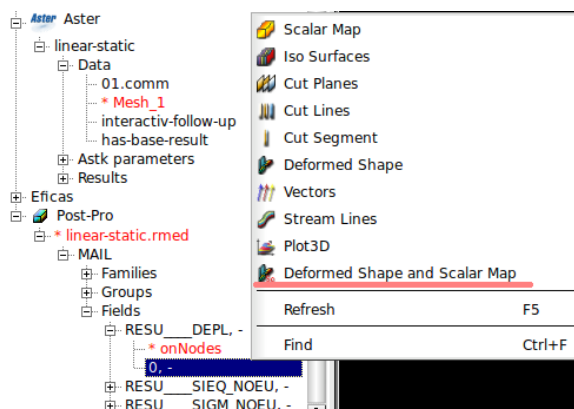


図 34 Deformed Shape and Scalar Map

- ③Scalar Bar Properties が表示されるが、何も変更せずに「OK」を選択して閉じる。
- ④0>ScalarDef.Shape 上で右クリックし、Show Only を選択すると、変位分布が表示される。最大 0.4mm の変位を確認した。(図 35 参照)

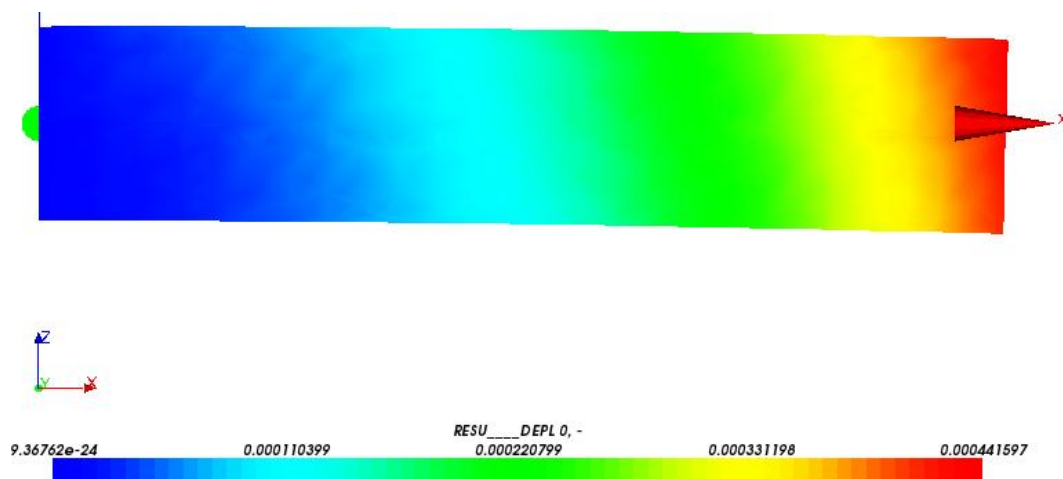


図 35 変位分布図 [m]

- ⑤もっと大きく変位の様子を示したい場合は、ScalarDefShape 上で右クリックを選択し、Edit を選択して、Deformed Shape and Scalar Map を表示する。Scalar Factor を任意の数値に変え、OK を選択して閉じる。図 36 は変位倍率を 100 倍にした結果である。

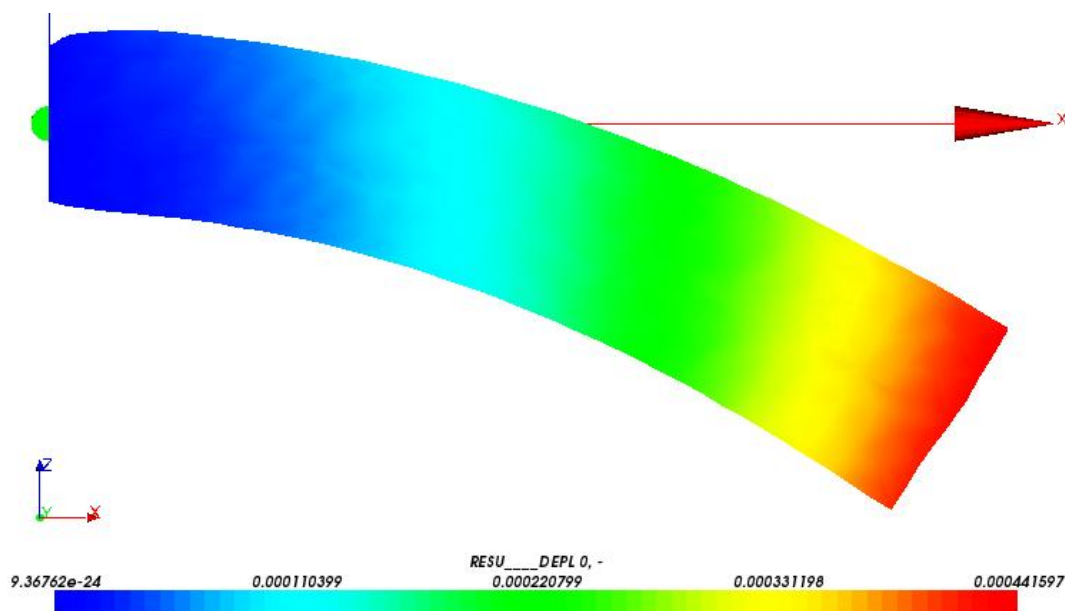


図 36 変位分布図 (100 倍) [m]

⑥次に相当応力分布を表示する。Object Browser の Post-Pro>linear-static.rmed>MAIL>Fields>RESU__SIEQ_NOEU,->0 上で右クリックし、Deformed Shape and Scalar Map を選択する。先ほどと同じように何もせずに閉じ、Show Only を選択すると、図 37 のように相当応力分布が表示される。

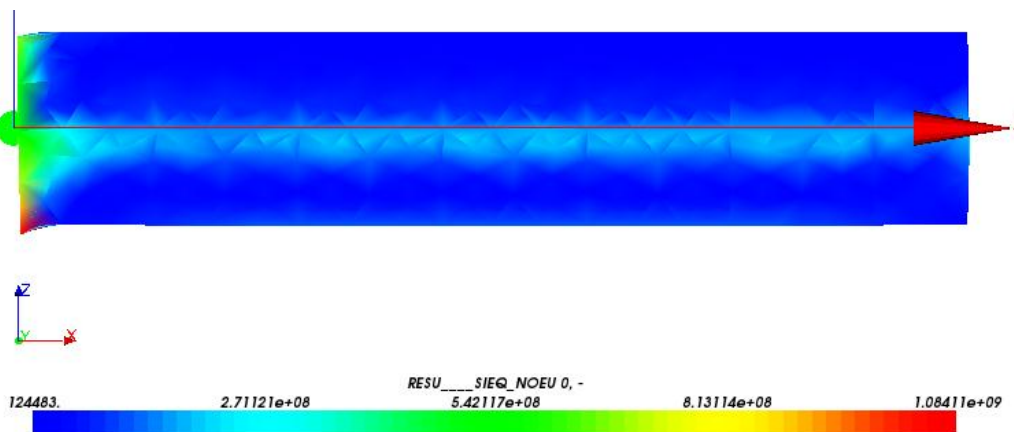


図 37 相当応力分布 [Pa]

⑦分布が分かりにくいのでレンジを変更する。ScalarDefShape 上で右クリックを選択し、Edit を選択して、Deformed Shape and Scalar Map を表示する。Scalar Bar に移動し、[Use imposed range] にチェックを入れ、Min:0,Max:1.0e8 に変更する。(参照：図 38)

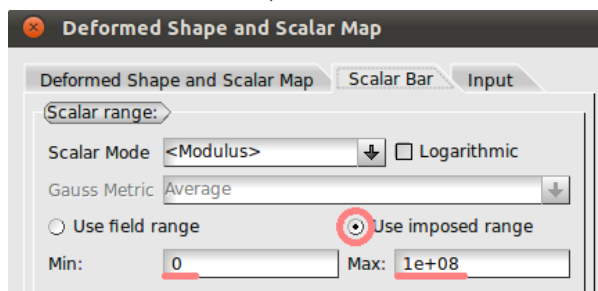


図 38 Scalar Bar

ウィンドウを閉じ、表示させると、図 39 のようになる。

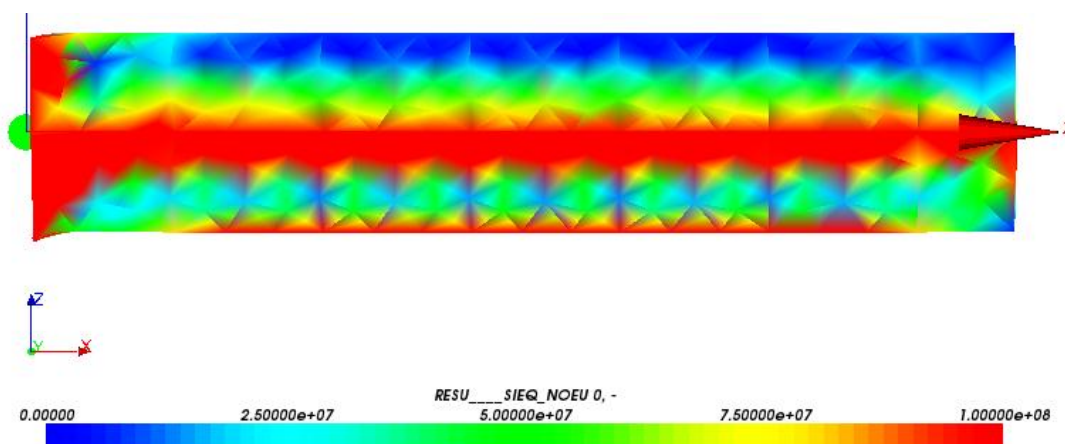


図 39 レンジ変更後の相当応力分布 [Pa]