

# **ADVENTURE\_BCtool**

**Attachement of boundary conditions and material properties onto mesh**

Version : 1.0

**プログラム使用マニュアル**

**March 1 , 2002**

**ADVENTURE Project**

## 目次

1. 概要.....	1
2. 機能.....	1
3. 動作環境.....	1
4. インストール方法.....	1
5. 使用方法.....	2
(1) ステップ1 メッシュの表面の抽出.....	2
(2) ステップ2 GUIによる境界条件の設定.....	3
(3) ステップ3 一体型解析モデルファイルの作成.....	22
(4) 処理フロー.....	26
6. 各種ファイルフォーマット.....	27
(1) メッシュデータファイル(拡張子 msh).....	27
(2) メッシュ表面データファイル(拡張子 fgr).....	29
(3) 表面メッシュ抽出データファイル(拡張子 pch).....	32
(4) 表面パッチグループデータファイル(拡張子 pcg).....	33
(5) グローバルインデックスファイル(拡張子 trn).....	34
(6) 解析条件ファイル(拡張子 cnd).....	35
(7) 物性値ファイル(拡張子 dat).....	36
(8) 節点温度ファイル(拡張子 tmp).....	38
(9) 一体型解析モデルファイル(拡張子 adv).....	39
7. 面荷重から節点集中荷重への変換方法.....	47
(1) 4面体1次要素.....	47
(2) 4面体2次要素.....	48
(3) 6面体1次要素.....	49
(4) 6面体2次要素.....	50

## 1. 概要

ADVENTURE\_BCTool はメッシュに境界条件及び物性値を貼付し、ADVENTURE\_Solid のための有限要素解析データを作成するためのツールです。

## 2. 機能

対応している要素の種類

4 面体 1 次要素、4 面体 2 次要素、6 面体 1 次要素、6 面体 2 次要素

対応している解析の種類

弾性解析

弾塑性解析

熱応力解析

境界条件を設定できる場所

グループ化したメッシュ表面

グループ化したメッシュ表面の境界上の 1 次節点

設定できる境界条件

荷重 (X, Y, Z 方向、面に垂直方向)

変位 (X, Y, Z 方向、面に垂直方向)

重力加速度

設定できる物性値 (複数物性値に対応)

ヤング率

ポアソン比

加工硬化係数

初期降伏応力

質量密度

線膨張係数

参照温度

## 3. 動作環境

OS UNIX, Linux

コンパイラ GNU C++ 2.95.x , 2.96

ライブラリ Motif 1.2 以上 または LessTif 0.92.0 以上

OpenGL 1.1 以上 または Mesa 3.2 以上

ADVENTURE\_IO

LessTif (<http://www.lesstif.org/>)

Mesa (<http://www.mesa3d.org/>)

## 4. インストール方法

アーカイブを展開後、トップディレクトリ直下の INSTALL.eucJP を参照してください。

## 5. 使用方法

ADVENTURE\_BcTool を使ってメッシュに境界条件、物性値を貼り付けるためには  
メッシュの表面の抽出  
GUI による境界条件の設定  
1 体型解析モデルファイルの作成 (物性値の設定を含む)  
の 3 ステップの手順を踏みます。

### (1) ステップ 1 メッシュの表面の抽出

メッシュの表面を抽出およびグループ化し、GUI の入力フォーマットへ変換します。  
このステップでの入力ファイル、出力ファイルは以下のとおりです。

入力ファイル:

メッシュデータファイル (拡張子は msh)

出力ファイル:

メッシュ表面データファイル (拡張子は fgr)

表面メッシュ抽出データファイル (拡張子は pch)

表面パッチグループデータファイル (拡張子は pcg)

グローバルインデックスファイル (拡張子は trn)

このステップでは、Shell スクリプト msh2pch を使用します。  
msh2pch にはコマンドライン引数が 2 つあります。

```
% msh2pch mshFile div_n
mshFile      : メッシュデータファイル名。
div_n        : メッシュ表面のグループ化の基準となる 2 面狭角の指定。
               2 面狭角が指定した角度以上の面は別のグループになる。
               180 度の何分の 1 かで指定する。
```

例-1) メッシュデータファイル名が Model.msh、2 面狭角が 60 度 (=180/3)  
% msh2pch Model.msh 3

例-2) メッシュデータファイル名が Model.msh、2 面狭角が 45 度 (=180/4)  
% msh2pch Model.msh 4

2 面狭角を何度指定するのが適当かはモデルによって異なります。  
グループ化が粗すぎるか、細かすぎるかは GUI での表示を見て、  
ユーザーが判断します。

メッシュデータファイル名が Model.msh、2 面狭角が 180/N の場合、  
出力ファイル名は以下のようになります。

```
Model_N.fgr : メッシュ表面データファイル
Model_N.pch : 表面メッシュ抽出データファイル
Model_N.pcg : 表面パッチグループデータファイル
Model_N.trn : グローバルインデックスファイル
```

## (2) ステップ2 GUIによる境界条件の設定

境界条件の設定には、GUI ベースのモジュールである bcGUI を使用します。  
このステップでの入力ファイル、出力ファイルは以下のとおりです。

入力ファイル：

表面メッシュ抽出データファイル (拡張子は pch)

表面パッチグループデータファイル (拡張子は pcg)

出力ファイル：

解析条件ファイル (拡張子は cnd)

### 起動方法

bcGUI のコマンドライン引数の指定方法は、次のようになります。

```
% bcGUI pchFile pcgFile [-icnd cndFile] [-ocnd outFile]
pchFile      : 表面メッシュ抽出データファイル名
pcgFile      : 表面パッチグループデータファイル名
cndFile      : 起動時に自動的に読み込む解析条件ファイル名
outFile      : 終了時に自動的に書き込む解析条件ファイル名
[ . . . ]は省略可能です。
```

-icnd オプションを指定すると、あらかじめ作成しておいた解析条件ファイルを起動時に自動的に読み込むことができます。

-ocnd オプションを指定することにより、bcGUI の終了時に自動的に解析条件ファイルを出力させることができます。

bcGUI を実行すると以下のような画面が起動します。

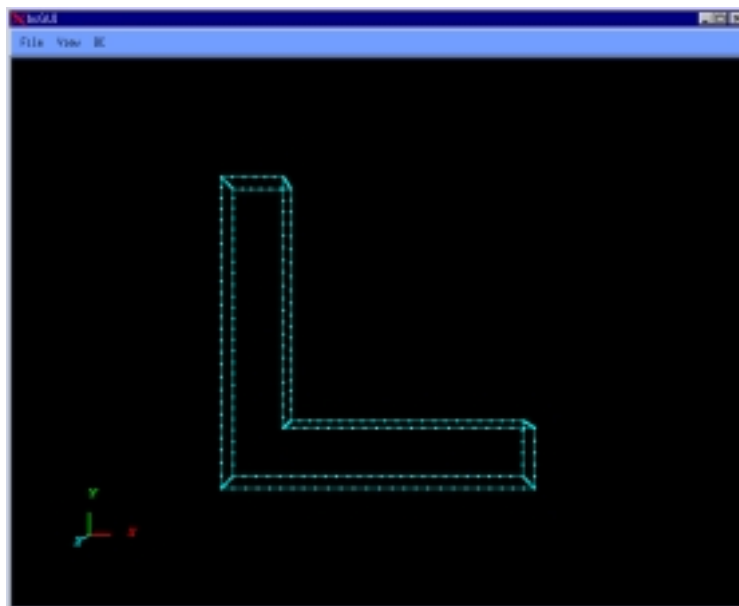


図1 初期表示

## 視点の移動方法

次の操作で視点を移動させることができます。

- ・ マウス左ボタン押下 + ドラッグ  
ドラッグした方法へ物体が移動します。      スクリーン上での並行移動
- ・ マウス右ボタン押下 + 上下方向のドラッグ  
上方向へドラッグすると物体が縮小します。  
下方向へドラッグすると物体が拡大します。      拡大 / 縮小
- ・ マウスの中央ボタン押下 + ドラッグ  
ドラッグした方法へ物体が回転します。      物体の回転

## 節点、面グループの選択方法

画面に表示される丸い点は、面グループ境界上の一次節点です。  
この節点をシフトキーを押しながらクリックすると選択することができます。  
節点でない場所（背景）をシフトキーを押しながらクリックすると選択解除できます。  
節点を選択すると、表面メッシュ抽出データファイル（拡張子 pch）での節点番号が標準出力に出力されます。

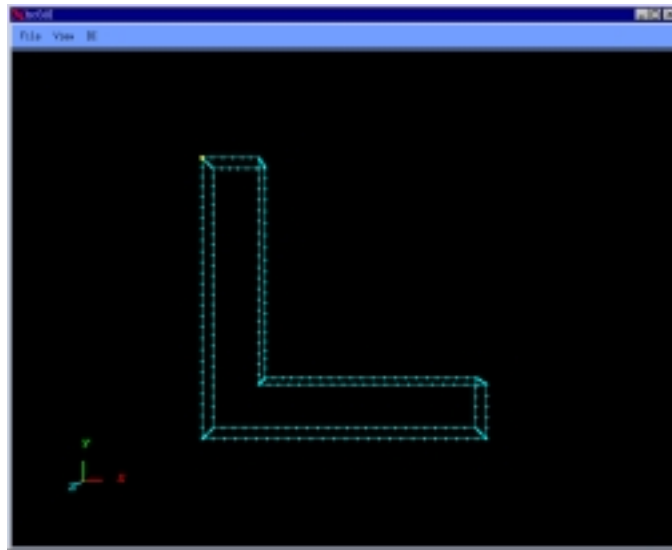


図 2 節点を選択

節点を選択された状態で、マウスの右ボタンをクリックすると、節点に隣接する面グループを順番に選択できます。

面グループを選択すると、表面パッチグループデータファイル（拡張子 pcg）での面グループ番号が標準出力に出力されます。

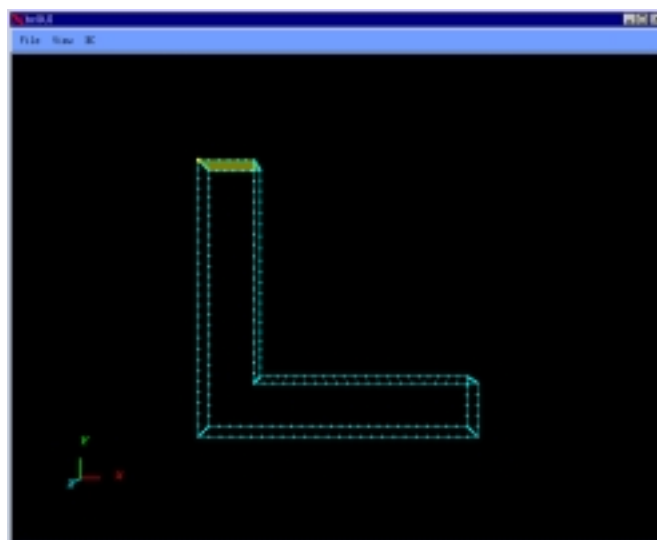
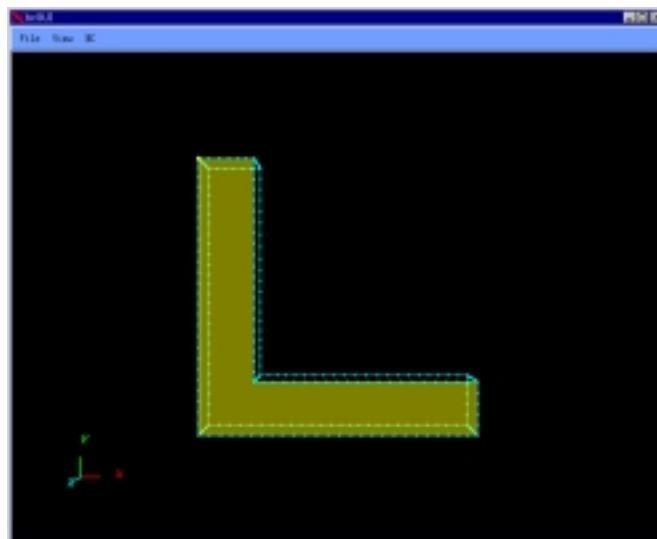


図4 面グループを選択（その2）

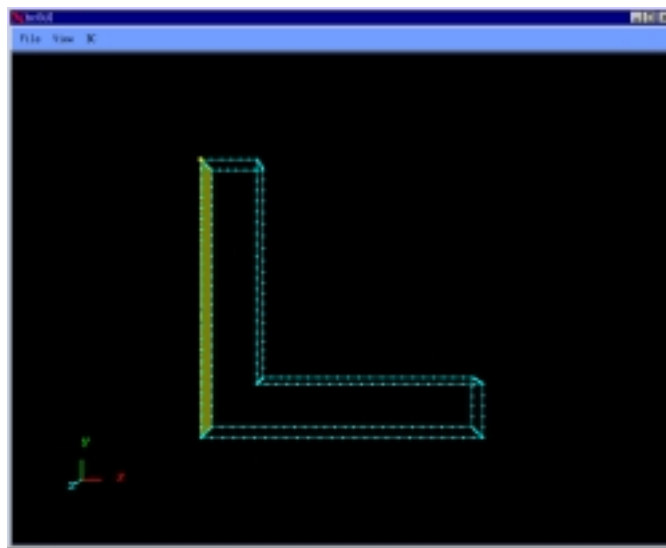


図 5 面グループを選択（その 3）

境界条件の設定方法（荷重、変位）

境界条件を設定したい節点または面グループを選択し、メニューから「BC -> Add Load」または「BC -> Add Displacement」を選択すると境界条件設定ダイアログが表示されます。

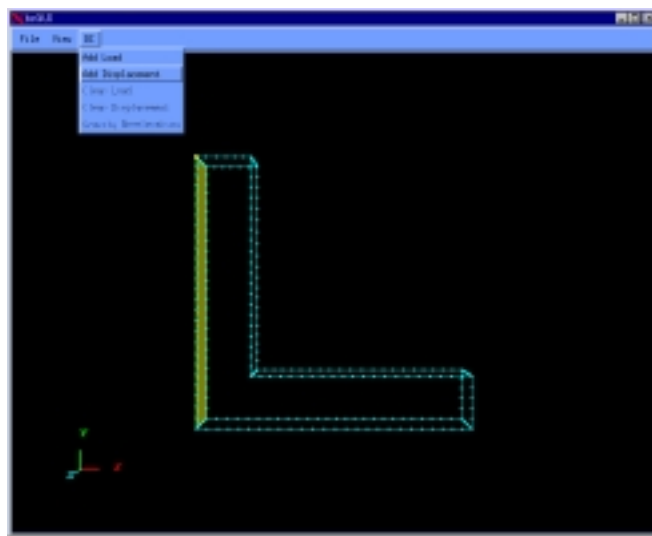


図 6 境界条件設定ダイアログの表示方法



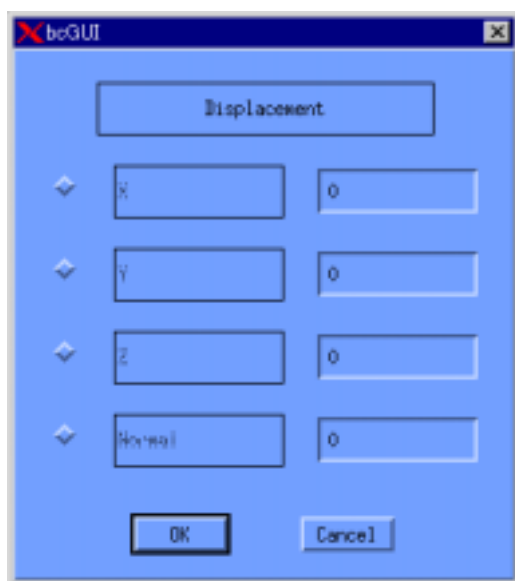


図 7 境界条件設定ダイアログ

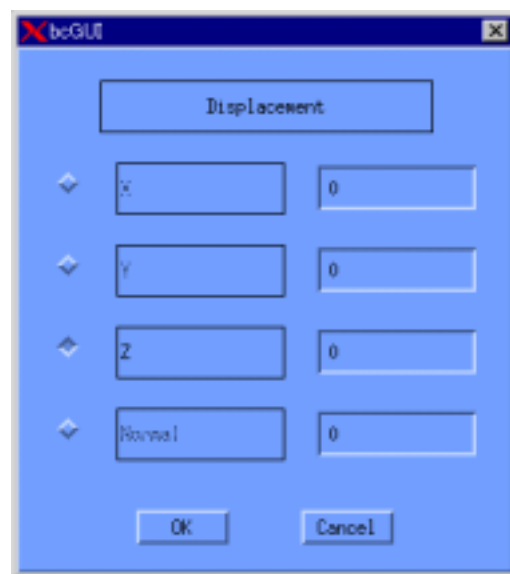


図 8 チェックボタンを選択

- ・このダイアログでは左のチェックボタンが選択されている自由度が有効となります。
- ・右のテキストボックスに数字が入力されていても左のチェックボタンが選択されていない場合は無視されます。
- ・ダイアログの"X"、"Y"、"Z"はそれぞれ"X 成分"、"Y 成分"、"Z 成分"を意味します。
- ・"Normal"は面（メッシュ表面の3角形または4角形）に垂直方向を意味します。
- ・面に垂直方向の場合は、物体の内側方向を正、物体の外側方向を負とします。
- ・"Normal"の左のチェックボックスは、面グループが選択されている場合のみ選ぶことができます。節点を選択されているときは、選ぶことができません。
- ・"Normal"の左のチェックボックスが選択されている間は、"X 成分"、"Y 成分"、"Z 成分"に関する設定を変更することはできません。
- ・大きさ0の荷重、面に垂直方向で大きさ0の変位は設定できません。
- ・面グループに対する荷重は、単位面積あたりの荷重を入力します。

## 重力加速度の設定方法

メニューから「BC -> Gravity Acceleration」を選択すると、重力加速度設定ダイアログが表示されます。

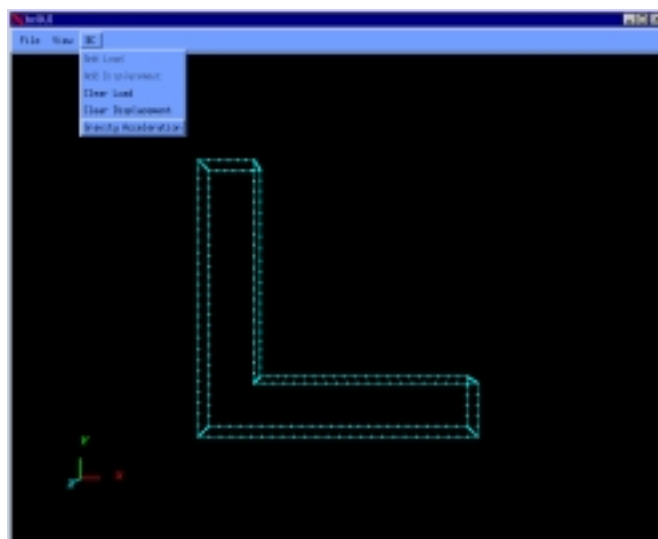


図 9 重力加速度設定ダイアログの表示方法

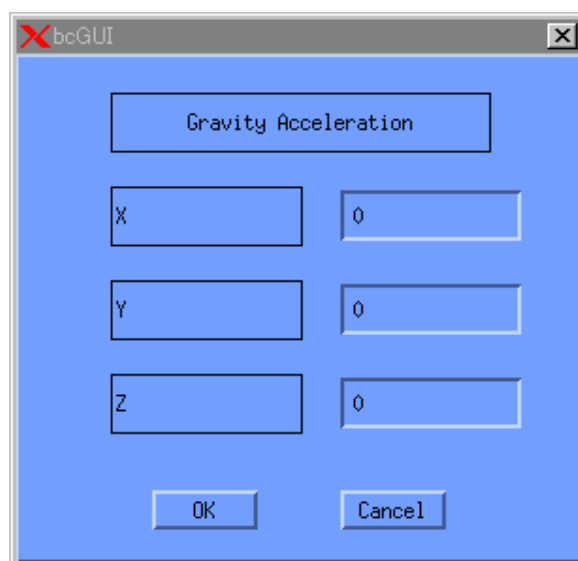


図 10 重力加速度設定ダイアログ

ダイアログの"X"、"Y"、"Z"はそれぞれ、重力加速度の"X 成分"、"Y 成分"、"Z 成分"を意味します。

## 境界条件の表示方法

荷重を表示するには、メニューから

「View - >Boundary Condition - >View Load」を選択します。

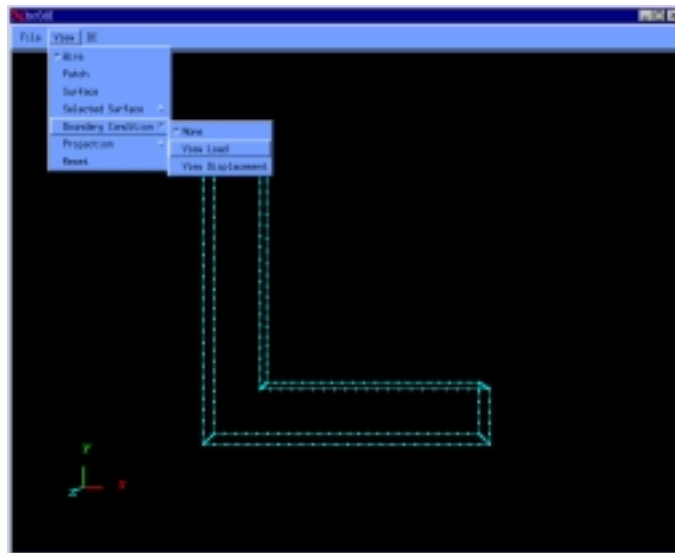
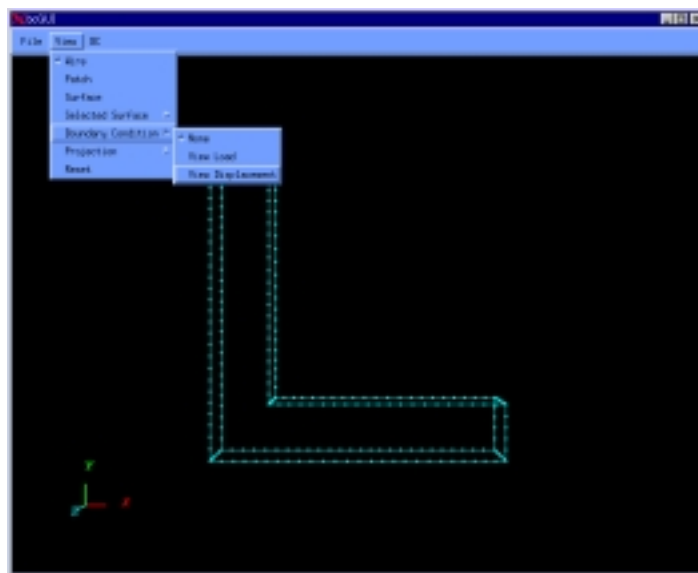


図 11 荷重の表示方法

変位を表示するには、メニューから

「View - >Boundary Condition - >View Displacement」を選択します。



- ・荷重と変位は同時には表示できません。
- ・境界条件が設定されている面グループは半透明な色で表示されます。
- ・節点に設定した境界条件は、ベクトルで表示されます。
- ・拘束された節点には、拘束された自由度毎に逆向きの2本のベクトルが表示されます。

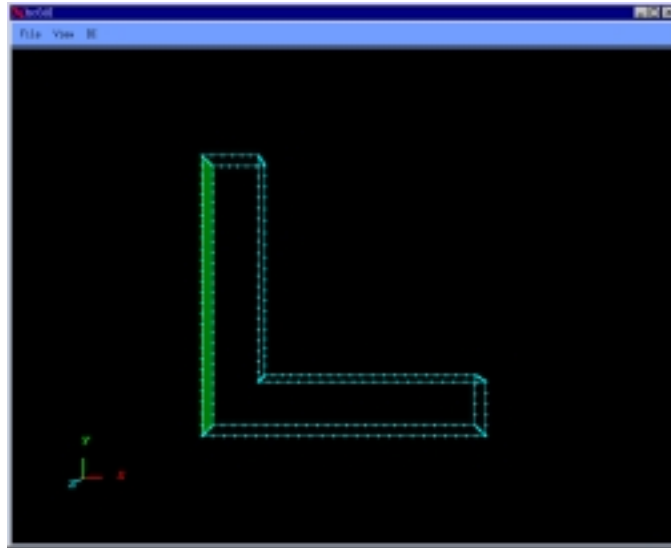


図 13 面グループに設定した境界条件の表示例

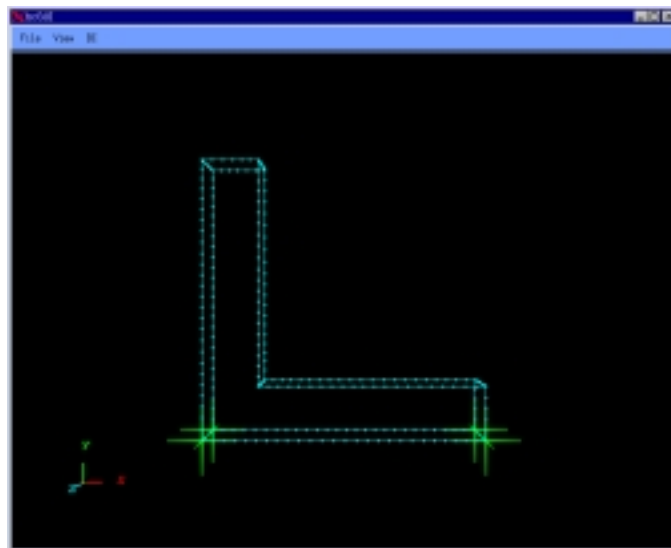


図 14 節点に設定した境界条件の表示例

## 境界条件のクリア

- ・ 設定した荷重を全てクリアするには、メニューから「BC -> Clear Load」を選択します。

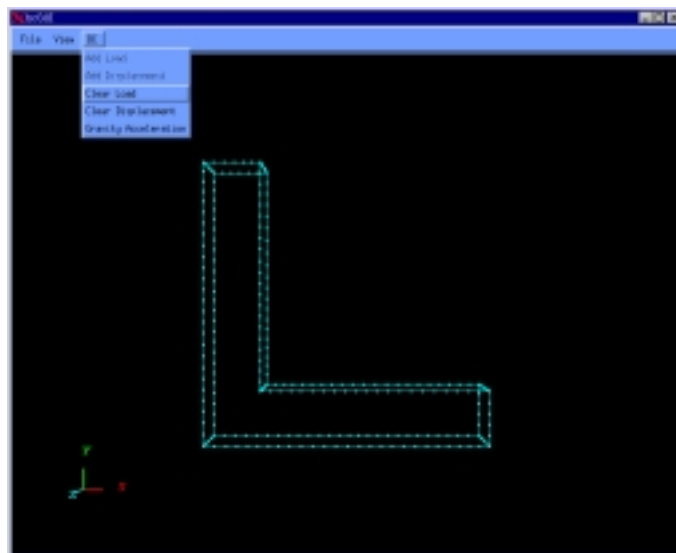


図 15 設定した荷重をすべてクリア

- ・ 設定した変位を全てクリアするには、メニューから「BC -> Clear Displacement」を選択します。

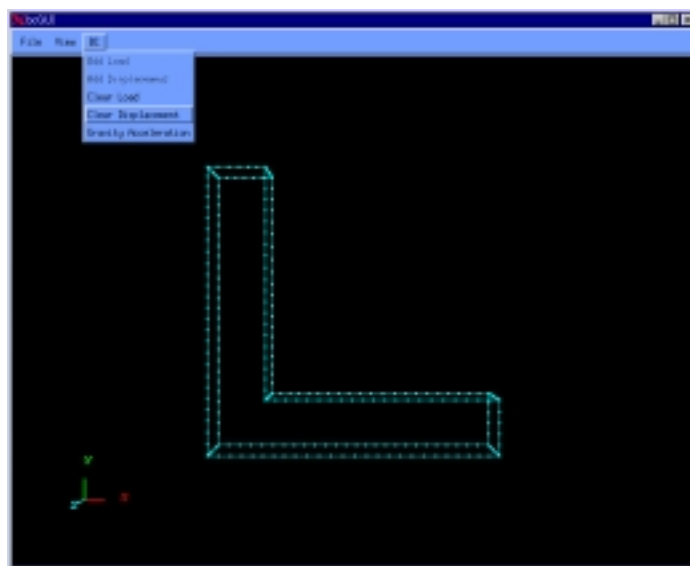


図 16 設定した変位をすべてクリア

## 解析ファイルの出力

メニューの「File -> Save Condition」を選択し、境界条件を解析条件ファイル（拡張子 cnd）として出力します。

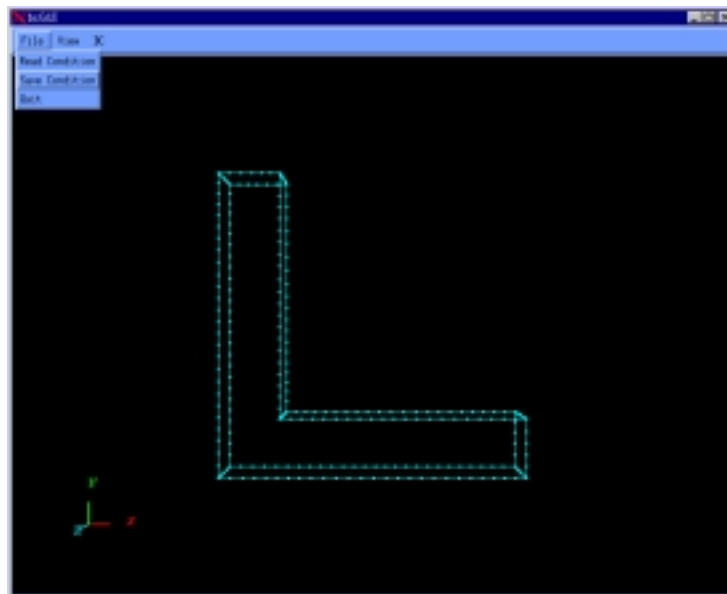


図 17 境界条件のファイルへの出力

出力ファイル名の指定では、拡張子(.cnd)の入力は省略できます。



図 18 出力ファイル（解析条件ファイル）の指定

## 解析条件ファイルの再読み込み

メニューの「File - > Read Condition」を選択し、解析条件ファイルを選択すると、現在設定されている境界条件を全て破棄し、指定したファイルに記述してある境界条件を読み込みます。

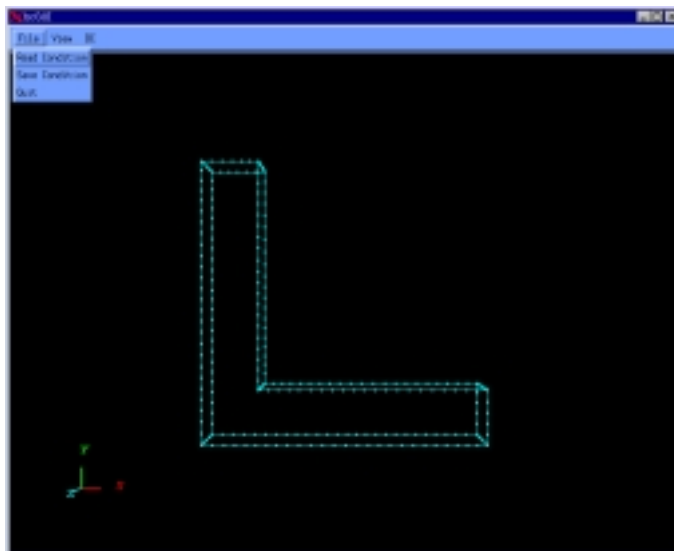


図 19 境界条件ファイルの再読み込み



図 20 入力ファイル（境界条件ファイル）の指定

## メッシュ表面の表示 / 面塗り表示

メニューの「View > Patch」を選択するとメッシュの表面を表示します。

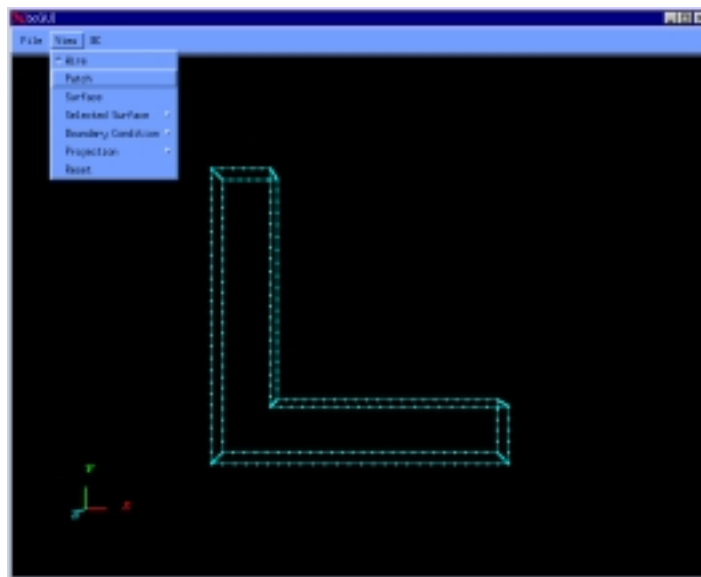


図 21 メッシュ表面の表示へ切り替え

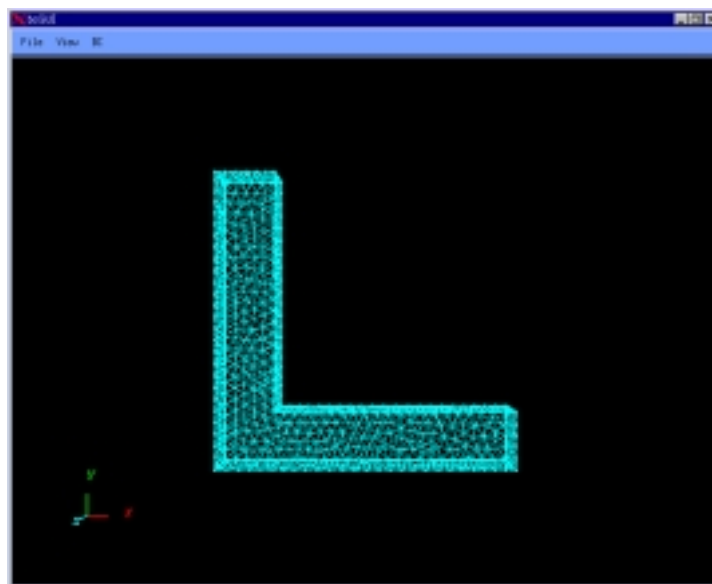


図 22 メッシュ表面の表示例

メッシュ表面を表示しても選択できる節点は、面グループ境界上の一次節点のみです。



メニューの「View > Surface」を選択すると面塗り表示を行いません。

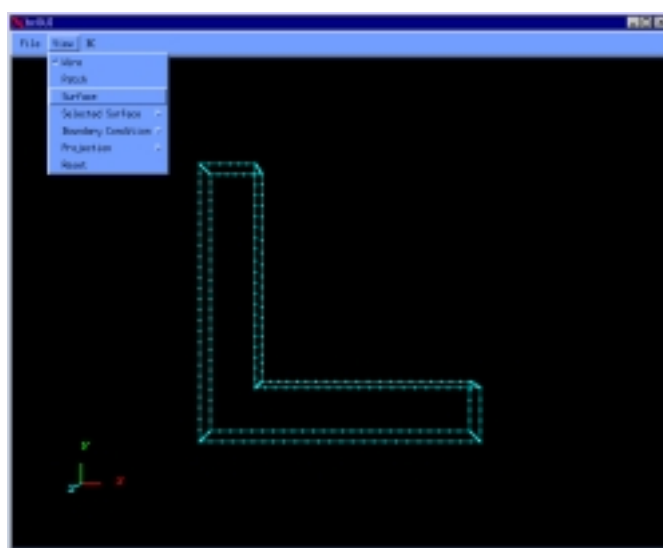


図 23 面塗り表示への切り替え

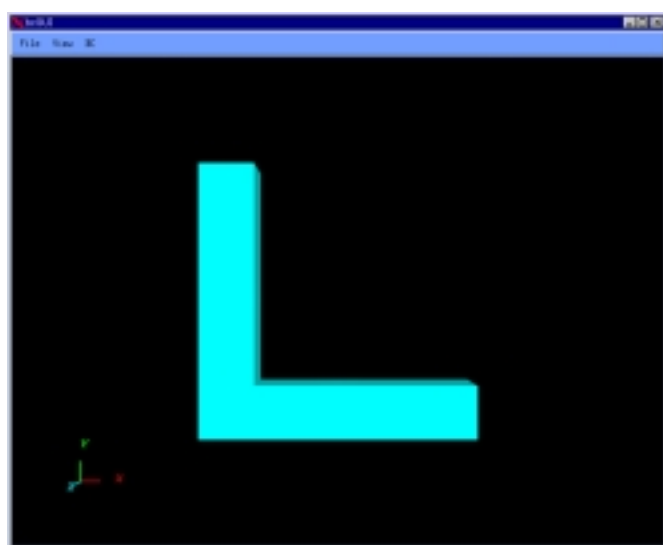


図 24 面塗り表示の例

面塗り表示では、節点の選択はできません。

- ・メニューの「View ->Wire」を選択すると面グループの境界を表示します。この表示がデフォルトです。

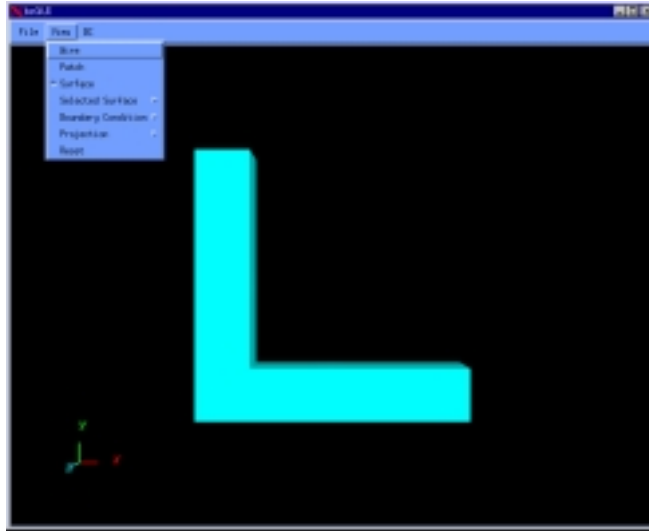


図 25 面グループ境界表示への切り替え

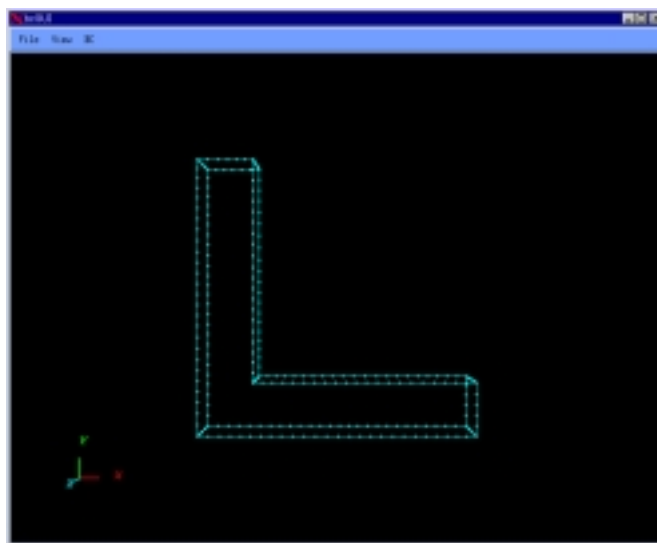


図 26 面グループ境界表示の例

## 投影方法の変更

メニューの「View -> Projection -> Orthographic」を選択すると、平行投影で表示します。

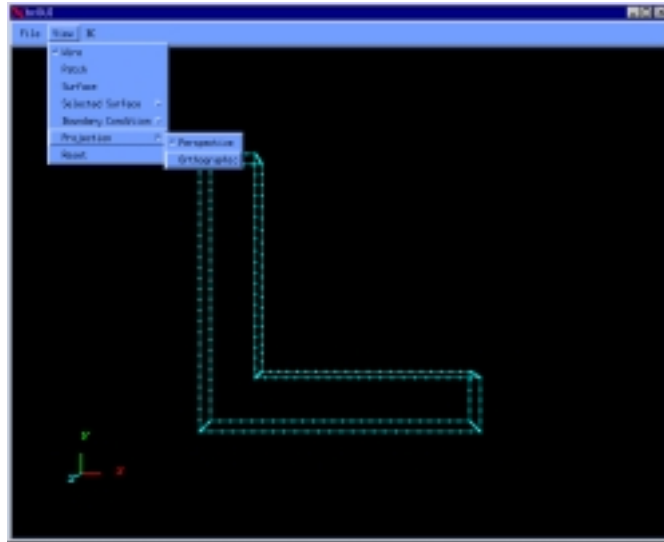


図 27 平行投影への切り替え

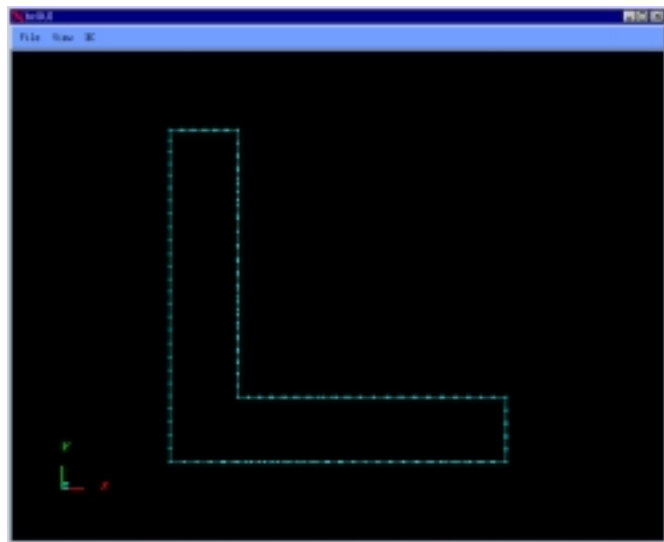


図 28 平行投影表示の例

メニューの「View - > Projection - > Perspective」を選択すると、透視投影で表示します。この表示がデフォルトです。

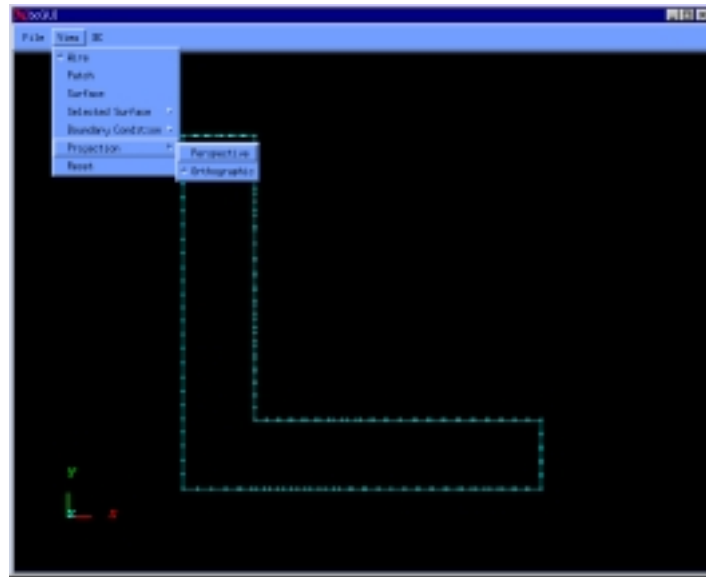


図 29 透視投影への切り替え

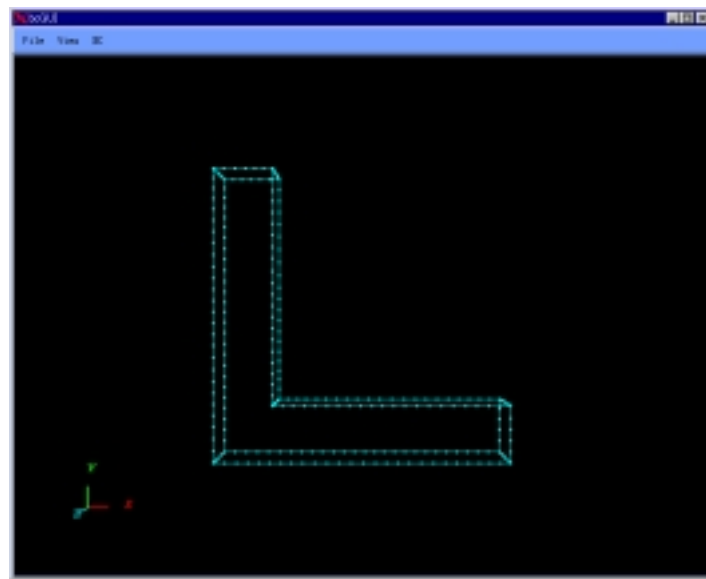


図 30 透視投影表示の例

## 選択された面グループの表示方法

メニューの「View -> Selected Surface -> Patch」を選択すると  
選択された面グループはパッチで表示されます。

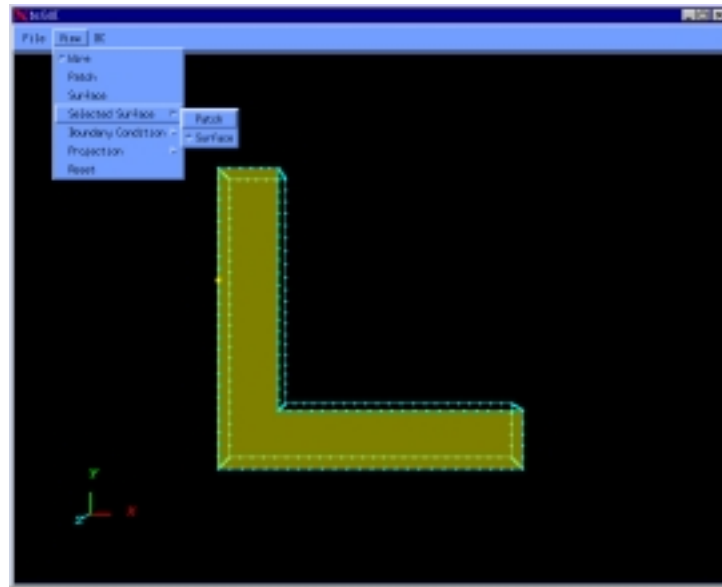


図 31 選択された面グループをパッチ表示に切り替え

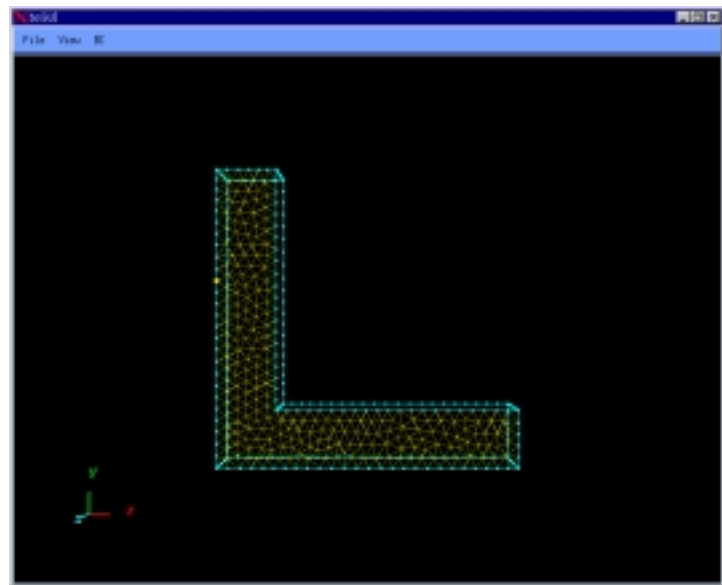


図 32 選択された面グループのパッチ表示の例

メニューの「View - > Selected Surface - > Surface」を選択すると  
選択された面グループは半透明な色で表示されます。この表示がデフォルトです。

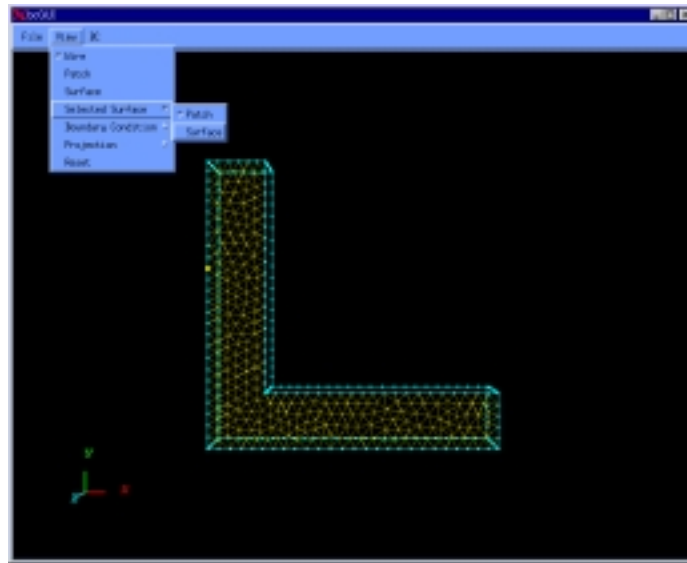


図 33 選択された面グループを半透明表示に切り替え

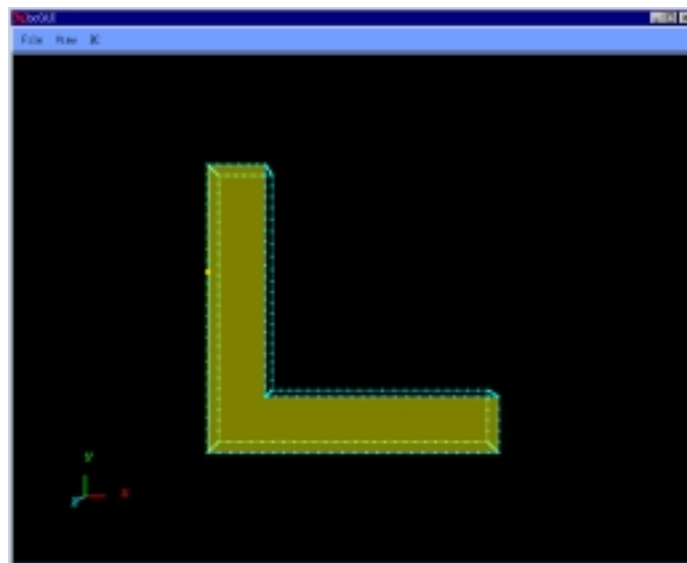


図 34 選択された面グループの半透明色表示の例

### 視点の初期化の方法

メニューの「View ->Reset」を選択すると、視点を初期状態に戻します。

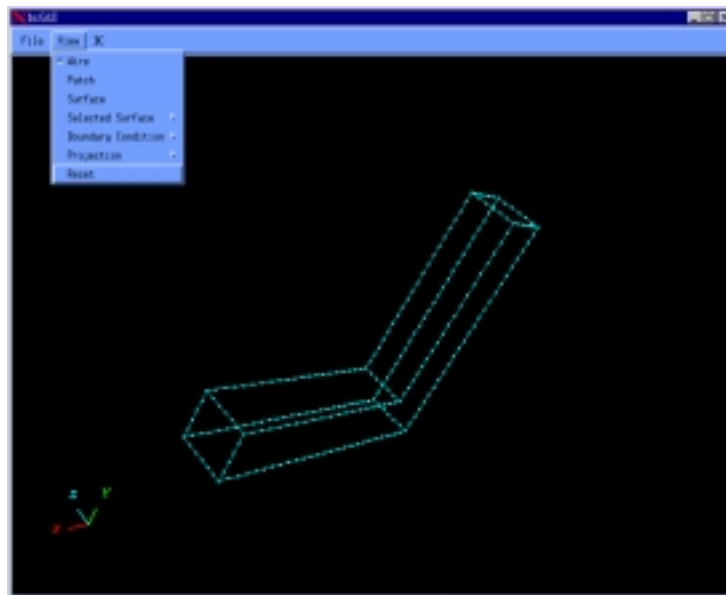


図 35 視点を初期状態に戻す

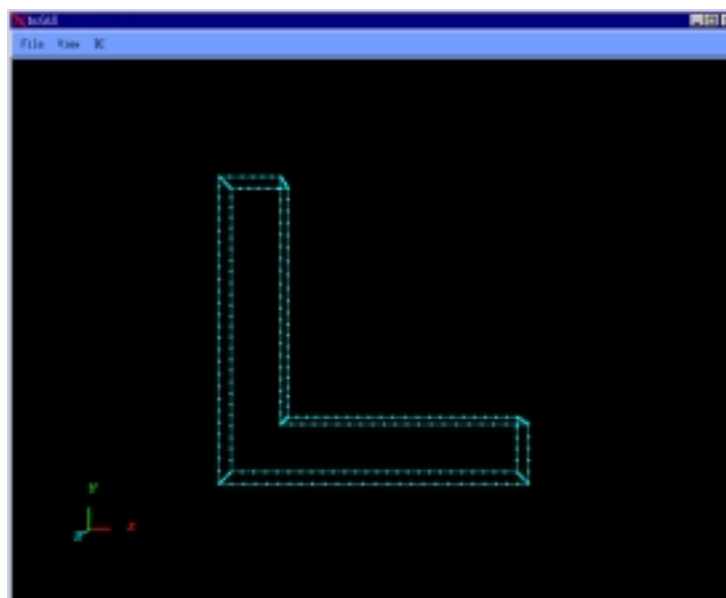


図 36 初期状態の視点

### (3) ステップ3 一体型解析モデルファイルの作成

メッシュに対して境界条件と物性値を貼り付け、ADVENTURE\_IO 形式の一体型解析モデルファイルを作成します。

このステップでの入力ファイル、出力ファイルは以下のとおりです。

入力ファイル：

メッシュデータファイル	(拡張子は msh)
メッシュ表面データファイル	(拡張子は fgr)
解析条件ファイル	(拡張子は cnd)
グローバルインデックスファイル	(拡張子は trn)
物性値ファイル	(拡張子は dat)
節点温度ファイル	(拡張子は tmp)

出力ファイル：

一体型解析モデルファイル	(拡張子は adv)
一体型解析モデルファイル (ascii 形式)	(拡張子は fem)

このステップでは、makefem を使用します。

makefem のコマンドライン引数の指定方法は、次のようになります。

```
% makefem mshFile fgrFile cndFile matFile advFile  
          [-t trnFile] [-temperature tmpFile] [-f femFile]
```

<i>mshFile</i>	：メッシュデータファイル名	
<i>fgrFile</i>	：メッシュ表面データファイル名	
<i>cndFile</i>	：解析条件ファイル名	
<i>matFile</i>	：物性値ファイル名	
<i>advFile</i>	：一体型解析モデルファイル名	
<i>trnFile</i>	：グローバルインデックスファイル名	
<i>tmpFile</i>	：節点温度ファイル名	熱応力解析時のみ指定
<i>femFile</i>	：一体型解析モデルファイル名(ascii 形式)	デバッグ用

[...]は省略可能です。

bcGUI を使用して *cndFile* を作成した場合は必ず *trnFile* を指定してください。

*tmpFile* は熱応力解析を行うときのみ指定します。

*femFile* はデバッグのための出力であるため、通常は指定する必要はありません。

物性値ファイル、節点温度ファイルはユーザーがテキストエディタで作成します。

**複数材料のメッシュの場合には**、物性値ファイルの作成のために各ボリューム（領域）が形状のどの部分であるかを調べる必要があります。

複数材料のメッシュの各ボリュームを表示する方法を次に説明します。



## ボリュームの表示方法

はじめに、メッシュ表面とボリューム境界を抽出するために、Shell スクリプト `msh2pcm` を使用します。`msh2pcm` の出力ファイルは、ボリュームの表示の為にのみ使用します。

```
% msh2pcm mshFile  
mshFile : メッシュデータファイル名。
```

メッシュデータファイル名が `Model.msh` の場合、出力ファイル名は以下ようになります。

```
Model_V.pcm    : 表面パッチデータファイル  
Model_V.pcg    : 表面パッチグループデータファイル
```

次に、ボリュームを表示するために、`bcGUI` を起動します。

```
% bcGUI pcmFile pcgFile  
pcmFile       : 表面パッチデータファイル名  
pcgFile       : 表面パッチグループデータファイル名
```

`bcGUI` は第一引数の拡張子が `pcm` である場合には、ボリューム表示モードで起動します。

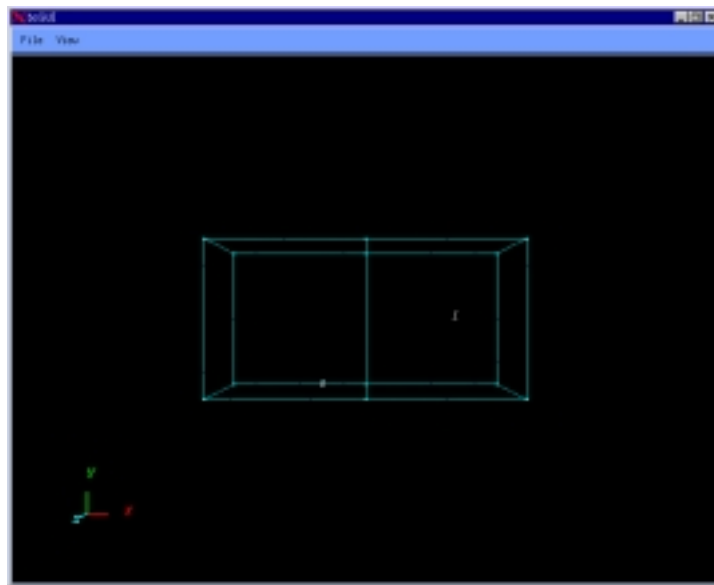
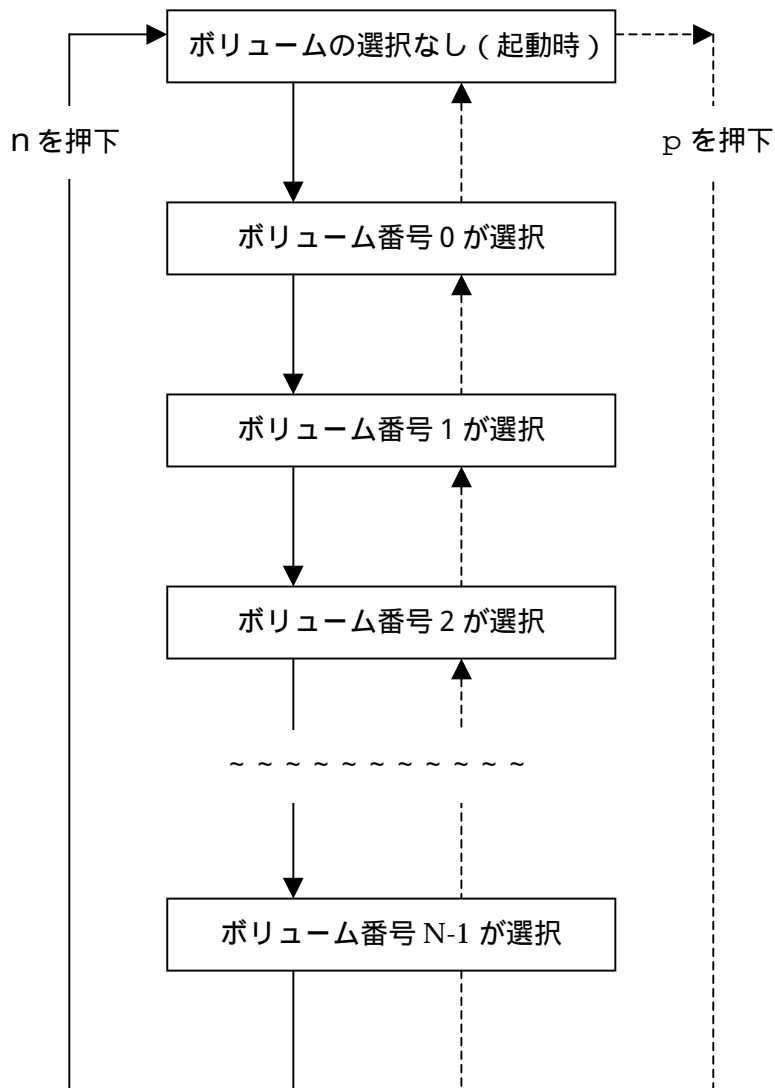


図 37 ボリューム表示モード

ポリウム表示モードでは、節点のクリックや境界条件の設定は行えません。  
キーボードの n、p を押下することによりポリウムを順次選択できます。

n を押下するとポリウム番号が増加し、p を押下するとポリウム番号が減少します。  
選択されているポリウム番号は、画面左上に表示されます。



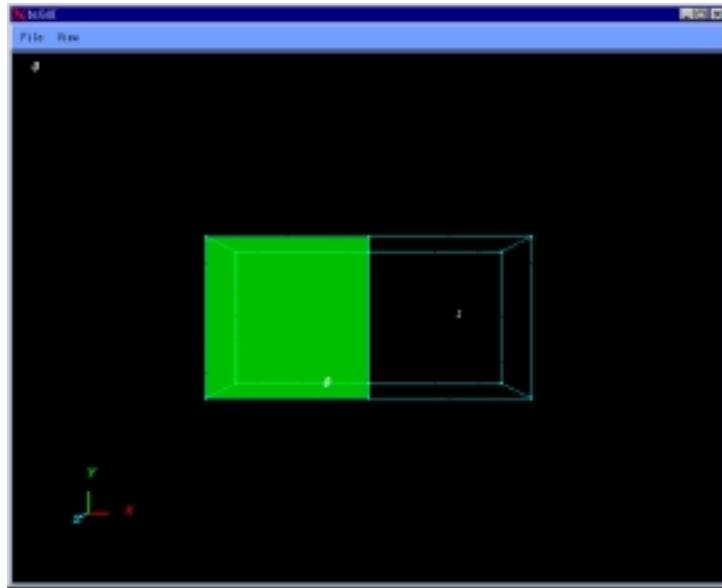


図 38 ボリューム番号 0 を選択

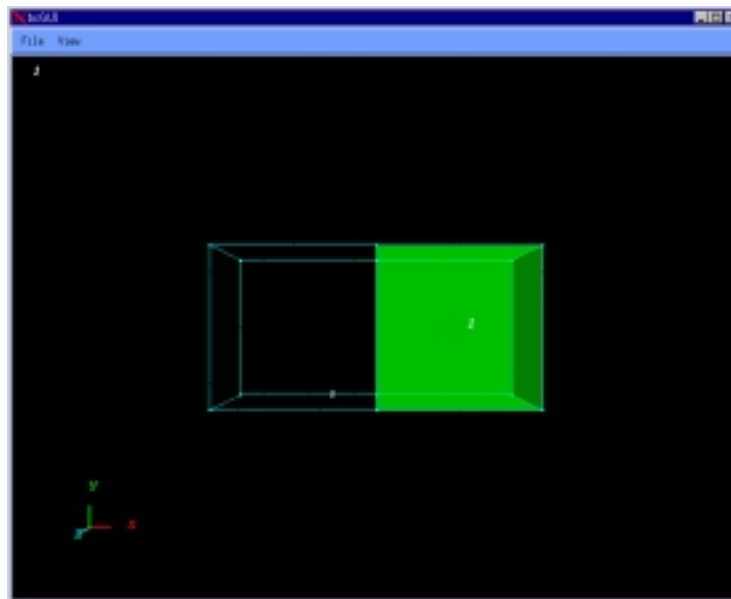
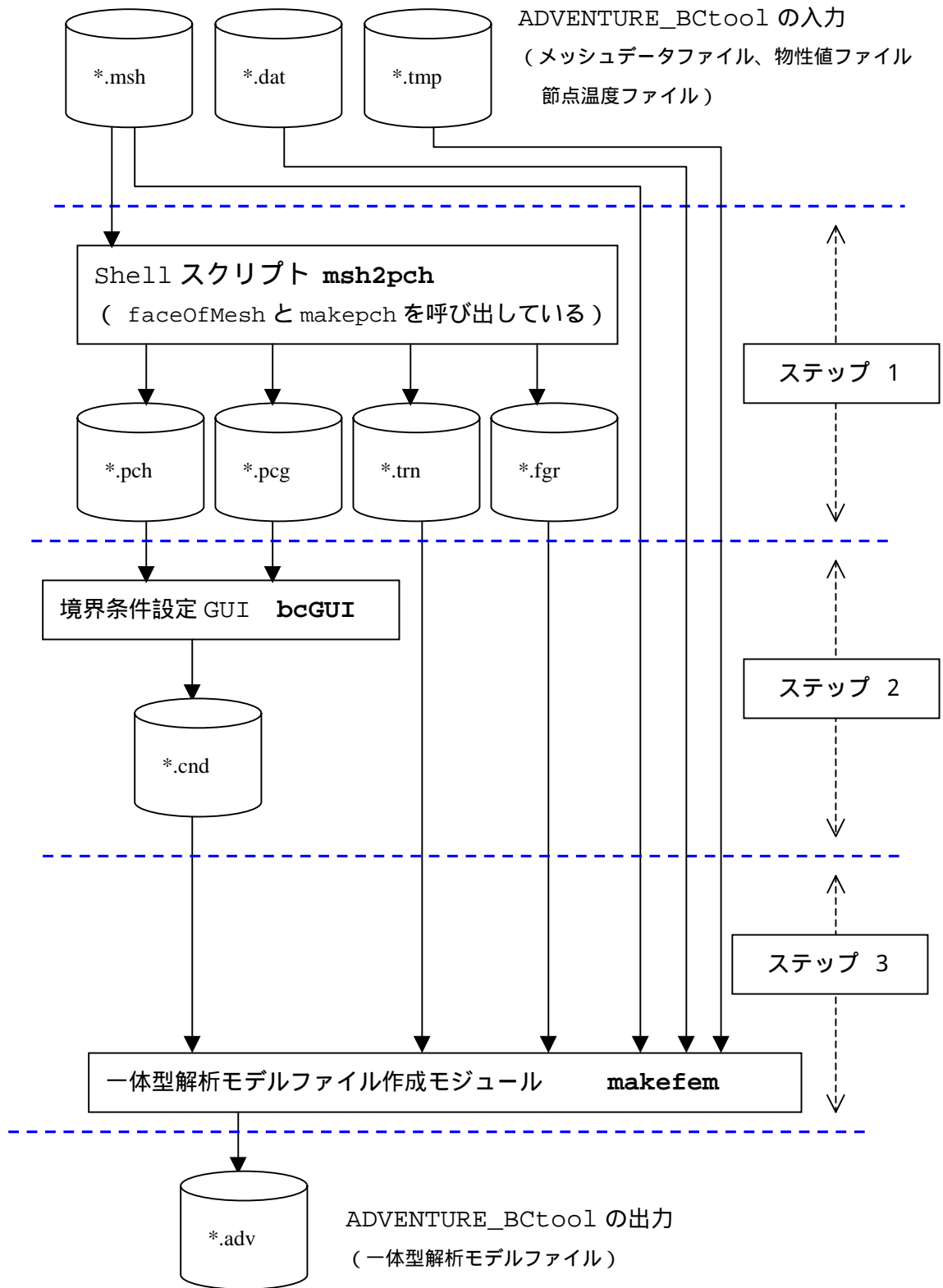


図 39 ボリューム番号 1 を選択

(4) 処理フロー

ステップ1からステップ3の処理フローを以下に示します。



## 6. 各種ファイルフォーマット

### (1) メッシュデータファイル (拡張子 msh)

メッシュデータファイルのフォーマット (4面体1次要素の場合)

<b>23441</b>				< - 要素の数
2770	2610	2600	3480	< - 0番目の要素を構成する節点(注-1)
3480	2770	2610	3490	< - 1番目の要素を構成する節点
23	22	310	24	
22	21	310	24	
21	5	310	24	
	~ 省略 ~			
4703	4696	4702	4830	
4707	4703	4702	4830	
4727	4703	4708	4830	
4708	4703	4707	4830	
4732	4726	4727	4830	< - <b>23441-1</b> 番目の要素を構成する節点
<b>4831</b>				< - 節点の数
-71.576560	-1.614198	0.000000		< - 0番目の節点の X,Y,Z 座標
-71.576560	-1.614198	1.381617		< - 1番目の節点の X,Y,Z 座標
-71.576560	-1.614198	2.722493		
-71.576560	-1.614198	4.030211		
-71.576560	-1.614198	5.300060		
	~ 省略 ~			
-55.506172	3.848006	9.440700		
-53.050143	0.879802	4.377307		
-54.576493	4.474329	8.997737		
-53.896503	7.741545	9.582692		
-30.521942	6.716313	7.342463		< - <b>4381-1</b> 番目の節点の X,Y,Z 座標
2	< - ボリユームの数			
<b>11720</b>	< - 0番目のボリユームに含まれる要素の数			} 複数材料 の場合のみ
0	< - 0番目のボリユームの0番目の要素			
1	< - 0番目のボリユームの1番目の要素			
	~ 省略 ~			
11719	< - 0番目のボリユームの <b>11720-1</b> 番目の要素			
<b>11721</b>	< - 1番目のボリユームに含まれる要素の数			
11720	< - 1番目のボリユームの0番目の要素			
	~ 省略 ~			
23440	< - 1番目のボリユームの <b>11720-1</b> 番目の要素			

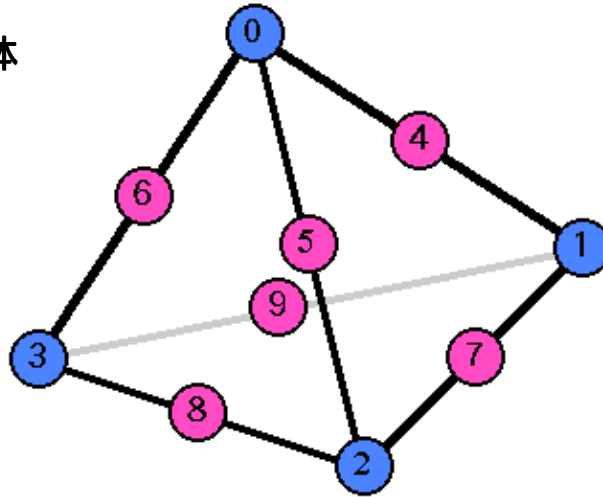
(注-1) 要素を構成する節点は

4面体1次要素の場合は	4個の節点を記述
4面体2次要素の場合は	10個の節点を記述
6面体1次要素の場合は	8個の節点を記述
6面体2次要素の場合は	20個の節点を記述

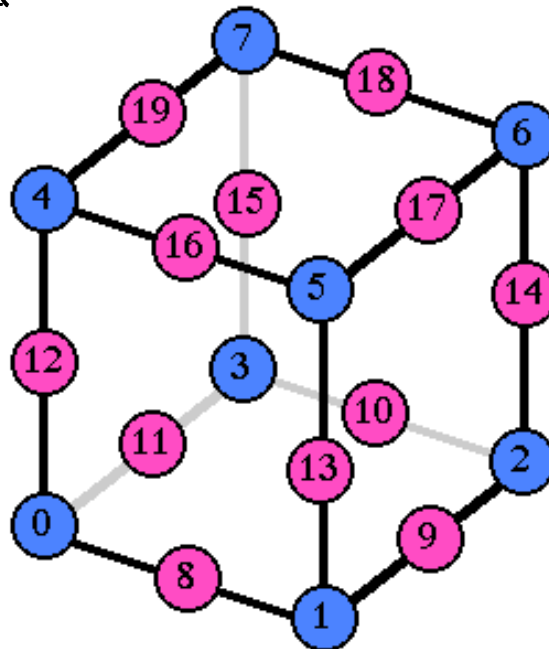
要素を構成する節点の順番は以下のとおりです。



4面体



6面体



(2) メッシュ表面データファイル (拡張子 fgr)

メッシュ表面データファイルのフォーマット (4 面体 1 次要素の場合)

4					< - 要素のタイプ (注-1)
8					< - 面グループの数
470					< - 0 番目の面グループを構成する面の数
2	3	23	22	24	< - 0 番目の面グループの 0 番目の面の情報 (注-2)
3	3	22	21	24	< - 0 番目の面グループの 1 番目の面の情報
		~ 省略 ~			
2313	3	268	267	263	
2314	3	269	268	264	< - 0 番目の面グループの 470-1 番目の面の情報
1115					< - 1 番目の面グループを構成する面の数
19	3	79	440	80	< - 1 番目の面グループの 0 番目の面の情報
838	3	435	80	440	< - 1 番目の面グループの 1 番目の面の情報
		~ 省略 ~			
22998	0	4798	4792	4772	
22963	0	4792	4787	4772	< - 1 番目の面グループの 1115-1 番目の面の情報
		~ 省略 ~			
39					< - 8-1 番目の面グループを構成する面の数
22942	2	4785	4790	4786	< - 8-1 番目の面グループの 0 番目の面の情報
22962	2	4786	4790	4791	< - 8-1 番目の面グループの 1 番目の面の情報
		~ 省略 ~			
23032	2	4806	4807	4800	
23027	2	4798	4805	4800	< - 8-1 番目の面グループの 39-1 番目の面の情報

(注-1) 要素のタイプ

4 面体 1 次要素の場合	4
4 面体 2 次要素の場合	10
6 面体 1 次要素の場合	8
6 面体 2 次要素の場合	20

(注-2) 面の情報

ここで、「面」とはメッシュ表面の 3 角形または 4 角形を意味しています。最初の数字が面の属する要素の番号を表し、次の数字が要素内の面番号を表し、残りが面を構成する節点の番号を表しています。

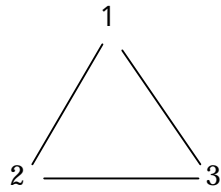
面を構成する節点の数は

4 面体 1 次要素の場合	3 個
4 面体 2 次要素の場合	6 個
6 面体 1 次要素の場合	4 個
6 面体 2 次要素の場合	8 個

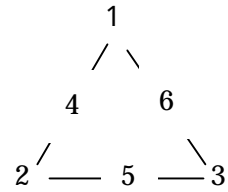
です。

節点の並びの順番は各要素毎に以下のようになっています。

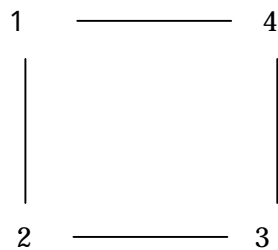
4 面体 1 次要素



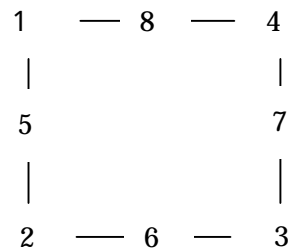
4 面体 2 次要素



6 面体 1 次要素



6 面体 1 次要素



上記ファイルフォーマットの 1 番最後の行の

23027 2 4798 4805 4800

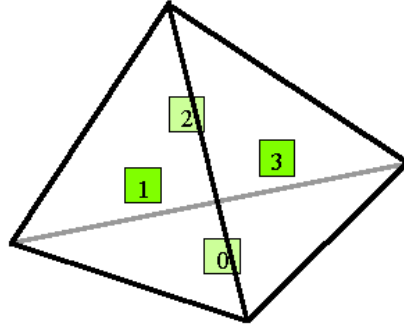
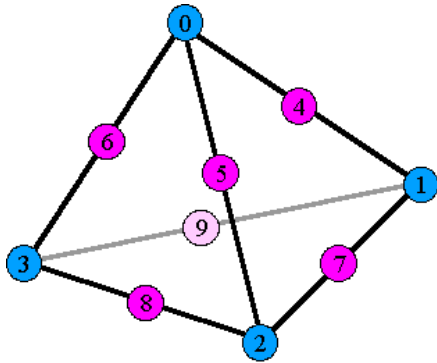
という行は、



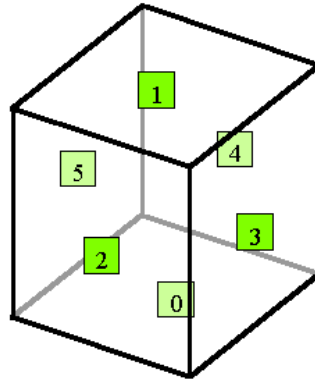
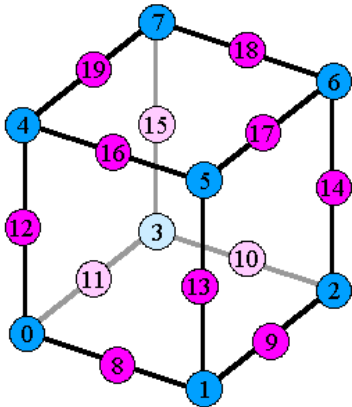
という 3 角形を意味し、この三角形が 23027 番目の要素に属し、要素内の面番号が 2 であることを表しています。



要素内の面番号の定義は、下記のとおりです。



0	1	2	3
1	0	3	2
2	0	1	3
3	0	2	1



0	0	3	2	1
1	4	5	6	7
2	0	1	5	4
3	1	2	6	5
4	2	3	7	6
5	0	4	7	3

(3) 表面メッシュ抽出データファイル ( 拡張子 pch )

表面メッシュ抽出データファイルのフォーマット ( 4 面体 1 次要素の場合 )

<b>2163</b>	< - 節点の数
-71.5766 -1.6142 0	< - 0 番目の節点の X,Y,Z 座標
-71.5766 -1.6142 1.38162	< - 1 番目の節点の X,Y,Z 座標
-71.5766 -1.6142 2.72249	
-71.5766 -1.6142 4.03021	
-71.5766 -1.6142 5.30006	
~ 省略 ~	
-21.3207 8.1324 2	
-21.3207 8.1324 4	
-21.3207 8.1324 6	
-21.3207 8.1324 8	
-21.3207 8.1324 10	< - <b>2163-1</b> 番目の節点の X,Y,Z 座標
<b>4322</b>	< - パッチの数
23 22 24	< - 0 番目のパッチを構成する節点(注-1)
22 21 24	< - 1 番目のパッチを構成する節点
25 23 24	
44 22 23	
21 5 24	
~ 省略 ~	
2153 2152 2159	
2150 2152 2151	
2158 2159 2152	
2150 2157 2152	
2157 2158 2152	< - <b>4322-1</b> 番目のパッチを構成する節点

(注-1) パッチを構成する節点は、メッシュ表面の 1 次節点です。

- 4 面体 1 次要素の場合は 3 個の節点を記述
- 4 面体 2 次要素の場合は 3 個の節点を記述
- 6 面体 1 次要素の場合は 4 個の節点を記述
- 6 面体 2 次要素の場合は 4 個の節点を記述

節点の番号はメッシュ表面の 1 次節点について振ったインデックスです。  
節点のコネクティビティは形状の外から見て右周りです。

#### (4) 表面パッチグループデータファイル (拡張子 pcg)

##### 表面パッチグループデータファイルのフォーマット

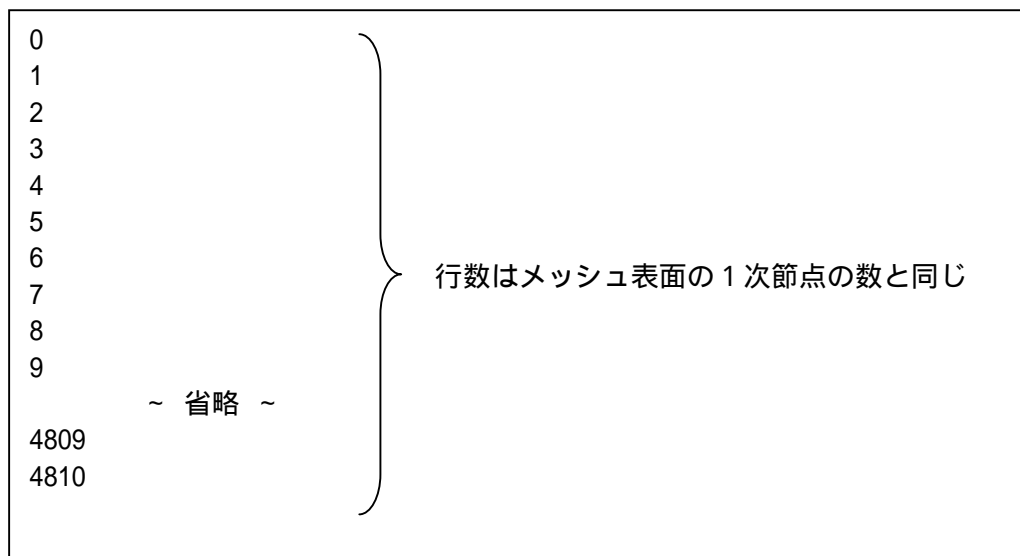
```
#mainVertexInfo
mainVertexN 299          < - メイン節点数 (注-1)
0                        < - 0番目のメイン節点
1                        < - 1番目のメイン節点
    ~ 省略 ~
10
27
    ~ 省略 ~
2161
2162                    < - 299-1番目のメイン節点

#edgeGroupInfo
edgeGroupN 305          < - エッジグループの数
edgeGroup 2            < - 0番目のエッジグループを構成する節点数
0                      < - 0番目のエッジグループの0番目の節点
1                      < - 0番目のエッジグループの1番目の節点
edgeGroup 2            < - 1番目のエッジグループを構成する節点数
0                      < - 1番目のエッジグループの0番目の節点
10                     < - 1番目のエッジグループの1番目の節点
    ~ 省略 ~
edgeGroup 2            < - 305-1番目のエッジグループを構成する節点数
9                      < - 305-1番目のエッジグループの0番目の節点
30                     < - 305-1番目のエッジグループの1番目の節点

#faceGroupInfo
faceGroupN 8           < - 面グループの数
faceGroup 470         < - 0番目の面グループを構成するパッチの数
0                     < - 0番目の面グループの0番目のパッチの番号
1                     < - 0番目の面グループの1番目のパッチの番号
    ~ 省略 ~
469                   < - 0番目の面グループの470-1番目のパッチの番号
    ~ 省略 ~
faceGroup 39          < - 8-1番目の面グループを構成するパッチの数
4283                  < - 8-1番目の面グループの0番目のパッチの番号
4284                  < - 8-1番目の面グループの1番目のパッチの番号
    ~ 省略 ~
4321                  < - 8-1番目の面グループの39-1番目のパッチの番号
```

(注-1) メイン節点とはモデルの形状を特徴づける代表的な節点です。  
ADVENTURE\_BCtool では、面グループの境界上の1次節点を  
メイン節点にしています。

(5) グローバルインデックスファイル (拡張子 trn)  
グローバルインデックスファイルのフォーマット



- ・ 表面メッシュ抽出データファイル (拡張子 pch) での節点番号からメッシュデータファイル (拡張子 msh) での節点番号への対応表です。
- ・ N行目の数字は、表面メッシュ抽出データファイル (拡張子 pch) での節点番号 N - 1 に対応するメッシュデータファイル (拡張子 msh) の節点番号です。

## (6) 解析条件ファイル (拡張子 cnd)

解析条件ファイルのファイルフォーマット

gravity 0 0 -9.8	< - 重力加速度の X, Y, Z 成分
boundary 12	< - 境界条件のデータ数
loadOnVertex 271 0 10.5	< - 節点 271 への荷重 の X 成分が 10.5
loadOnVertex 271 1 10.5	< - 節点 271 への荷重 の Y 成分が 10.5
loadOnVertex 271 2 10.5	< - 節点 271 への荷重 の Z 成分が 10.5
dispOnVertex 8 0 0	< - 節点 8 の X 方向の変位が 0
dispOnVertex 8 1 0	< - 節点 8 の Y 方向の変位が 0
dispOnVertex 8 2 0	< - 節点 8 の Z 方向の変位が 0
loadOnFaceGroup 1 1 5.2	< - 面グループ 1 への面に垂直方向の荷重が 5.2
loadOnFaceGroup 2 0 2 -1.1	< - 面グループ 2 への Z 方向の荷重が -1.1
dispOnFaceGroup 3 0 0 0	< - 面グループ 3 の X 方向の変位が 0
dispOnFaceGroup 3 0 1 0	< - 面グループ 3 の Y 方向の変位が 0
dispOnFaceGroup 3 0 2 0	< - 面グループ 3 の Z 方向の変位が 0
dispOnFaceGroup 4 1 1	< - 面グループ 4 の面に垂直方向の変位が 1

loadOnVertex は節点への荷重

dispOnVertex は節点への変位

loadOnFaceGroup は面グループへの荷重

dispOnFaceGroup は面グループへの変位

loadOnVertex、dispOnVertex の次に並んでいる 3 個の数字の意味は

- 1 個目 節点番号
- 2 個目 0 : X 成分、1 : Y 成分、2 : Z 成分
- 3 個目 荷重または変位の大きさ

loadOnFaceGroup、dispOnFaceGroup の次に並んでいる数字の意味は

- 1 個目 面グループ番号
- 2 個目 0 : X Y Z 方向で指定 1 : 面に垂直方向
- 3 個目 X Y Z 方向で指定の場合 0 : X 成分、1 : Y 成分、2 : Z 成分  
面に垂直方向の場合 荷重または変位の大きさ
- 4 個目 X Y Z 方向で指定の場合 荷重または変位の大きさ

(7) 物性値ファイル (拡張子 dat)

指定できる物性値は以下の7種類です。

物性値の名称	物性を表すラベル	備考
ヤング率	YoungModulus	
ポアソン比	PoissonRatio	
加工硬化係数	HardeningParameter	弾塑性解析時に使用
初期降伏応力	YieldStress	弾塑性解析時に使用
質量密度	Density	自重負荷時に使用
線膨張係数	ThermalExpansionCoefficient	熱応力解析時に使用
参照温度	ReferenceTemperature	熱応力解析時に使用

物性値ファイルのフォーマット (単一物性値の場合の記述例)

YoungModulus	21000.0	< - ヤング率
PoissonRatio	0.4	< - ポアソン比
HardeningParameter	1000.0	< - 硬化係数
YieldStress	500.0	< - 降伏応力
Density	760.0	< - 密度

物性値ファイルのフォーマット (複数物性値の場合の記述例)

#materialInfo		
materialN	2	< - 材料の数
propertyN	2	< - 定義する物性値の数
YoungModulus	21000.0	} 物性値を 2 つ定義
PoissonRatio	0.4	
YoungModulus	205940.0	} 材料を 2 つ定義
PoissonRatio	0.3	
#volumeInfo		
volumeN	3	< - ボリュームの数
1		< - ボリューム番号 0 の材料番号
0		< - ボリューム番号 1 の材料番号
1		< - ボリューム番号 2 の材料番号

- ・物性値ファイルはユーザーが作成します。
- ・2種類のフォーマット（単一物性値、複数物性値）の判定はプログラムが自動的に行います。
- ・複数物性値のフォーマットでは、使用されない材料番号があってもかまいません。
- ・複数材料（ボリウムが複数）のメッシュに対して、単一物性値のフォーマットを使用すると、すべてのボリウムに同一の物性値を設定します。
- ・単一材料（ボリウムがひとつ）のメッシュに対して、複数物性値のフォーマットを使用すると、ボリウム番号0の材料に対応した物性値を設定します。
- ・ボリウム番号が形状のどの部分に対応しているかを調べる方法については、  
5.使用方法の（3）ステップ3 一体型解析モデルファイルの作成  
を参照してください。

(8) 節点温度ファイル (拡張子 tmp)

節点温度ファイルのフォーマット

3.00e+02	}	行数はメッシュデータファイルの節点数と同じ
3.00e+02		
3.00e+02		
3.00e+02		
3.00e+02		
3.00e+02		
3.00e+02		
3.00e+02		
3.00e+02		
3.00e+02		
3.00e+02		
~ 省略 ~		
3.00e+02		
3.00e+02		

- ・ 熱応力解析を行う場合に使用します。



(9) 一体型解析モデルファイル (拡張子 adv)

ADVENTURE\_Bctool は最終的な出力として ADVENTURE\_IO 形式の一体型解析モデルファイルを作成します。ADVENTURE\_IO 形式はバイナリー形式であるため直接見ることはできません。

一体型解析モデルファイルには次の情報が格納されます。

- 要素、節点、変位境界条件、荷重境界条件、重力加速度
- ヤング率、ポアソン比、加工硬化係数、初期降伏応力、質量密度
- 線膨張係数、参照温度、節点温度、材料番号 (複数物性値の場合のみ)

それぞれに対して、一体型解析モデルファイルに格納される内容について説明します。

要素

```
[Properties]
content_type=Element
num_items=23441          < - 要素の個数
format=i4i4i4i4         < - 要素あたりの節点数だけ"i4"を繰り返す
num_nodes_per_element=4 < - 要素あたりの節点数
element_type=3DLinearTetrahedron < -
dimension=3
index_byte=4

[Data]
2770 2610 2600 3480
3480 2770 2610 3490
23 22 310 24
22 21 310 24
21 5 310 24
  ~ 省略 ~
4727 4703 4708 4830
4708 4703 4707 4830
4732 4726 4727 4830
```

4 面体 1 次 : 3DLinearTetrahedron  
4 面体 2 次 : 3DQuadraticTetrahedron  
6 面体 1 次 : 3DLinearHexahedron  
6 面体 2 次 : 3DQuadraticHexahedron

メッシュデータファイルの  
要素を構成する節点と同じ

## 節点

```
[Properties]
content_type=Node
num_items=4831      < - 節点の個数
format=f8f8f8
dimension=3

[Data]
-7.157656e+01 -1.614198e+00 0.000000e+00
-7.157656e+01 -1.614198e+00 1.381617e+00
-7.157656e+01 -1.614198e+00 2.722493e+00
-7.157656e+01 -1.614198e+00 4.030211e+00
-7.157656e+01 -1.614198e+00 5.300060e+00
  ~ 省略 ~
-5.550617e+01 3.848006e+00 9.440700e+00
-5.305014e+01 8.798020e-01 4.377307e+00
-5.457649e+01 4.474329e+00 8.997737e+00
-5.389650e+01 7.741545e+00 9.582692e+00
-3.052194e+01 6.716313e+00 7.342463e+00
```

メッシュデータファイルの  
節点の座標と同じ

## 変位境界条件

```
[Properties]
content_type=FEGenericAttribute
num_items=816      < - 変位のデータ数
fega_type=NodeVariable
label=ForcedDisplacement
format=i4f8
index_byte=4

[Data]
0 0 0.000000e+00
0 1 0.000000e+00
0 2 0.000000e+00
  ~ 省略 ~
271 2 0.000000e+00
```

1 個目の数字： 節点番号  
2 個目の数字： 0,1,2 で X,Y,Z を表す。  
3 個目の数字： 変位

## 荷重境界条件

```
[Properties]
content_type=FEGenericAttribute
num_items=305          < - 荷重のデータ数
fega_type=NodeVariable
label=Load
format=i4f8
index_byte=4

[Data]
2725 0 -1.372480e+00
2726 0 -1.069377e+00
2727 0 -2.261483e+00
    ~ 省略 ~
3245 0 -2.684982e+01
3246 0 -2.329293e+01
3247 0 -1.423615e+01
```

1 個目の数字 : 節点番号  
2 個目の数字 : 0,1,2 で X,Y,Z を表す。  
3 個目の数字 : 荷重

## 重力加速度

```
[Properties]
content_type=FEGenericAttribute
num_items=1
fega_type=AllElementConstant
label=GravityAcceleration
format=f8f8f8
index_byte=4

[Data]
0.000000e+00 0.000000e+00 -9.800000e+00 < - 重力加速度の X,Y,Z 成分
```

## ヤング率

```
[Properties]
content_type=FEGenericAttribute
num_items=1
fega_type=AllElementConstant
label=YoungModulus
format=f8
material_id=0 < - 材料番号
index_byte=4

[Data]
2.100000e+04 < - ヤング率
```

## ポアソン比

```
[Properties]
content_type=FEGenericAttribute
num_items=1
fega_type=AllElementConstant
label=PoissonRatio
format=f8
material_id=0 < - 材料番号
index_byte=4

[Data]
4.000000e-01 < - ポアソン比
```

### 加工硬化係数

```
[Properties]
content_type=FEGenericAttribute
num_items=1
fega_type=AllElementConstant
label=HardeningParameter
format=f8
material_id=0 < - 材料番号
index_byte=4

[Data]
1.000000e+03 < - 加工硬化係数
```

### 初期降伏応力

```
[Properties]
content_type=FEGenericAttribute
num_items=1
fega_type=AllElementConstant
label=YieldStress
format=f8
material_id=0 < - 材料番号
index_byte=4

[Data]
5.000000e+02 < - 初期降伏応力
```

## 質量密度

```
[Properties]
content_type=FEGenericAttribute
num_items=1
fega_type=AllElementConstant
label=Density
format=f8
material_id=0 < - 材料番号
index_byte=4
```

```
[Data]
7.600000e+02 < - 質量密度
```

## 線膨張係数

```
[Properties]
content_type=FEGenericAttribute
num_items=1
fega_type=AllElementConstant
label=ThermalExpansionCoefficient
format=f8
material_id=0 < - 材料番号
index_byte=4
```

```
[Data]
1.000000e-06 < - 線膨張係数
```

## 参照温度

```
[Properties]
content_type=FEGenericAttribute
num_items=1
fega_type=AllElementConstant
label=ReferenceTemperature
format=f8
material_id=0 < - 材料番号
index_byte=4
```

```
[Data]
3.000000e+02 < - 参照温度
```

## 節点温度

```
[Properties]
content_type=FEGenericAttribute
num_items=4831 < - メッシュデータファイルの節点数
fega_type=AllNodeVariable
label=Temperature
format=f8
index_byte=4
```

```
[Data]
3.000000e+02 < - 節点 1 の温度
3.000000e+02 < - 節点 2 の温度
  ~ 省略 ~
3.000000e+02 < - 節点 4830 の温度
```

## 材料番号

```
[Properties]
content_type=FEGenericAttribute
num_items=23441 < - メッシュデータファイルの要素数
fega_type=AllElementVariable
label=MaterialID
format=i4
index_byte=4
```

```
[Data]
1 < - 要素 0 の材料番号
1 < - 要素 1 の材料番号
  ~ 省略 ~
0 < - 要素 23439 の材料番号
0 < - 要素 23440 の材料番号
```

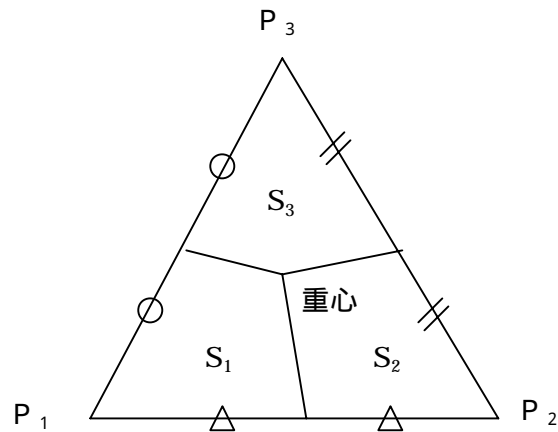


## 7. 面荷重から節点集中荷重への変換方法

ADVENTURE\_BCtool では、面グループに対する荷重（単位面積当たりの値で指定）を節点集中荷重に変換しています。

変換には以下で述べる面分布荷重を節点集中荷重に変換する方法を使用しています。

### (1) 4 面体 1 次要素



$P_1 \sim P_3$ にそれぞれ  $f_1 \sim f_3$ の面分布荷重が与えられている時、  
 $P_1$ での節点集中荷重

$$L_1 = S_1 \times f_1$$

$P_2$ での節点集中荷重

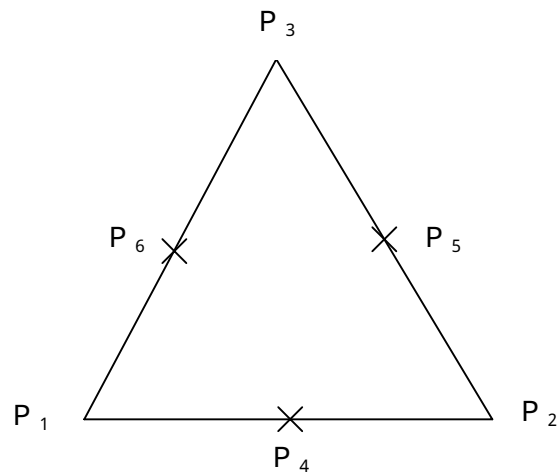
$$L_2 = S_2 \times f_2$$

$P_3$ での節点集中荷重

$$L_3 = S_3 \times f_3$$

$S_1 \sim S_3$ はそれぞれ図で示される領域の面積

(2) 4面体2次要素



$P_1 \sim P_3$ にそれぞれ  $f_1 \sim f_3$ の面分布荷重が与えられている時

$P_1$ での節点集中荷重

$$L_1 = -f_1 \times S \times (1/9)$$

$P_2$ での節点集中荷重

$$L_2 = -f_2 \times S \times (1/9)$$

$P_3$ での節点集中荷重

$$L_3 = -f_3 \times S \times (1/9)$$

$P_4$ での節点集中荷重

$$L_4 = (f_1 + f_2) \times (1/2) \times S \times (4/9)$$

$P_5$ での節点集中荷重

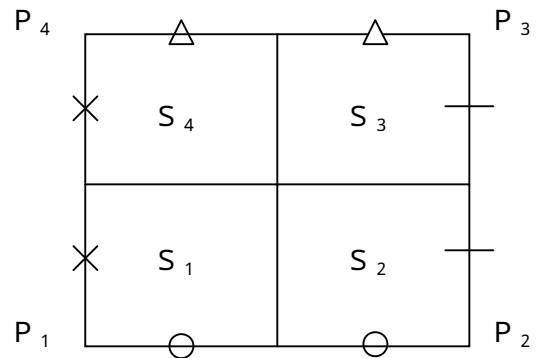
$$L_5 = (f_2 + f_3) \times (1/2) \times S \times (4/9)$$

$P_6$ での節点集中荷重

$$L_6 = (f_3 + f_1) \times (1/2) \times S \times (4/9)$$

$S$ は三角形の面積

(3) 6面体1次要素



$P_1 \sim P_4$ にそれぞれ  $f_1 \sim f_4$ の面分布荷重が与えられているとき

$P_1$ での節点集中荷重

$$L_1 = S_1 \times f_1$$

$P_2$ での節点集中荷重

$$L_2 = S_2 \times f_2$$

$P_3$ での節点集中荷重

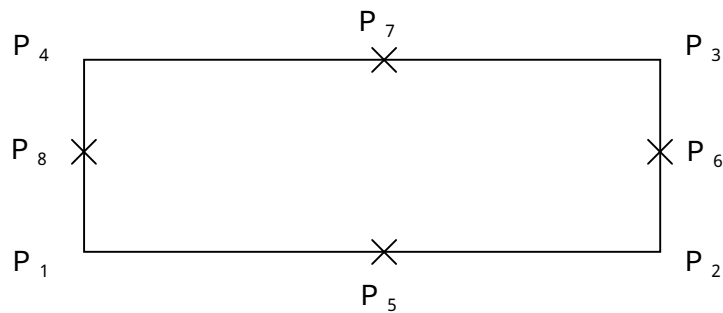
$$L_3 = S_3 \times f_3$$

$P_4$ での節点集中荷重

$$L_4 = S_4 \times f_4$$

$S_1 \sim S_4$ はそれぞれ図で示される領域の面積

(4) 6面体2次要素



$P_1 \sim P_4$ にそれぞれ  $f_1 \sim f_4$ の面分布荷重が与えられている時

$P_1$ での節点集中荷重

$$L_1 = -f_1 \times S \times (1/12)$$

$P_2$ での節点集中荷重

$$L_2 = -f_2 \times S \times (1/12)$$

$P_3$ での節点集中荷重

$$L_3 = -f_3 \times S \times (1/12)$$

$P_4$ での節点集中荷重

$$L_4 = -f_4 \times S \times (1/12)$$

$P_5$ での節点集中荷重

$$L_5 = (f_1 + f_2) \times (1/2) \times S \times (1/3)$$

$P_6$ での節点集中荷重

$$L_6 = (f_2 + f_3) \times (1/2) \times S \times (1/3)$$

$P_7$ での節点集中荷重

$$L_7 = (f_3 + f_4) \times (1/2) \times S \times (1/3)$$

$P_8$ での節点集中荷重

$$L_8 = (f_4 + f_1) \times (1/2) \times S \times (1/3)$$

$S$ は四角形の面積