

PrePos Users Manual

Ver. 1.5.3 Beta (2024 年 1 月 18 日版)

目次

1. 概要	3
1.1 機能	3
1.2 ライセンス	3
(1) 使用許諾 (非商用利用)	3
(2) 使用許諾 (商用利用)	3
(3) 権利帰属	3
(4) 保証範囲及び責任	3
(5) オープンソースソフトウェアの使用について	3
2. ファイル・プログラム	4
2.1 使用するファイルとプログラム	4
(1) プレ処理・ポスト処理 (配布物)	4
(2) その他利用プログラム	4
(3) 対応 OS	4
2.2 基本的な操作・処理の流れ	4
2.3 注意点	5
2.4 実行方法	5
(1) geo から msh を作成する (GMsh)	5
(2) msh から dat を作成する (PrePos.exe)	6
(3) ASTEA-MACS 用の pre ファイルから msh を作成する (PrePos.exe)	7
(4) 解析結果から Paraview 用の vtk/vtu を作成する (PrePos.exe)	8
(5) dat ファイル単独で vtk を作成する (PrePos.exe)	8
(6) 節点の値を抽出する	8
(7) 並列計算結果の可視化 (PrePosMPI.exe)	9
3. チュートリアル	10
3.1 概要	10
3.2 サンプル (Wall.geo Wall.min)	10
(1) DuCOM 要素 (HEAT, HYGR...) の設定	10
(2) COM3 要素 (MECH) の設定	15
(3) 境界条件	15

3.3 サンプル (Beam. geo Beam. min)	17
(1) COM3 要素の設定	17
(2) 境界条件	19
4. min ファイル	20
4.1 概要	20
4.2 Control Data Line に関する min ファイルの設定	20
(1) DuCOM	20
(2) COM3	20
4.3 NODE/MTRL/INDP に関する min ファイルのフォーマット	21
(1) 節点 (NODE)	21
(2) 材料 (MTRL/INDP)	21
4.4 要素に関する min ファイルのフォーマット	22
(1) DuCOM の要素	22
(2) DuCOM (OXGE) の要素	22
(3) COM3 の要素	24
4.5 二重要素に関する min ファイルのフォーマット	26
(1) SKLT/PORE 要素	26
(2) ELEM/CELM 要素	26
4.6 STEP に関する min ファイルのフォーマット	28
(1) DuCOM	28
(2) COM3	28
(3) 分布荷重と強制変位	28
(4) 面の分布荷重と強制変位	29
(5) 荷重の増分設定	29
5. Paraview の操作方法	32
5.1 概要	32
5.2 節点や要素の検索および選択	32
(1) 検索	32
(2) マウスによる選択	33
(3) データの抽出	35
5.3 コンター図・変形図の作成	37
(1) スカラー画像	37
(2) ベクトル画像	38
(3) 節点の固定条件	38

1. 概要

1.1 機能

PrePos.exe は, DuCOM-COM3 用のプレ処理機能とポスト処理機能の 2 つから構成されています。プレ処理機能は, メッシュ情報 (msh ファイル) と材料・境界条件・ステップ情報 (min ファイル) を読込んで, DuCOM-COM3 用の入力データ (dat ファイル) を生成します。ポスト処理機能は, 解析結果から汎用可視化ソフト Paraview の入力データを生成します。

1.2 ライセンス

(1) 使用許諾 (非商用利用)

本ソフトウェアは非商用利用に限り, 著作権者は使用者に対して無料で使用・複製・配布することを許諾します。また, 営利団体の研究部門における研究用途は, 非商用利用とみなします。

(2) 使用許諾 (商用利用)

商用利用については, 別に定めるものとします。

(3) 権利帰属

本ソフトウェアおよび配布物に係わる著作権は, 米田大樹と三島徹也に帰属します。

(4) 保証範囲及び責任

本ソフトウェアは, 予告なく仕様, 機能, 性能, 品質等が変更されることがあります。著作権者は, 本ソフトウェアが使用者の保有する動作環境において, 全て正常に動作することを保証するものではありません。

著作権者は, 本ソフトウェアを使用した結果被ったいかなる損害 (収入または利益の逸失を含む) に関して, 一切の責任を負わないものとします。

著作権者は, 本ソフトウェアの使用者と第三者との間に生じるいかなる紛争についても, 一切責任を負わないものとします。

(5) オープンソースソフトウェアの使用について

本ソフトウェアの使用許諾にかかわらず, 使用者は「オープンソース」ソフトウェアライセンスを含む第三者の使用許諾条件が適用される可能性があります。本ソフトウェアでは, 以下のオープンソースソフトウェアを使用しています。

- ・yaml-cpp MIT license <https://github.com/jbeder/yaml-cpp>
- ・Eigen MPL2.0 <https://eigen.tuxfamily.org/>

2. ファイル・プログラム

2.1 使用するファイルとプログラム

(1) プレ処理・ポスト処理（配布物）

以下の設定用 yaml ファイル一式を PrePos.exe と同じフォルダ (ExecPath) へ保存しておいてください。Paraview での可視化設定用の VTK.yaml は, dat ファイルと同じフォルダ (CurrPath) を最初に探索し, もし無ければ ExecPath を探索します。もし, どちらにも VTK.yaml が存在しない場合は, エラーとなります。

PrePos.exe	プレ処理・ポスト処理用プログラム
VTK.yaml	可視化出力処理の設定
HEAT.yaml	DuCOM 用 dat ファイルフォーマットの設定
HEAT_Huge.yaml	DuCOM 用 dat ファイルフォーマット(Huge)の設定
MECH.yaml	COM3 用 dat ファイルフォーマットの設定
MECH_Huge.yaml	COM3 用 dat ファイルフォーマット(Huge)の設定

(2) その他利用プログラム

プレ処理, ポスト処理には, 上記 (1) のファイル・プログラム以外に以下のソフトを利用します。それぞれ記載の URL からダウンロードしてインストールしておいてください。

GMsh 汎用メッシュジェネレータ (geo から msh を生成する)

<https://gmsh.info/>

Paraview 汎用可視化ソフト (vtk, vtu を読込んで可視化する)

<https://www.paraview.org/>

(3) 対応 OS

PrePos.exe は, Windows, Linux (Rocky, Ubuntu, CentOS) で動作確認を実施しています。

2.2 基本的な操作・処理の流れ

プレ処理～解析実行～ポスト処理の一連の流れは, 基本的に以下の手順で実施します。

1. 解析対象のモデル形状を geo ファイルとして作成します。
2. geo ファイルを GMsh で読み込み, メッシュ分割を行います。
3. GMsh から msh ファイルとしてエクスポートします。
4. 材料情報, 境界条件情報, ステップ情報を min ファイルとして保存します。

5. PrePos.exe から msh と min を読み込んで、dat を生成します。
6. DuCOM-COM3 で dat を読み込み、解析を実行します。
7. 解析結果を PrePos.exe で読み込み、可視化用の vtu ファイルを生成します。
8. Paraview で vtu ファイルを読み込み、目的とする描画を行います。

2.3 注意点

一連の操作・処理に際し、ハードディスクのルートディレクトリから処理対象のディレクトリのパスに 2 バイト文字（日本語等）と半角スペースが含まれているとエラーとなります。特に Paraview は日本語への対応がありませんので、ご注意ください。

2.4 実行方法

(1) geo から msh を作成する (GMsh)

GMsh の実行は、CUI と GUI の 2 種類があります。GMsh を CUI で実行する場合、Windows で cmd.exe を起動して以下の様にコマンドを入力します。

```
cd C:\gms4-4.11.1-Windows64
gms4.exe C:\Test ProjectName.geo -optimize -format msh2 -3
```

図 2-4-1 GMsh インストールフォルダから実行する場合の例

```
cd C:\Test
C:\gms4-4.11.1-Windows64\gms4.exe ProjectName.geo -optimize -format msh2 -3
```

図 2-4-2 geo ファイルの保存先フォルダから実行する場合の例

ここで、「-format」オプションは、直後に入力されたファイル形式で出力するもので、msh2 は msh ファイルの Ver.2 & ASCII 形式フォーマットです。PrePos.exe は、このフォーマット以外を読み込むことはできません。オプションの「-3」は、3 次元をメッシュの生成を指示し、「-2」を指定すると表面メッシュが生成されます。

GMsh を GUI で実行する場合は、geo ファイルを読み込んだ後に「Modules→Mesh→3D (図 2-4-3 左)」の順番でマウスを選択すると、図 2-4-3 右の様に 3 次元でメッシュ分割されます。複雑な形状のメッシュ分割を行う場合、「3D」をマウスでクリックした後、10 分程度処理が止まっている様に見えることがあります。

メッシュ分割後、メニューの File→Export を選択し、msh ファイルとして保存してください。この時、「Version 2 ASCII」の Format を選択してください (図 2-4-4)。

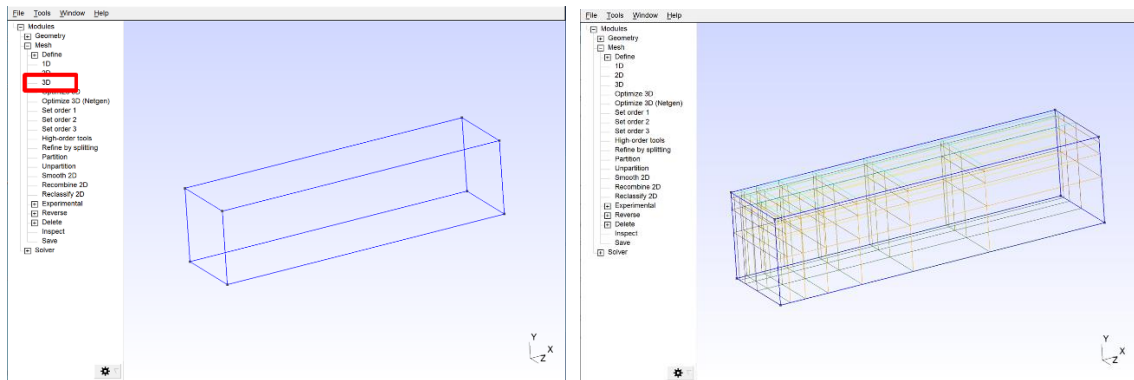


図 2-4-3 メッシュ分割前(左)、メッシュ分割後(右)

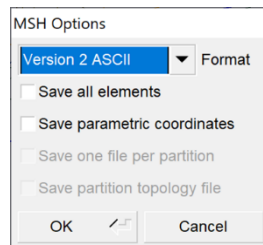


図 2-4-4 msh ファイルのオプションウィンドウ

(2) msh&min から dat を作成する (PrePos.exe)

PrePos.exe は、CUI の実行のみです。msh ファイルと後述する min ファイルが保存されているフォルダ (C:\¥Test) へ移動し、PrePos.exe を実行します。PrePos.exe が msh と min と別のフォルダ (C:\¥PrePos¥bin) へインストールされている場合は、図 2-4-5 の様に記述します。なお、2.1 (2) で記述されている PrePos.exe と yaml ファイルは同じフォルダへ保存されていなければなりません。

```
cd C:\¥Test
C:\¥PrePos¥bin¥PrePos.exe
```

図 2-4-5 PrePos.exe の実行

PrePos.exe を起動すると、図 2-4-6 の画面が起動します。プレ処理機能を利用する場合は「1」を、ポスト処理機能を利用する場合は「2」または「3」を入力してエンターを押してください。「9」を選択すると PrePos.exe が終了します。

「1:Pre」でプレ処理機能を利用する場合、msh(または msh2)のファイル名を拡張子まで含めて入力します (Gmsh の PythonAPI で直接メッシュを生成する場合は msh2 の拡張子となります)。さらに、msh と同じフォルダに min ファイルが保存されていなければなりません。min ファイルは、以下の様なファイル名として保存してください。現時点では、HEAT, HYGR, CHLD, CO2G, OXGE, CALC, ELEC, HYDR, IRON, MECH の 10

種類に対応しています。

Sample-HEAT.min
Sample-HYGR.min
Sample-CHLD.min
Sample-CO2G.min
Sample-OXGE.min
Sample-CALC.min
Sample-ELEC.min
Sample-HYDR.min
Sample-IRON.min
Sample-MECH.min

ファイル名のハイフンの後ろ (ex. -HEAT) が DuCOM-COM3 の入力ファイルの種類となります。存在する min ファイルごとに dat ファイルが同じフォルダに生成されます。min ファイルが存在しない場合、dat ファイルは生成されません。

COM3 単独で解析を行う場合、生成された Sample-MECH.dat のファイル名の「-MECH」を削除して Sample.dat の様に修正してから解析を実行する必要があります。

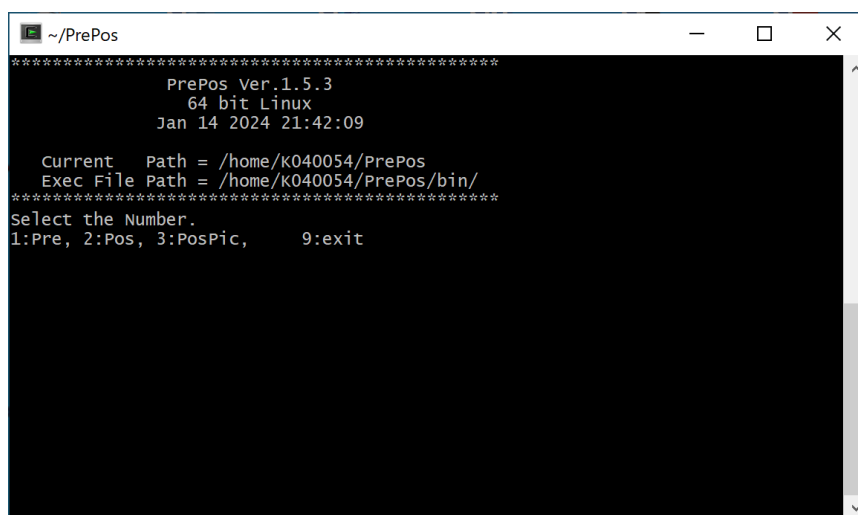


図 2-4-6 PrePos.exe の実行

(3) ASTEA-MACS 用の pre ファイルから msh を作成する (PrePos.exe)

PrePos.exe は、ASTEA-MACS 用の pre ファイルから msh ファイルを作成できます。「1:Pre」を選択した後、「Sample.pre」と拡張子までを含めて入力してください。処理が成功すると、同じフォルダ内に「Sample_pre.msh」が作られます。

ASTEAMACS の pre ファイルで「材料物性」と「熱伝達境界」の設定が存在する場合、PrePos は msh ファイルへ PhysicalGroup を出力します。熱伝達境界で生成された PhysicalGroup の面を流用することで、節点の固定や分布荷重の設定などを min ファイルで行うことが可能です。

（４）解析結果から Paraview 用の vtk/vtu を作成する（PrePos.exe）

DuCOM-COM3 の解析後、出力された nod, int, fld のファイルから Paraview 用のデータを作成する場合には、PrePos.exe を実行して「2」を選択します。次に dat ファイル名を入力します（ex. DryTest-MECH.dat）。ファイル名は、例の様に dat ファイルの種類ごとに拡張子まで含めて入力してください。次に、nod, int, fld ごとに y または n を選択します。

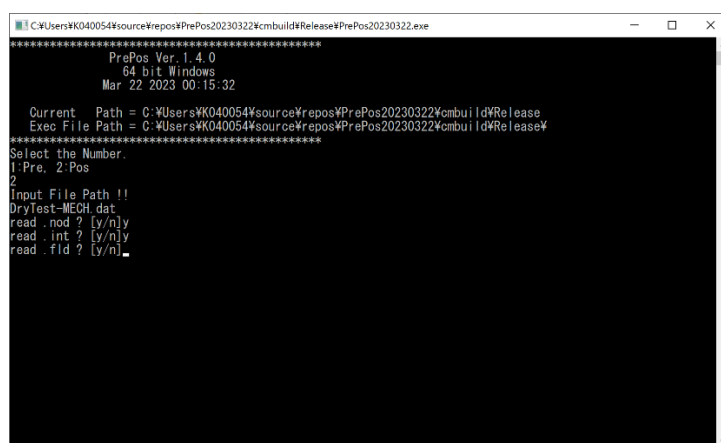


図 2-4-7 PrePos.exe のポスト処理

（５）dat ファイル単独で vtk を作成する（PrePos.exe）

DuCOM-COM3 の入力ファイルである dat ファイル単独の形状を確認したい場合、「2:Pos」を選択してから図 2-4-7 の nod, int, fld の選択で全て「n」を選択してください。また、「y」を選択しても解析結果が存在しない場合には、dat 単独の vtk ファイルが生成されます。

（６）節点の値を抽出する

DuCOM-COM3 では、dat ファイルの設定で pic ファイルに節点値を抽出することができます。一方、解析実施後に別の節点値を抽出したい場合、「3:PosPic」で節点値を nod/int/fld からステップごとに抽出することができます。

nod, int, fld の選択で「y」を設定した対象ファイルに対し、「Input Node Index」の次行に節点番号を入力してエンターを押すと CSV ファイルに抽出結果が保存されます。複数の節点番号について抽出したい場合は、「9 55 54」の様に半角スペース区切りで入力してくだ

さい。

「3:PosPic」による節点値の抽出機能について int/fld の場合は、ガウス点の値を各節点の値に変換して抽出します。ガウス点の値と異なりますので注意してください。

（７）並列計算結果の可視化（PrePosMPI.exe）

PrePosMPI.exe では、MPI 版 DuCOM-COM3 の解析結果を可視化することができます。PrePosMPI の実行は、図 2-4-8 の様に mpiexec 経由で実行します。実行後の操作は、上記（３）（４）と同様です。「2:Pos」を選択した際の入力も「DryTest-MECH.dat」の様に基となる dat ファイル名を入力します（※並列計算用に分割された DryTest-MECH.dat.00 と入力する必要はありません）。

「3:PosPic」での節点番号の入力に際し、並列計算による Rank の違い等は PrePos 側で自動考慮するため、ユーザー側で Rank 等を考慮する必要はありません。

図 2-4-8 の mpiexec に続く「-np 4」オプションの数値はプロセス数です。MPI 版 DuCOM-COM3 の計算で分割したプロセス数と同じ数値を入力してください。

```
cd C:\Test
mpiexec -np 4 C:\PrePos\bin\PrePos.exe
```

図 2-4-8 PrePosMPI.exe の実行

3. チュートリアル

3.1 概要

geo ファイルは, GMsh でメッシュ分割をするための形状等を記述したスクリプトであり, テキストファイルを「.geo」の拡張子に書換えたものです. GMsh の操作方法, geo ファイルと msh ファイルのフォーマットの詳細については, GMsh のマニュアル等をご参照ください.

本章では, チュートリアルとして PrePos.exe で geo ファイルと min ファイルを連携し, dat ファイルを生成するために重要となる Physical Name を中心に記述します.

3.2 サンプル (Wall.geo Wall.min)

(1) DuCOM 要素 (HEAT, HYGR...) の設定

GMsh では, 形状を表現するために Volume, Surface, Line, Point の 4 種類を使用します. GMsh は, この 4 種類の形状を分割して FEM 用のメッシュを生成します.

サンプルとして, Wall.geo の PhysicalName の記述を図 3-2-1 に示します. Volume に対して PhysicalName を指定する場合, Volume(“文字列”)={Volume 番号, ...} の様に指定します. 「文字列」は任意の 5 文字以内で, **min ファイルで入力する文字列と完全一致**していなければなりません. 他の Surface, Line, Point に対しても, Volume と同様の記述方法です.

```
// ----- 要素の設定 -----
Physical Volume("CON1") = { 5, 4};           // 基礎
Physical Volume("CON2") = { 6};              // 壁
Physical Volume("SOIL1") = { 1, 2, 3, 9, 8, 7}; // 地盤
// ----- 節点固定 -----
Physical Surface("FIXX") = { 7, 20, 27, 40};   // MECH
Physical Surface("FIXY") = { 11, 15, 19, 23, 26, 30}; // MECH
Physical Surface("FIXZ") = { 10, 14, 18, 34, 38, 42}; // MECH, HEAT, HYGR
// ----- TRNS -----
Physical Surface("AIR1") = { 17, 33, 37, 41}; // 地盤上面の TRNS
Physical Surface("AIR2") = { 4, 5, 24, 25};   // 基礎表面の TRNS
Physical Surface("AIR3") = { 22};             // 基礎表面の TRNS(inner)
Physical Surface("AIR4") = { 6, 28, 29};      // 壁表面の TRNS
```

図 3-2-1 Wall.geo の PhysicalName

サンプルの Wall.geo (壁の 1/4 モデル) を GMsh で表示したものを以下に示します. 図 3-2-2 (左) は PhysicalName であり, 地盤は「SOIL1」, フーチングは「CON1」, 壁部分は「CON2」という文字列を PhysicalName として指定しています. 図 3-2-2 (中) は Volume 番号であり, 地盤部分は「1,2,3,7,8,9」, フーチング部分は「4,5」, 壁部分は「6」となっています. GMsh でメッシュ分割した結果を図 3-2-2 (右) に, それを Export した Wall.msh

ファイルの PhysicalName 部分を図 3-2-3 に示します。

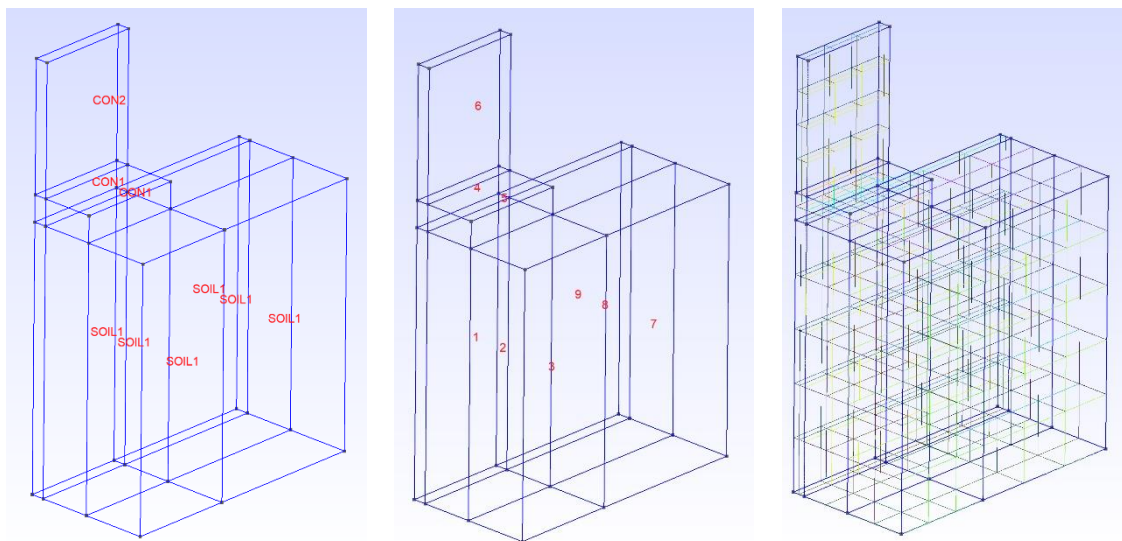


図 3-2-2 PhysicalName, Volume 番号, メッシュ分割の可視化例 (Wall.geo)

msh ファイルの PhysicalName 部分のフォーマットは、「形状の次元 (0~3)」 「Physical 番号 (Gmsh が自動設定)」 「PhysicalName (ユーザーが任意で設定する文字列)」 の順番です。なお, CON1, CON2, SOIL1 以外については, 後述します。

```
$PhysicalNames
10
2 4 "FIXX"
2 5 "FIXY"
2 6 "FIXZ"
2 7 "AIR1"
2 8 "AIR2"
2 9 "AIR3"
2 10 "AIR4"
3 1 "CON1"
3 2 "CON2"
3 3 "SOIL1"
$EndPhysicalNames
```

図 3-2-3 Wall.msh の PhysicalName

要素分割後のデータである msh ファイルの Node と Element の例を図 3-2-4 に示します。Node と Element は一般的な FEM の節点と要素のデータであり, メッシュ分割状況に応じて Gmsh が自動的に Node 番号と Element 番号を割振ります。ここで, 黄色にハイライトした 3 が図 3-2-3 と図 3-2-4 の Physical 番号です。緑のハイライトは, 要素の構成節点番号です。例えば, Volume 番号が「1,2,3,7,8,9」の領域をメッシュ分割して生成された FEM

用の要素（msh ファイル）は、全て SOIL1(PhysicalName=3)が指定されています。

```

$Nodes
382
1 0 4 0
2 0.5 4 0
3 2.5 4 0
...
382 0.25 8 -8
$EndNodes
$Elements
434
1 3 2 8 4 1 57 179 35
2 3 2 8 4 57 9 59 179
...
267 5 2 3 3 175 37 3 47 341 232 87 208
268 5 2 3 3 341 232 87 208 342 233 88 209
269 5 2 3 3 342 233 88 209 236 105 18 91
...
434 5 2 3 9 382 300 150 320 324 154 32 166
$EndElements

```

図 3-2-4 Wall.msh の Node と Element の例

Wall-HEAT.min の NODE 行の記述例を図 3-2-5 に示します。min ファイルの記述は、基本的に DuCOM-COM3 の dat ファイルのフォーマットと同じですが、NODE 番号に **PhysicalName** を 5 文字以内で指定します。この文字列は、geo ファイルの文字列と完全に一致していなければなりません。NODE 行の設定により、CON1、CON2、SOIL1 の各要素の構成節点に対して一括で NODE 行の設定を反映することができます。

min ファイルでは、NODE の XYZ 座標は空白とします。座標の次の列は、**HEAT** では **初期温度** であり、フーチング部の CON1 は 25.0℃、壁部の CON2 は 35.5℃、地盤部の SOIL1 は 18.0℃を指定しています。次の列は **節点の固定条件** です。

NODE	CON2		35.5000		000000
NODE	CON1		25.0000		000000
NODE	SOIL1		18.0000		000000

図 3-2-5 Wall-HEAT.min の NODE 行の例

Wall-HEAT.min の ELEM 行の記述例を図 3-2-6 に示します。min ファイルの ELEM 行の記述も、基本的に DuCOM-COM3 の dat ファイルのフォーマットと同じです。MTRL (or INDP) の材料番号や ELEM の要素番号には、**PhysicalName** を 5 文字以内で指定します。この文字列は、geo ファイルの文字列と完全に一致していなければなりません。

ELEM の各要素について、要素構成節点は空白です。**Material Index** が「Auto」の場合、

PrePos.exe は要素の材料番号を自動的 MTRL/INDP と合わせる様に自動設定して dat を生成します。

TRNS 要素では、AIR1～AIR4 の PhysicalName を設定しています。Material Index を Auto 設定すると、msh ファイルで AIR1～AIR4 の PhysicalName に指定されている材料番号が dat の Material Index に設定されてしまうので、1 を直接入力しています。

Material Index が負値の場合、dat ファイルではダミー要素となります (Material Index=0 の時は-1 が設定されます)。10～20 文字に Dummy を記述してもダミー設定は同様に行われます (負値の設定よりも Dummy キーワードの設定が優先されます)。

以下の図 3-2-6 の min ファイルの例では、図 3-2-2 の Volume で指定した CON1, CON2, SOIL3 について、要素が自動的に dat ファイルへ作成されます。

ELEM										
MTRL	CON1									
	1000.0	1032.0	0.0	30.0	0.0360	0.60	4.00	0.0	0.840	-0.000800
	100.0	0.0	0.0	3520.0	3300.0	3280.0	7000.0			
	8.80	49.70	9.40	23.90	3.40					
	2.72	2.58	3.15	2.90	1.93	2.65				
MTRL	CON2									
	1000.00	850.00	0.00	54.00	0.03300	0.60	4.3	0.00	0.840	-250E-6
	100.00	0.00	0.00	3380.00	3300.00	3280.00	7000.00	0.0E+0		
	3.00	25.00	10.00	56.00	3.40					
	2.65	2.58	3.15	2.90	1.93	2.10	0.00E+0			
INDP	SOIL1									
	1000.00	850.00	0.00	55.00	0.000	0.600	4.0	0.0000	0.000	0.0E+0
	100.00	0.00	0.00	3380.00	3300.00	3280.00	7000.00	0.0E+0		
	2.65	2.58	3.15	2.90	1.93	2.10				
	10000000	100000000	0.001	0.001	0.00	0.00E+0				
	0.00	0.000	0.00	0.00						
ELEM	CON1									
									Auto	
ELEM	CON2								Auto	
									Auto	
ELEM	SOIL1								Auto	
									Auto	
TRNS	AIR1			SOIL1					1	
									1	
TRNS	AIR2			CON1					1	
									1	
TRNS	AIR3	Dummy							-1	
									-1	
TRNS	AIR4								1	
									1	

図 3-2-6 Wall-HEAT.min の ELEM 行の例

図 3-2-6 の min ファイルでは、図 3-2-1 の Surface で指定した AIR1～4 が TRNS 要素として自動作成されます。TRNS 要素の構成節点の並びは、自動的に要素表面に対して反

時計回りの配置となります。一方、要素間（内部）に配置された TRNS 要素は表面を 1 つに絞ることができません。そこで、TRNS 要素の 30～40 文字に記載されている **PhysicalName** で優先的に貼り付ける要素を指定します。要素表面の TRNS および要素の PhysicalName 境界以外に存在する TRNS 要素の構成節点は、Gmsh で生成された面要素の順番で配置されます。

※TRNS 要素を優先的に貼付ける PhysicalName を指定する場合、HEAT、HYGR…等、全ての DuCOM の min (dat) に同様の指定を行ってください。リスタートする場合についても、初回から最後まで同様の指定としてください。要素構成節点の並びを統一する必要があります。

geo ファイルで指定された Surface 番号を図 3-2-7（左）に示します。min ファイルで TRNS の AIR3 がダミーとして指定されていますが、これをわかりやすく表示したものが図 3-2-7（右）となります。AIR3 は、フーチング部と壁部の打ち継ぎ面の TRNS 要素ですので、サンプルではダミーとしています。

これまで、HEAT を例に説明を行いましたが、HYGR など他の種類についても基本的に同じ設定方法となります。HEAT.min 以外の min ファイルについて、DuCOM の dat と同様に MTRL と INDP の記述は不要です。

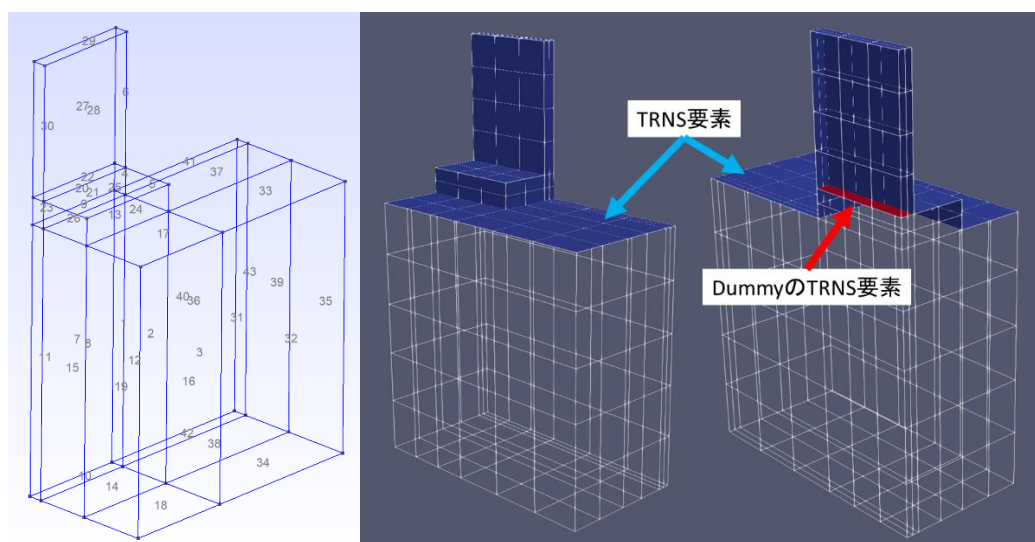


図 3-2-7 Wall-HEAT.geo の Surface 番号(左)と Wall-HEAT.dat の TRNS 要素(右)

(2) COM3 要素 (MECH) の設定

MECH の min ファイルの ELEM 行においても、要素構成節点の記述は不要で、DuCOM-COM3 の dat ファイルのフォーマットに従います。

鉄筋比および C パラメータの欄に **Auto** と入力すると、PrePos が自動的に鉄筋比と C パラメータを計算して dat ファイルに値を設定します。値を直接入力している場合は、その値が dat ファイルへ反映されます。下図の場合、CON1 は自動設定、CON2 は直接指定の例となります。

ELEM のコンクリート要素で Auto 指定によって C パラメータを自動計算する場合、破壊エネルギーの計算手法 (CEB or JSCE)、最大骨材寸法(mm)を入力します。ここがブランクの場合、JSCE & 20mm がデフォルトで設定されます。

ELEM								
ELEM	CON1							
	JSCE	15.0		8	210000.0	0.20	300.0	0.00255
	1.0	0.0	0.0	2100000	3450.0	Auto	0.0	Auto
	0.0	1.0	0.0	2100000	3450.0	Auto	20.50	Auto
	0.0	0.0	1.0	2100000	3450.0	Auto	0.0	Auto
ELEM	CON2							
	JSCE	15.0		8	210000.0	0.20	240.0	0.00255
	1.0	0.0	0.0	2100000.0	3500.0	0.00000	0.0	2.5
	0.0	1.0	0.0	2100000.0	3500.0	0.00000	15.0	2.5
	0.0	0.0	1.0	2100000.0	3500.0	0.00000	0.0	2.5
ELEM	SOIL1							
				1	210000.0	0.20	240.0	0.00255

図 3-2-8 min ファイルの ELEM 記述例 (MECH)

(3) 境界条件

Wall-HEAT.min では、図 3-2-9 の様に記述することで、20℃の固定温度境界を設定することができます。

NODE	FIXZ	20.0000	100000
------	------	---------	--------

図 3-2-9 Wall-HEAT.min の NODE 行の例

Wall-MECH.min では、図 3-2-10 の様に記述することで節点の移動を拘束することができます、可視化したものを図 3-2-11 に示します。ちなみに、図 3-2-9 で指定した Wall-HEAT.min の「FIXZ」と図 3-2-10 で指定した Wall-MECH.min の「FIXZ」は、geo と msh の Physical 番号と PhysicalName としては同じ Surface として指定されています (図 3-2-1)。それぞれの min ファイルの NODE として、HEAT と MECH 用に境界条件を設定することで、それぞれの dat ファイルへ設定が反映されます。

MECH の節点の拘束は、各節点において NODE 行で指定された拘束の足し合せとなります。例えば、図 3-2-11 の黄色○で囲った節点 (dat の NODE Index = 15) は、XYZ 方

向それぞれの拘束条件の足し合せとして、「100 + 010 + 001 = 111」となります。なお、拘束を足し合せた結果、2 以上になっても 1 が自動設定されます。

NODE	FIXX	100000
NODE	FIXY	010000
NODE	FIXZ	001000

図 3-2-10 Wall-MECH.min の NODE 行の例

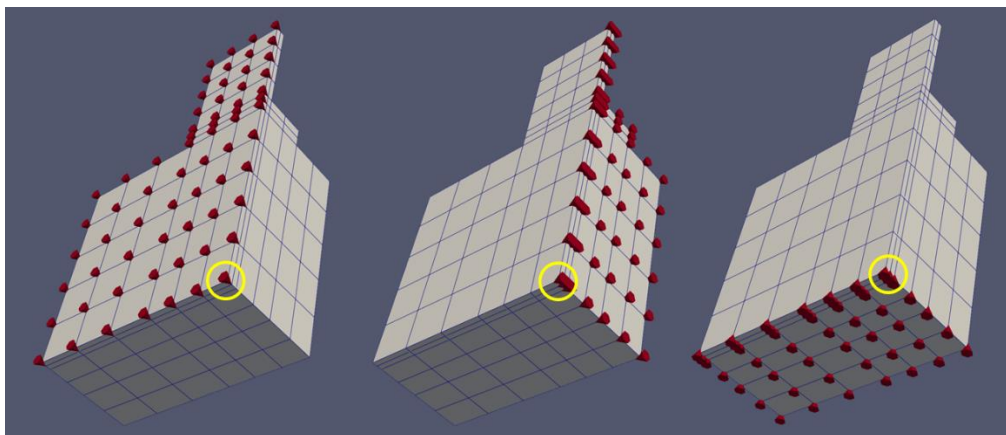


図 3-2-11 Wall-MECH.dat の拘束状況 (X 方向, Y 方向, Z 方向)

3.3 サンプル (Beam.geo Beam.min)

(1) COM3 要素の設定

Beam.geo の PhysicalName の一部を図 3-3-1 に示します. Beam.geo は, COM3(MECH) 単独の梁曲げ試験体の 1/2 モデルです. 図 3-3-2 に, Volume の PhysicalName と Volume 番号を示します. コンクリート部分は「CON1」の文字列で Volume 番号は「1,2,3,4,5,6,7」, 載荷板は「STEEL」の文字列で Volume 番号は「8,9,10,11」です.

```
Physical Volume("CON1") = {1, 2, 3, 4, 5, 6, 7};  
Physical Volume("STEEL")= {8, 9, 10, 11};  
Physical Line("RBR1") = {33, 34};
```

図 3-3-1 Beam.geo の要素に関連する PhysicalName

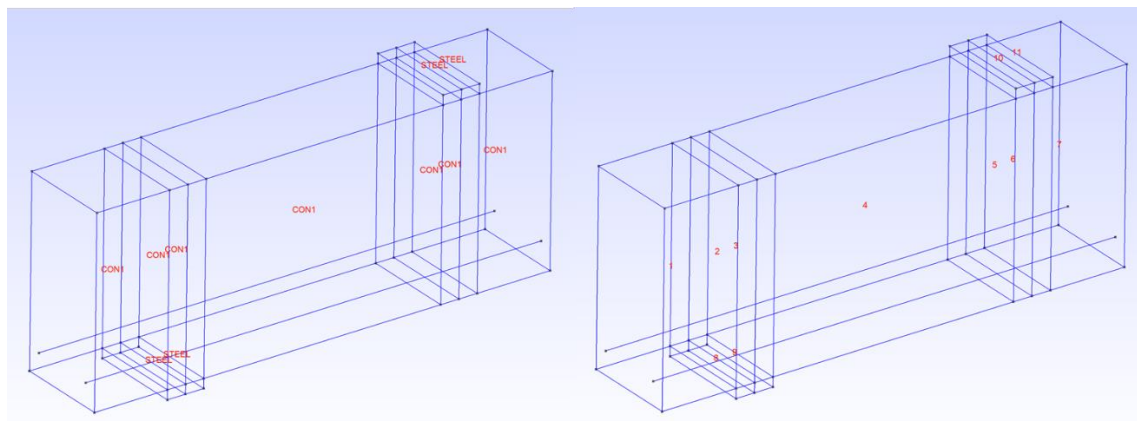


図 3-3-2 Beam.geo の PhysicalName (左) と Volume 番号 (右)

Beam.geo では, 図 3-3-1 の「Physical Line("RBR1") = {33,34};」の記述が鉄筋の設定になります. geo ファイルで Line 番号「33,34」に対して「RBR1」という文字列を PhysicalName として設定しています. 図 3-3-3 に Line の PhysicalName と Line 番号を, 図 3-3-4 に Beam-MECH.min の ELEM 行を示します.

ELEM の「CON1」と「STEEL」は, Wall.geo の設定と同様です. Beam-MECH.geo の要素キーワード **RBAR** は鉄筋を表現する Line であり, 鉄筋径, 弾性係数(kgf/cm²), 降伏強度(kgf/cm²)を入力します. この Line が通る要素に対して PrePos.exe は自動的に鉄筋比を計算して設定します. また, C パラメータに Auto 設定をしている場合は, RC としての C パラメータも自動設定します. Auto 設定をしていない場合は, min ファイルへの入力値がそのまま dat ファイルに設定されます.

鉄筋径「D41」の入力部分について, 「41」の様に数値のみの入力とすると丸鋼となります. 異径鉄筋かつ鉄筋比が 0.1%以上の要素の場合, C パラメータに Auto 設定することで自動的に 0.4 が dat ファイルに設定されます. 一方, 丸鋼の場合 (または, 異形鉄筋でも鉄筋比が 0.1%以下となる場合) は, 無筋要素と同じ C パラメータになります.

XYZ のいずれかの方向に異形鉄筋が 1 つでも含まれていれば、鉄筋比が存在する方向の C パラメータは全てに 0.4 となります。X 軸を丸鋼, Y 軸を異径鉄筋の様な区別を現時点の PrePos はできませんので, Auto 機能を解除して手動設定してください。

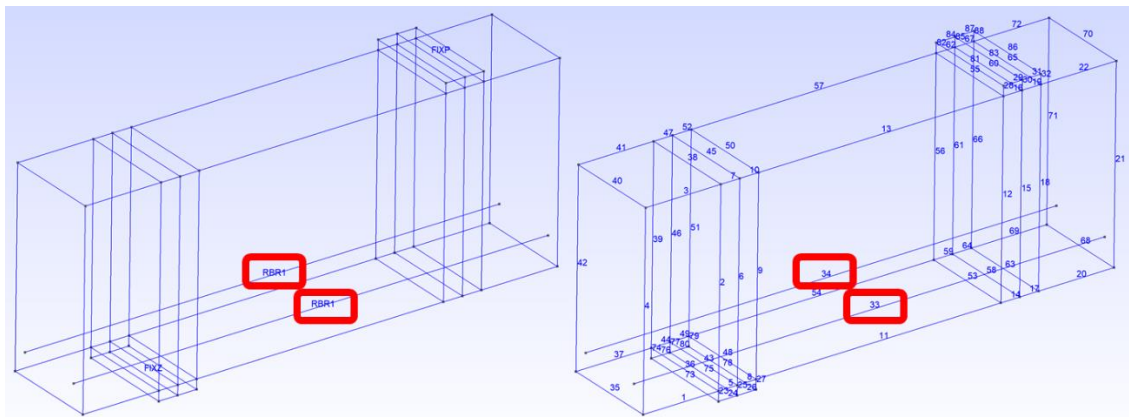


図 3-3-3 Beam.geo の PhysicalName (左) と Line 番号 (右)

ELEM								
ELEM	CON1							
	JSCE	20.0		9	210000.0	0.20	300.0	0.00255
	1.0	0.0	0.0	2100000	3450.0	0.00000	0.0	100.000
	0.0	1.0	0.0	2100000	3450.0	0.00000	20.50	100.000
	0.0	0.0	1.0	2100000	3450.0	0.00000	0.0	1.715
ELEM STEEL								
				1	2100000.0	0.20	9.90E+20	0.00250
RBAR	RBR1							
	D41	1950000.0	4100.0					

図 3-3-4 Beam-MECH.min の ELEM 行の設定

鉄筋 (PC 鋼材) の入力に際し, msh ファイルで Line を構成する Point と Line は実際の鉄筋と同様に 1 本ずつとなる様に作成してください。例を図 3-3-5 に示します。1 本の鉄筋 (PC 鋼材) について, 折れ曲がり OK ですが分岐する様な構成はエラーとなります。主筋とせん断補強筋を作成するような場合, 交点の Point はそれぞれの鉄筋用に重複した Point を生成するようにしてください。



図 3-3-5 鉄筋(PC 鋼材)の Point と Line の作成方法

(2) 境界条件

Beam.geo で境界条件に関連する PhysicalName を図 3-3-6 に示します. 1/2 モデルとして梁の中央で分割した Surface (FIXX), 支点の Line (FIXZ), Y 方向の 1 点 Point (FIXY) として PhysicalName を設定しています. これに対応する Beam-MECH.min の固定条件を図 3-3-7 に示します. また, 可視化結果を図 3-3-8 に示します.

なお, FIXP について Z 方向を固定していますが, 固定していない場合は荷重制御, 固定している場合は変位制御となります.

```
Physical Surface("FIXX") = {38};  
Physical Point("FIXY") = {18};  
Physical Line("FIXZ") = {75};  
Physical Line("FIXP") = {83};
```

図 3-3-6 Beam.geo の境界条件に関連する PhysicalName

NODE	FIXX	100000
NODE	FIXY	010000
NODE	FIXZ	001000
NODE	FIXP	001000

図 3-3-7 Beam-MECH.min の NODE 行

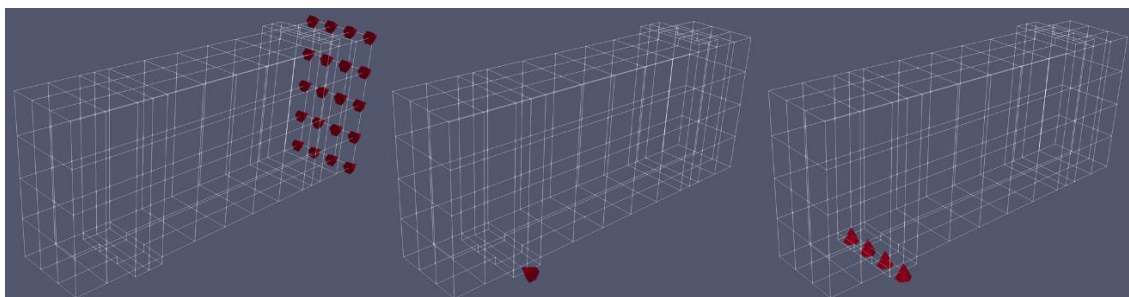


図 3-3-8 Beam-MECH.dat の境界条件 (X 方向, Y 方向, Z 方向)

4. min ファイル

4.1 概要

3 章のチュートリアルで示した様に，min ファイルは，DuCOM-COM3 用の材料，境界条件，ステップの情報を記述したテキストファイルです．ファイルフォーマットは，基本的に DuCOM-COM3 の dat ファイルのフォーマットと同じです．dat ファイルのフォーマットの詳細は，DuCOM-COM3 のマニュアルをご参照ください．

PrePos.exe では，節点数，要素数が 10 万を超える場合，自動的に Huge モードとして dat ファイルが生成されます．

4.2 Control Data Line に関する min ファイルの設定

(1) DuCOM

PrePos.exe は，min ファイルに記述されたメッセージ行と Control Data Line 行をそのまま dat ファイルに転記します．ただし，DuCOM 関連の min ファイルの Control Data Line 行の 14 列目に「A」を記述した場合，msh ファイルから生成した節点数と要素数に応じて Normal Mode と Huge Mode のフラグを自動設定します．

message
3201000000000A0000000000 0.00 1.00 0.00

図 4-2-1 min の Control Data Line の記述例 (DuCOM)

(2) COM3

「MECH.min」の場合，Control Data Line 行の 8 列目に「A」を記述した場合，msh ファイルから生成した節点数と要素数に応じて Normal Mode と Huge Mode のフラグを自動設定します．

message
0201090A01000001000000402 0.700 0.000 0.000 0

図 4-2-2 min の Control Data Line の記述例 (MECH)

4.3 NODE/MTRL/INDP に関する min ファイルのフォーマット

(1) 節点 (NODE)

基本的に DuCOM-COM3 の NODE の記述と同じですが，節点番号の位置に Physical Name を 5 文字以内で記述します．対象とする Physical Name の対象要素の節点に初期値と固定条件を設定します．Gmsh では，Physical Name の次元として，Point (0), Line (1), Surface (2), Volume (3) の 4 種類があります．要素間の接続位置で Physical Name が重なる場合，次元の低い Physical Name が優先されます (ex. Point と Surface であれば Point が優先)．

同次元の Physical Name の場合は，上から下の順番に設定が上書きされます．例として下図場合，COM1 と CON2 の Physical Name がどちらも Volume の時，両方で共有される節点の初期値は 30.0000 として dat が生成されます．

NODE			
NODE	CON1	25.0000	000000
NODE	CON2	30.0000	000000

図 4-3-1 min ファイルの NODE 記述例 (HEAT)

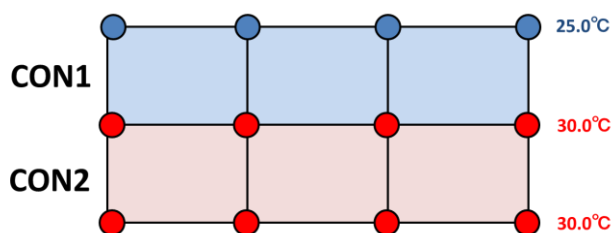


図 4-3-2 要素間で節点を共有する場合の初期値

(2) 材料 (MTRL/INDP)

基本的に HEAT ファイルの MTRL/INDP の記述と同じですが，材料番号の位置に Physical Name を 5 文字以内で記述します．同じ PhysicalName が設定されている MTRL と ELEM の材料番号が一致するように DuCOM の dat ファイルが自動的に設定されます．

ELEM									
MTRL	CON1								
1001.0	1032.0	0.0	30.0	0.0360	0.60	4.00	0.0	0.840	-0.000800
100.0	0.0	0.0	3520.0	3300.0	3280.0	7000.0			
8.80	49.70	9.40	23.90	3.40					
2.72	2.58	3.15	2.90	1.93	2.65				

図 4-3-3 min ファイルの ELEM 記述例 (HEAT)

4.4 要素に関する min ファイルのフォーマット

(1) DuCOM の要素

DuCOM (HEAT や HYGR 等) の min ファイルでは、要素構成節点の記述は不要ですが、それ以外は DuCOM-COM3 の dat ファイルのフォーマットに従います。

各要素で設定する **Material Index** は、HEAT.dat の MTRL/INDP の材料番号です。min ファイルの Material Index 欄に値を設定した場合、その値が dat ファイルにそのまま反映されます。空欄の場合は 0 とみなします。HEAT.dat の MTRL/INDP の材料番号は、msh ファイルの PhysicalName の番号が設定されますので、min ファイルの Material Index に直接値を設定する場合は msh ファイルとの整合性に注意してください。

Material Index 欄に「Auto」を入力した場合、**各要素で設定された PhysicalName と MTRL/INDP で設定された PhysicalName の材料番号が一致するように自動的に設定されます。**

DuCOM の場合、各要素の Material Index に負値が設定されるとダミー要素となります。min ファイルでは、**Material Index** を負値とする方法と **Dummy** キーワードを設定する方法の両方が指定できます。ただし、min ファイルの Material Index が正の値であっても、Dummy キーワードの設定が優先されます。Material Index に Auto 設定を行い、さらにダミー要素化したい場合は、Dummy キーワードと組合せてください。

ELEM									
MTRL	CON1								
	903.00	820.00	0.00	53.50	0.03300	0.60	4.4	0.00	0.840
	100.00	0.00	0.00	3380.00	3300.00	3280.00	7000.00		
	8.80	49.70	9.40	23.90	3.40				
	2.70	2.67	3.16	2.90	1.93	2.10			
MTRL	CON2								
	903.00	820.00	0.00	53.50	0.03300	0.60	4.4	0.00	0.840
	100.00	0.00	0.00	3380.00	3300.00	3280.00	7000.00		
	8.80	49.70	9.40	23.90	3.40				
	2.70	2.67	3.16	2.90	1.93	2.10			
ELEM	CON1								
				-1	0				
ELEM	CON2								
				Auto	0				
TRNS	AIR1	Dummy							
				Auto	0				

図 4-4-1 min ファイルの ELEM 記述例 (HEAT)

(2) DuCOM (OXGE) の要素

DuCOM (OXGE) の min ファイルの例を以下に示します。4.4 で後述する ELEC の CELM の 2 重要要素を用いた計算を行う場合、HEAT, HYGR…等でもダミー要素が必要となります。そこで、**基本となる ELEM 要素に CELM を入力し、次に CELM を min ファイルに記載しておく必要があります。**この時、ELEC.min 以外は**ダミー設定**です (Material Index を負

値としても同じ挙動となります)。ELEC 以外の dat ファイルでは、CELM 要素は全てダミーの ELEM 要素として生成されます。

OXGE の比表面積を自動入力する場合、Auto 設定をすると同時に鉄筋の RBAR を min ファイルに記載しておく必要があります。要素に鉄筋が存在する時のみ、OXGE の dat ファイルに比表面積が自動的に設定されます。

ELEM							
ELEM	CON1	CELM					0.0
			1	0	Auto	0.0	
CELM	CON1	dummy					
			1	0			
RBAR	REBM						
	D35	1950000.0	4100.0				

図 4-4-2 min ファイルの ELEM 記述例 (OXGE)

(3) COM3の要素

MECH の min ファイルの ELEM 行においても、要素構成節点の記述はなく、DuCOM-COM3 の dat ファイルのフォーマットに従います。

PrePos.exe では、要素キーワードとして、RBAR（鉄筋）と TNDN（PC 鋼材）の 2 つを追加しています。これは、msh ファイルで 1 次元の Line を鉄筋や PC 鋼材として設定するもので、2 行目に鉄筋径、弾性係数、降伏強度を入力することで、要素の鉄筋比を自動的に計算して dat ファイルへ設定します。ここがブランクの場合、それぞれ D16, 2100000.0, 4000.0 がデフォルト値として設定されます。

ELEM でコンクリートの場合、破壊エネルギーの計算手法 (CEB or JSCE)、最大骨材寸法(mm)を入力します。C パラメータは、min ファイルでの入力に関わらず、鉄筋の有無や破壊エネルギーから自動的に計算されます。ここがブランクの場合、JSCE & 20mm がデフォルトで設定されます。

1 行目の 3 列目は **ダミー要素の設定** であり、PhysicalName で指定した要素をダミー要素に設定する際に用います。

ELEM								
RBAR	RBR1							
	D13	1950000.0	4100.0					
ELEM	CON1	Dummy						
	JSCE	15.0	9	350000.0	0.20	280.6	0.00255	
	1.0	0.0	0.0	2100000.0	3450.0	0.00000	0.0	100.000
	0.0	1.0	0.0	2100000.0	3450.0	0.00000	19.51	100.000
	0.0	0.0	1.0	2100000.0	3450.0	0.00000	0.0	1.715
PLAT	STEEL							
			1	2200000.0	2.00	4000.0	0.00780	
BEAM	blac1							
			3	2100000.0	0.0	4000.0	0.00780	
	0.0000	230.00	280.000	140.000	4.81e+13			

図 4-4-3 min ファイルの ELEM 記述例 (MECH)

MECH の dat ファイルにおけるダミー要素の設定には、複数の方法があります。1 つは要素番号を 0 にする方法、もう一つは dat ファイルの 5 文字目の Gauss Integration Order の値に以下の文字を入力する方法です。一般に、ダミー要素以外の場合には数値の入力となります。また、空白は 0 とみなされます。

D=0, E=1, F=2, G=3, H=4, I=5

min ファイルでは、図 4-4-4 の様に複数の入力が可能です。CON1 は D を入力したもので、dat の出力も「ELEMD 要素番号・・・」の出力となります。CON2 は数値を入力し、Dummy のキーワードを設定したもので「ELEM3 0・・・」の出力となります。CON3

は数値を入力し、DummyMPI のキーワードを設定したもので「ELEMG 要素番号・・・」の出力となります。

ELEMD	CON1							
	JSCE	20.0		9	210000.0	0.20	300.0	0.00255
	1.0	0.0	0.0	2100000	3450.0	0.00000	0.0	100.000
	0.0	1.0	0.0	2100000	3450.0	0.00000	20.50	100.000
	0.0	0.0	1.0	2100000	3450.0	0.00000	0.0	1.715
ELEM3	CON2	Dummy						
	JSCE	20.0		9	210000.0	0.20	300.0	0.00255
	1.0	0.0	0.0	2100000	3450.0	0.00000	0.0	100.000
	0.0	1.0	0.0	2100000	3450.0	0.00000	20.50	100.000
	0.0	0.0	1.0	2100000	3450.0	0.00000	0.0	1.715
ELEM3	CON3	DummyMPI						
	JSCE	20.0		9	210000.0	0.20	300.0	0.00255
	1.0	0.0	0.0	2100000	3450.0	0.00000	0.0	100.000
	0.0	1.0	0.0	2100000	3450.0	0.00000	20.50	100.000
	0.0	0.0	1.0	2100000	3450.0	0.00000	0.0	1.715

図 4-4-4 min ファイルのダミー要素設定例

(1) SKLT/PORE 要素

SKLT と PORE について、図 4-5-1 の様に同一の PhysicalName を指定します。

SKLT	CON1							
	JSCE	20.0		9	210000.0	0.20	300.0	0.00255
	1.0	0.0	0.0	2100000	3450.0	0.00000	0.0	100.000
	0.0	1.0	0.0	2100000	3450.0	0.00000	20.50	100.000
	0.0	0.0	1.0	2100000	3450.0	0.00000	0.0	1.715
PORE	CON1							
				9	20000.0	0.3 1.00	0.0000	0.001
PORE	CON1							
				9	30000.0	0.2 1.00	0.0000	0.001

図 4-5-1 MECH.min ファイルの SKLT & PORE 記述例

ポスト処理に際し、同一の要素番号だと可視化対象要素を特定できなくなってしまうため、VTK.yaml ファイルで「PORE:」を指定してスキップ対象としておいてください。

SKLT	97	145	254	130	34	251	300	229	127	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	9	210000.0		0.20		300.0	0.00255	
	1.0		0.0		0.0	2100000.0		3450.0		0.00000		0.0	2.774	
	0.0		1.0		0.0	2100000.0		3450.0		0.00000		20.50	1.973	
	0.0		0.0		1.0	2100000.0		3450.0		0.00000		0.0	2.677	
PORE	97	351	362	483	466	401	377	369	359	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	9	20000.0	0.3	1.00		0.0000	0.001	
PORE	97	631	642	763	746	681	657	649	639	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	9	30000.0	0.2	1.00		0.0000	0.001	

図 4-5-2 生成される MECH.dat ファイルの例

ELEC.min ファイルに ELEM と CELM を記述すると、PrePos.exe は dat ファイルに ELEM と CELM 要素を生成します。この時、CELM と連携させる ELEM の 4 列目 (20 ~ 30 文字目) には、"CELM" を記述してください。さらに、RBAR が必要です。PrePos は、上記の設定かつ鉄筋の存在する要素に対して CELM を自動生成します。

26

ELEM と CELM の要素番号はユニークな番号となります。dat ファイルにおいて、ELEM と CELM は、上下に連続していなければなりません。HEAT, HYGR, OXGE, …等, ELEC と連成する他の min ファイルについても ELEC と同様の設定を行ってください。ELEC 以外の CELM は、ダミー設定が必須となります。ELEC 以外の出力された dat ファイルでは、CELM は ELEM のダミー要素として出力されます。

図 4-5-3 ELEC.min ファイルの ELEM&CELE 記述例

図 4-5-4 生成される ELEC.dat ファイルの例

4.6 STEP に関する min ファイルのフォーマット

(1) DuCOM

DuCOM においては, min ファイルに記述された STEP 行がそのまま dat ファイルへ反映されます.

LOAD					
STEP	1	0.0002	1.0000	20.0000	1.0000
STEP	2	0.0004	1.0000	20.0000	1.0000
STEP	3	0.0006	1.0000	20.0000	1.0000
STEP	4	0.0009	1.0000	20.0000	1.0000
STEP	5	0.0011	1.0000	20.0000	1.0000

図 4-6-1 min ファイルの STEP 記述例 (HEAT)

(2) COM3

COM3 (MECH) について, STEP 行は DuCOM と同様にそのまま dat ファイルに記述が反映されます. 一方, 各ステップの LOAD 行については, PhysicalName で指定された境界条件に対応する節点に対して荷重 (または強制変位) が dat ファイルに生成されます.

LOAD					
STEP	1	0.0002	0.00	0.00	0.00
LOAD	FIXP	0.0000	0.00	1.0000	
STEP	2	0.0004	0.00	0.00	0.00
STEP	3	0.0006	0.00	0.00	0.00
STEP	4	0.0009	0.00	0.00	0.00
STEP	5	0.0011	0.00	0.00	0.00

図 4-6-2 min ファイルの STEP 記述例 (MECH) : 節点荷重 (強制変位)

(3) 分布荷重と強制変位

BEAM のサンプルにおいて, FIXP で指定された Line は, 4 つの節点から構成されています. PrePos.exe は, 自動で節点番号に展開して STEP 行を作成します. 強制変位は全ての節点に均等に強制変位を設定します.

荷重は, Point(kgf), Line(kgf/cm), Face(kgf/cm²), Volume(kgf/cm³)として分布荷重を min ファイルへ記載すると, 以下の様に dat ファイルへ節点荷重を自動生成します.

STEP	1	0.0010	0.00	0.00	100.00
LOAD	21	0.0000	0.0000	1.0000	
LOAD	177	0.0000	0.0000	1.0000	
LOAD	178	0.0000	0.0000	1.0000	
LOAD	47	0.0000	0.0000	1.0000	
STEP	2	0.0020	0.00	0.00	250.00

STEP	3	0.0030	0.00	0.00	500.00
STEP	4	0.0040	0.00	0.00	750.00
STEP	5	0.0050	0.00	0.00	980.00

図 4-6-3 dat ファイルの STEP 出力例 (MECH)

(4) 面の分布荷重と強制変位

Face(kgf/cm²)において、面に対する垂直方向の分布荷重を設定する場合、下図の様に STEP の LOAD 行において、Z 方向の列に「NA」の記述を行うことで設定できます。この時、X 方向の列は面に垂直な方向（法線方向）の分布荷重(kgf/cm²)となります。

分布荷重の+（プラス）は要素の外方向への分布荷重、-（マイナス）は要素の内部方向への分布荷重です。分布荷重の次列（4 列目の 0.00）は、次に説明する分布荷重/節点荷重の増分です。空欄、NA、未入力など場合には、自動的に 0 となります。

注意：STEP の LOAD 行において、面の PhysicalGroup を設定して Z 方向の列(5 列目)に「NA」の記述を行わない場合、面を構成する節点に対して XYZ の各方向に min ファイル記載の値をそのまま設定します（節点が固定されていれば min に記載の強制変位、節点が自由であれば min に記載の節点荷重）。面積を考慮した分布荷重とは異なります。

STEP	1	0.0010	0.00	0.00	100.00
LOAD	CSF	1.0000	0.00	NA	
STEP	2	0.0020	0.00	0.00	250.00
STEP	3	0.0030	0.00	0.00	500.00
STEP	4	0.0040	0.00	0.00	750.00
STEP	5	0.0050	0.00	0.00	980.00

図 4-6-4 min ファイルの STEP 記述例 (MECH)：分布荷重

(5) 荷重の増分設定

土圧や水圧の様に深さ方向の距離に応じて荷重を増加させたい場合、各 STEP の LOAD の前に「AXIS（座標軸方向）」「NMLV（法線方向）」の設定を行います。最初の 3 列の値は、荷重増分を算出する際の方向ベクトルです。

多くの場合、水圧は深さ方向（例えば Z 方向にマイナス）に考慮します。次 3 列の値は距離算出の始点座標 (cm) です。(5) で記載した増分は、各 LOAD の設定の次の列に入力します。増分を算出する際の距離は、始点座標を通る方向ベクトルと平行な直線に対し、各節点から直線へ垂線を下した交点と始点間の距離です。

LOAD						
STEP	1	0.0010	0.00	0.00	100.00	
LOAD	CTop	0.0	0.0	-0.01	-0.10	
NMLV		0.0	0.0	-1.0	0.0	0.0 1500
LOAD	CYoko	-3.0	-0.10			

LOAD	CYoko	-1.0	-0.20		
STEP	2	0.0020	0.00	0.00	250.00
LOAD	CTop	0.0	0.0	-0.01	
STEP	3	0.0030	0.00	0.00	500.00
STEP	4	0.0040	0.00	0.00	750.00
STEP	5	0.0050	0.00	0.00	980.00

図 4-6-5 min ファイルの STEP 記述例 (MECH)

「**AXIS** (座標軸方向)」または「**NMLV** (法線方向)」の設定は、直後の行から連続する **LOAD** 行に対して有効です。新しい **STEP**, **AXIS**, **NMLV** の記載によって、以降の **LOAD** 行に対する設定がリセットされます。**AXIS**, **NMLV** の記載が無い場合、(5) に記載の挙動になります。

AXIS 以降の **LOAD** 行の **Z** 方向列は、**NA** の記載があっても座標軸方向の荷重となります (**NA** の記述は 0 とみなします)。また、**NMLV** 以降の **LOAD** 行の **Z** 方向列に数値が入力されていた場合、(4) の要素面に対する法線方向の荷重として扱われて **Z** 方向列の入力数値は無視されます。

以下に、擁壁などで土圧と水圧が作用する場合の設定例を示します。**STEP 1** の **LOAD** 行で指定されている **CYoko** という **PhysicalName** の面に対して分布荷重が作用する例です。この場合、3 つの **LOAD** が存在し、1 つ目は 500cm の高さから距離を -Z 方向に -0.07/cm の増分で算出します。2 つ目と 3 つ目は、300cm の高さを始点位置としています。それぞれ -0.10 と -0.05 の増分としています。3 つ目は分布荷重の初期値を -3.0kgf/cm² としています。

なお、**NMLV** 記述後の **LOAD** 行について、分布荷重の初期値を入力し、増分を 0、空欄、**NA** の記載とすれば (5) の挙動と同じになります。

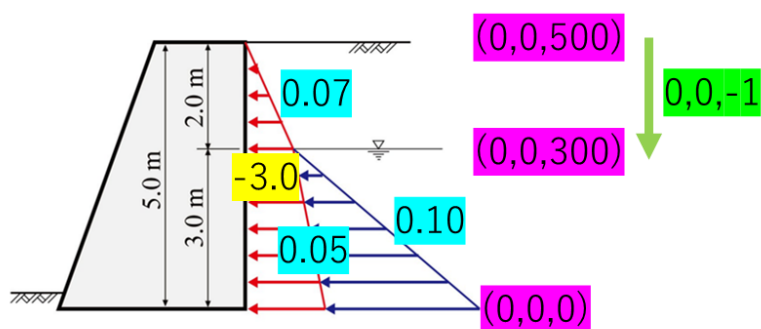


図 4-6-6 土圧を受ける擁壁のイメージ

LOAD							
STEP	1	0.0010	0.00	0.00	980.00		
NMLV		0.0	0.0	-1.0	0.0	0.0	500.0
LOAD	CYoko	0.0	-0.07				

NMLV		0.0	0.0	-1.0	0.0	0.0	300.0
LOAD CYoko		0.0	-0.10	NA			
LOAD CYoko		-3.0	-0.05				
STEP	2	0.0020	0.00	0.00	980.00		

図 4-6-7 min ファイルの STEP 記述例 (MECH)

5. Paraview の操作方法

5.1 概要

Paraview は、非常に機能の多い汎用可視化プログラムです。操作方法の詳細は、マニュアル等をご参照ください。ここでは、DuCOM-COM3 のポスト処理に際し、一部の操作方法について記載します。

5.2 節点や要素の検索および選択

(1) 検索

節点や要素を検索・選択、また節点番号や要素番号を表示するためには、図 5-2-1 に示す「Find data matching various criteria from the current source(v)」ボタンを押します。ボタンを押すと図 5-2-2 に示す Find Data ウィンドウが表示されます。

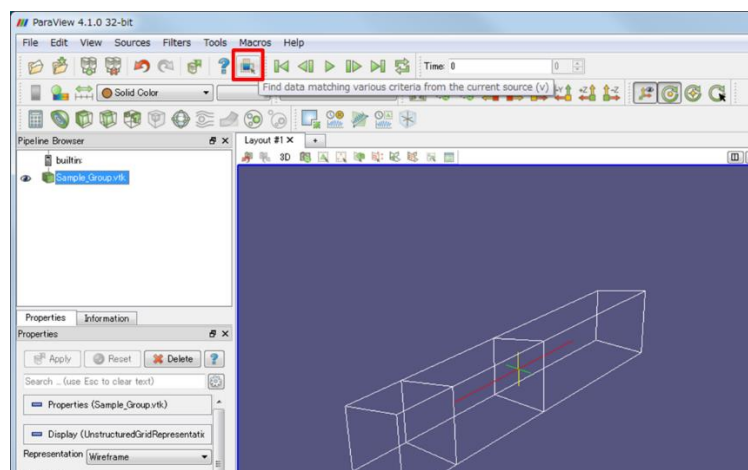


図 5-2-1 ボタンの位置

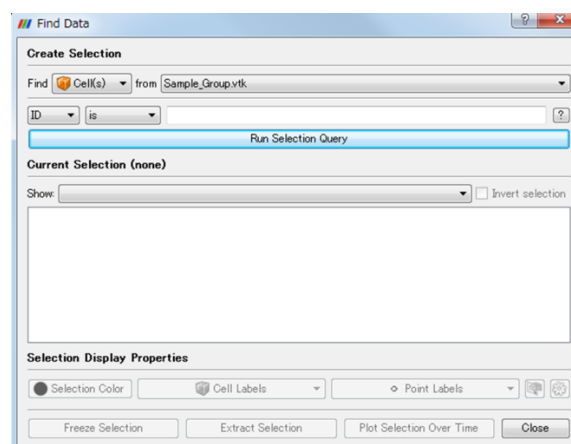


図 5-2-2 Find Data ウィンドウ

図 5-2-3 の様に、Find のプルダウンメニューを「Point(s)」に設定し、その下の「ID」「is」「4」として「Run Selection Query」ボタンを押します。Show のプルダウンメニューを「Point(s)」に合わせると、節点 4 の各種値が表示されると同時に、表示画面において節点 4 が選択されて色が変わります。

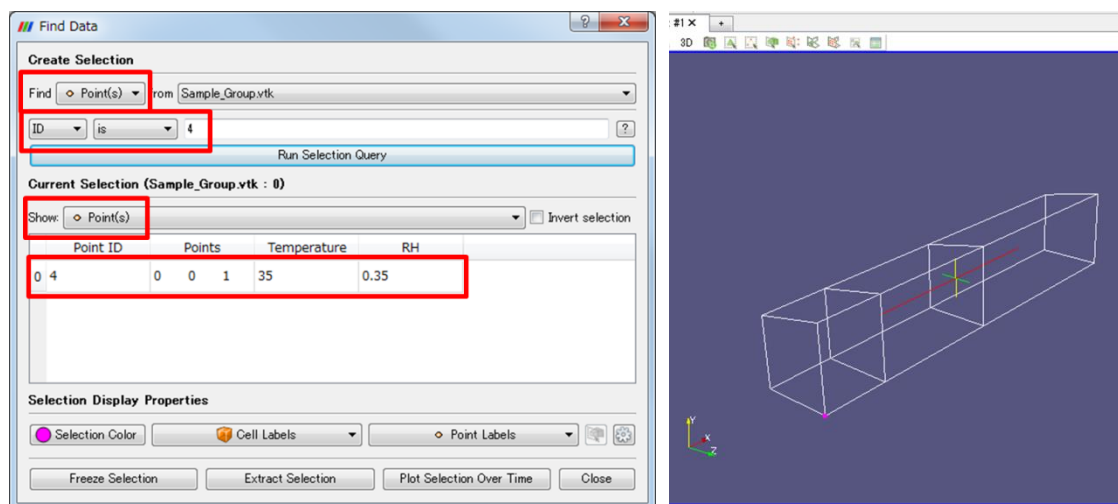


図 5-2-3 節点の検索と選択状況

Find プルダウンメニューを「Point(s)」に設定した場合、「ID」以外に vtk ファイルの [POINT_DATA] に記述したデータラベルが表示されます。また、Find プルダウンメニューを「Cell(s)」にした場合には、vtk ファイルの [CELL_DATA] に記述したデータラベルが表示されます。

「is」のプルダウン以外に、「is between」「is one of」「is >=」「is <=」が用意されており、検索する値に応じて変更することができます。

Find Data ウィンドウの下方に並べてある「Selection Display Properties」のボタンから選択時の色変更、要素番号・ラベルの表示、節点番号・ラベルの表示を切り替えることができます。

(2) マウスによる選択

表示されている画像をマウスで直接選択することによっても節点や要素を選択することができます。画像に表示されている「Layout」タブに Toggle Borders が表示されていない場合、「メニュー」→「View」→「Toggle Borders」で表示されます (図 5-2-4)。

Camera Undo	視点変更のやり直し
Camera Redo	視点変更のやり直しを戻す
Change Interaction Mode	3次元と2次元の表示を切り替える
Adjust Camera	視点の各種設定
Select Cells On	表面に見えている要素を選択する
Select Points On	表面に見えている節点を選択する
Select Cells Through	選択領域に含まれる全ての要素を選択する
Select Points Through	選択領域に含まれる全ての節点を選択する
Select Cells With Polygon	
Select Points With Polygon	
Select Block	

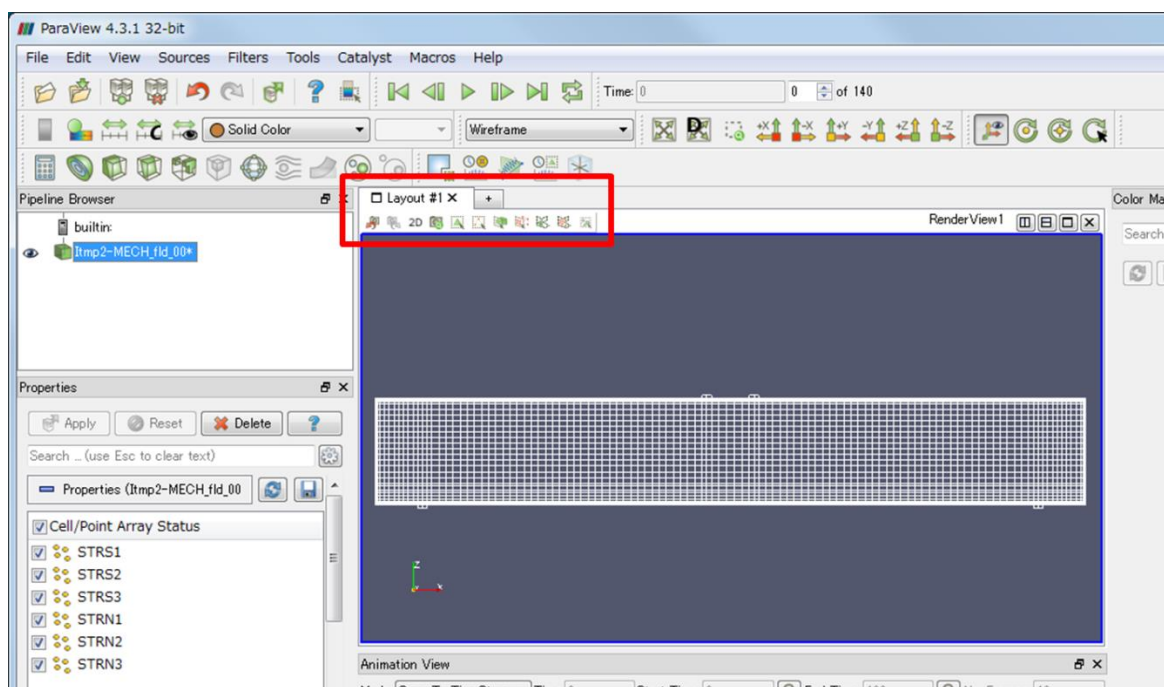


図 5-2-4 Toggle Borders

節点や要素の選択は、図 5-2-5 の様に「View」→「Selection Display Inspector」を表示させることで、節点や要素の番号を表示させることができます。選択した節点や要素は、「POINT_DATA」や「SELL_DATA」に記述した値を表示させることもできます。

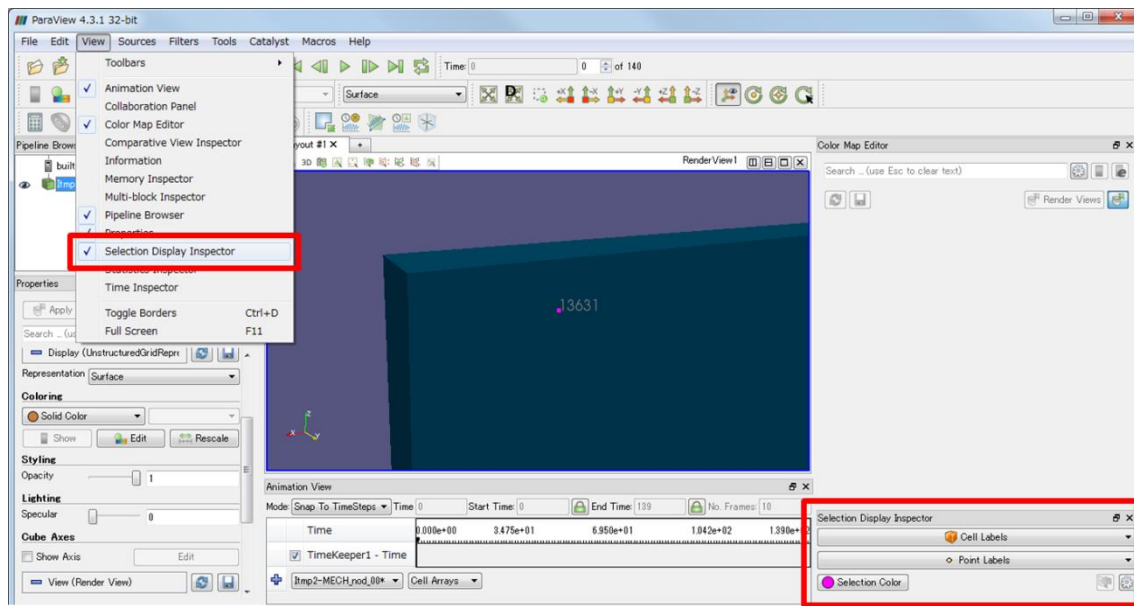


図 5-2-5 Selection Display Inspector

(3) データの抽出

選択後の節点や要素を抽出するためには、「**Filters**」→「**Data Analysis**」→「**Extract Selection**」を選択します（図 5-2-6）。

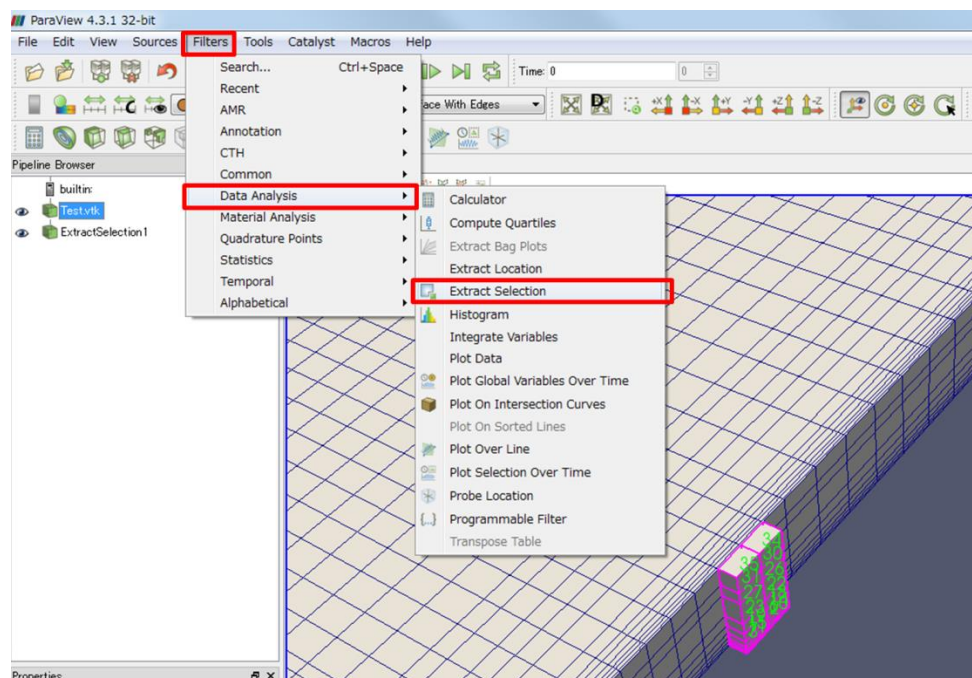


図 5-2-6 Extract Selection Filter

Extract Selection フィルタを選択すると、「Pipeline Browser」に Extract Selection1 が作成されます。「Apply」を押すと選択された節点や要素の抽出結果が表示されます(図 5-2-7)。

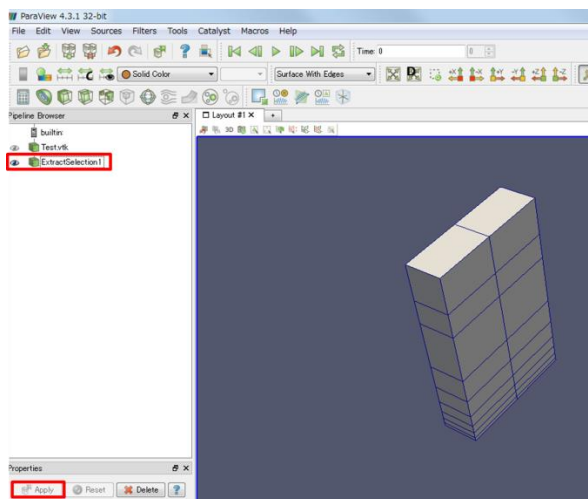


図 5-2-7 Extract Selection Filter の結果

抽出結果を保存したい場合は、Extract Slection フィルタの結果を表示させた状態で、「File」→「SaveData」を選択します。

データの保存時に、図 5-2-8 の設定画面が表示されるため、保存したい節点、要素、フィールドデータを選択します。

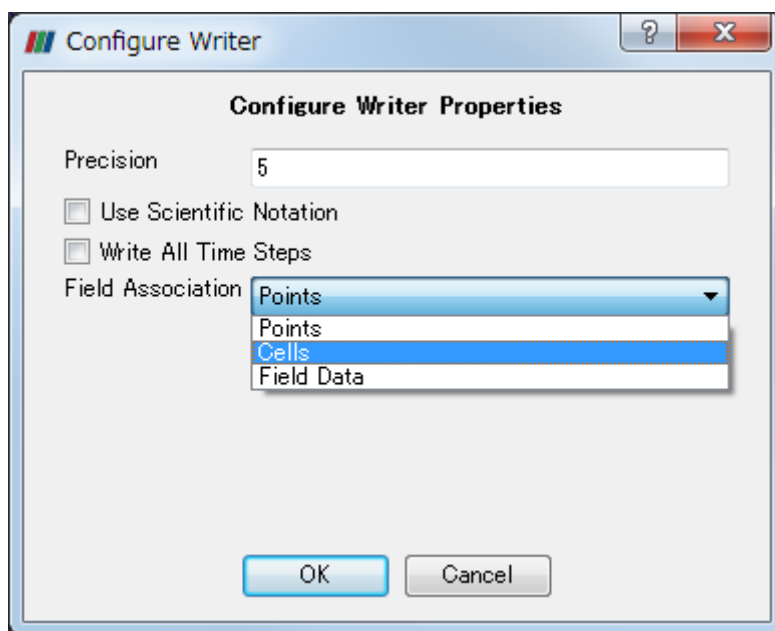


図 5-2-8 SaveData 時の設定

5.3 コンター図・変形図の作成

(1) スカラー画像

よく使われる青・緑・赤という(虹色の)カラースケールに変更する場合、左下の「Edit」ボタンを押して、右側に「Color Map Editor」を開きます(図 5-3-1)。「Color Map Editor」が表示されていない場合には、「メニュー」→「View」→「Color Map Editor」で表示させることができます。

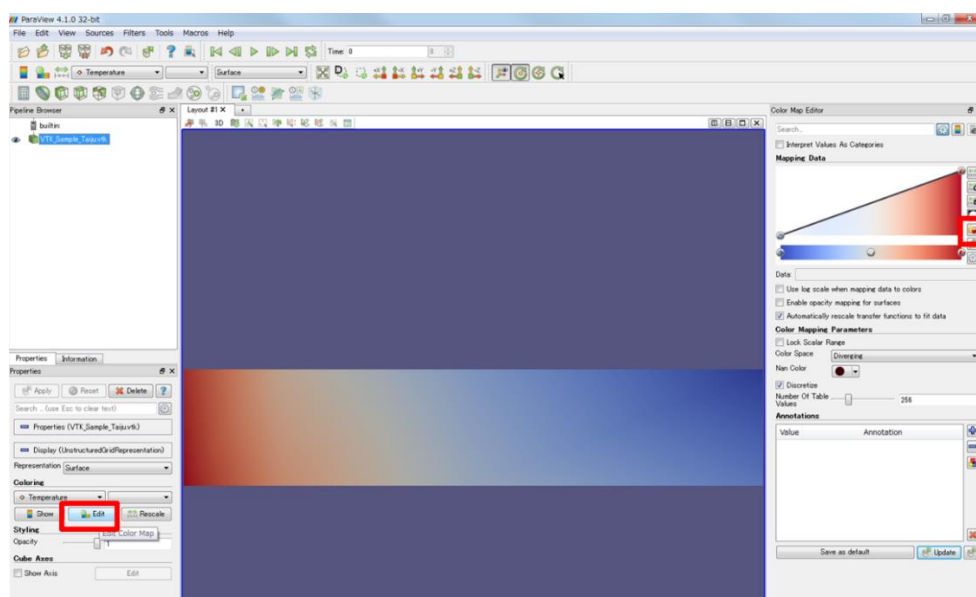


図 5-3-1 Color Map Editor を開いた状態

図 5-3-1 の「Color Map Editor」の赤色で囲んだボタンを押すと「Present Color Scales」ウィンドウが現れます(図 5-3-2)。ここで、「Blue to Red Rainbow」または「Red to Blue Rainbow」を選択すると、従来のカラースケールに変更されます。

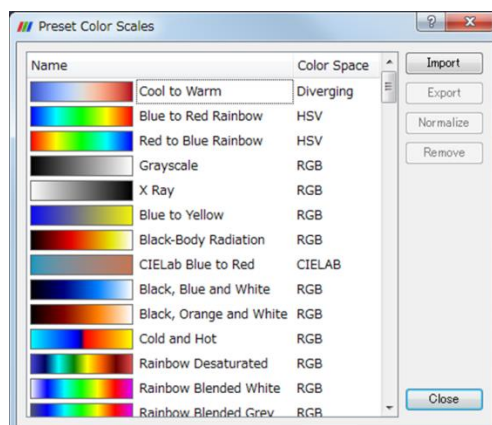


図 5-3-2 Present Color Scale ウィンドウ

(2) ベクトル画像

変形図は、ベクトル画像として表示します。ベクトル画像は Filter の「Warp By Vector」を用います。「ツールバー」の Warp By Vector ボタン (図 5-3-3 赤枠)、または「メニュー」→「Filters」→「Alphabetical」→「Warp By Vector」を選択すると左上の Pipeline Browser に WarpByVector が追加されます。その下の Property の「Apply」ボタンを押すと変形図が表示されます。Scale Factor の値を大きくすると、変形を拡大表示することができます。

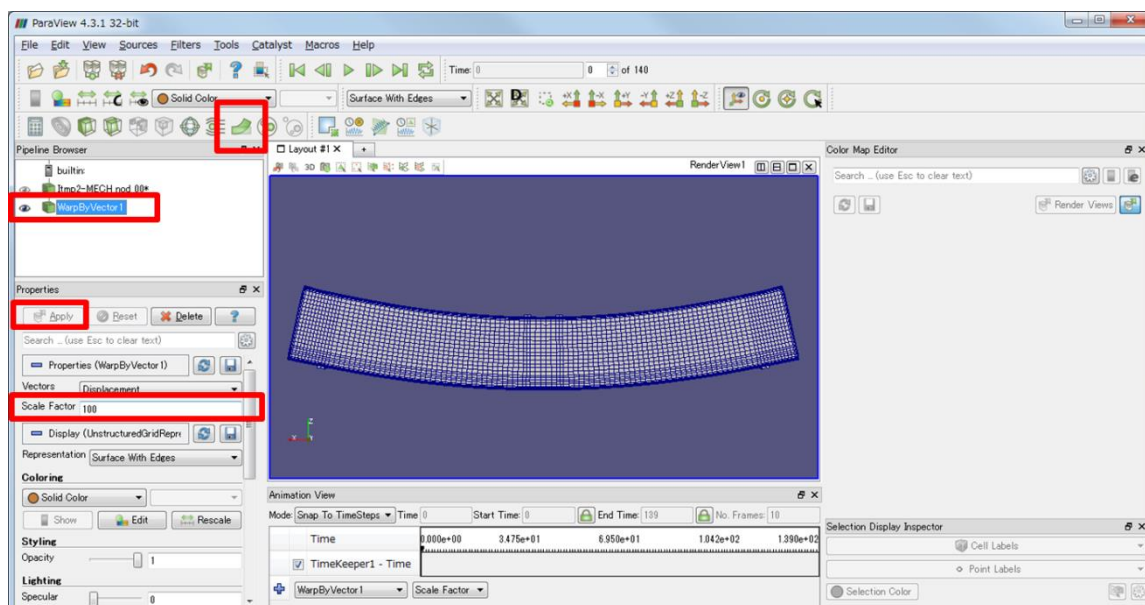


図 5-3-3 Warp By Vector による変形図

(3) 節点の固定条件

節点の固定条件は、節点のベクトルデータ (POINT_DATA & Component=3) として vtu ファイルを生成すれば、Glyph フィルタによって表示することができます。

読込んだデータから必要となる節点データ (FixX, FixY, FixZ) のみを有効にし、Glyph ボタンを押します。この時、Glyph フィルタを固定の方向の数だけ作成すれば同時に固定点を表示できます(図 5-3-4)。(ただし、Glyph フィルタは重いフィルタのため、32bit 版で 3 方向を同時に表示することは難しいと思われます。)

次に、Pipeline ブラウザから Glyph フィルタを順番に選択して以下の手順で境界節点を表示します。

- | | |
|-------------------|--|
| ①Glyph Type | Arrow または Cone を選択 |
| ②Active Attribute | Vectors を FixX (次の Glyph フィルタで FixY, FixZ と選択) |
| ③Scaling | vector |
| ④Masking | Glyph Mode を AllPoints に設定 |
| ⑤Coloring | フィルタごとに見やすい色を選択 |

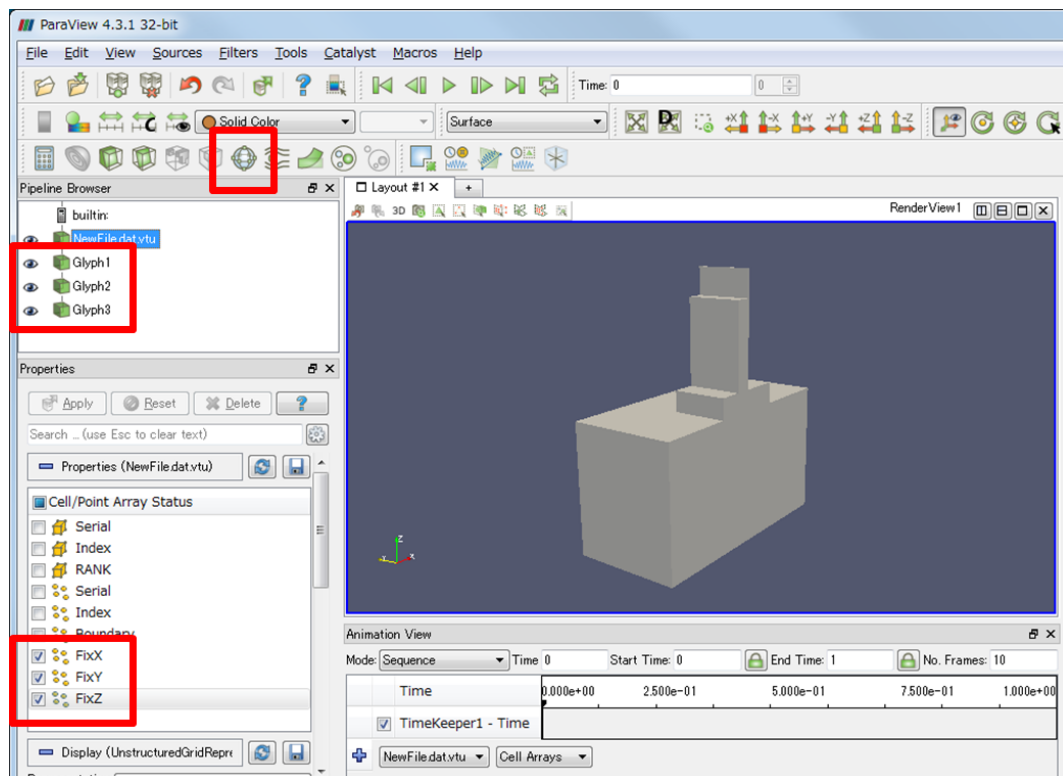


図 5-3-4 Glyph による固定節点の表示 1

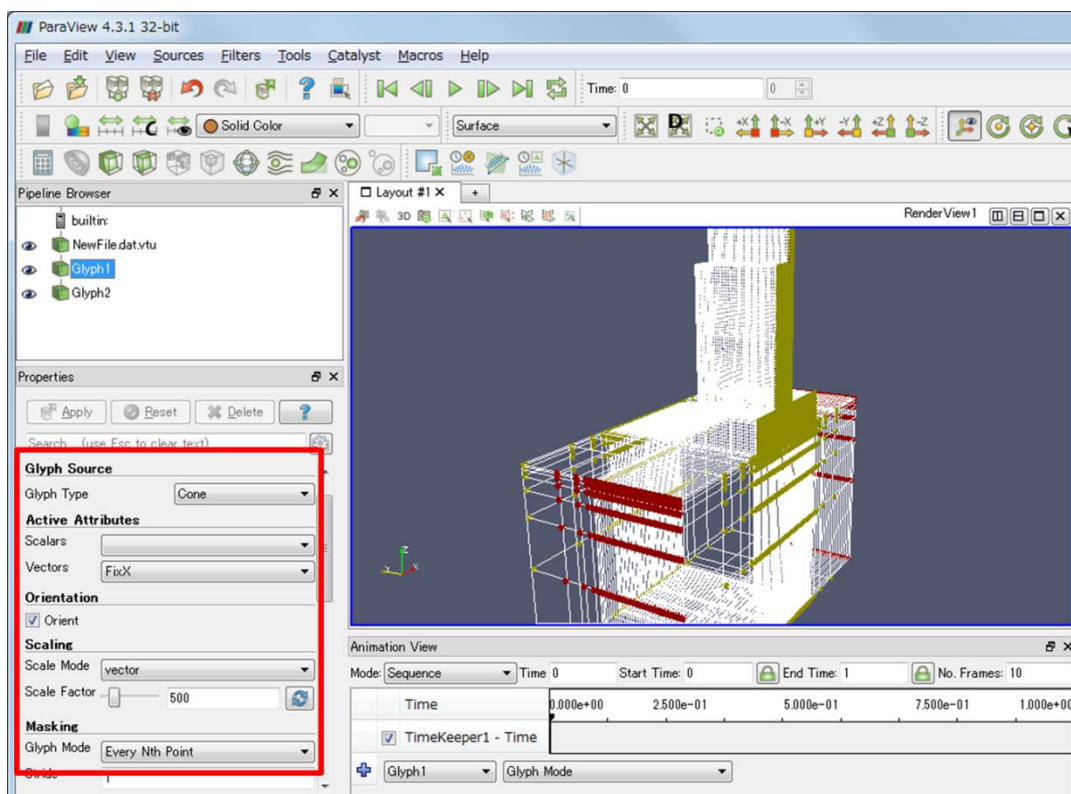


図 5-3-5 Glyph による固定節点の表示 2

