応力計算プログラムライブラリ［ フリーストラクチャー ］

FreeStructure 7.1

ユーザーズマニュアル

Structure
株式会社 ストラクチャー

目 次

1. FreeStructure7.1 のセットアップと起動 …… 1

2. FreeStructure7.1 について …… 2

3. 平面骨組
3-1. 基本的な考え方
(1) 用語 …… 3
(2) 計算方法 …… 3
(3) 全体座標系 …… 4
(4) 部材座標系 …… 5
(5) 剛床仮定 …… 5
(6) 壁要素 …… 6
(7) 荷重条件 …… 6
3-2. 基本的な操作
(1) 起動画面 …… 7
(2) 節点の作成 …… 7
(3) 部材の作成 …… 8
(4) オブジェクトの選択 …… 8
(5) 単一オブジェクトのデータ入力 …… 9
(6) 表示の制御 …… 9
(7) 入力値の確認 …… 9
(8) 計算結果の表示 …… 9
(9) 部分拡大 …… 10
(10) 弾塑性解析 …… 10
(11) 断面計算 …… 10
3-3. リファレンス
3-3-1. メニューバー
(1) ファイル …… 11
(2) 節点 …… 12
(3) 部材 …… 14
(4) 荷重条件 …… 20
(5) 応力計算 …… 21
(6) 表示 …… 21
(7) ツール …… 21
3-3-2. ツールバー …… 25
3-3-3. メニューボックス …… 26
3-3-4. ツールウィンドウ …… 27
3-3-5. 表示の見方 …… 28
3-3-6. エラーメッセージ …… 30

4. 立体骨組
4-1. 基本的な考え方
(1) 全体座標系 …… 32
(2) 部材座標系 …… 32
(3) 剛床仮定 …… 33
(4) 壁要素 …… 34
(5) 荷重条件 …… 34
4-2. 基本的な操作
(1) 起動画面 …… 35
(2) 視点の制御 …… 35
(3) 節点の作成 …… 36

(4) 部材の作成 …… 37
(5) オブジェクトの選択 …… 37
(6) 単一オブジェクトのデータ入力 …… 38
(7) 表示の制御 …… 38
(8) 入力値の確認 …… 38
(9) 計算結果の表示 …… 38
(10) 部分拡大 …… 39
(11) 断面計算 …… 39

4-3. リファレンス
4-3-1. メニューバー
(1) ファイル …… 40
(2) 節点 …… 41
(3) 部材 …… 42
(4) 荷重条件 …… 48
(5) 応力計算 …… 49
(6) 表示 …… 49
(7) ツール …… 49
4-3-2. ツールバー …… 52
4-3-3. メニューボックス …… 53
4-3-4. ツールウィンドウ …… 54
4-3-5. 表示の見方 …… 55
4-3-6. エラーメッセージ …… 57

5. 建築骨組
5-1. 基本的な考え方
(1) 建築骨組の概要 …… 58
(2) 部材の種別 …… 58
5-2. 基本的な操作
(1) 起動画面 …… 60
(2) 建物イメージの作成 …… 60
(3) 節点の生成 …… 61
(4) 部材の作成 …… 62
(5) オブジェクトの選択 …… 62
(6) オブジェクトのデータ入力 …… 62
(7) 表示フレームの変更 …… 62
(8) 表示の制御 …… 62
(9) 入力値の確認 …… 63
(10) 計算結果の表示 …… 63
(11) 断面計算 …… 63
5-3. リファレンス
5-3-1. メニューバー
(1) ファイル …… 64
(2) 建物 …… 66
(3) 節点 …… 67
(4) 部材 …… 68
(5) 荷重条件 …… 72
(6) 応力計算 …… 72
(7) 表示 …… 73
(8) ツール …… 73
5-3-2. ツールバー …… 74
5-3-3. メニューボックス …… 75
5-3-4. 表示の見方 …… 75

5-4-5. エラーメッセージ …… 75

6. 平面板
6-1. 基本的な考え方
(1) 解析の対象 …… 76
(2) 解析の手法 …… 76
(3) メッシュ分割の方法 …… 77
(4) メッシュ分割の注意点 …… 77

6-2. 基本的な操作
(1) 起動画面 …… 79
(2) データの作成（自動メッシュ分割） …… 79
(3) データの作成（要素定義ファイル） …… 83
(4) 基本データの修正 …… 84
(5) 節点・要素の選択 …… 84
(6) 節点・要素のデータ入力 …… 84
(7) 要素の分割・節点番号の最適化 …… 84
(8) 表示の制御 …… 85
(9) 入力値の確認 …… 85
(10) 結果の表示 …… 85
(11) 等高線図の描画 …… 85
6-3. リファレンス
6-3-1. メニューバー
(1) ファイル …… 86
(2) 基本データ …… 87
(3) 節点・要素 …… 87
(4) 荷重条件 …… 90
(5) 応力計算 …… 90
(6) 表示 …… 90
6-3-2. ツールバー …… 91
6-3-3. メニューボックス …… 92
6-3-4. 表示の見方 …… 93
6-3-5. エラーメッセージ …… 94

7. 断面計算プログラム
7-1. 概要 …… 95
7-2. 基本的な操作 …… 95
7-3. メニューバー …… 95

8. 資料
8-1. 応力計算 …… 98
8-2. 断面性能 …… 100
8-3. XML文書 …… 101

1. FreeStructure7.1 のセットアップと起動

1-1. プログラムのセットアップと削除

プログラムのセットアップあるいは削除（アンインストール）の方法については、製品に同梱の説明書、または製品CDのセット後にあらわれるインストールメニューの最初にある**この製品について**のリンクを参照してください。

1-2. プログラムの起動

Windows7の場合は［スタート]-[すべてのプログラム]-［Structure］、Windows8.1/10の場合はスタート画面にある FreeStructure7.1 のショートカットを選ぶと製品のメニュー画面があらわれます。
メニュー画面の最初のページ「プログラムの起動」に以下のリンクがあり、これらを選ぶと各プログラムが起動します。

平面骨組
立体骨組
建築骨組
平面板

メニュー画面のその他の使用方法については、右下にある**ヘルプ**ボタンからヘルプファイルを参照してください。

この他に、メニュー画面に「かんたん骨組」というページが追加されています（ 2018年6月以降 ）。
これは、「門形ラーメン」「山形ラーメン」「方杖付きラーメン」「タイバー付きラーメン」「平行弦トラス」「山形トラス」「片持ち梁」「片持ちトラス」という、計8項目の定形の骨組をすばやく作成するためのプログラムです。
これに関する記述は本マニュアルには含まれません。オンラインのヘルプをご覧ください。

2. FreeStructure7.1 について

本製品は以下のような 4 つの独立したプログラムから構成されています。

平面骨組　：線材で構成された二次元平面上の構造物の弾性応力解析と増分解析法にもとづいた弾塑性解析を行う
立体骨組　：線材で構成された三次元空間上の構造物の弾性応力解析を行う
建築骨組　：「平面骨組」の弾性応力解析の対象を、「軸」と「階」から構成される一般建築物に特化したもの
平面板　　：二次元平面上の板要素の弾性応力解析を行う

各プログラムの具体的な内容については以下の各章で詳述しますが、ここでは、各プログラムの制限について簡単にふれておきます。

平面骨組・立体骨組

最大節点数・最大部材数　とくに制限はありません（搭載メモリ量に依存します）
最大荷重条件　255
最大荷重条件セット数　30
最大弾塑性解析条件数（平面骨組のみ）　30

建築骨組

最大スパン数　50
最大階数　50
最大荷重条件　255
最大荷重条件セット数　30

平面板

最大節点数・最大要素数　とくに制限はありません（搭載メモリ量に依存します）
最大荷重条件　255

3. 平面骨組

3-1 基本的な考え方

(1) 用語

以下の説明において、対象としている構造物の全体を**骨組**、それを構成する個々の直線材を**部材**、その部材両端の、一定の個数の自由度を持つ点を**節点**と呼んでいます。**自由度**とは、その節点の変位が生ずる方向のことで、平面解析・立体解析に応じてその個数が異なります。節点のうち、特定の拘束条件を持つものを特に**支点**と呼びます。また、部材と節点の総称として**オブジェクト**という言い方をもちいることがあります。
つまり、骨組は複数のオブジェクトにより構成され、そのオブジェクトの種類として部材と節点があります。

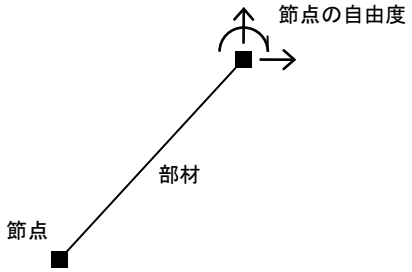


図 3-1-1 節点・部材・自由度

(2) 計算方法

このプログラムの弾性解析で使用しているのは、部材の剛性マトリクスを作成し、節点の変位を未知数として解析する「変位法」と呼ばれる手法です。変位法に関する一般的な解説は省略しますが、各部材の剛性マトリクスの構成等の詳細については「9. 付録」にあります。
また、弾塑性解析は「増分解析」(あるいは「荷重増分法」)と呼ばれる手法をもちいていますが、その基本的な原理は変位法と変わりません。以下、これについて簡単に解説しておきます。

弾塑性解析とは、部材が弾性範囲を超えた後の骨組の挙動を追跡するものです。このプログラムでは、主として鉄骨構造物を対象とし、部材の弾塑性特性を「バイリニア」と呼ばれる形式にモデル化します。これは図 3-1-2 にあるように、力と変形の関係を 2 本の直線で表わしたもので、ここにある折れ点、つまり部材が降伏に達した後は変形だけが進むと仮定するものです。

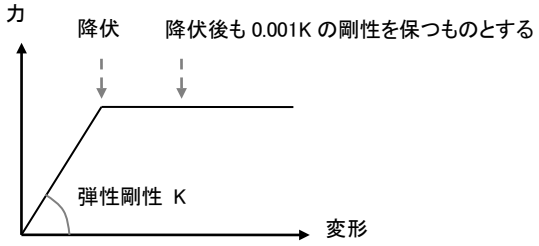


図 3-1-2 バイリニア型の弾塑性特性

これを部材の曲げ変形についていえば、降伏曲げに達した後に端部が「ピン接合」になり、回転に対する抵抗能力を喪失した状態に相当します。つまり簡単にいうと、荷重を少しずつ増やしながら、降伏に達した部材端に次々にピン接合、つまり「塑性ヒンジ」を作っていくのです(ただし、完全なピン接合にしてしまうと局部的な不安定状態が生じて解析不能になることがあるので、実際には初期剛性の 1/1000 の回転剛性があるものとして解析している)。
曲げだけでなく、軸力やせん断力に関しても同様の仮定にもとづいていますが、ここでは曲げを例にとり、図 3-1-3 にしたがって少し具体的に説明します。
(A)にあるのは、増分荷重 p が作用した時の曲げモーメント図です。この時、各部材の耐力と変形量の関係は(B)のようにあらかじめ定められていますので、現在の応力を何倍すれば耐力線の折れ点に到達するか(s_a/s)という値をすべての部材について調べます。これらの値のうちの最小のものを荷重倍率 α とすると、現在の荷重を α 倍するまではどの部材の剛性も変

化せず応力と変位は線形に変化することになりますので、(C)にあるように、この応力と変位をα倍にしたものを最初の荷重ステップにおける応力および変位とします。次のステップでは、この荷重倍率の最小値をあたえた部材の剛性を変化させ(図中では二階梁の左端が折れ点に到達したことを黒丸で表示している)、同様のプロセスを繰り返します。

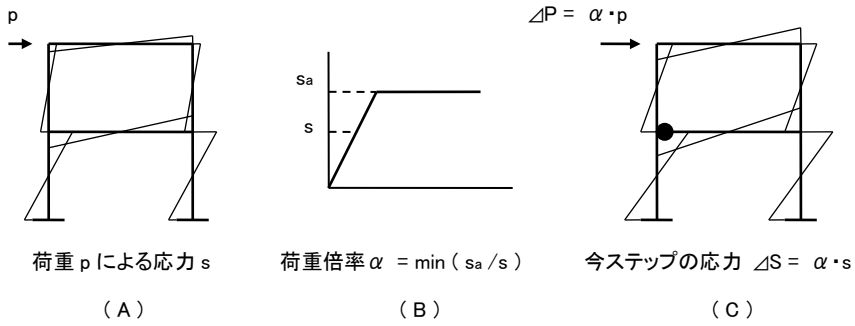


図 3-1-3 増分解析の原理

上のプロセスから分かるとおり、不整形な骨組で各部材の応力がまったくバラバラになるような場合には、一つの荷重ステップでどれか一つだけの部材の折れ点に到達することになるため、極端な場合、荷重ステップの数は部材耐力の折れ点の数の総和に等しくなります。しかし通常の骨組は何らかの規則的な構造をもっていますから、一つの荷重ステップで、応力値がほぼ同じになるような複数の部材が同時に折れ点に到達すると考えてよいものと思われます。このような観点から、プログラムでは、応力が折れ点の近傍にある場合は折れ点に到達したとみなすことにします。具体的には、応力が折れ点の耐力の98%にまで達した時は折れ点に到達したものとみなしています。

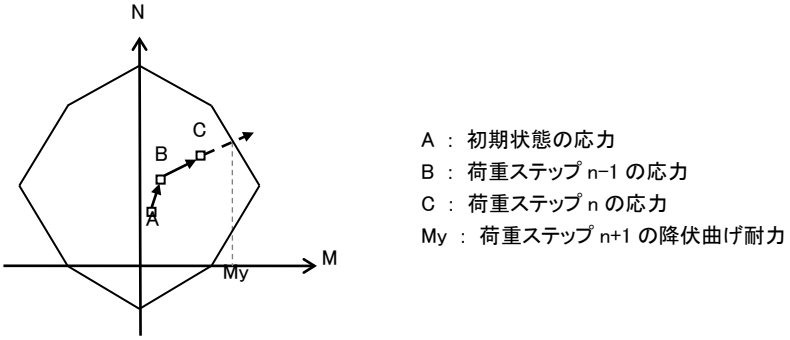


図 3-1-4 降伏曲げの推定方法

柱部材などのように軸力によって曲げが変化するものの曲げ耐力は一義的に定めることができないので何らかの方法でそれを推定する必要があります。その概要を図 3-1-4 にしたがって説明します。
軸力と曲げの相関関係はここにあるような5本の直線によって近似します。ここにあるA点が増分解析をはじめる前の初期状態ですが、何らかの初期荷重があればここにあるような位置、初期荷重がない場合は原点位置になります。その後に増分荷重が作用し、荷重ステップ n-1 における応力が点 B、荷重ステップ n における応力が点 C にプロットされたとします。この時、点 B と点 C を結んだ直線の延長と耐力線の交点をそれぞれ荷重ステップ n+1 における降伏曲げ耐力として荷重の増分係数を定めています。

(3) 全体座標系

図 3-1-5 にしめすような、水平方向に関する「X 軸」と、鉛直方向に関する「Z 軸」を基本座標とし、それぞれの正方向を矢印の向きに定めます(基準座標系の名称は大文字のアルファベットで表記します)。
なお、平面座標系の場合、鉛直方向は通常「Y 軸」としますが、ここでは、立体骨組版との整合性を図る目的で「鉛直方向は Z 軸」としています。つまり、三次元座標における「XZ 平面」以外の要素を無視した立体解析が平面解析である、と考えることになります。

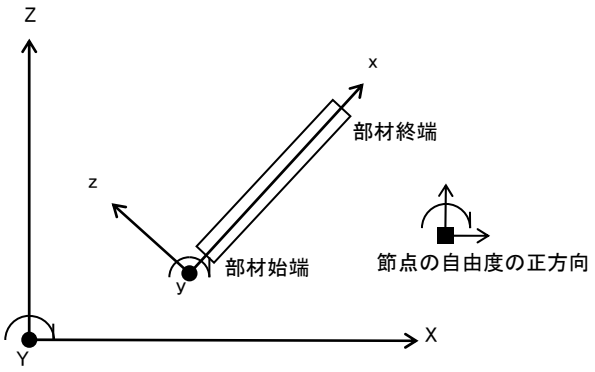


図 3-1-5 全体座標系と部材座標系

この平面上にある節点は XZ 面内でのみ変位を生ずることになりますので、「水平(X)方向」「鉛直(Z)方向」及び「XZ 面内の回転方向」の三つの自由度を持つことになります。「XZ 面内の回転方向」とは「XZ 平面に直交する軸(Y 軸)回りの回転」ということになりますが、ここでは、Y 軸の正方向を、この紙面から裏側に向かう向きに定め、「時計回りが正方向」としています。

(4) 部材座標系

部材の両端にはそれぞれ 1 個の節点が存在しますが、そのうち一方を**始端**、他方を**終端**と呼びます。そして、全体座標系とは別に、この部材に固有の座標系である「部材座標系」を定めます。
図 3-1-4 にあるように、部材の始端から終端に向かうベクトルを「部材x軸」、このベクトルを反時計回りに 90 度回転させたものを「部材z軸」方向とします(部材座標系の名称は小文字のアルファベットで表記します)。
部材の始端と終端は、プログラム内で、以下のルールに基づいて設定されます(ただしユーザーの指定により始端・終端を反転させることも出来ます)。

両端の節点の座標を比較し、 X 座標の小さい方の節点を始端にする
X 座標値が同じになる場合(鉛直材)は Z 座標の小さい下側の節点を始端にする

(5) 剛床仮定

通常の建築構造物の場合、各階の床はコンクリートスラブあるいは水平ブレース材等により拘束されているため、床を剛体として取り扱う(床の変形は生じないものとする)解析方法を採用する場合があります。これを「剛床仮定」と言っています。
しかし、平面応力解析では床の平面的な回転変位というものを取り扱うことはできませんので、剛床仮定のモデル化として、「水平方向の同一変位」という考え方を用います。つまり、ある階に属する節点は、すべて水平方向に同一の変位量を生ずる、ということです。
このプログラムでは、同一変位の仮定を取り入れるために、各節点に「剛床グループ」というデータを設定します。異なる節点の間で同一の「剛床グループ番号」が指定されていれば、それらの節点はすべて同一の水平変位(X 方向変位)を生ずる、という仮定の元で計算が行われることになります(図 3-1-6 参照)。通常、同一の剛床グループに属する節点は同一の Z 座標値を持ちます。
プログラム内で設定できる剛床グループの数は最大 50 になります。

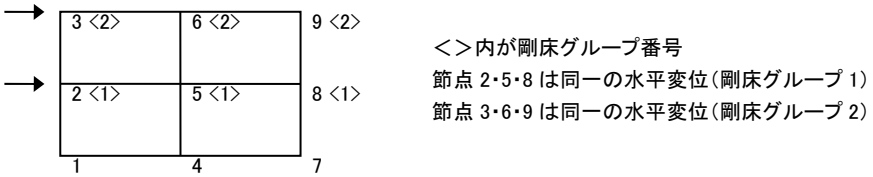


図 3-1-6 剛床グループ

(6) 壁要素

コンクリート構造物の場合、柱梁で囲まれた壁(耐震壁)を特殊な構造部材として剛性を評価することがあります。これを応力解析のモデルとして組入れる場合、剛域つきの線材とする、その剛性を X 形のブレースに置換する、等の方法がありますが、

その一つに「壁要素（または壁エレメント）置換」という考え方があります。これは、図 3-1-7 にしめすように、壁板の断面性能を持つ柱状の部材を考え、この部材の上下端と左右の節点を剛な部材で結んだモデルです。
プログラムでは、壁周辺の 4 つの節点（左下・右下・左上・右上）を指定することにより、その区画内に壁要素が配置されます。
なお、プログラム上（画面・プリンタ出力）では、壁要素は、図 3-1-7 右に示すような壁柱として表現されます。

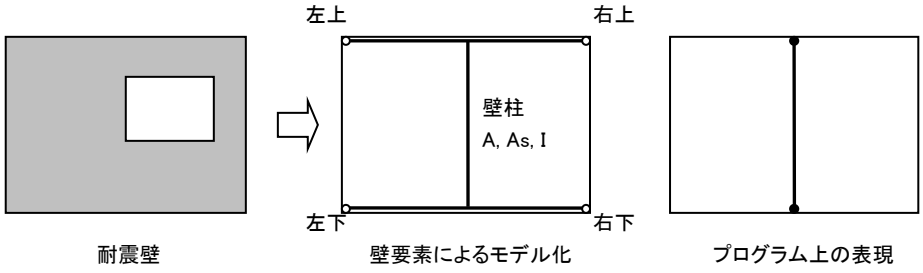


図 3-1-7 壁要素

(7) 荷重条件

「荷重条件」とは、骨組に作用する種々の荷重のうち、ある特定の条件下で作用する荷重の一まとまりのことを言います。典型的な例として、「長期（常時）」「地震時」「風圧時」「積雪時」などがあります。
このプログラムでは最大 255 個の荷重条件まで設定できます。
また、複数の荷重条件ごとの応力計算を行い、それらの計算結果を重ね合わせて出力する、という機能を持っています。これを「荷重条件セット」と呼んでいます。このプログラムでは、最大 31 個の荷重条件セットを指定できます。一つの荷重条件セット内には、最大 8 つの異なる荷重条件を含めることが出来ます。また、各荷重条件の計算結果に対して乗ずる倍率を指定することが出来ます（例: 長期＋1.5×地震時）。

3-2 基本的な操作

(1) 起動画面

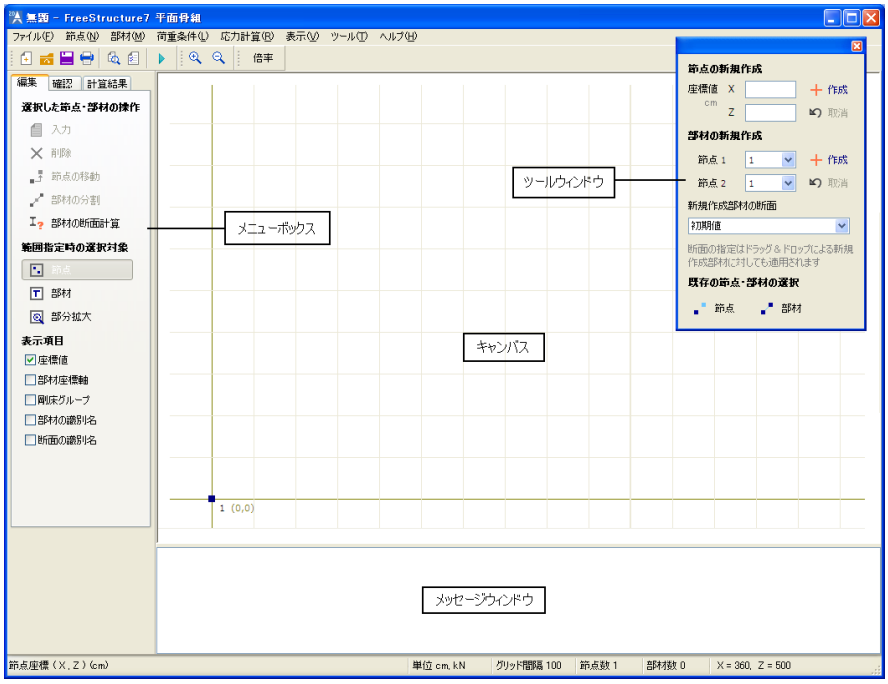


図 3-2-1 起動画面

画面中央の白い余白を**キャンバス**と呼ぶことにしますが、ここには基準 X 軸を示すオリーブ色の水平線と基準 Z 軸を示す垂直線が表示されています。この交点が基準原点になり、節点(塗りつぶした四角で表示)の座標値とは、この基準原点からの距離を示します。X 座標については右方向、Z 座標については上方向が座標軸の正の向きになります。
薄いグレーで方眼状に表示されているのは、位置の目安を示すための補助線で、初期設定では 1 メートルおきに表示されていますが、この間隔を変更すること、ないしはこのグリッド線の表示を抑制することもできます。
画面最下部の**ステータスバー**には「X = □□, Z = □□」の形式で現在のマウスポインタの座標値が表示されます。初期設定では、この座標値の表示単位は 10cm になっていますが、これを 1cm 単位に変更することも出来ます。
メニューボックスにはキャンバス上の表示を制御したり、あるいはデータの編集を行うための各種のコントロールがあります。この画面の上部に「編集」「確認」「計算結果」というタブが見えていますが、節点や部材を作成したり入力したりできるのは「編集」ページが表示されている時のみです。「確認」ページは入力値を確認する時、「計算結果」ページは計算結果を確認する時に使用します。
ツールウィンドウにはデータの編集を行うための各種のコントロールがあり、メニューボックスと併用して使うことができます。ただし、このウィンドウはメニューボックスで「編集」ページが選ばれている時のみ表示されます。
メッセージウィンドウには、計算実行時等の種々のメッセージが表示されます。この上端をマウスでドラッグすることにより、境界線を移動させることが出来ます。また、右クリックによるポップアップメニューで、この内容を印刷することも出来ます。

(2) 節点の作成

節点の作成はツールウィンドウで行います。
「節点の新規作成」のラベルの下に X 座標と Z 座標を入力するボックスが並んでいますが、ここに座標値を入力してその横の**作成**をクリックすると、キャンバス上の所定の位置に節点が作成・描画されます。直前に作成したものを取り消す場合はその下の**取消**を使ってください。
その他、骨組の全体形状(グリッド・正多角形)を指定することにより複数の節点を同時に生成させることもできますが、これについてはメニューバーの [ツール]-[作成] の下の各項を参照してください。

節点番号について
設定を新規に作成すると、その節点には作成順の通し番号が「節点番号」として自動的に割り当てられます。この番号は、部材の始端と終端の識別に用いられます。
節点番号は、節点の削除の操作により欠番が生ずることになりますが、応力計算実行時に自動的に再度番号がふり直さ

れ、欠番がなくなります。また必要に応じ、随時番号をふり直すことも出来ます（メニューバーの［節点]-[節点番号の振り直し]）。

(3) 部材の作成

メニューボックスが「編集」ページになっている時、部材を作成できます。これにはキャンバス上のマウス操作で行う方法とツールウィンドウを使う方法の二つがあり、状況に応じて使い分けることができます。

キャンバス上のマウス操作による方法

部材を構成する二つの節点間でマウスをドラッグ＆ドロップします。すなわち、片方の節点でマウスボタンを押し、そのままの状態でマウスを移動し、もう一方の節点上でマウスボタンを離してください。この時、どちら側の節点からドラッグを開始しても結果は同じです。

ここで作成される部材には「部材データの初期値」で指定された属性（メニューバーの［部材]-[部材データの初期値］を参照）が自動的にセットされます。特に初期値が定義されていない場合は何の属性もセットされませんので、後から個々に指定することになります。

ただし、何らかの「断面の識別名」が定義されている場合は、ツールウィンドウの「新規作成部材の断面」のコンボボックスにリストアップされていますので、部材を作成する前にあらかじめここで指定しておくことができます。なお、「断面の識別名」とは部材断面の識別に使用されるユーザー指定の文字列（多くの場合は断面寸法をあらわす）で、部材断面の入力時に作成されます。メニューバーの［部材]-[部材データの入力］の説明を参照してください。

ツールウィンドウによる方法

ツールウィンドウの「部材の新規作成」のラベルの下に「節点 1」「節点 2」というコンボボックスがあり、ここに既存の節点番号がリストアップされています。ここで部材を構成する二つの節点を選択し、その横の**作成**をクリックしてください。直前に作成したものを取り消す場合はその下の**取消**を使ってください。

作成される部材にどのような属性が付与されるかはその下の「新規作成部材の断面」のコンボボックスによりますが、このあたりは上述の「キャンバス上のマウス操作による方法」と同じです。

(4) オブジェクトの選択

メニューボックスが「編集」ページになっている時、節点や部材に対する編集作業（入力・削除等）を行うことができます。

それには、まず対象となるものを「選択」し、その後でそれに対する「操作」を指定する、という順序をとります。これについても、キャンバス上のマウス操作で行う方法とツールウィンドウを使う方法の二つがあります。

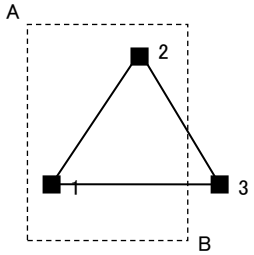
キャンバス上のマウス操作による方法

キャンバス上の節点、あるいは部材をあらわす線上の任意の点をマウスの右ボタンでクリックすると、その節点ないし部材の表示色が変わります。これが選択状態をあらわします。

この方法は単一のオブジェクトの選択になりますので、選択後に別のオブジェクトを右クリックした場合、直前の選択は解除されます。これを避け、複数のオブジェクトを選択したい場合には、一旦右クリックで選択した後、以降のオブジェクトの選択を【Shift】キーを押しながら右クリックすることにより行って下さい。

（なお、メニューバーの「ツール」-「環境設定」で、上記の「右ボタン」を「左ボタン」に変更することができます。）

この他、複数のオブジェクトを同時に選択するには、ドラッグ＆ドロップで矩形領域を指定する方法があります（図 3-2-2）。矩形領域内に含まれる**節点**を選択するか、あるいは**部材**を選択するかは、メニューボックスの「範囲指定時の選択対象」グループ内のボタンで設定します。



A 点でマウスボタンを押し、そのまま B 点までドラッグ（その間仮の矩形が表示される）してマウスボタンを離すと、この矩形範囲内にあるオブジェクトが選択される。
選択対象が「節点」の場合は節点 1 と 2、「部材」の場合は部材 1-2 が選択される。

図 3-2-2 範囲指定による選択

このようにしてオブジェクトを選択した上で、メニューボックスの「選択した節点・部材の操作」のラベルの下にある「入力」「削除」等のボタンで操作内容を指定します。なお、単一部材のデータ入力を行うにはさらに簡便な方法があるのですが、

これについては次項で述べます。

ツールウィンドウによる方法

ウィンドウの下部の「既存の節点・部材の選択」のラベルの下の**節点**あるいは**部材**をクリックしてください。別のダイアログがあらわれ、節点の場合は既存の節点番号、部材の場合は既存の部材が「始端の節点番号−終端の節点番号」という形式でリストアップされます。ここでいずれかをクリックして選択するとキャンバス上でその表示色が変わって選択状態になります。複数のオブジェクトを選択する場合は、二番目以降の項目を【Ctrl】キーを押しながらクリックしてください。
その上で、その横にある「入力」「削除」等のボタンで操作内容を指定することになります。

(5) 単一オブジェクトのデータ入力

前項で述べたように、キャンバス上のマウス操作の場合は、右クリックでオブジェクトを選択した上でメニューボックスから操作内容を指定するのですが、単一のオブジェクトのデータ入力を行う場合は、その節点あるいは部材を左ボタンでクリックしても構いません。ただちに入力用のウィンドウが開きます（メニューバーの「ツール」−「環境設定」で「節点・部材の選択に左ボタンを使用する」としている場合はこの機能は使えません）。
なお、この操作のみは、メニューボックスで「確認」あるいは「計算結果」ページが選ばれている時も行うことができます。

(6) 表示の制御

「表示項目」のラベルの下のチェックボックスでキャンバスの表示内容を制御できます。
座標値が有効な場合は、節点の横に座標値（X 座標, Z 座標）を表示します。
部材座標軸が有効な場合は、各部材の x 軸と z 軸をベクトル表示します。
剛床グループが有効な場合は、何らかの剛床グループに属している節点に関しては、節点番号の表示に続けて、その節点が属する剛床グループ番号を＜＞で囲んで表示します。
部材の識別名あるいは**断面の識別名**が有効な場合は、ユーザーが部材ごとに割り当てたそれらの文字列を表示します。

(7) 入力値の確認

メニューボックスの「確認」ページは入力値をキャンバス上で確認するものです。「表示項目」のラベルの下のラジオボタンで表示内容を切り替えることができます。
ここにある「節点荷重」以下の項目は荷重条件ごとに指定されていますので、「荷重条件」のコンボボックスでその状態を選択してください。

(8) 計算結果の表示

メニューボックスの「計算結果」ページは応力計算の結果をキャンバス上で確認するものです。「表示項目」のラベルの下のラジオボタンで表示内容を切り替えることができます。
この時、表示内容に応じて、以下のようなオプションが設定出来ます。

荷重条件

計算結果を表示する荷重条件（または荷重条件セット・弾塑性解析条件）を切り替えます。

節点・部材をクリックした時

この指定が「データの入力」となっている時は、節点または部材を左クリックした時に入力ダイアログを表示します。「変位・応力の表示」となっている時は、節点がクリックされた場合には変位量、部材がクリックされた場合には応力値の一覧をメッセージトウィンドウに表示します。

変形曲線を表示

節点変位の表示時のオプションで、これが有効になっている場合は、変位量の値とともに変形曲線がグラフィック表示されます。この変形曲線の表示倍率の変更はメニューバーの［ツール］-［環境設定］にて行います。

曲げ応力線を表示

部材の曲げモーメントの表示時のオプションで、これが有効になっている場合は、曲げ応力の値とともに曲げ応力の分布曲線がグラフィック表示されます。この曲げ応力線の表示倍率の変更はメニューバーの［ツール］-［環境設定］にて行います。

最大値のみ表示

節点変位・部材応力の出力時に、生じている最大値は赤い文字で表示されます（弾塑性解析条件の場合を除く）。ただし、部材数が多く表示が見にくい場合は、このチェックボックスを有効にすると、最大値が生じている節点または部材の値のみを表示します。弾塑性解析条件の場合はこの指定は無効です。

応力値を色分け表示

部材応力（曲げ・せん断・軸力）の出力時に、応力の大小に応じて数値の表示色を変えて表示します。応力値と表示色の関係は別ウィンドウ内にしめされます（弾塑性解析条件の場合を除く）。

この時、「曲げモーメント」「せん断力」についてはその絶対値を、「軸力」については正負を含めた値で評価します。デフォルトでは、その最小値と最大値の間を 10 分割して表示しますが、この分割数は変更することができます。

最大値を出力する

変位と応力の最大値をメッセージウィンドウに出力します。

ステップ毎の計算結果を表示する

出力対象が「弾塑性解析条件」の時、この画面に表示されるのは最終状態の変位や応力ですが、このリンクをクリックすると各ステップ毎の状態を見ることができます。詳細については「(10) 弾塑性解析」を参照してください。

(9) 部分拡大

メニューボックスの「範囲指定による選択」グループに**部分拡大**というボタンがあります。これが押された状態の時、マウスのドラッグ＆ドロップによって矩形範囲を指定すると、その範囲内にある部材だけが拡大されて表示されます。

この時、画面上部に「部分拡大による表示」という文字列があらわれますが、その横にある**通常の表示に戻る** をクリックすれば元の状態に復帰します。

なお、上記のボタンの状態によらず、計算結果を表示する画面ではつねにこの状態になっており、マウスをドラッグ＆ドロップすると部分拡大モードに入ります。

(10) 弾塑性解析

弾塑性解析を行う場合の操作の流れを、以下、順を追って説明します。

荷重条件の設定

まず最初に、増分荷重を含む荷重条件を設定する必要があります。主として地震荷重のようなものが対象になりますが、ここで指定された荷重（ただし節点荷重に限る） を漸増させながら崩壊状態に至るまで解析を続けます。それから、もし必要であれば、初期状態の荷重条件（通常は常時の荷重）を設定しておきます。これによる初期応力と増分荷重による応力を加算したものが最終的な応力になります。

これらの荷重を組み合わせたものを**弾塑性解析条件**と呼びますが、これを設定するにはメニューバーの［荷重条件]-[弾塑性解析条件の編集］ を選びます。一つのデータ内で最大 30 の条件を設定できます。

部材の弾塑性特性の入力

に各部材の弾塑性特性を入力する必要がありますが、これは「部材データの入力」ダイアログの「終局耐力」ページで行います。詳細についてはメニューバーの ［部材]-[部材のデータ入力］ を参照してください。

計算実行と結果の確認

解析は通常の「計算実行」時に他の荷重条件に続けて行われます。計算結果についても、「計算結果」画面の「荷重条件」コンボボックスから弾塑性解析条件の名称を選択すれば見ることができます。

ただし、この時に表示されるのは最終状態の応力や変位です。「表示項目」グループにある「崩壊状態」を選べば、ヒンジの作成順を確認することはできますが、各ステップごとの状況を追跡したい場合はメニューボックスの下部にある**ステップ毎の結果を表示する** をクリックしてください 。

この画面のメニューボックスで以下のボタンをクリックすることにより各ステップの状態を確認できます。また、**ステップ番号**

|◀ 最初のステップ　◀ 前のステップ　▶ 次のステップ　▶| 最後のステップ

を指定する を使って任意のステップ番号を表示することもできます。

表示する項目の指定は「表示項目」グループのボタンによって行えます。

現在表示しているステップ番号と表示項目を**印刷**または**印刷プレビュー**することもできます。

(11) 断面計算

本プログラムには鉄骨および木造部材の断面計算を行うプログラムが標準されています。

詳細についてはメニューバーの ［部材]-[鉄骨の断面計算] [木造の断面計算］ を参照してください。

3-3 リファレンス

3-3-1 メニューバー

(1) ファイル

[ファイル]-[新規作成]

現在のデータをクリアーし、新規のデータを入力する初期状態になります。この状態では、原点位置に1個の節点が設けられます。

[ファイル]-[開く]

ディスクに保存されているデータを読み出します。

[ファイル]-[上書き保存]

現在作業中のデータの内容を更新して保存します。

[ファイル]-[名前を付けて保存]

現在作業中のデータに適切なファイル名を付けて(または名前を変更して)ディスクに保存します。デフォルトでは、データファイルの拡張子は「fst」になります。

[ファイル]-[旧版のデータとして保存]

このプログラムで作成し、保存したデータを旧版のプログラム (Ver.3, 4, 5) で読み込むことは出来ませんが、ここで保存したデータであれば読み込むことが可能になります。

[ファイル]-[印刷書式と項目の設定]

● **印刷項目**

項目の末尾に(図)とあるものはグラフィック形式の出力、(表)とあるものは一覧表形式のテクスト出力になります。
荷重条件別のデータを出力する場合は、**荷重条件ごとの出力**グループ内の項目を選択し、さらに**出力する荷重条件**グループ内で個々の荷重条件(または荷重条件セット)を指定してください。その荷重条件の出力項目に関して、該当する入力データがない場合には、その項目の出力そのものが省略されます。例えば、節点荷重の出力を荷重条件 1 と荷重条件 2 について指定しているが、実際には荷重条件 1 については節点荷重の入力が一つもない、というケースでは、荷重条件 1 の節点荷重の出力指定そのものを無視します。

● **体裁**

文字 : 書体は「MS明朝」または「MSゴシック」になります。文字のサイズはポイント単位(1 ポイントは約 0.35mm)で指定します。**通常の文字**はテクスト形式の出力時、**図中の文字**はグラフィック形式の出力中にもちいられる文字の大きさです。

余白 : 用紙の左側と上側の余白の幅を指定します。右側と下側については 10mm 程度の余白がとられます。

行間 : 表形式で出力する場合の行間隔を指定します。この設定が**標準**の場合は文字の高さの 1.5 倍、**狭く**とした場合には 1.25 倍、**広く**とした場合には 2 倍の値がとられます。

ページ番号 : ページ番号の初期値と印字位置を指定します。

線の太さ : 部材を表す線の太さをポイント単位で指定します。

● **出力スケール・表題・その他**

図の出力スケール : 図を出力する場合のスケーリングに関する指定で、実長 1 メートルを紙面上で何ミリメートルで表わすか、を指定します。

表題 : プリンタ出力に何らかのタイトルやコメントを印字したい場合に入力します。**先頭頁の冒頭に出力**と指定した場合には最初の頁に一回だけ印字されます。印字位置として**ヘッダー**または**フッター**を指定した場合には各頁に印字されます。

曲げ応力線・変形曲線を表示する : これらを指定した場合、その表示スケールについては画面表示の設定値(メニューバー[ツール]-[環境設定])がとられます。

曲げ・変位の数値を出力しない : 曲げ応力線や変形曲線のみを出力したい場合にはこれを有効にして下さい。

1 項目を印刷毎に改ページする : 前項で設定した印刷項目の各々を出力する毎に改ページを行います。これが無効になっている場合は、ページ余白を勘案しながらプログラムが自動的に改ページを制御します。

カラー印刷を行なう : モノクロのプリンタを使用する場合には必ずこの項目をオフにして下さい。

応力値を色分けして印刷する : 「結果の表示」画面で「応力値を色分け表示」とした場合の内容をそのまま印刷しま

す。これを行う場合は「カラー印刷を行なう」の指定を有効にしておいてください。

弾塑性解析の場合は曲げ応力線・変位曲線を出力しない ： これが有効な場合は、上記の指定にかかわらず、弾塑性解析時の曲げ応力線と変位曲線は出力しません。初期設定ではこれが有効になっています。

[ファイル]-[印刷プレビュー]

紙面への印刷イメージを画面上で確認することが出来ます。

[ファイル]-[印刷]

プリンタへの出力を行います。

[ファイル]-[立体骨組用のデータの作成]

現在のデータを、指定された名前の立体骨組用のデータとして保存します。

データは立体解析版の基準座標軸 XZ 平面（Y = 0.0）上に作成されます。この時、平面解析で使用しない節点自由度（Y 軸方向・X 軸回り・Z 軸回り）に関しては、すべて固定として変換されます。

[ファイル]-[応力ファイルの作成]

応力計算の結果をテクスト形式ファイルに書き出します。これは主として、弊社開発の断面計算プログラム「RC チャート」「S チャート」で応力値を読み込むことを目的としたものです。テクストファイルの書式については、上記製品のユーザーズマニュアルをご覧ください。なお、各データの 1 行目（タイトル）は「始端節点番号-終端節点番号」が出力されます。

荷重条件の指定 ： 長期及び地震時の応力を出力しますが、それぞれに該当する荷重条件を指定します。これが「指定なし」となっている場合は、該当する応力値をゼロとして出力します。

応力ファイルの内容 ： このファイルを、上記製品の「梁（大梁）の設計」のデータとして使用するか、または「柱の設計」のデータとして使用するか、を指定します。これを「柱の設計」用とした場合は、さらに、この応力を「X 方向の応力」とするか「Y 方向の応力」とするかを指定します。ここで指定されない方向の応力はすべてゼロになります。

何らかの部材が選択状態にある場合は、**選択された部材のみを出力する**を選ぶことが出来ます。この指定がなければ全部の部材（壁要素を除く）を出力します。

応力ファイルの名前 ： **参照**をクリックして出力するファイルの名前を指定します。

[ファイル]-[XML ファイルのインポート]

所定の書式で書かれた XML ファィルからデータを読み込みます。XML ファイルの詳細については、「8-3. XML 文書」を参照してください。

[ファイル]-[XML ファイルのエクスポート]

データと計算結果を XML ファィルに出力します。XML ファイルの詳細については、「8-3. XML 文書」を参照してください。

(2) 節点

[節点]-[節点データの入力]

選択された節点に関する入力を行います。

ダイアログの最上部に「編集対象節点数」の表示があります。これが 1 の場合はすべての入力項目が有効になりますが、2 以上の場合、すなわち複数の節点を対象にした入力を行う場合は、その下にある「支持条件」「剛床グループ」「節点荷重」「強制変位」のチェックボックスで編集項目を選んでください。ここで選択された項目だけが編集対象になり、その他の項目については既存のデータが保持されますます。

● 支持条件・剛床グループ

プログラム内であらかじめ用意されている各支持条件の名称と具体的な内容は表 3-3-1 に示すとおりです。

この他に、ユーザーが個々の自由度について拘束状態を任意に指定することができます。支持条件のコンボボックスで「個別指定」を選んでから**支持条件を個別に指定する**をクリックして下さい。表示されるダイアログ中で、水平・鉛直・回転の各自由度ごとに「自由」「固定」「バネ」を選択します。

これを「バネ」とした場合は**弾性バネ常数**を入力します。また、弾塑性解析時にバネの塑性化を考慮したい場合は**終局耐力を入力する**をチェックし、その値を入力してください。

表 3-3-1 プログラム内で予約された支持条件名

支持条件名	水平方向	鉛直方向	回転方向
フリー(通常の節点)	自由	自由	自由
ピン支点	固定	固定	自由
水平ローラー支点	自由	固定	自由
鉛直ローラー支点	固定	自由	自由
固定支点	固定	固定	固定
回転バネ支点	固定	固定	バネ
鉛直バネ支点	固定	バネ	自由
水平バネ支点	バネ	固定	自由
鉛直＋水平バネ支点	バネ	バネ	自由

節点が剛床グループに属している場合は**剛床グループ**のコンボボックスをドロップダウンさせ、その番号(1～50)をセットします。さらに、この節点が剛床グループの代表点である場合は、**この剛床グループの代表節点**のチェックを有効にします。

● **節点荷重**

荷重条件の名称で、節点荷重を設定する荷重条件を選びます。ここで新たな荷重条件を定義したいのであれば、**新しい荷重条件を追加する** をクリックし、新たに定義する荷重条件の名称を入力して下さい。

● **強制変位**

強制変位を指定する場合にはその成分の変位量を入力します。強制変位を指定出来るのは、ここに表示されている荷重条件だけに限られますが、これを変更する場合は**設定**を選んでください。

[節点]-[節点の移動]

選択された節点を移動します。移動量の指定方法として以下の二つがあります。ただし複数節点が選択されている場合は 2 の方法のみ可能です。

1. 移動後の節点の基準軸原点からの座標値を直接指定する。
2. 現在の位置からの移動量を入力する(移動の正負方向は基準座標に従う)。

[節点]-[節点番号のふり直し]

以下のいずれかの方法を選択します。

手動で指定する

現在の節点番号が反転表示されますので、節点番号1を割り当てたい節点から順番にマウスで節点をクリックして下さい。順次 1,2,3...の節点番号がふられます。番号を 1 からでなく、任意の番号からふり直すには、**【Ctrl】**キーを押しながら、最初の節点をクリックして下さい。以降にクリックされた節点は、その次の番号から割り当てられます。この作業を開始すると、メニューボックスの内容が切り替わります。ここにある**完了**ボタンをクリックにより作業を終了します。**中止**をクリックすると、すべての番号が最初の状態に戻ります。

座標値の小さいものから番号をふる

X 座標値または Z 座標値の最も小さいものの番号を 1 とし、以下座標値の順に番号を自動的に割り当てます。例えばこれを「X 座標値の順」とした場合、複数の節点の X 座標が同じ場合は、Z 座標値の小さいものの方が番号が小さくなります。

[節点]- [節点の選択]

[すべての節点] 存在するすべての節点を選択状態にします。

[特定の座標値を持つ節点] X または Z 座標値が指定された値になっている節点のみを選択状態にします。**選択の反転**が指定された場合は、ここで指定されたもの以外を選択対象にします。

[選択の反転] 現在選択中の節点を非選択状態、非選択状態の節点を選択状態にします。

[節点]-[すべての選択を解除]

現在選択されているすべての節点の選択状態を解除します。**【Esc】**キーで代用出来ます。

[節点]-[直前の選択を解除]

直前に選択された節点の選択状態を解除します。

[節点]-[節点の削除]

選択されている節点を削除します。この節点に接続する部材も自動的に削除されます。【Delete】キーで代用出来ます。

(3) 部材

[部材]-[部材データの初期値]

特に断面を指定せずに部材を作成した場合、ここで定義した値が部材の初期データとしてセットされます。必須データではありませんが、代表的な部材のデータをここで設定しておけば部材データの入力もれを防ぐことができます。
指定は「壁要素」と「それ以外の一般部材」について行うことができますが、この入力内容は次項の「部材データの入力」の「断面性能」ページと同じですので、そちらを参照してください。

[部材]-[部材データの入力]

選択された部材に関する以下のデータを入力します。
ダイアログの最上部に「編集対象部材数」の表示があります。これが 1 の場合はすべての入力項目が有効になりますが、2 以上の場合、すなわち複数の部材を対象にした入力を行う場合は、その下にある「始端の定義」以下のチェックボックスで編集項目を選んでください。ここで選択された項目だけが編集対象になり、その他の項目については既存のデータが保持されますます。

● 始端の定義・色・説明

部材の始端・終端は、「3-1.基本的な考え方 (2) 部材座標系」にあるような方法でプログラム内で自動的に設定されますが、ここにある **システムの自動設定を反転させる** を有効にすると、自動設定された始端・終端を反転します。
個々の部材ごとに表示色を変更したい場合は、**表示色**として「指定色」を選び、コンボボックスから色を選択してください。
個々の部材を識別するための文字列(一般には部材符号のようなもの)を付けたい場合は、ここにそれを入力するか、もしくはすでに指定済みの文字列をコンボボックスから選択してください(最大で半角 30 文字まで入力可)。

● 接合部・剛域長

接合状態 ： 部材の始端または終端の接合状態を「ピン」または「回転バネ」に設定します。「回転バネ」の場合には必ずバネ常数の値を入力します。また、弾塑性解析時に回転バネの弾塑性特性を考慮したい場合は **回転バネの終局耐力を入力する** を有効にした上でその値を入力してください。

剛域長 ： 部材の始端および終端の剛域長を指定します。

● 断面性能

材料定数

ヤング係数 E・ポアソン比(またはせん断弾性係数 G)を入力します。鋼材**の標準値**または**コンクリートの標準値を**クリックすると、それらの材料に関する標準値が自動的にセットされます。
木材**の標準値を**クリックすると、無等級材の樹種の一覧が表示されます。これを選択すると、日本建築学会「木質構造設計規準・同解説」にあるヤング係数がセットされます。また、ここで独自の値を最大 3 個まで登録することもできます。

断面性能

断面積 A・断面二次モーメント I・せん断断面積 As を入力します。As については、せん断変形を考慮しない場合には省略可能です。これらの値は直接入力するほか、以下のリンクを使用して形状で入力することもできます。また、ユーザーがあらかじめ定義した値をここに転記することも可能です。

・ 鉄骨形状で入力

プログラム内には、あらかじめ H 形鋼・溝形鋼([形鋼)・C 形鋼・L 形鋼の常用する断面が登録されています。これらを使用する場合は該当する形鋼断面のラジオボタンをクリックした上で、その横にあるコンボボックスから使用するサイズを選択してください。
任意の寸法をもつ H 形鋼、及び角形鋼管・円形鋼管の場合は以下の値を個別に入力します。

H形鋼	せい H＊ 幅 B＊ ウェブ厚 tw＊ フランジ厚 th＊ フィレットr（省略可）
角形鋼管	せい H＊ 幅 B＊ 板厚 t＊ 隅部r（省略可）
円形鋼管	直径 D＊ 板厚 t

せん断変形を考慮するが有効な場合は、H 形鋼・角形鋼管・円形鋼管に限り、せん断断面積 As を計算します。

H 形鋼は弱軸回りの断面性能を採用する が有効な場合は H 形鋼の弱軸回りの断面性能を計算します。
[/ C / L 形鋼の場合はコンボボックスの横にある **x 2** を有効にすると部材の断面性能を単純に 2 倍します。
部材自重を自動計算する が有効な場合は断面積に鋼材の単位体積重量を掛けたものを自重とします。

・ **その他の形状入力**

断面形状として「長方形」または「円形」を選び、前者の場合は「幅」と「せい」、後者の場合は「直径」を入力します。
断面の識別名は、長方形断面の場合は「幅 x せい」、円形の場合は「直径 φ」となります。
「断面 2 次モーメントの増大率」は計算された断面 2 次モーメントに乗じる値です。また壁要素に限り、「せん断剛性低下率」と「曲げ剛性低下率」を指定することができます。
せん断変形を考慮するが有効な場合は、せん断断面積 As を計算します。
RC 部材の自重を自動計算する が有効な場合は断面積に RC の単位体積重量を掛けたものを自重とします。

・ **ユーザー定義の断面**

ユーザーが定義した部材名称がリストアップされますので、特定の名称を選ぶと、その名称に対してあらかじめユーザーが定義した部材の断面性能がセットされます。部材断面のユーザー指定は メニューバーの [部材]-[ユーザー定義の部材リスト] で行います。

部材自重

ここで指定した値は、特定の荷重条件((メニューバー [荷重条件]-[部材自重の設定] による)において部材に作用する等分布荷重として扱われます。荷重の作用方向は基準鉛直軸の負方向になります。

断面の識別名

これは必須ではありませんが、ここで入力した断面性能のデータを識別するために使用する任意の文字列です。
前記の「鉄骨形状で入力」を選んだ場合はここに鉄骨の形状寸法をあらわす文字列が、「ユーザー定義の断面」を選んだ場合は選択された断面に対してユーザーが定義した文字列が転記されます。
これはユーザーが新しい識別名を使用するたびに登録され、その名称がコンボボックスにリストアップされます。過去に使用したのと同じ断面にするのであれば、ここからその名称を選んで登録済みの断面性能を自動入力することができます。
ただし、計算時に実際に使用されるのは、あくまでもここで入力された個々の断面性能です。したがって、同じ識別名をもっているにもかかわらず使用している断面性能が異なる、というケースも実際にはありえます。そのような事態を避けるには、メニューバーの [部材]-[断面の識別名リストの編集] を使ってください。

● **終局耐力**

弾塑性解析を行うためには、少なくとも一つの部材に弾塑性特性が指定されていなければなりません。それを入力する場合は、ここにある**終局耐力を指定する** を有効にします。
終局耐力は、図 3-3-1 にあるような 5 つの折れ点をもった 4 本の直線に近似して各折れ点の値(軸力 N1・N2・N3・N4・N5、曲げ M1・M2・M3・M4・M5)の値を入力しますが、たとえば梁材のように、軸力による塑性化を考慮しないのであれば、**軸力と曲げの関係**から「軸力を無視」を選んでください。逆に、たとえばブレース材のように、曲げによる塑性化を考慮しないのであれば、ここで「曲げを無視」を選んでください。前者の場合は M3 の値、後者の場合は N1 と N5 の値のみが参照されます。
なお、曲げ耐力の値は正負対称としますので、ここではつねに正の値で入力してください。

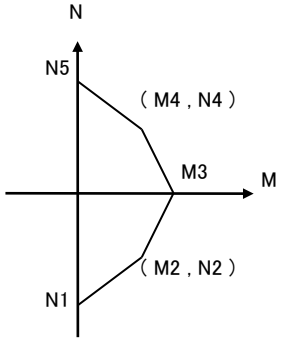


図 3-3-1 M-N 耐力線

鉄骨部材の終局耐力を自動計算したい場合は**断面形状から自動計算**をクリックします。
ここで扱えるのはH形鋼・角形鋼管・円形鋼管のみですが、断面の入力方法は前記の「断面性能」欄にあるものと同じです。鋼材の降伏応力度については、鋼材の名称を選択するか、またはその値を直接入力します。また、降伏応力度の割増率(初期値 1.1)を指定することもできます。

● **部材荷重**

部材の中間に作用する荷重を入力します。

荷重条件の名称

部材荷重を設定する荷重条件を選びます。ここで新たな荷重条件を定義したいのであれば、**新しい荷重条件を追加**をクリックし、新たに定義する荷重条件の名称を入力して下さい。

荷重の作用方向

図 3-3-2 に示すような、「部材軸方向」「基準X軸方向」「基準Z軸方向」のいずれかを選択します。また、いずれの方向についても「正方向」「負方向」という区別が設けられていますが、これは指定する荷重のベクトルの向きを表しています。つまり、これを「正方向」として荷重「-P」を作用させることは、「負方向」として荷重「P」を作用させることと等価です。
部材座標軸とは部材z軸を指しますので、図 3-3-3 に示すものが正方向になります。

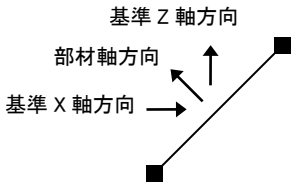


図 3-3-2 部材荷重の作用方向

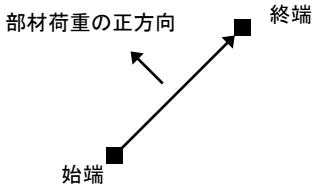
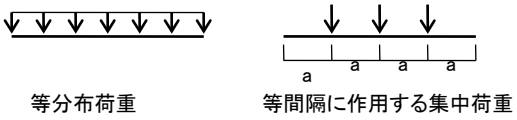


図 3-3-3 部材荷重の正方向

等分布または集中荷重

部材に作用する中間荷重として、図 3-3-4 に示すような**等分布荷重**または**等間隔で作用する集中荷重**を指定することが出来ます。集中荷重の値は、その 1 個当たりのものを入力します。



等分布荷重　　等間隔に作用する集中荷重

図 3-3-4 等分布荷重・集中荷重

部材荷重リスト番号

定義済みの部材荷重リスト番号をこの部材に割り当てます。
部材荷重リストを作成するにはメニューバーの［部材]-[部材荷重リストの編集］を使うか、またはここにある**部材荷重リストを編集**をクリックします。具体的な編集方法については［部材荷重リストの編集］の説明を参照して下さい。

荷重項

部材の中間荷重によって生ずる反力の値(荷重項)を直接入力します。入力項目は、両端固定時の始端と終端の反力モーメントC、単純梁とした時の中央モーメントM0、及び単純梁とした時の始端と終端の支点反力 Q0 になります。
その正負符号は、部材軸の方向に従い、図 3-3-5 に示すとおりです。

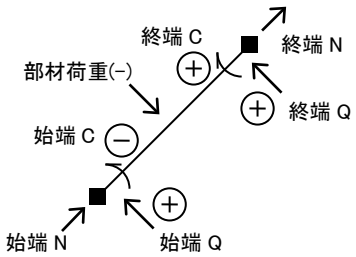


図 3-3-5 荷重項の符号

温度応力

ここで**温度応力を考慮する**とし、かつ温度応力の計算条件の入力がある(メニューバー ［荷重条件]-[温度応力の設定］ による)場合は、この部材に対して温度応力が考慮されます。

[部材]-[部材の分割]

現在選択されている部材の上に新たに節点を作成して部材を分割します。その作成方法として以下の２つがあります(図 3-3-6)。

1. 部材上に等間隔に複数の節点を作成する。
2. 部材上の任意の位置に一個の節点を作成する。

上記1の方法の場合には新設する節点の個数を、2の場合には、始端の節点から新設節点までの、材軸に沿った距離を入力します。

いずれの場合も、新設の節点によって新規に生成された部材には元の部材の属性(断面性能等)がコピーされますが、部材荷重の取り扱いについては以下の指定によります。

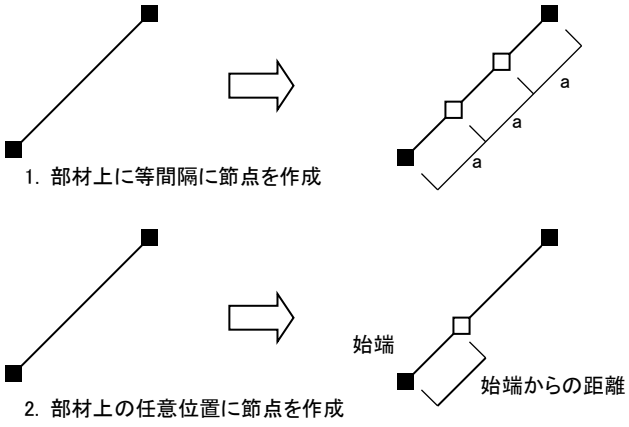


図 3-3-6 部材の分割

元の部材の部材荷重を各部材の荷重項に変換する

元の部材に何らかの部材荷重(等分布荷重・等間隔の集中荷重・荷重形の指定)があり、かつ荷重項の直接指定がない場合、この項目を有効にすると、その荷重を分割後の各部材の荷重項に自動的に変換します(図 3-3-7)。ただし、分割によって新設された節点位置に直接作用する集中荷重は変換されませんので、節点荷重として別途入力してください。

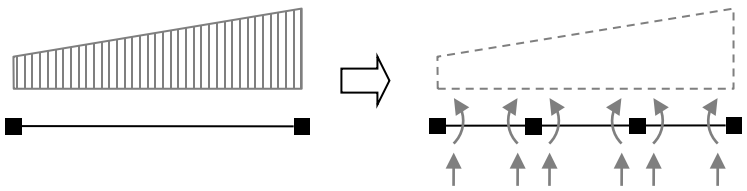


図 3-3-7 荷重の分割

[部材]-[部材の削除]

選択されている部材を削除します。【Delete】キーで代用出来ます。

[部材]-[鉄骨の断面計算]

本プログラムには鉄骨部材の断面計算を行う「小梁の設計」「間柱の設計」「大梁の設計」「柱の設計」の 4 つのプログラムが標準添付されています。

これは小社で販売している鉄骨部材の断面計算プログラム集「S チャート 8」に含まれるものとほぼ同等のものですが、ただし単独で起動することはできず、このダイアログから既存のデータを読み出すか、本プログラムの部材データを転送して読み出すことになります。

既存のデータを読み込む

この場合は FreeStructure7.1 のデータとは関わりなく使用することができます。

ここにある**ファイルを開く**をクリックすると、「使用するプログラム」で選択されたデータがブラウズされますので、所定のファイルを選ぶとプログラムが起動します。また、**「最近使ったファイル」を開く**をクリックすると、最近使用したデータファイルの一覧から所定のものを選んでプログラムを起動することができます。

データを転送して断面計算を行う

この場合は対象となる部材をあらかじめ選択しておく必要があります。

この時に転送されるデータは部材の応力と断面形状ですが、断面形状は各部材に指定された「断面の識別名」の文字列から読み込まれますので、この文字列が断面計算プログラムの側で使用可能な断面形状と一致している必要があります（部材データの入力ダイアログの「断面性能」ページの「鉄骨形状で入力」画面でリストアップされる形鋼断面はすべて使用可能です）。

まず、使用するプログラムを「小梁の設計」「間柱の設計」「大梁の設計」「柱の設計」の中から選択してください。

「小梁」「間柱」については扱える荷重条件が一つしかありませんので、いずれかの荷重条件を指定します。また、この荷重は何も指定がなければ「長期荷重」として扱われますが、短期にしたい場合は**短期荷重として扱う**をチェックします。

「大梁」「柱」については「長期荷重」「地震時荷重」というふうに入力項目が分かれていますので、それぞれについて該当する荷重条件を指定します。さらに、柱の応力については「X 方向」と「Y 方向」という入力項目がありますが、平面骨組の方にはそのような区分がありませんので、この応力を XY いずれの方向のものとして扱うかを指定する必要があります。

以上の設定をした上で、**上の条件で新規にデータを作成する**をクリックすると、転送されたデータが読み込まれた状態でプログラムが起動します。

[部材]-[木造の断面計算]

本プログラムには木造部材の断面計算を行うプログラムが標準添付されています。ただしこれを単独で起動することはできず、このダイアログから既存のデータを読み出すか、本プログラムの部材データを転送して読み出すことになります。

既存のデータを読み込む

この場合は FreeStructure7.1 のデータとは関わりなく使用することができます。

ここにある**ファイルを開く**をクリックすると、「使用するプログラム」で選択されたデータがブラウズされますので、所定のファイルを選ぶとプログラムが起動します。

データを転送して断面計算を行う

この場合は対象となる部材をあらかじめ選択しておく必要があります。

この時に転送されるデータは部材の応力と断面形状ですが、断面形状は各部材に指定された「断面の識別名」の文字列から読み込まれます。ここで有効なのは、長方形断面を表わす「幅 x せい」、および円形断面を表わす「直径 φ」です。

使用材料の基準強度は断面計算プログラムの側で設定できますが、ここであらかじめその値を入力することもできます。

Fc は圧縮強度、Ft は引張強度、Fb は曲げ強度、Fs はせん断強度です。

さらに、応力を採用する荷重条件を選び、その「長期・短期」の別と「積雪時」の有無を指定してください。

以上の設定をした上で、**上の条件で新規にデータを作成する** をクリックすると、転送されたデータが読み込まれた状態でプログラムが起動します。

[部材]-[部材の選択]

［すべての部材］ 壁要素以外のすべての部材を選択状態にします。

［すべての壁要素］ すべての壁要素を選択状態にします。

［すべての水平部材］ 部材のうち、その両端の Z 座標が同じものを選択状態にします。

［すべての鉛直部材］ 部材のうち、その両端の X 座標が同じものを選択状態にします。

［特定の表示色・説明］ 部材のうち、指定した特定の表示色で描画されているもの、あるいは同じ説明が指定されてい

るものを選択状態にします。

[選択の反転] 現在選択中の部材を非選択状態、非選択状態の部材を選択状態にします。

[部材]-[選択を解除]

現在選択されているすべての部材の選択状態を解除します。【Esc】キーで代用出来ます。

[部材]-[壁要素の作成]

壁要素の左下・右下・左上・右上の節点番号を指定して**作成**を押すことにより 1 個の壁要素が作成されます。

[部材]-[部材データの一括入力]

部材の断面性能・剛域長・回転バネに関する値をスプレッドシート上で一括入力します。

[部材]-[断面の識別名リストの編集]

定義済みの「断面の識別名」とその内容がスプレッドシート上に表示されますので、その値を適宜変更することができます。

ただし、ここで変更した内容を実際の部材データに反映させるには**完了時に全部材の入力値を更新する**をチェックしておいてください。前述の通り、識別名と個々の部材の入力値は必ずしも一致していないケースがありますので、このダイアログ上で何の変更も行わない場合でもこの指定は有効です。

操作の過程で未使用の識別名ができてしまった場合は、**完了時に未使用の識別名を削除する**をチェックしておけば、未使用の識別名を検索して自動的に削除します。

[部材]-[部材荷重リストの編集]

部材荷重を「荷重形」で定義し、登録します。ここで登録した「部材荷重リスト番号」を、先に述べた部材の入力ダイアログ上で、特定の部材と関連づけます。

データの新規入力

ダイアログ左上にあるコンボボックスの表示が「新規入力」の時、新たなデータを入力することが出来ます。

荷重形番号として表示されているのは、これから登録しようとするデータのリスト番号で、これは登録順にシステム内で 1 からの通し番号が振られます（ユーザーがこの番号を変更することは出来ません）。

荷重形の種類は、図 3-3-8 に示す 6 種類で、一つのデータに最大 5 個の荷重形が指定できます。同一種類の荷重形を複数指定することも可能です。

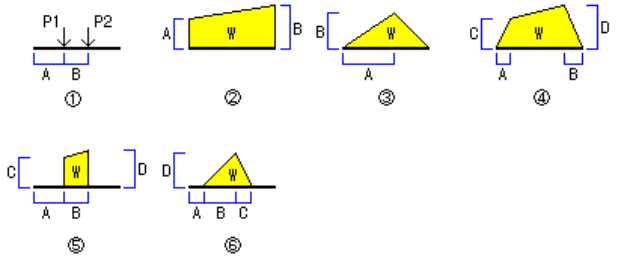


図 3-3-8 荷重形一覧

荷重形を選択するには、まずコンボボックスから**荷重番号**を選んでください。すると、その荷重形の入力凡例図と入力パラメータの名称が表示されますので、必要なデータを入力します。**両側**のチェックボックスを有効にすると、この荷重形が部材の両側に在るものとし、荷重の値を自動的に 2 倍にします。

説明はこのデータに関する注釈で、必要に応じ、20 字以内の任意の文字列を指定出来ます。

所定のデータを入力し終えた後**登録**をクリックすると、現在のデータが登録され、次のデータの入力に移ります。登録出来る最大のデータ数は 100 個です。

データの更新

ダイアログ左上にあるコンボボックスの表示が「データ更新」の時、すでに入力済みのデータ内容を変更出来ます。ダイアログ上部のコンボボックス内に表示されているのが、現在表示しているデータのリスト番号になりますので、修正したいデータの番号を選んで下さい。

削除ボタンにより、現在表示しているデータを削除します。削除されたデータのリスト番号は欠番になりますので、そのデ

ータ以降のリスト番号が変更されることはありません。また、削除されたリスト番号を配置していた部材の荷重指定は自動的に削除されます。

[部材]-[ユーザー定義の断面リスト]

部材断面の初期値入力、あるいは部材の断面性能の入力ダイアログで「ユーザー定義の断面」を選ぶことによりユーザー定義の部材断面を使用することが出来ますが、その具体的な内容をここで定義します。
この内容は、初期設定では「ログインユーザー名¥ドキュメント」）の下にある FreeStructure7 フォルダ内に「Shape.Usr」という名前で保存されます。

新規作成

新しい断面リストを追加します。新しい断面の名称と、その断面性能を入力してください。なお、このダイアログ中にある「材軸回りの断面 2 次モーメント」「弱軸回りの断面 2 次モーメント」「弱軸方向のせん断断面積」の値は、平面骨組では参照されません。

更新

「断面リスト一覧」で選択されている断面の名称・断面性能を変更します。

削除

「断面リスト一覧」で選択されている断面を削除します。

(4) 荷重条件

[荷重条件]-[荷重条件の編集]

新規作成

新しい荷重条件を追加します。新しい荷重条件の名前を指定してください。最大 255 個の荷重条件が指定できます。

更新

「荷重条件一覧」で選択されている荷重条件の名称を変更します。

削除

「荷重条件一覧」で選択されている荷重条件を削除します。削除される荷重条件に設定されていた荷重もすべて削除されます。

[荷重条件]-[荷重条件セットの編集]

新規作成

新しい荷重条件セットを追加します。新しい荷重条件セットの名称と内容を指定してください。最大 30 個の荷重条件が指定できます。
荷重条件セットでは、最大 8 個の荷重条件の組合わせを定義することができます。また、各々の荷重条件に乗ずる倍率を指定することができます。

更新

「荷重条件セット一覧」で選択されている荷重条件セットの名称と内容を変更します。

削除

「荷重条件セット一覧」で選択されている荷重条件を削除します。

[荷重条件]-[弾塑性解析条件の編集]

新規作成

新しい弾塑性解析条件を追加します。新しい弾塑性解析条件の名称とその内容を指定してください。最大 30 個の条件が指定できます。

更新

「弾塑性解析条件一覧」で選択されている条件の名称と内容を変更します。

削除

「弾塑性解析条件一覧」で選択されている重条件を削除します。

弾塑性解析条件の詳細

弾塑性解析を行うためには、まず何らかの増分荷重を含む荷重条件をあらかじめ指定し、それを**増分荷重の荷重条件**で選択します。この荷重は節点荷重でなければなりません。この荷重条件の中にそれ以外の荷重があっても無視されます。解析時にこの節点荷重に何らかの倍率を乗じながら崩壊状況を追跡することになるので、この値の大小に直接的な意味はありませんが、これを極端に大きな値、あるいは極端に小さな値にすると解析の精度上の問題が生じることがあるので注意してください。

また、とくに初期荷重(常時荷重のようなもの)を設定したい場合は、その荷重条件あるいは荷重条件セットを**初期荷重の荷重条件あるいは荷重条件セット**で選択してください。
弾塑性解析は一般に骨組が力学的に不安定になった時点で終了させますが、しかし実際の解析では部材が降伏後も微小な剛性をもつものと仮定するため、完全な不安定構造になることはありません。そこで何らかの条件を設けて「骨組の崩壊」と考えるのですが、このプログラムでは「あるステップにおける節点変位の増大量を前ステップにおける節点変位の増大量で割り、それが所定の値を超えた時に崩壊したと見なす」ことにしています。初期設定ではこの値を 50 倍としていますが、ここにある**崩壊の判定値**でこの値を変更できます(ただしこれを 0 にすることは不可)。
その他に、**増分解析の終了条件**で以下のような終了条件を別途指定することもできます。もし必要であれば該当する条件をチェックし、さらに必要な値を入力してください。

- 節点の変位量が所定の値を超えた時(初期設定では 1 メートルになっている)
- 部材の変形角(分数表示)が所定の値を超えた時(初期設定では 1/50 になっている)
- 部材の軸力の値が弾性限界に達した時
- 部材のせん断力の値が弾性限界に達した時
- ステップ数が所定の値に達した時

[荷重条件]-[温度応力の設定]
温度応力を考慮する場合には、**各部材に指定があった場合は考慮する**を選択し、**温度応力を指定する荷重条件**を指定した上で、**熱膨張係数**($x10^{-5}/^{\circ}C$)と**温度差**($^{\circ}C$)を入力します。熱膨張係数のデフォルト値として、あらかじめ鉄鋼材の値($1.2\ x10^{-5}$)が設定されています。
部材に対する温度応力の考慮の有無については部材の入力ダイアログの「部材荷重」ページで指定します。
温度差によって、各部材に、次式により計算される軸力Nが生ずるものとして応力計算を行います。

$$N = \alpha \cdot \Delta t \cdot A \cdot E$$

α : 熱膨張係数
Δt : 温度差
A : 断面積
E : ヤング係数

[荷重条件]-[強制変位の設定]
強制変位を考慮する場合は「以下の荷重条件で強制変位を考慮する」をチェックした上で選択します。なお、この荷重条件で指定されたその他の荷重はすべて無視されます。

[荷重条件]-[部材自重の設定]
部材自重を考慮する荷重条件を選択します。初期設定では最初の荷重条件になっています。

[荷重条件]-[すべての荷重をクリアー]
現在設定されている全部の荷重条件に関し、入力されたすべての節点荷重と部材荷重をゼロクリアーします。

(5) 応力計算

[応力計算]-[実行]
計算を実行します。

[応力計算]-[計算条件の設定]
剛床グループの指定を無視するが有効な場合、計算実行時に剛床に関する指定をすべて無視します。

(6) 表示

[表示]-[拡大表示][縮小表示]
画面表示の倍率を変更します。それぞれ【PageUp】【PageDown】キーで代用出来ます。

[表示]-[グリッド線]
グリッド線の表示と非表示を切り替えます。

[表示]-[メニューボックス]
メニューボックスの表示と非表示を切り替えます。

[表示]-[ツールウィンドウ]
ツールウィンドウの表示と非表示を切り替えます。

[表示]-[メッセージウィンドウ]

メッセージウィンドウの表示と非表示を切り替えます。

[表示]-[原点の表示位置]

基準座標の原点の表示位置を現在位置から移動させます。これは単に画面上の表示位置を変更するだけで、節点座標値そのものには何の影響も与えません。

[表示]-[再描画]

画面全体を描き直します。

(7) ツール

[ツール]-[環境設定]

● 使用単位

長さの単位 ： ステータスバーに表示される座標値や、各種のダイアログで入力する節点座標の単位を「cm」または「mm」に設定します。現在使用されている単位はステータスバーに表示されます。

荷重の単位 ： 荷重を入力する際、その単位を「kN」とする(kN,kN・m,kN/m)か、「N」とする(N,N・m,N/m)かを選択します。画面またはプリンタへの出力単位もこれに従います。現在使用されている単位はステータスバーに表示されます。

断面 2 次モーメントの入力単位 ： 部材の断面二次モーメントを入力する際、入力値を実際の値の「1/10000」とするか「1/100」とするか、もしくは「1/1(そのままの値)」とするかを選択します。ただし、壁要素の断面二次モーメントについては、ここの指定にかかわらず「1/10000」になります。

バネの入力単位 ： 支点バネや材端バネの値の入力単位を指定します。

せん断剛性の入力 ： せん断に関する剛性の入力を「せん断弾性係数」で行うか、「ポアソン比」で行うかを選択します。初期値は「ポアソン比」になっています。

重力単位を使用するが有効になっている場合は、荷重の単位は「t」または「kg」になります。上記の「kN」は「t」、「N」は「kg」と読み替えることになります。なお、このプログラムの起動時の使用単位系は必ず SI 単位になります。

● マウス操作・グリッド線

節点・部材の選択にマウスの左ボタンを使用する ： これが有効な場合、左ボタンによるクリックはつねに「選択」の操作になります。

マウス座標値の表示単位 ： ステータスバーに表示するマウスポインタの現在座標値の最小単位を 1cm または 10cm (前項の「長さの単位」が「mm」の場合は、1mm または 10mm)にします。

クリック時のマウス座標の取得 ： これを「厳密」とすると、その部材上で正確にクリックしないと部材の選択が出来なくなります。部材数が多く表示が重なり合うような場合に使用します。

グリッドの表示間隔 ： グリッド線は縦横とも同一の間隔で描画されます。

● 数値・応力線

文字の大きさ ： 小・標準・大はそれぞれ、8・9・10 ポイントの大きさになります。

曲げ応力線と変位曲線のスケール ： それぞれの描画時のデフォルメの度合いを相対的に表しています。曲げ応力線についてはここで「直接指定」を選び、「曲げの最大値を表わす長さ」をピクセル単位で指定することもできます。

応力と変位の表示桁数 ： 小数点以下の表示方法を指定します。

中央モーメントの出力 ： 部材どうしの出力位置が重なって見にくくなるような場合には、これを無効にして下さい。

軸力の値を始端・終端ごとに出力する ： 軸力に関する部材荷重が存在し、部材の始端・終端の軸力が異なるような場合にはこれを有効にして下さい。

弾塑性解析の応力図に増分荷重を出力する ： 初期設定では弾塑性解析の応力図中に使用されている増分荷重をあわせて表示するようになっていますが、応力値の出力と重なって見にくい場合はこの指定を外してください。その場合は「崩壊状態」の出力中にのみ増分荷重が表示されます。

なお、ここにある「文字の大きさ」以外の設定は印刷時にも適用されます。

● 表示色

画面の表示色・節点表示の大きさ・応力値の色分け表示の分割数・部分拡大時の表示倍率を指定します。初期設定**に戻す** をクリックすると、プログラムの初期設定値に戻ります。

[ツール]-[変形]-[平行移動]

骨組を水平または鉛直方向に移動します。**骨組の複写**が有効になっている場合は、もとの骨組を現在位置に残したまま、そのコピーを指定位置に作ります。

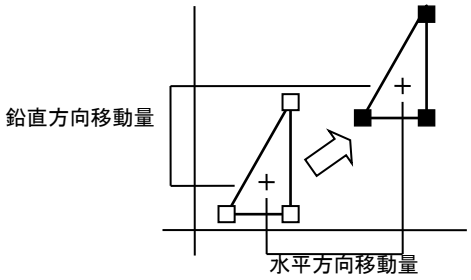


図 3-3-9　平行移動

[ツール]-[変形]-[回転]

骨組を指定された回転中心の回りに指定された角度だけ回転させます(図 3-3-10)。

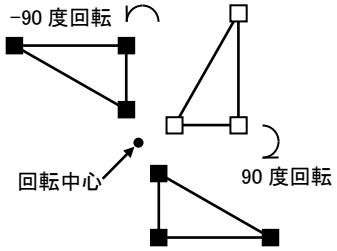


図 3-3-10　回転

[ツール]-[変形]-[鉛直軸回りに反転][水平軸回りに反転]

骨組を、指定された鉛直または水平の対称軸回りに反転させます(図 3-3-11)。

骨組の複写が有効な場合には、現在の骨組を残したまま反転した骨組を対称軸回りに複写します。この時、対称軸上にある節点とそれらの節点を結ぶ部材については複写されません(図 3-3-12)。

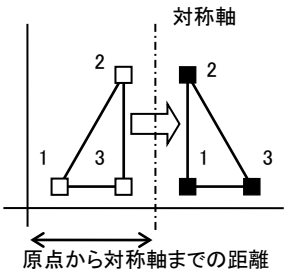


図 3-3-11 反転

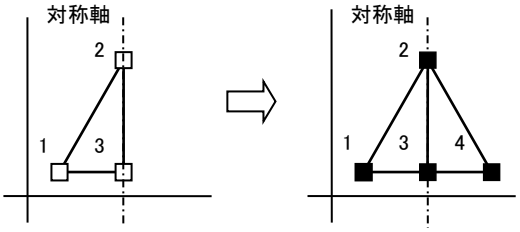


図 3-3-12 反転複写

[ツール]-[作成]-[グリッド]

水平及び垂直部材により構成された格子状の骨組を自動的に作成します(図 3-3-13)。

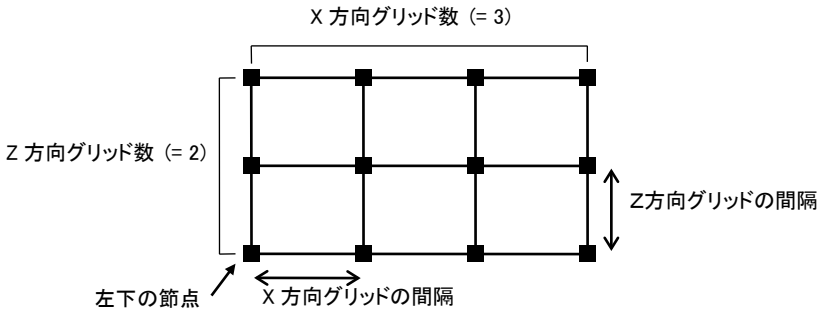


図 3-3-13 グリッド骨組の作成

また、水平・垂直部材の他に、各節点を斜めに結ぶ部材を同時に作成することも出来ます。N形・Z形・X形の斜め材の形状は図 3-3-14 に示す通りです。

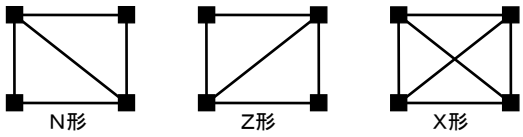


図 3-3-14 斜め材の形状

[ツール]-[作成]-[正多角形]

正多角形の骨組を自動的に作成します。

中心の座標を中心として**最初の節点**の座標を通る円を描き、その円に内接する正多角形を作成します。多角形の辺の数は**頂点の数**に等しくなります。

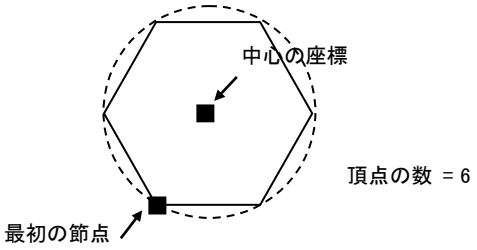


図 3-3-15　正多角形の作成

3-3-2　ツールバー

ツールバー内の各アイコンボタンと、そのボタンの機能に対応するメニューバーの項目は以下のとおりです。

①　②　③　④　⑤　⑥　⑦　⑧　⑨　⑩

① [ファイル]-[新規作成]
② [ファイル]-[開く]
③ [ファイル]-[上書き保存]
④ [ファイル]-[印刷]
⑤ [ファイル]-[印刷プレビュー]
⑥ [ファイル]-[印刷書式の設定]
⑦ [応力計算]-[実行]
⑧ [表示]-[拡大表示]
⑨ [表示]-[縮小表示]
⑩ 表示倍率を任意に指定

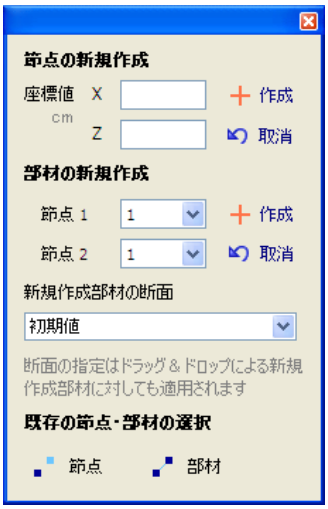
3-3-3 メニューボックス

メニューボックス内の各種コントロールの機能は以下のとおりです。

① 選択された節点または部材のデータを入力します。
② 選択された節点または部材を削除します。
③ 選択された節点を移動します。
④ 選択された部材上に節点を設けて分割します。
⑤ 選択された部材の断面計算を行います。
⑥ ドラッグ＆ドロップによる矩形範囲の指定による選択対象を節点または部材にします。
⑦ ドラッグ＆ドロップによる矩形範囲の指定時に部分拡大モードに移行します。
⑧ キャンバス上の表示項目の表示・非表示を切り替えます。
⑨ 入力値を表示する荷重条件を指定します。
⑩ 入力値の表示内容を選択します。
⑪ 計算結果を表示する荷重条件または荷重条件セットを指定します。
⑫ 計算結果の表示内容を選択します。
⑬ 節点または部材をクリックした時の動作を指定します。
⑭ 出力内容が「節点変位」の時、変形曲線を表示します。
⑮ 出力内容が「曲げモーメント」の時、曲げ応力線を表示します。
⑯ 出力内容が「節点変位」「曲げモーメント」の時、最大値のみを表示します。
⑰ 応力の表示時に、その値に応じて表示色を変更します。
⑱ 節点変位・部材応力の最大値をメッセージウィンドウに出力します。
⑲ 荷重条件が「弾塑性解析」の時、各ステップの状態を表示します。

3-3-4 ツールウィンドウ

ツールウィンドウ内の各種コントロールの機能は以下のとおりです。



①
②
③
④
⑤
⑥

① 指定された座標値の節点を作成します。
② 直前に作成された節点を削除します。
③ 節点 1 と節点 2 を結ぶ部材を作成します。
④ 直前に作成された部材を削除します。
⑤ これから作成する部材の断面の識別名を指定します。
⑥ 既存の節点あるいは部材を選択するためのダイアログを開きます。

3-3-5 表示の見方

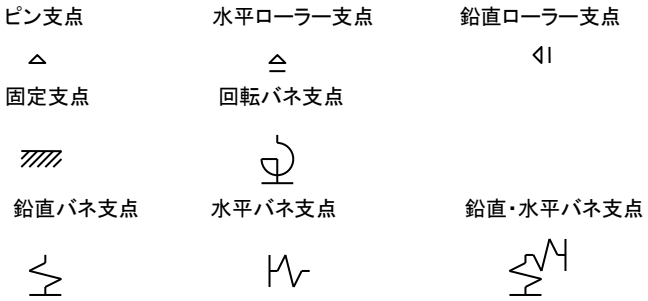
画面または印刷時における、入力データや計算結果の表示形式について以下に説明します。

● **剛床グループ**

節点が何らかの剛床グループに属している場合は、節点番号の表示に続き、**＜剛床グループ番号＞**の形式でそれを表示します。

● **支点の拘束状態**

プログラム内であらかじめ定められた支点名称とその表示記号の対応は以下のとおりです。



また、ユーザー指定の拘束条件の場合は、以下の書式でそれを表現します。

X－Z－θy

X は水平方向の拘束条件、Z は鉛直方向の拘束条件、θy は回転方向の拘束条件で、いずれも、0 が自由・1が固定・2がバネを表します。

● **部材の接合部**

部材端の接合がピンまたはバネの場合は、それぞれ部材端に以下の記号を表示します。

● **節点座標**

各節点の基準軸原点からの座標値を(X 座標, Z 座標)の形式で表示します。

● **節点荷重**

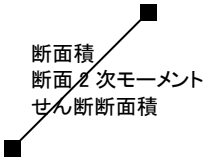
節点に作用する基準 X 軸方向の外力・基準 Z 軸方向の外力・回転モーメントの絶対値を表示します。作用方向は矢印により表示されます。

● **強制変位**

節点に対して指定された X 軸方向の強制変位量・Z 軸方向の強制変位量・回転方向の強制変位量(rad)の絶対値を表示します。その方向は矢印により表示されます。

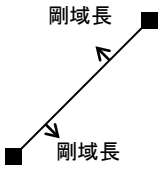
● **部材の断面性能**

部材の中央位置に、次図の形式で部材の断面積・断面 2 次モーメント・せん断断面積を表示します。



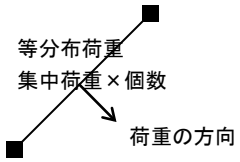
● **部材の剛域長**

各部材の端部の剛域長を下図の形式で表示します。同図にある通り、それぞれの端部に発生する応力は、その端部に対して時計回りの方向に表示されます。



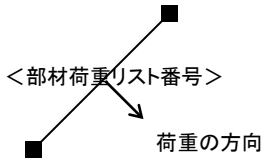
● 部材荷重

部材の中央位置に、下図の形式で部材に作用する等分布荷重、あるいは集中荷重とその個数を表示します。荷重の方向が矢印で指示されます。



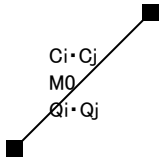
● 部材荷重リスト番号

部材の中央位置に、下図の形式で部材荷重リスト番号を表示します。荷重の方向が矢印で指示されます。



● 部材の荷重項

部材の中央位置に、下図の形式で、部材に指定された荷重項の値・始端の固定端モーメント Ci・終端の固定端モーメント Cj・単純梁の中央モーメント M0・始端のせん断力 Qi・終端のせん断力 Qj を表示します。

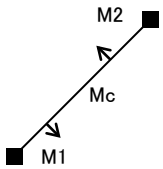


● 節点変位

上段が X 方向変位、下段が Z 方向変位になります。テクスト形式の印刷の場合は、回転変位量(rad)をあわせて出力します。

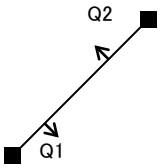
● 部材の曲げモーメント

各部材に発生する、始端の曲げモーメント M1・終端の曲げモーメント M2・中央部の曲げモーメント Mc を、下図の形式で表示します。同図にある通り、それぞれの端部に発生する応力は、その端部に対して時計回りの方向に表示されます。中央モーメントの出力の有無はユーザーの指定によります。



● 部材のせん断力

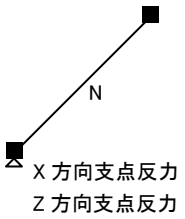
各部材に発生する始端のせん断力 Q1 と終端のせん断力 Q2 を、下図の形式で表示します。



● 部材の軸力・支点反力

各部材に発生する軸力 N を下図の形式で表示します。軸力が圧縮の場合には、軸力の数値表示の後にC、引張りの場合にはTが付されます。なお、「軸力の値を始端・終端ごとに出力する」と指定されている場合は、上述のせん断力と同じ形式で表示されます。

また支点がある場合には、その X 及び Z 方向の支点反力を下図の形式で表示します。

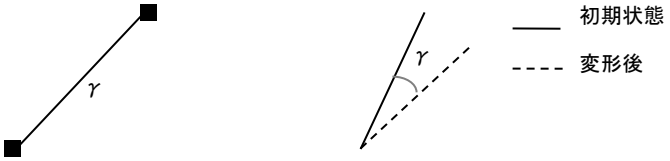


● 部材のたわみ量

何らかの部材荷重(荷重項の直接入力によるものを除く)が指定された部材については、その荷重による中央部の相対たわみ量(部材両端の節点を基点とした中央部の変位量)を mm 単位で表わします。

● 部材の変形角

各部材の変形角をラジアン単位で表示します。ここにいう変形角とは、下図右にあるように、初期状態の部材角と変形後の部材角の差を絶対値で表わしたものです。



● 崩壊状態

各部材が弾性限界に達した時のステップ番号を表わします。この時、塑性ヒンジは●、軸崩壊した部材は■、せん断崩壊した部材には□を付しています。

3-3-6 エラーメッセージ

計算実行時に出力されるエラーメッセージまたは警告メッセージのうち、特に説明をようすると思われるものについて以下に記します。

X(または Z)方向に関して支点の拘束がありません(エラー)

骨組には、水平及び鉛直方向に関して最低1つの固定点がなければなりません。支点が1つもない場合や、あるいは、すべての支点がローラー支点になっていて水平方向の固定点がない場合などがこれに相当します。

部材の可とう長がゼロになります(エラー)

部材の両端の剛域の長さの合計値が部材の長さを超えています。

自由度のない方向に関して節点荷重が指定されているので指定を無視しました(警告)

例えばピン支点に横力を作用させた場合、あるいは固定支点に曲げモーメントを作用させた場合など、固定点に対して作用させた荷重は応力計算上意味を持ちませんので、無視されます。

荷重項が指定されていますが、荷重の方向が部材軸になっていないので指定を無視しました(警告)

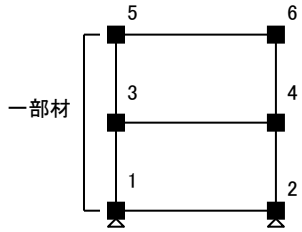
荷重項の値は、つねに部材座標軸に関するものになりますので、荷重項を直接入力する場合は、つねに荷重の方向を「部

材軸方向」として下さい。

構造体が不安定です（エラー）

骨組の構造上の問題により、特定の節点の変位量を定めることができず、計算が続行できない状態になっています。部材の取り付きや、宙に浮いている節点の存在等をチェックして下さい。

このような状態になる典型的な例を下図に示します。下図において、データの作成者は「1-3」「3-5」（あるいは「2-4」「4-6」）という二つの柱材を作ったつもりなのですが、実際は「1-5」（または「2-6」）という一本の柱になっている、というようなケースです。これは、部材「1-5」を作った後に、（「部材上の節点」として「3」を作るのではなく）節点 3 をたまたまこの位置に作ってしまった、というような場合に生じます。つまり梁部材「3-4」は柱に接続してない「宙に浮いた」状態になっているため、不安定構造物になってしまいます。



4. 立体骨組

4-1. 基本的な考え方

ここでは、立体骨組に特有の内容について説明しています。用語や計算方法などについては平面骨組の項の説明(「3-1 基本的な考え方」)を参照してください。

(1) 全体座標系

図 4-1-1 に示すような、水平方向に関する「X 軸」「Y 軸」、鉛直方向に関する「Z 軸」を基本座標とし、それぞれの正方向を矢印の向きに定めます(基準座標系の名称は大文字のアルファベットで表記します)。このような座標軸の定め方を**右手座標系**と言います。つまり、右手の親指・人差し指・中指を 90 度に交差させて三次元座標系を作った時、親指が X 軸・人差し指が Y 軸・中指が Z 軸になり、指先が正方向を指示している、という状態です。
さらに、回転方向については図 4-1-1 に示すものを正としていますが、これを**右ネジの原理**と言っています。つまり、XYZ 座標軸の正方向に向けてネジを押し込む時、ネジを回す方向が正である、ということです。この「右手座標系」「右ネジの原理」は、全体座標系に限らず、このプログラム内で一般に用いられるものです。
従って、立体骨組プログラムにおいては、各節点は、XYZ 軸方向及び XYZ 軸回りの回転方向という計 6 個の自由度を持つことになります。

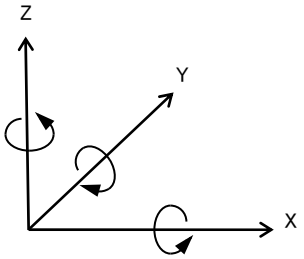


図 4-1-1 全体座標系

(2) 部材座標系

部材の両端にはそれぞれ一個の節点が存在しますが、そのうち一方を「始端」、他方を「終端」と呼びます。そして、全体座標系とは別に、この部材に固有の座標系である「部材座標系」を定めます。
部材座標系は、部材の始端から終端に向かうベクトルを「部材 x 軸」とし、この x 軸と直交する平面上に、右手座標系に基づいて「y 軸」「z 軸」を定めます(部材座標系の名称は小文字のアルファベットで表記します)。

プログラム内で自動設定される部材座標軸

部材座標のy軸z軸は、特にユーザーの指定がない限り、以下のように定められます。

① 部材 x 軸が全体 Z 軸と平行でない場合
始端を通る全体 Z 軸と平行な鉛直線 z'軸を仮想し、部材x軸と z'軸で形成される平面上に部材 z 軸を定めます。この時、部材 z 軸の正方向は、全体 Z 軸の正方向と一致させます。さらに、右手座標系に基づいて部材 y 軸を定めます(図 4-1-2)。

② 部材x軸が全体 Z 軸と平行な場合
部材 z 軸を、全体 Y 軸と平行に定めます。正方向は全体 Y 軸の正方向と一致させます。さらに、右手座標系に基づいて部材 y 軸を定めます(図 4-1-3)。

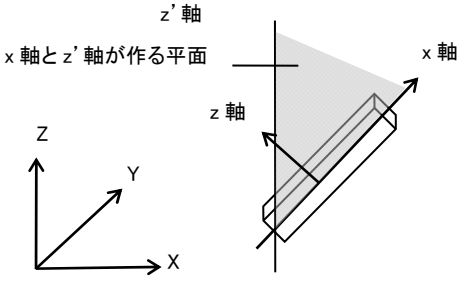


図 4-1-2 部材 x 軸が基準 Z 軸と平行でない部材

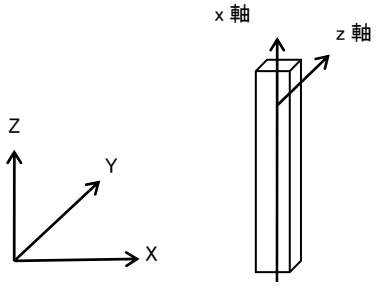


図 4-1-3 部材 x 軸が基準 Z 軸と平行な部材

ユーザー設定による部材座標軸

部材の y 軸・z 軸は、その断面の主軸方向（強軸・弱軸）に該当します。通常の建築構造物では、部材主軸は上記の方法で定められるものになります（例えば H 形鋼の梁部材の場合、通常はウェブ軸は鉛直面上にあります）。

ただし、部材の主軸が上記の状態にならない場合は、ユーザーが個別に指定します。これを、このプログラムでは**部材主軸の傾斜角**と呼んでいます。つまり、プログラムで自動設定される部材座標軸は、主軸の傾斜角がゼロの状態を表していますので、この状態からの傾斜角をユーザーが指定することになります。この傾斜角は、部材x軸の右ネジ方向を正として入力します。図 4-1-4 に例を示します。

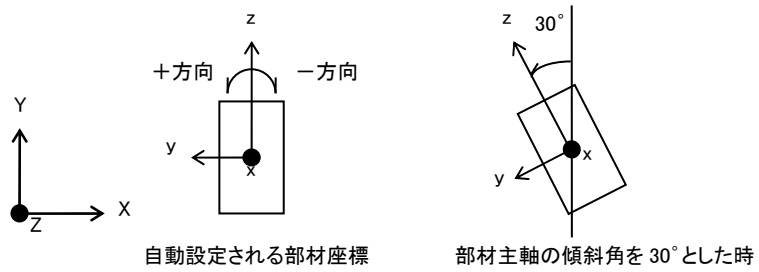


図 4-1-4 ユーザー指定による部材主軸の傾斜角

部材座標軸と部材の主軸

前述の通り、部材のｙ軸・z 軸はその断面の主軸方向（強軸・弱軸）になりますが、この時、強軸・弱軸のどちらをｙ軸あるいは z 軸にするか、というのは全くユーザーの任意です。しかし一般には、**部材 xz 面（部材 x 軸と z 軸で形成される平面）を強軸方向とする**ことをお勧めします。このようにしておけば、例えば通常の建築構造物の梁部材を考えた場合、強軸方向は鉛直面内になりますので、「鉛直面内に z 軸がある」とするプログラムの初期設定と合致することになります。

図 4-1-5 に、H形鋼の場合を例にして、部材座標軸と主軸の関係を示しています。

この時、xz 面内（一般に強軸方向）に作用する荷重に対する断面性能を表すのは、y 軸回りの断面二次モーメント「Iy」と z 軸方向のせん断断面積「Asz」、xy 面内（一般に弱軸方向）に作用する荷重に対する断面性能を表すのは、z 軸回りの断面二次モーメント「Iz」とｙ軸方向のせん断断面積「Asy」になります。また、部材ｘ軸方向に対する断面性能は断面積「A」、部材x軸回りの曲げ（ねじりモーメント）に対する断面性能を表すのは、x 軸回りの断面二次モーメント「Ix」になります。

同様に、発生する応力についても、xz 面内に発生する応力はｙ軸回りの曲げ「My」とｚ軸方向のせん断力「Qz」、xy 面内に発生する応力は z 軸回りの曲げ「Mz」とｙ軸方向のせん断力「Qy」になります。また、部材 x 軸回りの曲げモーメント「Mx」は「ねじりモーメント」を表しています。

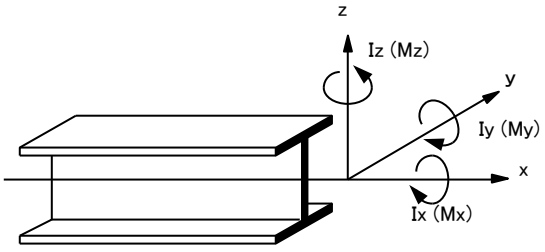


図 4-1-5 部材主軸と断面性能・応力

部材の始端と終端

部材の始端と終端は、プログラム内で、以下のルールに基づいて設定されます（ただしユーザーの指定により始端・終端を反転させることも出来ます）。

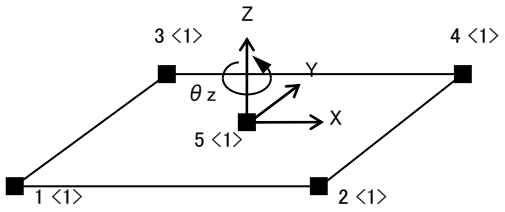
① 両端の節点の座標値を比較し、 Z 座標値の小さい方の節点を始端にする。
② Z 座標値が同じになる場合（水平材）は X 座標値の小さい方の節点を始端にする。
③ Z 座標値も X 座標値も同じ場合は Y 座標値の小さい方の節点を始端にする。

(3) 剛床仮定

通常の建築構造物の場合、各階の床はコンクリートスラブあるいは水平ブレース材等により拘束されているため、床を剛体として取り扱う（床の変形は生じないものとする）解析方法を採用する場合があります。これを「剛床仮定」と言っています。

プログラムでは、この仮定を取り入れるために、各節点に「剛床グループ」というデータを設定します。異なる節点の間で同一

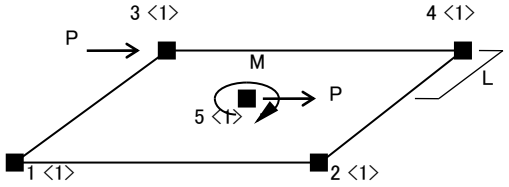
の「剛床グループ番号」が指定されていれば、それらの節点は剛床仮定のもとで(XY 平面内の)水平変位を生ずることになります。通常、同一の剛床グループに属する節点は同一の Z 座標値を持ちます。
この剛床グループには、必ず一つの「代表節点」が存在しなければなりません。一般には、これは建物の各階床の重心位置になります。つまり、特定の剛床グループに属している複数の節点の XY 平面内の変位(X 方向・Y 方向・Z 軸回りの回転)量は、その剛床グループの代表点の変位量の関数として表される、ということです。図 4-1-6 を参照して下さい。



＜＞ 内が剛床グループ番号
剛床グループ 1 に属する節点 1･2･3･4 の
変位量は、このグループの代表節点 5 の
変位量(X, Y, θz)によって定められる

図 4-1-6　剛床グループと代表節点

一般に、ビル建築物の地震時応力の解析等を行う場合は、剛床グループとその代表点を指定し、代表節点にその階の地震時外力を作用させることになります。剛床グループ内の節点で、かつその代表点でないものに作用するＸまたはＹ方向の水平力は、その剛床グループの代表節点に作用する水平力と、代表節点回りの曲げモーメントに変換されます。図 4-1-7 を参照して下さい。



剛床グループ内の非代表点 3 に作用する
水平力Ｐは、代表点 5 に作用する水平力
Ｐと曲げモーメントＭ(Ｐ×Ｌ)に変換される

図 4-1-7　剛床グループの非代表節点に作用する水平力

(4) 壁要素

コンクリート構造物の場合、柱梁で囲まれた壁(耐震壁)を特殊な構造部材として剛性を評価することがあります。これを応力解析のモデルとして組入れる場合、剛域つきの線材とする、その剛性を X 形のブレースに置換する、等の方法がありますが、その一つに「壁要素(または壁エレメント)置換」という考え方があります。これは、図 4-1-8 に示すように、壁板の断面性能を持つ柱状の部材を考え、この部材の上下端と左右の節点を剛な部材で結んだモデルです。
プログラムでは、壁周辺の 4 つの節点(左下・右下・左上・右上)を指定することにより、その区画内に壁要素が配置されます。なお、プログラム上(画面・プリンタ出力)では、壁要素は、図 4-1-8 右に示すような 1 本の壁柱として表現されます。

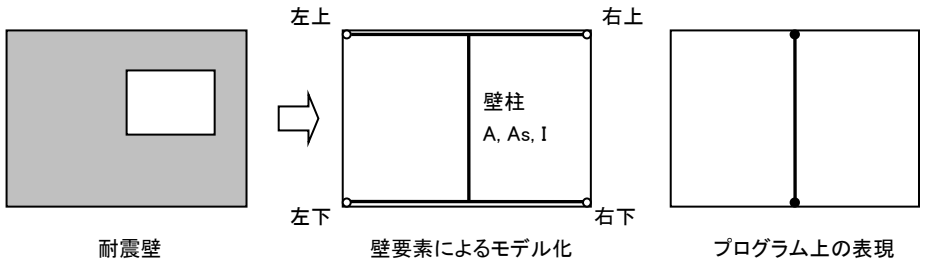


図 4-1-8　壁要素

(5) 荷重条件

「荷重条件」とは、骨組に作用する種々の荷重のうち、ある特定の条件下で作用する荷重の一まとまりのことを言います。典型的な例として、「長期(常時)」「地震時」「風圧時」「積雪時」などがあります。
このプログラムでは最大 255 個の荷重条件まで設定できます。
また、複数の荷重条件ごとの応力計算を行い、それらの計算結果を重ね合わせて出力する、という機能を持っています。これを「荷重条件セット」と呼んでいます。このプログラムでは、最大 30 個の荷重条件セットを指定できます。一つの荷重条件セット内には、最大 8 個の異なる荷重条件を含めることが出来ます。また、各荷重条件の計算結果に対して乗ずる倍率を指定することが出来ます(例: 長期＋1.5×地震時)。

4-2 基本的な操作

(1) 起動画面

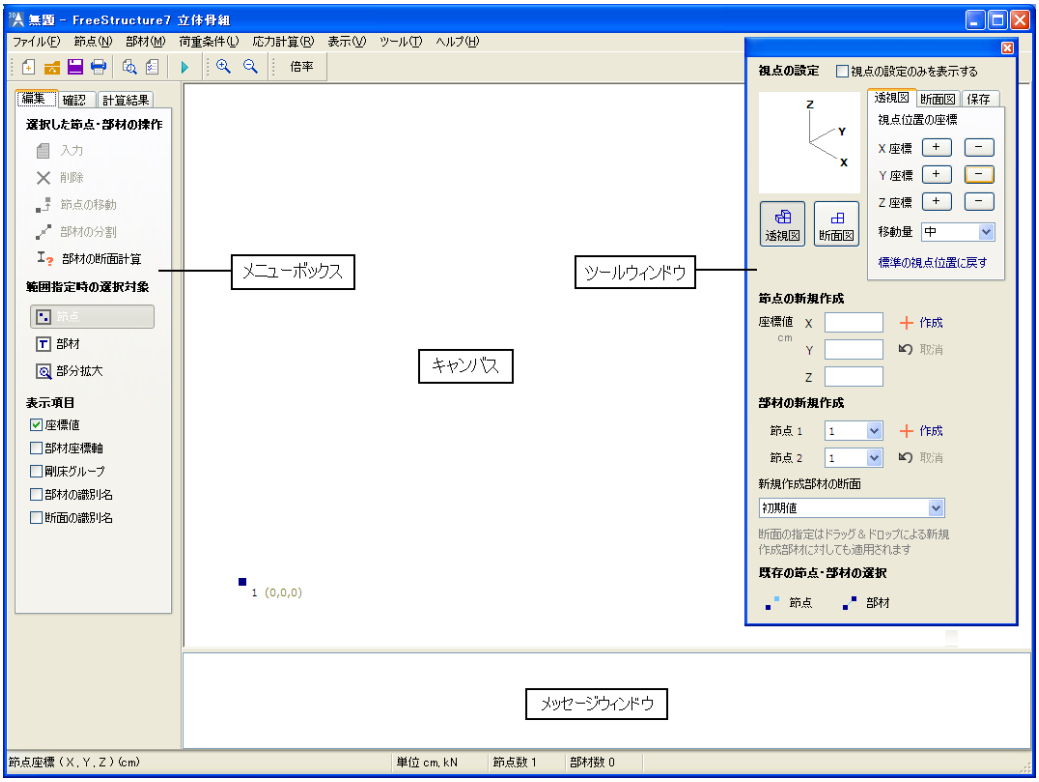


図 4-2-1 起動画面

画面中央の白い余白を**キャンバス**と呼ぶことにしますが、ここに作成した骨組が描画されます。
メニューボックスにはキャンバス上の表示を制御したり、あるいはデータの編集を行うための各種のコントロールがあります。この画面の上部に「編集」「確認」「計算結果」というタブが見えていますが、節点や部材を作成したり入力したりできるのは「編集」ページが表示されている時のみです。「確認」ページは入力値を確認する時、「計算結果」ページは計算結果を確認する時に使用します。
ツールウィンドウにはキャンパス上の描画方法に関する設定(次項参照)のほか、データの編集を行うための各種のコントロールがあり、メニューボックスと併用して使うことができます。このウィンドウの上部にある「視点の設定のみを表示する」が有効な場合はウィンドウの高さが小さくなり、データの編集用のコントロールは表示されなくなります。
メッセージウィンドウには、計算実行時等の種々のメッセージが表示されます。この上端をマウスでドラッグすることにより、境界線を移動させることが出来ます。また、右クリックによるポップアップメニューで、この内容を印刷することも出来ます。

(2) 視点の制御

このプログラムでは、骨組の表示方法として「透視図」「断面図」という二つの方法を選択することが出来ます。
「透視図」は骨組の全体を見渡すためのもの、「断面図」は骨組を特定の平面で切断し、切断面上に現れるオブジェクトのみを表示するものです。ツールウィンドウの上部には、これらの表示を制御するためのコントロールが集められています。以下、画面上のコントロールごとに、その具体的な機能を説明していきます。

図 4-2-2 ツールウィンドウによる視点の制御

① 現在の表示状態における、基準座標軸 XYZ の向きを示しています。

② 「透視図」「断面図」の内、押された状態になっているのが現在の表示形式を示しています。また、これらのボタンを押すことにより表示形式が切り替わります。

● **透視図**

③ ＋ － のボタンを押すと視点位置の XYZ 座標を正または負側に変更します。これらのボタンを押した時点でただちに描画データが更新されます。

④ 上記のボタンを一回押した時の視点位置の変更量を大・中・小のいずれかに設定します。

⑤ プログラム内で自動的に設定される位置に視点を設定し、描画します。

● **断面図**

断面図とは、骨組を基準軸に平行な特定の二次元平面（XY 面・XZ 面・YZ 面）で切断し、その切断面に現れる節点や部材のみを画面上に表示するものです。建築物の場合は、一般に、XZ 面・YZ 面は特定のフレームの「軸組図」、XY 面は特定の階の「伏図」を表すことになります（図 4-2-3）。

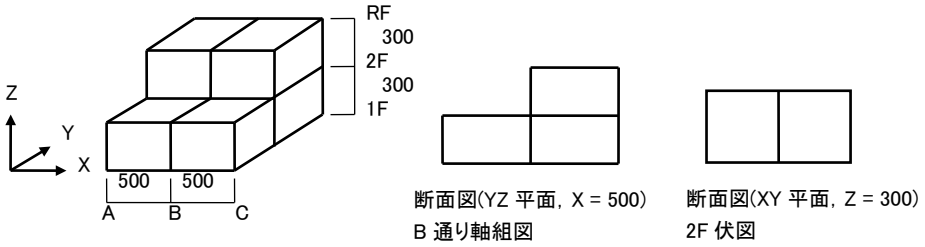


図 4-2-3 断面図

この表示の場合も、以下に述べるような節点や部材の作成・入力は自由に行うことが出来ますが、ただし、現在の断面図上に表示されている節点・部材のみが対象になります。

⑥のコンボボックスで切断する二次元平面の種別（XY 面・XZ 面・YZ 面）を選択し、⑦にその切断面の位置（XY 面の場合は Z 座標・XZ 面の場合は Y 座標・YZ 面の場合は X 座標）を入力します。入力後、⑧の**再描画**を押して下さい。

● **保存**

透視図の視点位置、あるいは断面図の切断面に関するデータは、ユーザーが固有の名前を付けて保存し、それを随時呼び出すことが出来ます（最大 64 ケースまで保存可能）。

現在の表示を保存したい場合は、⑩の**現在の視点を登録する**を選び、固有の名前を付けて保存して下さい。また、⑪の**視点データを編集する**を選ぶとデータ編集用のダイアログが表示され、既存データが一覧表示されます。

削除を押すと、選択されたデータを削除します。**変更**を押すと、選択されたデータの名前を変更することができます。

すでに保存されたデータがある場合は、⑨のコンボボックスにリストアップされていますので、表示したい視点データの名称を選択した上で、その下の**再描画**を押して下さい。

(3) 節点の作成

節点の作成はツールウィンドウで行います。

「節点の新規作成」のラベルの下に X・Y・Z の各座標値を入力するボックスが並んでいますが、ここに所定の値を入力してその横の**作成**をクリックすると、キャンバス上の所定の位置に節点が作成・描画されます。直前に作成したものを取り消す場合はその下の**取消**を使ってください。
その他、骨組の全体形状（グリッド・正多角形）を指定することにより複数の節点を同時に生成させることもできますが、これについてはメニューバーの［ツール]-[作成］の下の各項を参照してください。

節点番号について
設定を新規に作成すると、その節点には作成順の通し番号が「節点番号」として自動的に割り当てられます。この番号は、部材の始端と終端の識別に用いられます。
節点番号は、節点の削除の操作により欠番が生ずることになりますが、応力計算実行時に自動的に再度番号がふり直され、欠番がなくなります。また必要に応じ、随時番号をふり直すことも出来ます（メニューバーの［節点]-[節点番号の振り直し])。

(4) 部材の作成

メニューボックスが「編集」ページになっている時、部材を作成できます。これにはキャンバス上のマウス操作で行う方法とツールウィンドウを使う方法の二つがあり、状況に応じて使い分けることができます。

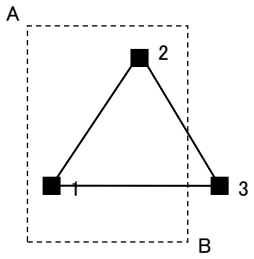
キャンバス上のマウス操作による方法
部材を構成する二つの節点間でマウスをドラッグ＆ドロップします。すなわち、片方の節点でマウスボタンを押し、そのままの状態でマウスを移動し、もう一方の節点上でマウスボタンを離してください。この時、どちら側の節点からドラッグを開始しても結果は同じです。
ここで作成される部材には「部材データの初期値」で指定された属性（メニューバーの［部材]-[部材データの初期値］を参照）が自動的にセットされます。特に初期値が定義されていない場合は何の属性もセットされませんので、後から個々に指定することになります。
ただし、何らかの「断面の識別名」が定義されている場合は、ツールウィンドウの「新規作成部材の断面」のコンボボックスにリストアップされていますので、部材を作成する前にあらかじめここで指定しておくことができます。なお、「断面の識別名」とは部材断面の識別に使用されるユーザー指定の文字列（多くの場合は断面寸法をあらわす）で、部材断面の入力時に作成されます。メニューバーの［部材]-[部材データの入力］の説明を参照してください。

ツールウィンドウによる方法
ツールウィンドウの「部材の新規作成」のラベルの下に「節点 1」「節点 2」というコンボボックスがあり、ここに既存の節点番号がリストアップされています。ここで部材を構成する二つの節点を選択し、その横の**作成**をクリックしてください。直前に作成したものを取り消す場合はその下の**取消**を使ってください。
作成される部材にどのような属性が付与されるかはその下の「新規作成部材の断面」のコンボボックスによりますが、このあたりは上述の「キャンバス上のマウス操作による方法」と同じです。

(5) オブジェクトの選択

メニューボックスが「編集」ページになっている時、節点や部材に対する編集作業（入力・削除等）を行うことができます。
それには、まず対象となるものを「選択」し、その後でそれに対する「操作」を指定する、という順序をとります。これについても、キャンバス上のマウス操作で行う方法とツールウィンドウを使う方法の二つがあります。

キャンバス上のマウス操作による方法
キャンバス上の節点、あるいは部材をあらわす線上の任意の点をマウスの右ボタンでクリックすると、その節点ないし部材の表示色が変わります。これが選択状態をあらわしています。
この方法は単一のオブジェクトの選択になりますので、選択後に別のオブジェクトを右クリックした場合、直前の選択は解除されます。これを避け、複数のオブジェクトを選択したい場合には、一旦右クリックで選択した後、以降のオブジェクトの選択を【Shift】キーを押しながら右クリックすることにより行って下さい。
（なお、メニューバーの「ツール」-「環境設定」で、上記の「右ボタン」を「左ボタン」に変更することができます。）
この他、複数のオブジェクトを同時に選択するには、ドラッグ＆ドロップで矩形領域を指定する方法があります（図 4-2-4）。矩形領域内に含まれる**節点**を選択するか、あるいは**部材**を選択するかは、メニューボックスの「範囲指定時の選択対象」グループ内のボタンで設定します。
他、複数のオブジェクトを同時に選択するには、ドラッグ＆ドロップで矩形領域を指定する方法があります（図 4-2-4）。矩形領域内に含まれる**節点**を選択するか、あるいは**部材**を選択のかは、メニューボックス中の**範囲指定時の選択対象**グループ内のボタンで設定します。



A 点でマウスボタンを押し、そのまま B 点までドラッグ（その間仮の矩形が表示される）してマウスボタンを離すと、この矩形範囲内にあるオブジェクトが選択される。
選択対象が「節点」の場合は節点 1 と 2、「部材」の場合は部材 1-2 が選択される。

図 4-2-4 範囲指定による選択

このようにしてオブジェクトを選択した上で、メニューボックスの「選択した節点・部材の操作」のラベルの下にある「入力」「削除」等のボタンで操作内容を指定します。なお、単一部材のデータ入力を行うにはさらに簡便な方法があるのですが、これについては次項で述べます。

ツールウィンドウによる方法

ウィンドウの下部の「既存の節点・部材の選択」のラベルの下の**節点**あるいは**部材**をクリックしてください。別のダイアログがあらわれ、節点の場合は既存の節点番号、部材の場合は既存の部材が「始端の節点番号-終端の節点番号」という形式でリストアップされます。ここでいずれかをクリックして選択するとキャンバス上でその表示色が変わって選択状態になります。複数のオブジェクトを選択する場合は、二番目以降の項目を【Ctrl】キーを押しながらクリックしてください。
その上で、その横にある「入力」「削除」等のボタンで操作内容を指定することになります。

(6) 単一オブジェクトのデータ入力

前項で述べたように、キャンバス上のマウス操作の場合は、右クリックでオブジェクトを選択した上でメニューボックスから操作内容を指定するのですが、単一のオブジェクトのデータ入力を行う場合は、その節点あるいは部材を左ボタンでクリックしても構いません。ただちに入力用のウィンドウが開きます（ただし、メニューバーの「ツール」-「環境設定」で「節点・部材の選択に左ボタンを使用する」としている場合はこの操作は行えません）。
なお、この操作のみは、メニューボックスで「確認」あるいは「計算結果」ページが選ばれている時も行うことができます。

(7) 表示の制御

メニューボックスの**座標値**が有効な場合は、節点の横に座標値（X 座標，Y 座標，Z 座標）を表示します。
部材座標軸が有効な場合は、各部材の中央位置に、その部材の部材座標軸（x・y・z）の向きを表示します。
剛床グループが有効な場合は、何らかの剛床グループに属している節点に関しては、節点番号の表示に続けて、その節点が属する剛床グループ番号を＜＞で囲んで表示します。
部材の識別名あるいは**断面の識別名**が有効な場合は、ユーザーが部材ごとに割り当てたそれらの文字列を表示します。

(8) 入力値の確認

メニューボックスの「確認」ページは入力値をキャンバス上で確認するものです。「表示項目」のラベルの下のラジオボタンで表示内容を切り替えることができます。
ここにある「節点荷重」以下の項目は荷重条件ごとに指定されていますので、「荷重条件」のコンボボックスでその状態を選択してください。

(9) 計算結果の表示

メニューボックスの「計算結果」ページは応力計算の結果をキャンバス上で確認するものです。「表示項目」のラベルの下のラジオボタンで表示内容を切り替えることができます。
この時、表示内容に応じて、以下のようなオプションが設定出来ます。

荷重条件

計算結果を表示する荷重条件（または荷重条件セット）を切り替えます。

節点・部材をクリックした時

この指定が「データの入力」となっている時は、節点または部材を左クリックした時に入力ダイアログを表示します。「変位・応力の表示」となっている時は、節点がクリックされた場合には変位量、部材がクリックされた場合には応力値の一覧をメッセージウィンドウに表示します。

変形曲線を表示

節点変位の表示時のオプションで、これが有効になっている場合は、変位量の値とともに変形曲線がグラフィック表示されます。この変形曲線の表示倍率の変更はメニューバーの［ツール]-[環境設定］にて行います。

曲げ応力線を表示

部材の曲げモーメントの表示時のオプションで、これが有効になっている場合は、曲げ応力の値とともに曲げ応力の分布曲線がグラフィック表示されます。この曲げ応力線の表示倍率の変更はメニューバーの［ツール]-[環境設定］にて行います。

最大値のみ表示

節点変位・部材応力の出力時に、生じている最大値は赤い文字で表示されます。ただし、部材数が多く表示が見にくい場合は、このチェックボックスを有効にすると、最大値が生じている節点または部材の値のみを表示します。

応力値を色分け表示

部材応力（曲げ・せん断・軸力）の出力時に、応力の大小に応じて数値の表示色を変えて表示します。応力値と表示色の関係は別ウィンドウ内にしめされます。

この時、「曲げモーメント」「せん断力」についてはその絶対値を、「軸力」については正負を含めた値で評価します。デフォルトでは、その最小値と最大値の間を 10 分割して表示しますが、この分割数は変更することができます。

最大値を出力する

変位と応力の最大値をメッセージウィンドウに出力します。

(10) 部分拡大

メニューボックスの「範囲指定による選択」グループに**部分拡大**というボタンがあります。これが押された状態の時、マウスのドラッグ＆ドロップによって矩形範囲を指定すると、その範囲内にある部材だけが拡大されて表示されます。

この時、画面上部に「部分拡大による表示」という文字列があらわれますが、その横にある**通常の表示に戻る**をクリックすれば元の状態に復帰します。

なお、上記のボタンの状態によらず、計算結果を表示する画面ではつねにこの状態になっており、マウスをドラッグ＆ドロップすると部分拡大モードに入ります。

(11) 断面計算

本プログラムには鉄骨および木造部材の断面計算を行うプログラムが標準されています。

詳細についてはメニューバーの［部材]-[鉄骨の断面計算] [木造の断面計算］を参照してください。

4-3 リファレンス

4-3-1 メニューバー

(1) ファイル

[ファイル]-[新規作成]

現在のデータをクリアーし、新規のデータを入力する初期状態になります。この状態では、原点位置に1個の節点が設けられます。

[ファイル]-[開く]

ディスクに保存されているデータを読み出します。

[ファイル]-[上書き保存]

現在作業中のデータの内容を更新して保存します。

[ファイル]-[名前を付けて保存]

現在作業中のデータに適切なファイル名を付けて(または名前を変更して)ディスクに保存します。デフォルトでは、データファイルの拡張子は「fs3」になります。

[ファイル]-[旧版のデータとして保存]

このプログラムで作成し、保存したデータを旧版のプログラム（ Ver.3, 4, 5 ）で読み込むことは出来ませんが、ここで保存したデータであれば読み込むことが可能になります。

[ファイル]-[印刷書式と項目の設定]

● **印刷項目**

項目の末尾に(図)とあるものはグラフィック形式の出力、(表)とあるものは一覧表形式のテクスト出力になります。
荷重条件別のデータを出力する場合は、**荷重条件ごとの出力**グループ内の項目を選択し、さらに**出力する荷重条件**グループ内で個々の荷重条件(または荷重条件セット)を指定してください。その荷重条件の出力項目に関して、該当する入力データがない場合には、その項目の出力そのものが省略されます。例えば、節点荷重の出力を荷重条件 1 と荷重条件 2 について指定しているが、実際には荷重条件 1 については節点荷重の入力が一つもない、というケースでは、荷重条件 1 の節点荷重の出力指定そのものを無視します。

● **視点位置**

骨組を図形式で出力する場合の表示形式を指定します。これが**標準設定の視点位置の透視図**の場合は、プログラム内で自動的に設定される視点位置で透視図を描きます。
表示する視点位置に関して保存されたデータ(透視図または断面図)がある場合は、**以下のユーザー指定の視点を使用**を選ぶことが出来ます。**節点番号図等に使用する視点**は、印刷項目の「一般事項」に属する項目の印刷に用いられるもので、これは一つだけ選択出来ます。**結果の出力に使用する視点**は、印刷項目の「荷重条件ごとの出力」に属する項目の印刷に用いられるもので、これについては複数の視点が選択出来ます。
一般の建築物の場合は、節点番号図を透視図のような骨組全体を見ることの出来る視点で表し、個々の部材の応力については軸組図で表すか、もしくはテクスト形式で出力する、というのが一般的です。

● **体裁**

文字 ： 書体は「MS明朝」または「MSゴシック」になります。文字のサイズはポイント単位(1 ポイントは約 0.35mm)で指定します。**通常の文字**はテクスト形式の出力時、**図中の文字**はグラフィック形式の出力中にもちいられる文字の大きさです。

余白 ： 用紙の左側と上側の余白の幅を指定します。右側と下側については 10mm 程度の余白がとられます。

行間 ： 表形式で出力する場合の行間隔を指定します。この設定が**標準**の場合は文字の高さの 1.5 倍、**狭く**とした場合には 1.25 倍、**広く**とした場合には 2 倍の値がとられます。

ページ番号 ： ページ番号の初期値と印字位置を指定します。

線の太さ ： 部材を表す線の太さをポイント単位で指定します。

● **出力スケール・表題・その他**

図の出力スケール ： 図を出力する場合のスケーリングに関する指定で、実長 1 メートルを紙面上で何ミリメートルで表わすか、を指定します。

表題 ： プリンタ出力に何らかのタイトルやコメントを印字したい場合に入力します。**先頭頁の冒頭に出力**と指定した

場合には最初の頁に一回だけ印字されます。印字位置として**ヘッダー**または**フッター**を指定した場合には各頁に印字されます。

曲げ応力線・変形曲線を表示する ： これらを指定した場合、その表示スケールについては画面表示の設定値（メニューバー[ツール]-[環境設定]）がとられます。

曲げ・変位の数値を出力しない：曲げ応力線や変形曲線のみを出力したい場合にはこれを有効にして下さい。

1 項目を印刷毎に改ページする ： 前項で設定した印刷項目の各々を出力する毎に改ページを行います。これが無効になっている場合は、ページ余白を勘案しながらプログラムが自動的に改ページを制御します。

カラー印刷を行なう ： モノクロのプリンタを使用する場合には必ずこの項目をオフにして下さい。

応力値を色分けして印刷する ： 「結果の表示」画面で「応力値を色分け表示」とした場合の内容をそのまま印刷します。これを行う場合は「カラー印刷を行なう」の指定を有効にしておいてください。

[ファイル]-[印刷プレビュー]

紙面への印刷イメージを画面上で確認することが出来ます。

[ファイル]-[印刷]

プリンタへの出力を行います。

[ファイル]-[応力ファイルの作成]

応力計算の結果をテクスト形式ファイルに書き出します。これは主として、弊社の断面計算プログラム「RCチャート」「Sチャート」で応力値を読み込むことを目的としたものです。テクストファイルの書式については、上記製品のユーザーズマニュアルをご覧ください。なお、各データの 1 行目（タイトル）は「始端節点番号-終端節点番号」が出力されます。

荷重条件の指定 ： 長期及び地震時の応力を出力しますが、それぞれに該当する荷重条件を指定します。これが「指定なし」となっている場合は、該当する応力値がゼロになります。

応力ファイルの内容：このファイルを、上記製品の「梁（大梁）の設計」のデータとして使用するか、または「柱の設計」のデータとして使用するか、を指定します。

これを「梁の設計」用とした場合は、「部材軸 xz 面内の応力」を出力する（通常はこちらになります）か、あるいは「xy 面内の応力」を出力するか、を指定します。

これを「柱の設計」用とした場合は、部材軸 xy 面内の応力を「X 方向の応力」として出力する（通常はこちらになります）か、あるいは xz 面内の応力を「X 方向の応力」として出力するか、を指定します。

何らかの部材が選択状態にある場合は、**選択された部材のみを出力する**を選ぶことが出来ます。この指定がなければ全部の部材（壁要素を除く）を出力します。

応力ファイルの名前 ： **参照**をクリックし、出力するファイルの名前を指定します。

[ファイル]-[XML ファイルのインポート]

所定の書式で書かれた XML ファィルからデータを読み込みます。XML ファイルの詳細については、「8-3. XML 文書」を参照してください。

[ファイル]-[XML ファイルのエクスポート]

データと計算結果を XML ファィルに出力します。XML ファイルの詳細については、「8-3. XML 文書」を参照してください。

(2) 節点

[節点]-[節点データの入力]

選択された節点に関する入力を行います。

ダイアログの最上部に「編集対象節点数」の表示があります。これが 1 の場合はすべての入力項目が有効になりますが、2 以上の場合、すなわち複数の節点を対象にした入力を行う場合は、その下にある「支持条件」「剛床グループ」「節点荷重」「強制変位」のチェックボックスで編集項目を選んでください。ここで選択された項目だけが編集対象になり、その他の項目については既存のデータが保持されますます。

● 支持条件・剛床グループ

XYZ 軸方向、及び XYZ 軸回りの回転に関し、個々に「自由」「固定」「バネ」を選択します。また、これを「バネ」とした場合は、**バネ常数**の値を入力します。

節点が剛床グループに属している場合は**剛床グループ**のコンボボックスをドロップダウンさせ、その番号（1～50）をセットします。さらに、この節点が剛床グループの代表点である場合は、**この剛床グループの代表節点**のチェックを有効

にします。

● **節点荷重**

荷重条件の名称で節点荷重を設定する荷重条件を選びます。ここで新たな荷重条件を定義したいのであれば、**新しい荷重条件を追加する** をクリックし、新たに定義する荷重条件の名称を入力して下さい。

● **強制変位**

強制変位を指定する場合にはその成分の変位量を入力します。強制変位を指定出来るのは、ここに表示されている荷重条件だけに限られますが、これを変更する場合は**設定**を選んでください。

[節点]-[節点の移動]

選択された節点を移動します。移動量の指定方法として以下の 2 つがあります。ただし複数節点が選択されている場合は 2 の方法のみ可能です。また、断面図表示の場合は、その断面図の表示範囲でのみ移動が可能です(例えば、XY 平面を表示している場合は、X または Y の座標値のみが変更可能です)。

1. 移動後の節点の、基準軸原点からの座標値を入力する。
2. 現在の位置からの移動量を入力する(移動の正負方向は基準座標に従う)。

[節点]-[節点番号のふり直し]

以下のいずれかの方法を選択します。

手動で指定する

現在の節点番号が反転表示されますので、節点番号1を割り当てたい節点から順番にマウスで節点をクリックして下さい。順次 1,2,3...の節点番号がふられます。番号を 1 からでなく、任意の番号からふり直すには、**【Ctrl】**キーを押しながら、最初の節点をクリックして下さい。以降にクリックされた節点は、その次の番号から割り当てられます。この作業を開始すると、メニューボックスの内容が切り替わります。ここにある**完了**ボタンをクリックにより作業を終了します。**中止**をクリックすると、すべての番号が最初の状態に戻ります。

座標値の小さいものから番号をふる

X 座標値・Y 座標値または Z 座標値の最も小さいものの番号を 1 とし、以下座標値の順に番号を自動的に割り当てます。例えばこれを「X→Y→Z 座標値の順」とした場合、複数の節点の X 座標が同じ場合は Y 座標値の小さいものの方が番号が小さくなり、複数の節点の X 座標と Y 座標値が同じ場合は Z 座標値の小さいものの方が番号が小さくなります。

[節点]- [節点の選択]

[すべての節点] 存在するすべての節点を選択状態にします。断面図表示の場合は、「すべての節点」とは「断面図上に表示可能なすべての節点」を意味します。

[特定の座標値を持つ節点] X・Y または Z 座標値が指定された値になっている節点のみを選択状態にします。**選択の反転**が指定された場合は、ここで指定されたもの以外を選択対象にします。

[選択の反転] 現在選択中の節点を非選択状態、非選択状態の節点を選択状態にします。

[節点]-[選択を解除]

現在選択されているすべての節点の選択状態を解除します。**【Esc】**キーで代用出来ます。

[節点]-[節点の削除]

選択されている節点を削除します。この節点に接続する部材も自動的に削除されます。**【Delete】**キーで代用出来ます。

(3) 部材

[部材]-[部材データの初期値]

特に断面を指定せずに部材を作成した場合、ここで定義した値が部材の初期データとしてセットされます。必須データではありませんが、代表的な部材のデータをここで設定しておけば部材データの入力もれを防ぐことができます。
指定は「壁要素」と「それ以外の一般部材」について行うことができますが、この入力内容は次項の「部材データの入力」の「断面性能」ページと同じですので、そちらを参照してください。

[部材]-[部材データの入力]

選択された部材に関する以下のデータを入力します。
ダイアログの最上部に「編集対象部材数」の表示があります。これが 1 の場合はすべての入力項目が有効になりますが、2 以上の場合、すなわち複数の部材を対象にした入力を行う場合は、その下にある「始端の定義」以下のチェックボックス

で編集項目を選んでください。ここで選択された項目だけが編集対象になり、その他の項目については既存のデータが保持されますます。

● **始端・座標系・色・説明**

部材の始端・終端はプログラム内で自動的に設定されますが、ここにある**システムの自動設定を反転させる**を有効にすると、自動設定された始端・終端を逆転させます。

また、ここで**主軸の傾斜角を直接入力する**とした場合は、入力された傾斜角にもとづいて部材座標軸が設定されます。

個々の部材ごとに表示色を変更したい場合は、**表示色**として「指定色」を選び、コンボボックスから色を選択してください。

個々の部材を識別するための文字列（一般には部材符号のようなもの）を付けたい場合は、ここにそれを入力するか、もしくはすでに指定済みの文字列をコンボボックスから選択してください（最大で半角 30 文字まで入力可）。

● **接合部・剛域長**

接合状態

部材の始端・終端の接合状態を「ピン」または「回転バネ」に設定することが出来ます。「回転バネ」の場合には、必ずバネ常数の値を入力します。

「xz 平面に関する状態」は部材 y 軸回りのもの、「xy 平面に関する状態」は部材 z 軸回りのものになります。「x 軸回り」は部材のねじりに関する値になりますが、これについてはバネ（ねじりバネ）状態を指定することはできません。

剛域長

部材の始端または終端の剛域長を xz 面・xy 面の各々について入力します。

● **断面性能等**

材料定数

ヤング係数 E・ポアソン比（またはせん断弾性係数 G）を入力します。鋼材**の標準値**または**コンクリートの標準値**をクリックすると、それらの材料に関する標準値が自動的にセットされます。

木材**の標準値を**クリックすると、無等級材の樹種の一覧が表示されます。これを選択すると、日本建築学会「木質構造設計規準・同解説」にあるヤング係数がセットされます。また、ここで独自の値を最大 3 個まで登録することもできます。

断面性能

壁要素以外の部材に関し、以下の値を入力します。

材軸方向に関する断面積　A
部材y軸方向に関するせん断断面積　Asy
部材z軸方向に関するせん断断面積　Asz
材軸回りに関する断面二次モーメント　Ix
部材y軸回りに関する断面二次モーメント　Iy
部材z軸回りに関する断面二次モーメント　Iz

このうち、Asz・Iy は「xz 平面に関する値（通常は強軸方向）」、Asy・Iz は「xy 平面に関する値（通常は弱軸方向）」になります。せん断断面積 As については、せん断変形を考慮しない場合には省略可能です。これらの値は直接入力するほか、以下のリンクを使用して形状で入力することもできます。また、ユーザーがあらかじめ定義した値をここに転記することも可能です。

・ **鉄骨形状で入力**

プログラム内には、あらかじめ H 形鋼・溝形鋼（[形鋼）・C 形鋼・L 形鋼の常用する断面が登録されています。これらを使用する場合は該当する形鋼断面のラジオボタンをクリックした上で、その横にあるコンボボックスから使用するサイズを選択してください。

任意の寸法をもつ H 形鋼、及び角形鋼管・円形鋼管の場合は以下の値を個別に入力します。

H形鋼　　せい H＊ 幅 B＊ ウェブ厚 tw＊ フランジ厚 th＊ フィレットr（省略可）
角形鋼管　せい H＊ 幅 B＊ 板厚 t＊ 隅部r（省略可）
円形鋼管　直径 D＊ 板厚 t

せん断変形を考慮するが有効な場合は、H 形鋼・角形鋼管・円形鋼管に限り、せん断断面積 As を計算します。通常は部材座標軸の xz 面を強軸方向として計算しますが、**強軸方向を xz 面とする**が無効な場合は xy 面を強軸とします。

部材の捩りを考慮するが有効な場合は部材 x 軸回りの断面二次モーメントを計算します。
[／C／L 形鋼の場合はコンボボックスの横にある **x 2** を有効にすると部材の断面性能を単純に 2 倍します。
部材自重を自動計算する が有効な場合は断面積に鋼材の単位体積重量を掛けたものを自重とします。

・ **その他の形状入力**
断面形状として「長方形」または「円形」を選び、前者の場合は「幅」と「せい」、後者の場合は「直径」を入力します。
断面の識別名は、長方形断面の場合は「幅 x せい」、円形の場合は「直径 φ」となります。
「断面 2 次モーメントの増大率」は計算された断面 2 次モーメントに乗じる値です。また壁要素に限り、「せん断剛性低下率」と「曲げ剛性低下率」を指定することができます。
強軸方向を xz 面とするが有効な場合は断面 2 次モーメントの値が「幅×せい ^{3}/12」、これが無効な場合は「せい×幅 ^{3}/12」になります。
部材の捩りは考慮しないが有効な場合は部材 x 軸回りの断面 2 次モーメントを 0 にします。
RC 部材の自重を自動計算する が有効な場合は断面積に RC の単位体積重量を掛けたものを自重とします。

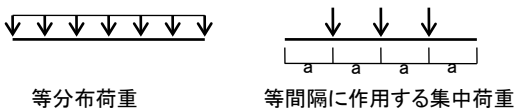
・ **ユーザー定義の断面**
ユーザーが定義した部材名称がリストアップされますので、特定の名称を選ぶと、その名称に対してあらかじめユーザーが定義した部材の断面性能がセットされます。部材断面のユーザー指定は メニューバーの［部材］-［ユーザー定義の部材リスト］ で行います。

部材自重
ここで指定した値は、特定の荷重条件((メニューバー ［荷重条件］-［部材自重の設定］ による)において部材に作用する等分布荷重として扱われます。荷重の作用方向は基準鉛直軸の負方向になります。

断面の識別名
これは必須ではありませんが、ここで入力した断面性能のデータを識別するために使用する任意の文字列です。
前記の「鉄骨形状で入力」を選んだ場合はここに鉄骨の形状寸法をあらわす文字列が、「ユーザー定義の断面」を選んだ場合は選択された断面に対してユーザーが定義した文字列が転記されます。
これはユーザーが新しい識別名を使用するたびに登録され、その名称がコンボボックスにリストアップされます。過去に使用したのと同じ断面にするのであれば、ここからその名称を選んで登録済みの断面性能を自動入力することができます。
ただし、計算時に実際に使用されるのは、あくまでもここで入力された個々の断面性能です。したがって、同じ識別名をもっているにもかかわらず使用している断面性能が異なる、というケースも実際にはありえます。そのような事態を避けるには、メニューバーの ［部材］-［断面の識別名リストの編集］ を使ってください。

● 部材荷重

荷重条件の名称
部材荷重を設定する荷重条件を選びます。ここで新たな荷重条件を定義したいのであれば、**新しい荷重条件を追加する** をクリックし、新たに定義する荷重条件の名称を入力して下さい。
荷重の作用方向
部材軸または基準軸方向に設定します。いずれの方向についても「正方向」「負方向」という区別が設けられていますが、これは指定する荷重のベクトルの向きを表しています。つまり、これを「正方向」として荷重「-P」を作用させることは、「負方向」として荷重「P」を作用させることと等価です。
等分布または集中荷重
部材に作用する中間荷重として、図 4-3-1 に示すような**等分布荷重**または**等間隔で作用する集中荷重**を指定することが出来ます。集中荷重の値は、その 1 個当たりのものを入力します。



等分布荷重　　等間隔に作用する集中荷重

図 4-3-1 等分布荷重・集中荷重

部材荷重リスト番号

定義済みの部材荷重リスト番号をこの部材に割り当てます。

部材荷重リストを作成するにはメニューバーの［部材]-[部材荷重リストの編集］を使うか、またはここにある**部材荷重リストを編集** をクリックします。具体的な編集方法については、[部材荷重リストの編集］の説明を参照して下さい。

荷重項

部材の中間荷重によって生ずる反力の値(荷重項)を直接入力します。入力項目は、両端固定時の始端と終端の反力モーメント C、単純梁とした時の中央モーメント M0、及び単純梁とした時の始端と終端の支点反力 Q0、及び軸方向の反力Nになります。この時、荷重方向は、必ず部材軸(yまたはz)方向としなければなりませんが、部材軸の正負方向に関する指定とは無関係です。

例として、部材 z 軸方向に関する荷重項で、部材y軸が紙面の裏側に向いている場合の正負符号を図 4-3-2 に示しておきます。

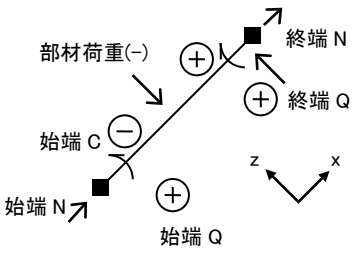


図 4-3-2 荷重項の符号

温度応力

ここで**温度応力を考慮する**とし、かつ温度応力の計算条件の入力がある(メニューバー ［荷重条件]-[温度応力の設定］ による)場合は、この部材に対して温度応力が考慮されます。

[部材]-[部材の分割]

現在選択されている部材の上に新たに節点を作成して部材を分割します。その作成方法として以下の２つがあります(図 4-3-3)。

1. 部材上に等間隔に複数の節点を作成する。
2. 部材上の任意の位置に一個の節点を作成する。

上記1の方法の場合には新設する節点の個数を、2の場合には、始端の節点から新設節点までの、材軸に沿った距離を入力します。

新設の節点によって新規に生成された部材には元の部材の属性(断面性能等)がコピーされますが、部材荷重の取り扱いは以下によります。

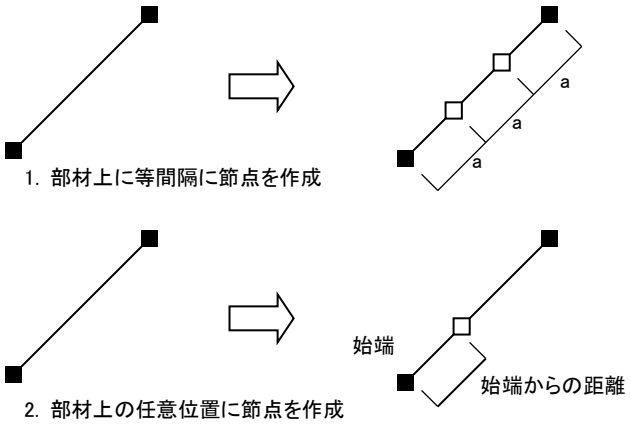


図 4-3-3 部材の分割

元の部材の部材荷重を各部材の荷重項に変換する

元の部材に何らかの部材荷重(等分布荷重・等間隔の集中荷重・荷重形の指定)があり、かつ荷重項の直接指定がない場合、この項目を有効にすると、その荷重を分割後の各部材の荷重項に自動的に変換します。詳細は「平面骨組の P.17

を参照してください。
ただし、この指定が有効なのは、元の部材の荷重が「部材軸方向」になっている場合だけです。また、分割によって新設された節点位置に直接作用する集中荷重は変換されませんので、節点荷重として別途入力してください。

[部材]-[部材の削除]

選択されている部材を削除します。【Delete】キーで代用出来ます。

[部材]-[鉄骨の断面計算]

本プログラムには鉄骨の断面計算を行う「小梁の設計」「間柱の設計」「大梁の設計」「柱の設計」の 4 つのプログラムが標準添付されています。
これは小社で販売している鉄骨部材の断面計算プログラム集「S チャート 8」に含まれるものとほぼ同等のものですが、ただし単独で起動することはできず、このダイアログから既存のデータを読み出すか、または本プログラムの部材データを転送して読み出すことになります。

既存のデータを読み込む

この場合は FreeStructure7.1 のデータとは関わりなく使用することができます。
ファイルを開く をクリックすると、「使用するプログラム」で選択されたデータがブラウズされますので、所定のファイルを選ぶとプログラムが起動します。また、「最近使った**ファイル」を開く** をクリックすると、最近使用したデータファイルの一覧から所定のものを選んでプログラムを起動することができます。

データを転送して断面計算を行う

この場合は対象となる部材をあらかじめ選択しておく必要があります。
この時に転送されるデータは部材の応力と断面形状ですが、断面形状は各部材に指定された「断面の識別名」の文字列から読み込まれますので、この文字列が断面計算プログラムの側で使用可能な断面形状と一致している必要があります（部材データの入力ダイアログの「断面性能」ページの「鉄骨形状で入力」画面でリストアップされる形鋼断面はすべて使用可能です）。
まず、使用するプログラムを「小梁の設計」「間柱の設計」「大梁の設計」「柱の設計」の中から選択してください。
「小梁」「間柱」については扱える荷重条件が一つしかありませんので、いずれかの荷重条件を指定します。また、この荷重は何も指定がなければ「長期荷重」として扱われますが、短期にしたい場合は**短期荷重として扱う** をチェックします。さらに、採用する応力を「xz 面内」「xy 面内」のいずれかに指定します。
「大梁」「柱」については「長期荷重」「地震時荷重」というふうに入力項目が分かれていますので、それぞれについて該当する荷重条件を指定します。梁の場合は xz 面内の応力が転送されます。柱の場合は xy 面内の応力が「X 方向」、xz 面内の応力が「Y 方向」として扱われます。
以上の設定をした上で、**上の条件で新規にデータを作成する** をクリックすると、転送されたデータが読み込まれた状態でプログラムが起動します。

[部材]-[木造の断面計算]

本プログラムには木造部材の断面計算を行うプログラムが標準添付されています。ただしこれを単独で起動することはできず、このダイアログから既存のデータを読み出すか、本プログラムの部材データを転送して読み出すことになります。

既存のデータを読み込む

この場合は FreeStructure7.1 のデータとは関わりなく使用することができます。
ここにある**ファイルを開く** をクリックすると、「使用するプログラム」で選択されたデータがブラウズされますので、所定のファイルを選ぶとプログラムが起動します。

データを転送して断面計算を行う

この場合は対象となる部材をあらかじめ選択しておく必要があります。
この時に転送されるデータは部材の応力と断面形状ですが、断面形状は各部材に指定された「断面の識別名」の文字列から読み込まれますが、ここで有効なのは、長方形断面を表わす「幅 x せい」、および円形断面を表わす「直径 φ」です。
使用材料の基準強度は断面計算プログラムの側で設定できますが、ここであらかじめその値を入力することもできます。
Fc は圧縮強度、Ft は引張強度、Fb は曲げ強度、Fs はせん断強度です。
さらに、応力を採用する荷重条件を選び、その「長期・短期」の別と「積雪時」の有無を指定してください。採用する応力を「xz 面内」「xy 面内」のいずれかに指定します。
また、
以上の設定をした上で、**上の条件で新規にデータを作成する** をクリックすると、転送されたデータが読み込まれた状態でプログラムが起動します。

[部材]-[部材の選択]

［すべての部材］ 壁要素以外のすべての部材を選択状態にします。断面図表示の場合、「すべての部材」とは「断面図上に表示可能なすべての部材」を意味します。

［すべての壁要素］ すべての壁要素を選択状態にします。

［すべての水平部材］ 部材のうち、その両端の Z 座標が同じものを選択状態にします。

［すべての鉛直部材］ 部材のうち、その両端の X･Y 座標が同じものを選択状態にします。

［特定の表示色･コメント］ 部材のうち、指定した特定の表示色で描画されているもの、あるいは同じコメントが指定されているものを選択状態にします。

［選択の反転］ 現在選択中の部材を非選択状態、非選択状態の部材を選択状態にします。

[部材]-[選択を解除]

現在選択されているすべての部材の選択状態を解除します。【Esc】キーで代用出来ます。

[部材]-[壁要素の作成]

壁要素の左下･右下･左上･右上の節点番号を指定して**作成**を押すことにより、1個の壁要素が作成されます。

[部材]-[部材データの一括入力]

部材の断面性能･剛域長･回転バネに関する値をスプレッドシート上で一括入力します。

[部材]-[断面の識別名リストの編集]

定義済みの「断面の識別名」とその内容がスプレッドシート上に表示されますので、その値を適宜変更できます。

ただし、ここで変更した内容を実際の部材データに反映させるには**完了時に全部材の入力値を更新する** をチェックしておいてください。前述の通り、識別名と個々の部材の入力値は必ずしも一致していないケースがありますので、このダイアログ上で何の変更も行わない場合でもこの指定は有効です。

操作の過程で未使用の識別名ができてしまった場合は、**完了時に未使用の識別名を削除する**をチェックしておけば、未使用の識別名を検索して自動的に削除します。

[部材]-[部材荷重リスト]

部材荷重を「荷重形」で定義し、登録します。ここで登録した「部材荷重リスト番号」を、先に述べた部材の入力ダイアログ上で、特定の部材と関連づけます。

データの新規入力

ダイアログ左上にあるコンボボックスの表示が「新規入力」の時、新たなデータを入力することが出来ます。

荷重形番号として表示されているのは、これから登録しようとするデータのリスト番号で、これは登録順にシステム内で 1 からの通し番号が振られます（ユーザーがこの番号を変更することは出来ません）。

荷重形の種類は、図 4-3-4 に示す 6 種類で、一つのデータに最大 5 個の荷重形が指定できます。同一種類の荷重形を複数指定することも可能です。

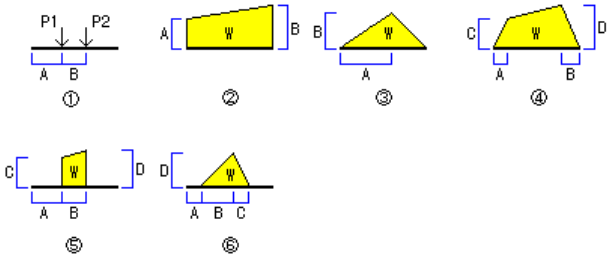


図 4-3-4　荷重形一覧

荷重形を選択するには、まずコンボボックスから**荷重番号**を選んでください。その荷重形の入力凡例図と入力パラメータの名称が表示されますので、必要なデータを入力します。**両側**と表記されたチェックボックスを有効にすると、この荷重形が部材の両側に在るものとし、荷重の値を自動的に 2 倍にします。

説明はこのデータに関する注釈で、必要に応じ、20 字以内の任意の文字列を指定出来ます。

所定のデータを入力し終えた後**登録**をクリックすると、現在のデータが登録され、次のデータの入力に移ります。登録出来る最大のデータ数は 100 個です。

データの更新

ダイアログ左上にあるコンボボックスの表示が「データ更新」の時、すでに入力済みのデータ内容を変更出来ます。ダイアログ上部のコンボボックス内に表示されているのが、現在表示しているデータのリスト番号になりますので、修正したいデータの番号を選んで下さい。

削除ボタンにより、現在表示しているデータを削除します。削除されたデータのリスト番号は欠番になりますので、そのデータ以降のリスト番号が変更されることはありません。また、削除されたリスト番号を配置していた部材の荷重指定は自動的に削除されます。

[部材]-[ユーザー定義の断面リスト]

部材断面の初期値入力、あるいは部材の断面性能の入力ダイアログで「ユーザー定義の断面」を選ぶことによりユーザー定義の部材断面を使用することが出来ますが、その具体的な内容をここで定義します。

この内容は、初期設定では「ログインユーザー名¥ドキュメント」）の下にある FreeStructure7 フォルダ内に「Shape.Usr」という名前で保存されます。

新規作成

新しい断面リストを追加します。新しい断面の名称と、その断面性能を入力してください。なお、このダイアログ中にある「材軸回りの断面 2 次モーメント」「弱軸回りの断面 2 次モーメント」「弱軸方向のせん断断面積」の値は、平面骨組では参照されません。

更新

「断面リスト一覧」で選択されている断面の名称・断面性能を変更します。

削除

「断面リスト一覧」で選択されている断面を削除します。

(4) 荷重条件

[荷重条件]-[荷重条件の編集]

新規作成

新しい荷重条件を追加します。新しい荷重条件の名前を指定してください。最大 255 個の荷重条件が指定できます。

更新

「荷重条件一覧」で選択されている荷重条件の名称を変更します。

削除

「荷重条件一覧」で選択されている荷重条件を削除します。削除される荷重条件に設定されていた荷重もすべて削除されます。

[荷重条件]-[荷重条件セット]

新規作成

新しい荷重条件セットを追加します。新しい荷重条件セットの名前と内容を指定してください。最大 30 個の荷重条件が指定できます。

荷重条件セットでは、最大 8 個の荷重条件の組合わせを定義することができます。また、各々の荷重条件に乗ずる倍率を指定することができます。

更新

「荷重条件セット一覧」で選択されている荷重条件セットの名称を変更します。

削除

「荷重条件セット一覧」で選択されている荷重条件を削除します。

[荷重条件]-[温度応力の設定]

温度応力を考慮する場合には、**各部材に指定があった場合は考慮する**を選択し、**温度応力を指定する荷重条件**を指定した上で、**熱膨張係数**($x10^{-5}$/°C)と**温度差**(°C)を入力します。熱膨張係数のデフォルト値として、あらかじめ鉄鋼材の値($1.2\ x10^{-5}$)が設定されています。

部材に対する温度応力の考慮の有無については部材の入力ダイアログの「部材荷重」ページで指定します。

温度差によって、各部材に、次式により計算される軸力Nが生ずるものとして応力計算を行います。

$$N = \alpha \cdot \Delta t \cdot A \cdot E$$

α : 熱膨張係数

Δt : 温度差

A　：断面積
E　：ヤング係数

[荷重条件]-[強制変位の設定]
強制変位を考慮する場合は「以下の荷重条件で強制変位を考慮する」をチェックした上で選択します。なお、この荷重条件で指定されたその他の荷重はすべて無視されます。

[荷重条件]-[部材自重の設定]
部材自重を考慮する荷重条件を選択します。初期設定では最初の荷重条件になっています。

[荷重条件]-[すべての荷重をクリアー]
現在設定されている全部の荷重条件に関し、入力されたすべての節点荷重と部材荷重をゼロクリアーします。

(5) 応力計算

[応力計算]-[実行]
計算を実行します。

[応力計算]-[計算条件の設定]
剛床グループの指定を無視するが有効な場合、計算実行時に剛床に関する指定をすべて無視します。

(6) 表示

[表示]-[拡大表示][縮小表示]
画面表示の倍率を変更します。それぞれ【PageUp】【PageDown】キーで代用出来ます。

[表示]-[メニューボックス]
メニューボックスの表示と非表示を切り替えます。

[表示]-[メッセージウィンドウ]
メッセージウィンドウの表示と非表示を切り替えます。

[表示]-[ツールウィンドウ]
ツールウィンドウの表示と非表示を切り替えます。

(7) ツール

[ツール]-[環境設定]

● 使用単位

長さの単位 ： ステータスバーに表示される座標値や、各種のダイアログで入力する節点座標の単位を「cm」または「mm」に設定します。現在使用されている単位はステータスバーに表示されます。

荷重の単位 ： 荷重を入力する際、その単位を「kN」とする(kN,kN・m,kN/m)か、「N」とする(N,N・m,N/m)かを選択します。画面またはプリンタへの出力単位もこれに従います。現在使用されている単位はステータスバーに表示されます。

断面 2 次モーメントの入力単位 ： 部材の断面二次モーメントを入力する際、入力値を実際の値の「1/10000」とするか「1/100」とするか、もしくは「1/1(そのままの値)」とするかを選択します。ただし、壁要素の断面二次モーメントについては、ここの指定にかかわらず「1/10000」になります。

バネの入力単位 ： 支点バネや材端バネの値の入力単位を指定します。

せん断剛性の入力 ： せん断に関する剛性の入力を「せん断弾性係数」で行うか、「ポアソン比」で行うかを選択します。初期値は「ポアソン比」になっています。

重力単位を使用するが有効になっている場合は、荷重の単位は「t」または「kg」になります。上記の「kN」は「t」、「N」は「kg」と読み替えることになります。なお、このプログラムの起動時の使用単位系は必ずSI単位になります。

● マウス操作

節点・部材の選択にマウスの左ボタンを使用する ： これが有効な場合、左ボタンによるクリックはつねに「選択」の操作になります。

部材をクリックした時のマウス座標 ： これを「厳密」とすると、その部材上で正確にクリックしないと部材の選択が出来なくなります。部材数が多く表示が重なり合うような場合に使用します。

● **数値・応力線**

文字の大きさ ： 小・標準・大はそれぞれ、8・9・10 ポイントの大きさになります。

曲げ応力線と変位曲線のスケール ： それぞれの描画時のデフォルメの度合いを相対的に表しています。曲げ応力線についてはここで「直接指定」を選び、「曲げの最大値を表わす長さ」をピクセル単位で指定できます。

中央モーメントの出力 ： 部材どうしの出力位置が重なって見にくくなるような場合には、これを無効にして下さい。

軸力の値を始端・終端ごとに出力する ： 軸力に関する部材荷重が存在し、部材の始端・終端の軸力が異なるような場合にはこれを有効にして下さい。

なお、ここにある「文字の大きさ」以外の設定は印刷時にも適用されます。

● **表示色**

画面の表示色を各種別ごとに変更できます。**標準の設定に戻す**でプログラムの初期設定値に戻ります。

[ツール]-[変形]-[平行移動]

骨組を水平または鉛直方向に移動します。**骨組の複写**が有効な場合は、元の骨組を現在位置に残したまま、そのコピーを指定位置に作ります。

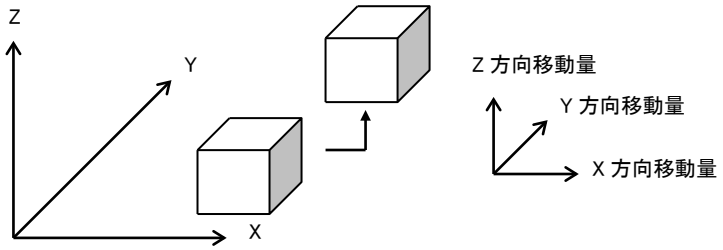


図 4-3-5 平行移動

[ツール]-[変形]-[回転]

骨組を、指定された直線の回りに指定の角度だけ回転させます。**回転の中心**は、基準 XYZ 軸に平行な直線とし、その座標値を入力します。**骨組の複写**が有効な場合は、元の骨組を現在位置に残したまま、そのコピーを指定位置に作ります

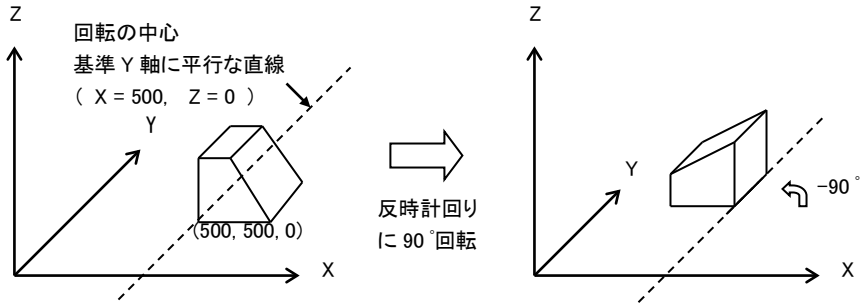


図 4-3-6 回転

[ツール]-[変形]-[反転]

骨組を指定された平面に関して反転させます。**対称軸とする平面**は、基準XY 平面（基準X 軸とY 軸で形成される平面）・基準 XZ 平面・基準 YZ 平面に平行な平面とし、その位置を基準軸原点からの距離で表します。**骨組の複写**が有効になっている場合は、元の骨組を現在位置に残したまま、そのコピーを指定位置に作りますが、この時、対称軸とする平面上にある節点とそれらの節点を結ぶ部材については複写されません。

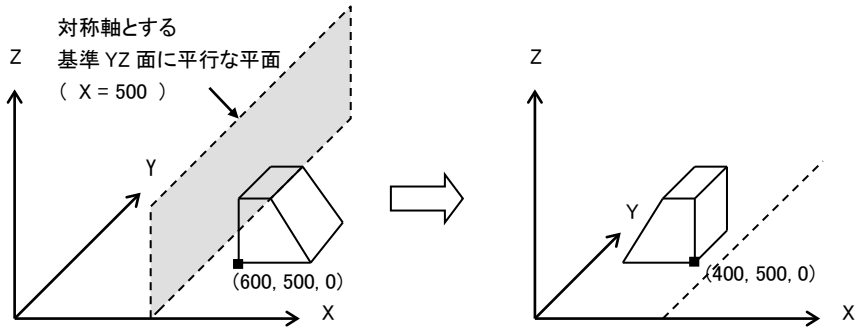


図 4-3-7 反転

[ツール]-[作成]-[グリッド]

水平及び垂直部材により構成された格子状の骨組を自動的に作成します。この時、**最下層左下の節点**を基点としますが、これは XYZ の座標値が最も小さい節点位置を指します。

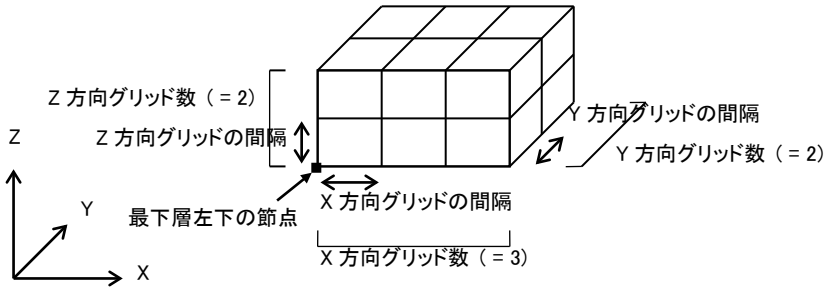


図 4-3-8 グリッド骨組の作成

[ツール]-[作成]-[正多角形]

指定された平面上に正多角形の骨組を自動作成します。**作成する平面**は、基準 XY 平面(基準 X 軸と Y 軸で形成される平面)・基準 XZ 平面・基準 YZ 平面に平行な平面とし、その位置を基準軸原点からの距離で表します。
作成されるのは、**中心の座標**を中心として**最初の節点**の座標を通る円を描き、その円に内接する正多角形です。多角形の辺の数は**頂点の数**に等しくなります(図 4-3-9)。

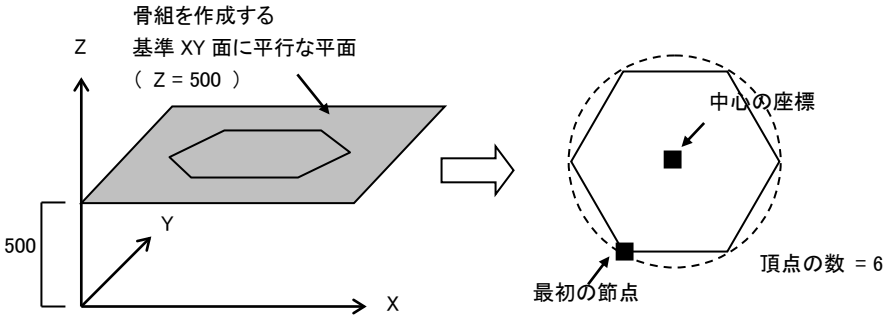


図 4-3-9 正多角形の作成

4-3-2 ツールバー

ツールバー内の各アイコンボタンと、そのボタンの機能に対応するメニューバーの項目は以下の通りです。

① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩

① [ファイル]-[新規作成]
② [ファイル]-[開く]
③ [ファイル]-[上書き保存]
④ [ファイル]-[印刷]
⑤ [ファイル]-[印刷プレビュー]
⑥ [ファイル]-[印刷書式の設定]
⑦ [応力計算]-[実行]
⑧ [表示]-[拡大表示]
⑨ [表示]-[縮小表示]
⑩ 表示倍率を任意に指定

4-3-3 メニューボックス

メニューボックス内の各コントロールの機能は以下のとおりです。

① 選択された節点または部材のデータを入力します。
② 選択された節点または部材を削除します。
③ 選択された節点を移動します。
④ 選択された部材上に節点を設けて分割します。
⑤ 選択された部材の断面計算を行います。
⑥ ドラッグ＆ドロップによる矩形範囲の指定による選択対象を節点または部材にします。
⑦ ドラッグ＆ドロップによる矩形範囲の指定時に部分拡大モードに移行します。
⑧ キャンバス上の表示項目の表示・非表示を切り替えます。
⑨ 入力値を表示する荷重条件を指定します。
⑩ 入力値の表示内容を選択します。
⑪ 計算結果を表示する荷重条件または荷重条件セットを指定します。
⑫ 計算結果の表示内容を選択します。
⑬ 節点または部材をクリックした時の動作を指定します。
⑭ 出力内容が「節点変位」の時、変形曲線を表示します。
⑮ 出力内容が「曲げモーメント」の時、曲げ応力線を表示します。
⑯ 出力内容が「節点変位」「曲げモーメント」の時、最大値のみを表示します。
⑰ 応力の表示時に、その値に応じて表示色を変更します。
⑱ 節点変位・部材応力の最大値をメッセージウィンドウに出力します。

4-3-4 ツールウィンドウ

ツールウィンドウ内の各種コントロールの機能は以下のとおりです。ただし、ウィンドウ上部の視点の制御関係については「4-2 (2)視点の制御」で説明していますので、ここではそれ以外のものについて説明しています。

① 指定された座標値の節点を作成します。
② 直前に作成された節点を削除します。
③ 節点 1 と節点 2 を結ぶ部材を作成します。
④ 直前に作成された部材を削除します。
⑤ これから作成する部材の断面の識別名を指定します。
⑥ 既存の節点あるいは部材を選択するためのダイアログを開きます。

4-3-5 表示の見方

画面または印刷時における入力データや計算結果の表示形式について以下に説明します。

● **剛床グループ**

節点が何らかの剛床グループに属している場合は、節点番号の表示に続き、**＜剛床グループ番号＞**の形式でそれを表示します。

● **支点の拘束状態**

拘束条件を以下の書式で表現します。

1 行目　X－Y－Z

2 行目　θX－ θY－ θZ

X･Y･Z はそれぞれの基準軸方向、θX ・θY ・θZ はそれぞれの基準軸回りの拘束条件を示し、いずれも、0 が自由･1 が固定･2 がバネを表します。

また、以下の特定の拘束条件については、プログラム内であらかじめ定められた記号を用います。

XYZ 方向が固定･その他は自由（1-1-1, 0-0-0）

Z 方向のみ固定（0-0-1, 0-0-0）

すべての方向に関して固定（1-1-1, 1-1-1）

XY 方向が固定･Z 方向がバネ･その他は自由（1-1-2, 0-0-0）

● **部材の接合部**

部材端の接合状態を書式で表現します。それぞれの値は、0 が剛接合･1 がピン接合･2 が回転バネを表します。

xz 面内の接合状態 － xy 面内の接合状態 － x 軸回りの接合状態

部材端に関し、上記のすべての方向がピンまたはバネ接合の場合は、それぞれ部材端に以下の記号を表示します。

● **節点座標**

すべての方向についてピン接合

すべての方向についてバネ接合

各節点の基準軸原点からの座標値を(X 座標, Y 座標, Z 座標)の形式で表示します。

● **節点荷重**

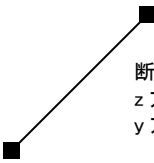
節点に作用する基準 XYZ 軸方向の外力･及び基準 XYZ 軸回りの外力を表示します。作用方向は、矢印及び( )内の表記により示します。

● **強制変位**

節点に対して指定された基準 XYZ 軸方向の強制変位量･及び基準 XYZ 軸回りの強制変位量(rad)を表示します。作用方向は、矢印及び( )内の表記により示します。

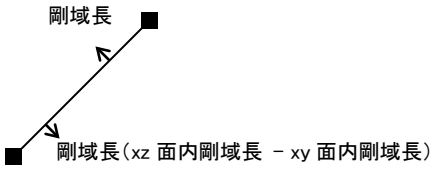
● **部材の断面性能**

部材の中央位置に、下図の形式で、部材の断面積･断面二次モーメント･せん断断面積を表示します。


断面積, 部材軸回りの断面二次モーメント
z 方向のせん断断面積, y 軸回りの断面二次モーメント
y 方向のせん断断面積, z 軸回りの断面二次モーメント

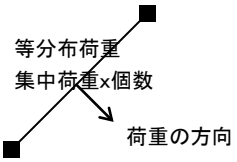
● **部材の剛域長**

部材の各端部の剛域長を、下図の位置に「xz 面内剛域長 － xy 面内剛域長」の形式で表示します。同図にある通り、それぞれの端部に発生する応力は、その端部に対して時計回りの方向に表示されます。



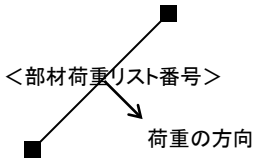
● 部材荷重

部材の中央位置に、下図の形式で、部材に作用する等分布荷重・集中荷重とその個数を表示します。また、荷重の方向が矢印で指示されます。



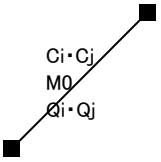
● 部材荷重リスト番号

部材の中央位置に、下図の形式で、部材荷重リスト番号を表示します。また、荷重の方向が矢印で指示されます。



● 部材の荷重項

部材の中央位置に、下図の形式で、部材に指定された荷重項の値、始端の固定端モーメント Ci・終端の固定端モーメント Cj・単純梁の中央モーメント M0・始端のせん断力 Qi・終端のせん断力 Qj を表示します。

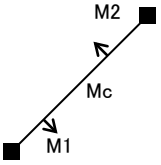


● 節点変位

上段が X 方向・中段が Y 方向・下段が Z 方向変位になります。テクスト形式の印刷の場合は、回転変位量(rad)をあわせて出力します。

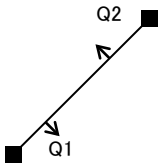
● 部材の曲げモーメント

各部材に発生する、始端の曲げモーメント M1・終端の曲げモーメント M2・中央部の曲げモーメント Mc を、下図の形式で表示します。ただし、部材x軸回りの曲げモーメントの場合は、中央部の曲げモーメントは表示しません。同図にある通り、それぞれの端部に発生する応力は、その端部に対して時計回りの方向に表示されます。中央モーメントの出力の有無はユーザーの指定によります。



● 部材のせん断力

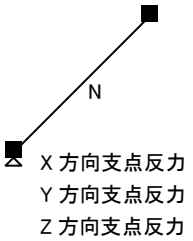
各部材に発生する始端のせん断力 Q1 と終端のせん断力 Q2 を、下図の形式で表示します。



● 部材の軸力・支点反力

各部材に発生する軸力 N を下図の形式で表示します。軸力が圧縮の場合には、軸力の数値表示の後にC、引張りの場合にはTが付されます。なお、「軸力の値を始端・終端ごとに出力する」と指定されている場合は、上述のせん断力と同じ形式で表示されます。

また支点がある場合には、XYZ 方向の支点反力を下図の形式であらわします。



4-3-6 エラーメッセージ

計算実行時に出力されるエラーメッセージまたは警告メッセージのうち、特に説明をようすると思われるものについて以下に記します。

X(または Y・Z)方向に関して支点の拘束がありません(エラー)

骨組には、水平及び鉛直方向に関して最低一つの固定点がなければなりません。支点が一つもない場合や、あるいは、すべての支点がローラー支点になっていて水平方向の固定点がない場合などがこれに相当します。

部材の可とう長がゼロになります(エラー)

部材の両端の剛域の長さの合計値が部材の長さを超えています。

自由度のない方向に関して節点荷重が指定されているので指定を無視しました(警告)

例えばピン支点に横力を作用させた場合、あるいは固定支点に曲げモーメントを作用させた場合など、固定点に対して作用させた荷重は応力計算上意味を持ちませんので、無視されます。

剛床グループの非代表点に指定された水平荷重を代表点に関する荷重に変換しました(警告)

「4-1 基本的な考え方 (3)剛床仮定」の説明を参照して下さい。

剛床グループの非代表点に強制変位が指定されています(エラー)

剛床グループに属している節点で、かつその代表点でないものについては強制変位を指定することは出来ません。剛床に強制変位を与える場合は、その代表点に対して指定して下さい。

剛床グループの代表点に部材が取付いています(エラー)

剛床グループの代表点を部材の端部にすることはできません。代表点の節点に限り、部材に関連づけられない「宙に浮いた」状態にしてください。

荷重項が指定されていますが、荷重の方向が部材軸になっていないので指定を無視しました(警告)

荷重項の値は、つねに部材座標軸に関するものになりますので、荷重項を直接入力する場合は、つねに荷重の方向を「部材軸方向」として下さい。

構造体が不安定です(エラー)

骨組の構造上の問題により、特定の節点の変位量を定めることができず、計算が続行できない状態になっています。部材の取り付きや、宙に浮いている節点の存在等をチェックして下さい。

5. 建築骨組

5-1 基本的な考え方

(1) 建築骨組の概要

ここで「建築骨組」と呼んでいるのは、下図に示すような、「<軸>と<階>で構成されるグリッド上に形成される平面骨組」のことです。

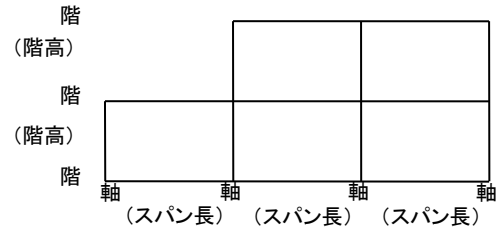


図 5-1-1 <軸>と<階>

この骨組は、建物の三次元的なイメージをもとに作成されます。
下図にあるように、三次元イメージの建物を「X 方向フレーム」と「Y 方向フレーム」という二つのグループに分類し、それぞれのグループに属するフレームは「剛床仮定」により連結されます（ただし、ユーザー指定により部分的に剛床仮定から外すことも可能）。

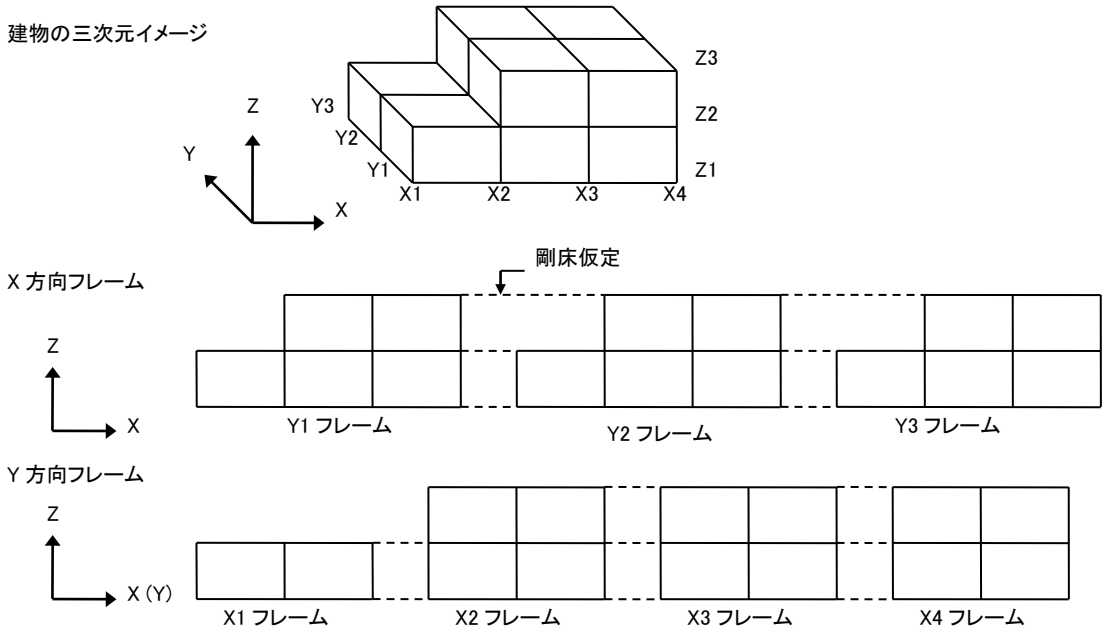


図 5-1-2 建築骨組の基本

なお、建物の三次元イメージ上では、Y 方向フレームの水平方向座標は「Y」になりますが、プログラム上ではこれを「X」とあらわして統一しています。つまり、建築骨組とは、建物を構成する各フレームを XZ 平面上に敷き並べたものです。
その結果として、図 5-1-3 にあるように、三次元の建物イメージ上では矛盾するが、個々の平面骨組としては成立しているようなデータが作成される場合がありますが、このプログラム内では、このようなデータを許容しています。ただし、建築骨組を立体骨組のデータに変換する場合は、このようなデータは許容されませんので注意してください。

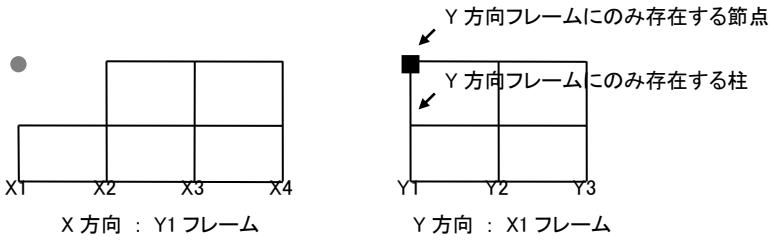


図 5-1-3 三次元の建物イメージ上では矛盾する骨組

これは、解析上は完全な「平面骨組」ですので、基本的な考え方は「2. 平面骨組」の内容と同じです。
以下、建築骨組で独特に使用する概念についてのみ説明します。

(2) 部材の種別

建築骨組で使用される部材には以下の 4 つの種別があり、それぞれに取り扱いが異なります。

- 柱（同一軸上にある二つの節点から構成されるもの）
- 梁（同一階上にある二つの節点から構成されるもの）
- 壁要素（「平面骨組」参照）
- ブレース（上記以外のものの総称で、主として、文字通りの「ブレース材」のようなものを指す）

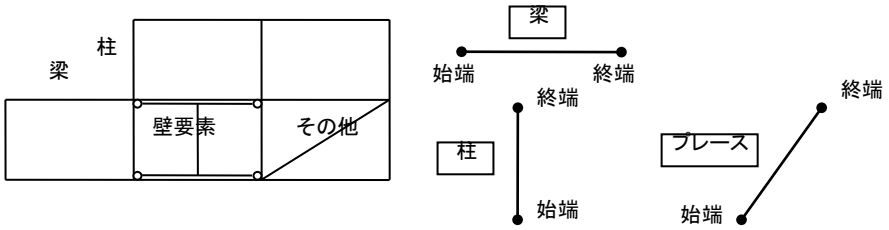


図 5-1-3 部材の種類

また、図 5-1-3 右に示すとおり、各部材の始端と終端は以下のようにプログラム内で定められます（平面骨組の場合と異なり、ユーザーがこの設定を変更することはできません）。

- 梁 ： 左端（X 座標が小さい方）が始端、右端（X 座標が大きい方）が終端
- 柱 ： 下端（Z 座標が小さい方）が始端、上端（Z 座標が大きい方）が終端
- その他の部材 ： 左端（X 座標が小さい方）が始端、右端（X 座標が大きい方）が終端

5-2 基本的な操作

(1) 起動画面

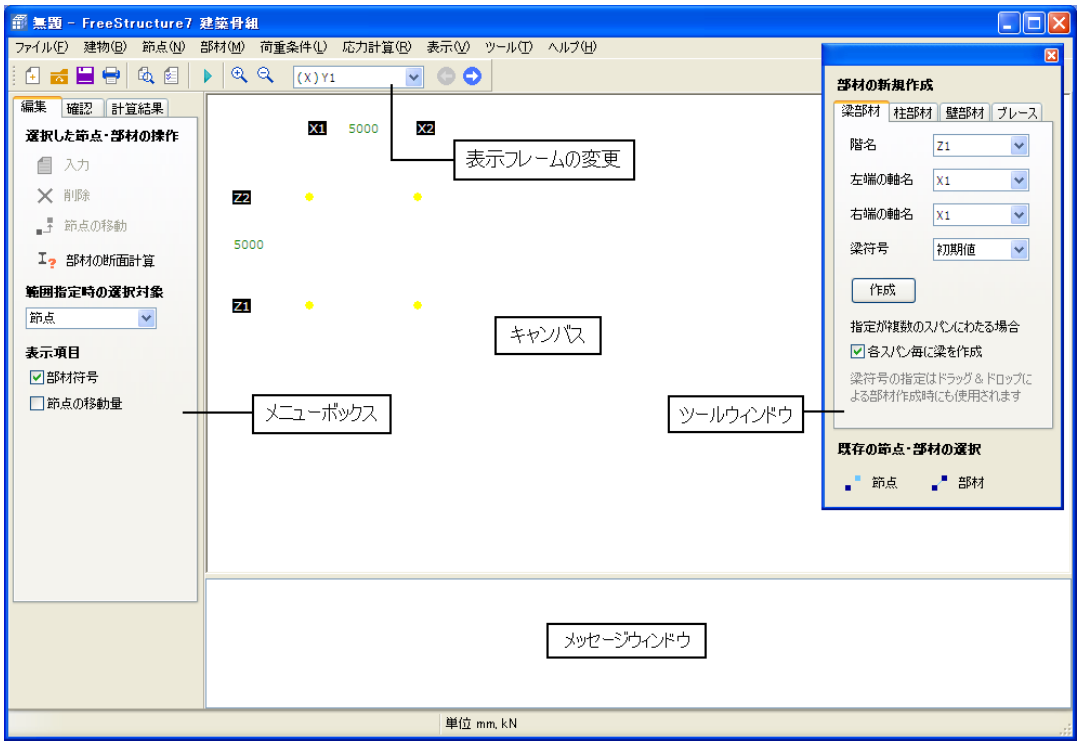


図 5-2-1 起動画面

画面上には、指定されたフレームの図とスパン長・階高が表示されます。また、階と軸の名称が白抜きで表示されます。
表示するフレームは、画面上部のツールバーの右にあるドロップダウンリスト、またはその横にある ← → のボタンで「前のフレーム」または「次のフレーム」を表示させることができます。
ドロップダウンリストには、各フレームの名称の前に(X)または(Y)が表示されますが、これはそれぞれのフレームが属している方向をあらわしています。
起動時の初期設定では、以下のような建物が仮に設定されています。

X 方向スパン数 ： 1 , スパン長 ： 5000mm
Y 方向スパン数 ： 1 , スパン長 ： 5000mm
階数 ： 1 , 階高 ： 5000mm

メニューボックスにはキャンバス上の表示を制御したり、あるいはデータの編集を行うための各種のコントロールがあります。この画面の上部に「編集」「確認」「計算結果」というタブが見えていますが、節点や部材を作成したり入力したりできるのは「編集」ページが表示されている時のみです。「確認」ページは入力値を確認する時、「計算結果」ページは計算結果を確認する時に使用します。
ツールウィンドウにはデータの編集を行うための各種のコントロールがあり、メニューボックスと併用して使うことができます。ただし、このウィンドウはメニューボックスで「編集」ページが選ばれている時のみ表示されます。
メッセージウィンドウには、計算実行時等の種々のメッセージが表示されます。この上端をマウスでドラッグすることにより、境界線を移動させることが出来ます。また、右クリックによるポップアップメニューで、この内容を印刷することも出来ます。

(2) 建物イメージの作成

このプログラムで最初に行わなければならないのは建物の三次元イメージの作成です。
前項に述べたような、初期設定された 1 スパン 1 階の建物に順次軸や階を追加したりスパン長などのデータを変更しながら最終的なデータを作成することもできなくはありませんが、一般には、メニューバーの［ファイル］-［新規作成］（またはツールバー内のアイコンボタン）をもちいて建物の三次元イメージを作成します。
以下、このウィザード形式のダイアログの操作方法について順を追って説明します。

① X 方向スパン長の入力

X 方向の軸の**軸名称**(半角 6 文字以内・省略可)と**スパン長**(mm)を左側の軸から順次入力します。プログラム内では、入力された「スパン長」の数に 1 を加えたものを X 方向の軸数として認識します。

軸名称を自動作成する

ほぼ均一なスパン長で構成されるか、あるいはある一定のルールにしたがった軸名称になっているような場合は、ここでデータを一度に作成し、必要な部分のみを書き換えた方が早いことがあります。

「軸名称」のドロップダウンリストにはごく一般的な名称の並びがありますので、適切なものを選択します。さらに「スパン数」と「スパン長」を入力してダイアログを閉じると、指定にもとづいたデータが自動的に入力欄に転記されますので、必要に応じてその一部を書き換えてください。

② Y 方向スパン長の入力

Y 方向の軸の名称とスパン長を下側から順に入力します。操作の方法は前項と同様です。

③ 階高の入力

階の名称と階高を下側から順に入力します。操作の方法は軸名称・スパン長の入力と同様です。

④ 柱リストの定義

建築骨組を構成する柱と梁については、部材の断面性能を個々に入力する替わりに「柱部材リスト」「梁部材リスト」をあらかじめ登録作成し、それを個々の部材に割り当てる、という方法をとります。

ここでは柱部材のリストを作成しますが、詳細についてはメニューバーの [部材]-[柱リストの定義] を参照してください。

なお、このリストは後から随時変更できます。また、ここでリストの作成を行わず、後から行うこともできます。

⑤ 梁リストの定義

梁のリストを作成します。詳細についてはメニューバーの [部材]-[梁リストの定義] を参照してください。

なお、このリストは後から随時変更できます。また、ここでリストの作成を行わず、後から行うこともできます。

⑥ 完了

柱・梁の部材符号の初期値を設定する

あらたに柱や梁の部材を作成した時に、その部材に無条件に割り当てられる部材リストを指定することができます。

各階の「柱」「X 方向梁」「Y 方向梁」ごとに現在割り当てられている部材符号の初期値(指定がない場合は「指定なし」と表示)が表示されていますので、変更したい階を選んで**更新**をクリックしてください。

次にあらわれるダイアログ中に定義済みの柱・梁の部材リスト符号がリストアップされていますので、ドロップダウンリストから選択してください。

柱・梁のグリッドを自動生成する

これが有効な場合は、指定された軸と階から構成されるすべてのグリッドに柱と梁を自動的に作成します。この時、各部材には「部材符号の初期値」(前項参照)が割り当てられます。

また、各フレームの最下階の節点は自動的に「ピン支点」になります。

(3) 節点の生成

このプログラムでは、平面骨組の場合と異なり、「節点を作成する」という機能はありません。

「軸」と「階」が指定された段階で、それらの交点に「仮の節点」があらかじめ作成されます。画面上では、これは黄色の円であらわされています。ここで、次項に述べるような方法でユーザーが部材を作成すると、この節点はその時点で「実在する節点」に変わります。画面上では、これは青色の四角形であらわされます。

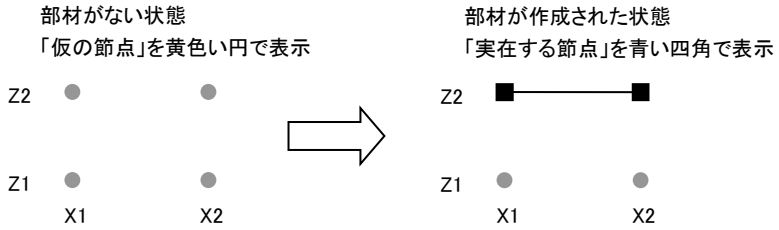


図 5-2-2 節点の生成

(4) 部材の作成

メニューボックスが「編集」ページになっている時、部材を作成できます。これにはキャンバス上のマウス操作で行う方法とツールウィンドウを使う方法の二つがあり、状況に応じて使い分けることができます。

キャンバス上のマウス操作による方法

部材を構成する二つの節点間(「仮の節点」あるいは「実在する節点」)でマウスをドラッグ＆ドロップします。すなわち、片方の節点でマウスボタンを押し、そのままの状態でマウスを移動し、もう一方の節点上でマウスボタンを離してください。この時、どちら側の節点からドラッグを開始しても結果は同じです。

部材の種別(柱・梁・プレース)は作成された時点で自動的に設定され、種別が柱あるいは梁の場合には「部材符号の初期値」が自動的に割り当てられます。ただし次に述べるように、ツールウィンドウ内の「符号」のコンボボックスで何らかの部材符号が指定されている場合はその符号が割り当てられます。

ツールウィンドウによる方法

ツールウィンドウの「部材の新規作成」のラベルの下に「梁部材」「柱部材」「壁部材」「プレース」というタブが見えていますが、それぞれのページで所定のデータを指定して**作成**ボタンを押すことにより部材が作成されます。

梁部材の場合は「階名」と左右端の「軸名」、及び「梁符号」を指定します。**各スパン毎に梁を作成**のチェックボックスは、左右端の軸が隣接しない場合の梁の作成方法に関するオプションです。図 5-2-3 を参照してください。

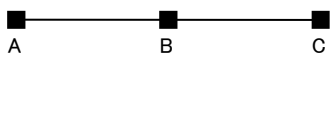


図 5-2-3 梁の作成時のオプション

柱部材の場合は「軸名」と上下階の「階名」、及び「柱符号」を指定します。**各階毎に柱を作成**のチェックボックスは、上下階が隣接しない場合の柱の作成方法に関するオプションで、基本的な考え方は上記の梁の場合と同じです。

壁部材・プレース材の場合は左右辺の「軸名」と上下辺の「階名」を指定します。この場合の断面は、メニューバーの［部材]-[プレース・壁部材の断面の初期値］の値が割り当てられます。

(5) オブジェクトの選択

基本的な方法は「平面骨組」と同様です。平面骨組の「4-2 基本的な操作 (4)オブジェクトの選択」を参照してください。

矩形範囲による選択の場合は、メニューボックス内にある「範囲指定時の選択対象」のドロップダウンリストから選択の対象(節点・部材・柱部材・梁部材・プレース)を選びます。

また、ツールウィンドウの「既存の節点・部材の選択」にある「部材」を選ぶと選択用のダイアログがあらわれます。

まず最初に、選択の対象として「柱部材」「梁部材」「壁部材」「プレース」のいずれかを選んでください。その後、リストボックスからオブジェクトを選択し、それに対する操作を指定してください。

(6) オブジェクトのデータ入力

基本的な方法は「平面骨組」と同様ですが、ただし複数部材の入力を行う場合には、その部材の種別(柱・梁等)ごとに入力項目が異なりますので、種別の異なる部材を選択して一度に入力することはできません。

(7) 表示フレームの変更

ツールバーの右端にあるドロップダウンリストでフレームの名称を選択するか、またはその横にある ← → のボタンで「前のフレーム」または「次のフレーム」を表示させることができます。

ドロップダウンリストには、各フレームの名称の前に(X)または(Y)が表示されますが、これはそれぞれのフレームが属している方向をあらわしています。

(8) 表示の制御

メニューボックスの「表示項目」の下の**部材符号**が有効な場合は、柱・梁に指定された部材リストの符号を表示します。

節点の移動量が有効な場合は、とくに節点の移動が指定されている部材について、その値を (X 方向移動量, Z 方向移

動量）の形式であらわします。

(9) 入力値の確認

メニューボックスの「確認」ページは入力値をキャンバス上で確認するものです。「表示項目」のラベルの下のラジオボタンで表示内容を切り替えることができます。
ここにある「節点荷重」以下の項目は荷重条件ごとに指定されていますので、「荷重条件」のコンボボックスでその状態を選択してください。

(10) 計算結果の表示

メニューボックスの「計算結果」ページは応力計算の結果を表示するものです。その内容は「表示項目」の下のラジオボタンか、もしくは右クリックによるポップアップメニューで行います。この時、表示内容に応じて、以下のようなオプションが設定出来ます。

荷重条件
計算結果を表示する荷重条件（または荷重条件セット）を切り替えます。
節点・部材をクリックした時
この指定が「データを入力する」となっている時は、節点または部材を左クリックした時に入力ダイアログを表示します。「変位・応力の表示」となっている時は、節点がクリックされた場合には変位量、部材がクリックされた場合には応力値の一覧をメッセージウィンドウに表示します。
変形曲線を表示
節点変位の表示時のオプションで、これが有効になっている場合は、変位量の値とともに変形曲線がグラフィック表示されます。この変形曲線の表示倍率の変更はメニューバーの[ツール]-[環境設定]にて行います。
曲げ応力線を表示
部材の曲げモーメントの表示時のオプションで、これが有効になっている場合は、曲げ応力の値とともに曲げ応力の分布曲線がグラフィック表示されます。この曲げ応力線の表示倍率の変更はメニューバーの[ツール]-[環境設定] にて行います。

(11) 断面計算

本プログラムには鉄骨および木造部材の断面計算を行うプログラムが標準されています。
詳細についてはメニューバーの [部材]-[鉄骨の断面計算] [木造の断面計算] を参照してください。

5-3 リファレンス

5-3-1 メニューバー

(1) ファイル

[ファイル]-[新規作成]

建物の三次元イメージを指定することにより、あらたな建築骨組のデータを作成します。
操作の詳細については、「5-2.基本的な操作 (2)建物イメージの作成」を参照してください。

[ファイル]-[開く]

ディスクに保存されているデータを読み出します。

[ファイル]-[上書き保存]

現在作業中のデータの内容を更新して保存します。

[ファイル]-[名前を付けて保存]

現在作業中のデータに適切なファイル名を付けて(または名前を変更して)ディスクに保存します。デフォルトでは、データファイルの拡張子は「fsb」になります。

[ファイル]-[旧版のデータとして保存]

このプログラムで作成し、保存したデータを旧版のプログラム (Ver.5) で読み込むことは出来ませんが、ここで保存したデータであれば読み込むことが可能になります。

[ファイル]-[印刷項目と書式の設定]

● **印刷項目**

項目の末尾に(図)とあるものはグラフィック形式の出力、(表)とあるものは一覧表形式のテクスト出力になります。

● **フレームと荷重条件の指定**

特定のフレームのみを出力したい場合は、**印刷するフレーム**で「X 方向のフレーム」「Y 方向のフレーム」「指定したフレーム」のいずれかを選びます。「指定したフレーム」とした場合は、チェックボックスにてそのフレーム名を指定してください。

特定の荷重条件についてのみ出力したい場合は、**印刷する荷重条件**で「以下で指定した荷重条件」を選び、チェックボックスにてその荷重条件名を指定してください。

● **体裁**

文字 : 書体は「MS明朝」または「MSゴシック」になります。文字のサイズはポイント単位(1 ポイントは約 0.35mm)で指定します。**通常の文字**はテクスト形式の出力時、**図中の文字**はグラフィック形式の出力中にもちいられる文字の大きさです。

余白 : 用紙の左側と上側の余白の幅を指定します。右側と下側については 10mm 程度の余白がとられます。

行間 : 表形式で出力する場合の行間隔を指定します。この設定が**標準**の場合は文字の高さの 1.5 倍、**狭く**とした場合には 1.25 倍、**広く**とした場合には 2 倍の値がとられます。

ページ番号 : ページ番号の初期値と印字位置を指定します。

線の太さ : 部材を表す線の太さをポイント単位で指定します。

● **出力スケール・表題・その他**

図の出力スケール : 図を出力する場合のスケーリングに関する指定で、実長 1 メートルを紙面上で何ミリメートルで表わすか、を指定します。

表題 : プリンタ出力に何らかのタイトルやコメントを印字したい場合に入力します。**先頭頁の冒頭に出力**と指定した場合には最初の頁に一回だけ印字されます。印字位置として**ヘッダー**または**フッター**を指定した場合には各頁に印字されます。

曲げ応力線・変形曲線を表示する : これらを指定した場合、その表示スケールについては画面表示の設定値(メニューバー[ツール]-[環境設定])がとられます。

曲げ・変位の数値を出力しない:曲げ応力線や変形曲線のみを出力したい場合にはこれを有効にして下さい。

1 項目を印刷毎に改ページする : 前項で設定した印刷項目の各々を出力する毎に改ページを行います。これが無効になっている場合は、ページ余白を勘案しながらプログラムが自動的に改ページを制御します。

カラー印刷を行なう : モノクロのプリンタを使用する場合には必ずこの項目をオフにして下さい。

[ファイル]-[印刷プレビュー]

紙面への印刷イメージを画面上で確認することが出来ます。

[ファイル]-[印刷]

プリンタへの出力を行います。

[ファイル]-[データの変換]-[立体骨組]

現在のデータを、指定された名前の「立体骨組」用のデータに変換して保存します。

この場合、XY のそれぞれのフレームにおいて、建物の三次元イメージに矛盾するようなデータがあってはなりません。その具体的な例については、「5-1. 基本的な考え方 (1)建築骨組の概要」にある図 5-1-3 を参照してください。

梁の弱軸回りの断面性能、およびすべての部材の「ねじり」に関する断面性能は無視されます。

立体骨組には「剛床の代表点」というデータがありますが、この正確な位置を建築骨組のデータから特定することはできませんので、ここでは、「その階に属する剛床上の節点の座標の単純平均」を「剛床の代表点」の座標値に定めています。これについては適宜修正してください。

また、とくに注意をようするのは「地震荷重」のデータを変換した場合ですが、これについては図 5-3-1 にもとづいて説明します。

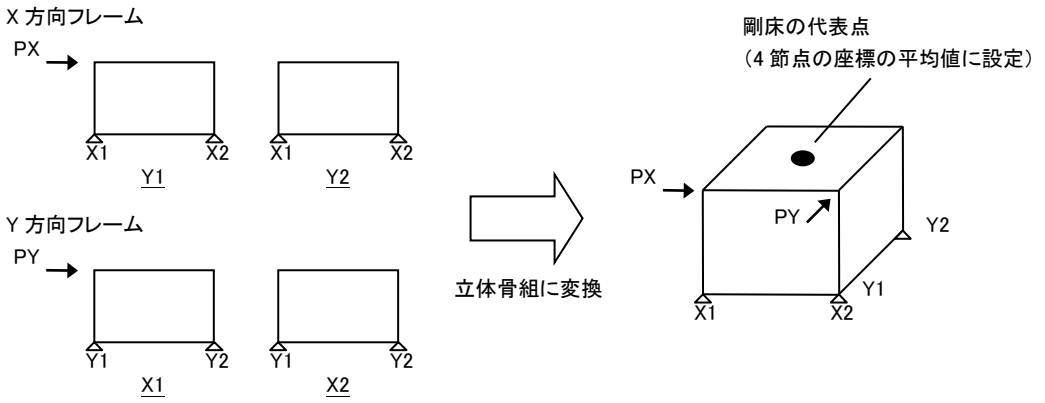


図 5-3-1 地震荷重の変換

建築骨組の場合、一つのデータ内に「X 方向フレーム群」と「Y 方向フレーム群」という二つの独立した平面骨組が存在していますので、それぞれに対して地震荷重を作用させることにより、一つの荷重条件内で「X 方向地震時の X 方向フレームの応力」と「Y 方向地震時の Y 方向フレームの応力」を同時に得ることができます。

しかしこのような荷重条件を変換した場合、立体骨組上では、これは「XY 方向の地震荷重が同時に作用している」と解釈されることになります。また、通常の場合、地震荷重は「剛床の代表点」に作用させますが、変換後のデータでは、ある特定の節点に作用させたような状態になります。

したがって、地震荷重のデータを立体骨組に変換した場合は、一般に以下のような後処理が必要です。

- 「剛床の代表点」の座標値を修正する
- 荷重条件を「X 方向地震時」「Y 方向地震時」の二つに分ける。
- 地震荷重の作用位置を「剛床の代表点」に移す。

[ファイル]-[データの変換]-[偏心率の計算]

現在のデータを、指定された名前の「偏心率の計算」(フリーソフトとして配布中)用のデータに変換して保存します。

まず最初に、**長期荷重時の荷重条件**と**地震荷重時の荷重条件**を指定する必要があります。

「長期荷重時の荷重条件」が指定された場合、該当する荷重条件下の柱の軸力(X 方向フレーム内のものと Y 方向フレーム内のものの合算値)を「柱の長期軸力」として設定します。「長期荷重時の荷重条件」が「指定なし」となっている場合は長期軸力は 0 になります。

「地震荷重時の荷重条件」は、柱・壁・ブレースの水平剛性の計算にもちいられます。該当する荷重条件下における部材の基準 X 軸方向の応力成分を部材両端の X 方向の変位差で除したものが水平剛性です。この荷重条件を「指定なし」とすることはできません。

[ファイル]-[データの変換]-[剛性率の計算]

現在のデータを、指定された名前の「剛性率の計算」(フリーソフトとして配布中)用のデータに変換して保存します。

必ず**地震荷重時の荷重条件**を指定してください。この荷重条件化における各階の節点の基準 X 軸方向に関する変位差

が「層間変位」として設定されます。

[ファイル]-[応力ファイルの作成]

応力計算の結果をテクスト形式ファイルに書き出します。これは主として、弊社開発の断面計算プログラム「RCチャート」「Sチャート」で応力値を読み込むことを目的としたものです。テクストファイルの書式については、上記製品のユーザーズマニュアルをご覧ください。なお、各データの 1 行目（タイトル）は、その部材が存在する「フレーム名 軸名 階名」が出力されます。

荷重条件の指定 ： 長期及び地震時の応力を出力しますが、それぞれに該当する荷重条件を指定します。これが「指定なし」となっている場合は、該当する応力値をゼロとして出力します。

応力ファイルの内容 ： このファイルを、上記製品の「梁（大梁）の設計」のデータとして使用するか、または「柱の設計」のデータとして使用するか、を指定します。

特定のフレームの部材のみを出力したい場合は**以下のフレームの部材のみを出力する**を有効にし、出力するフレーム名をチェックしてください。

応力ファイルの名前 ： **参照**をクリックして出力するファイルの名前を指定します。

(2) 建物

[建物]-[柱と梁の自動生成]-[このフレーム] [すべてのフレーム]

存在する軸と階の交点に節点を設け、グリッド状に柱と梁を自動生成します（[このフレーム]の場合は現在表示しているフレーム、[すべてのフレーム]の場合は建物を構成するすべてのフレームを対象とします）。

この時、柱と梁の部材符号の初期値（メニューバー[部材]-[柱梁の部材符号の初期値]）が指定されていれば、それらの部材符号が割り当てられます。

また、最下階の節点は「ピン支点」に設定されます。

[建物]-[軸名称と階名称の変更]

「X 軸名称」「Y 軸名称」「階名称」の各ページにて名称（半角 6 文字以内）を変更することができます。

[建物]-[スパン長と階高の変更]

「X 方向スパン長」「Y 方向スパン長」「階高」の各ページにてこれらの値（mm）を変更することができます。

[建物]-[軸または階の追加]-[X 軸] [Y 軸] [階]

指定した軸（階）の右側（上側）または左側（下側）の所定の位置に新しい軸（階）を設けます。

なお、この命令はたんに軸（階）を追加するだけで、部材の配置にはまったく影響しません。

[建物]-[軸または階の削除]-[X 軸] [Y 軸] [階]

指定した軸または階を削除します。ただし、指定された軸に関連付けられた部材が存在する場合は削除できません。

[建物]-[フレームの初期化]-[このフレーム] [すべてのフレーム]

フレーム内にあるすべての部材を削除して初期化します（[このフレーム]の場合は現在表示しているフレーム、[すべてのフレーム]の場合は建物を構成するすべてのフレームを対象とします）。

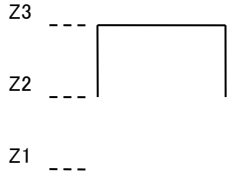
[建物]-[フレームのコピー]

指定されたフレーム内のすべてのデータ（部材配置・部材断面・荷重）を現在表示中のフレームにコピーします。

[建物]-[計算から除外するフレーム]

このプログラムのデータは建物の三次元イメージをもとに作られますが、最終的には「平面骨組」になります。このため、建物の三次元イメージ上は成立する骨組でも、これを平面骨組として見た場合には不安定になるケースがありえます。

典型的な例は、図 5-3-2 にあるような「宙に浮いたフレーム」です。その場合には、ここでそのフレームをチェックして計算から除外するか、あるいはこのフレームを初期化して全部材を削除する、等の方法をとります。



左のようなフレームが存在する場合の対処方法
① [計算から除外するフレーム]でこのフレームを除外する
② このフレームを初期化し、すべての部材を削除する
③ 適切な支点を設けて不安定にならないようにする

図 5-3-2 計算時に不安定になるフレーム

(3) 節点

[節点]-[節点データの入力]

選択された節点に関する入力を行います。

ダイアログの最上部に「編集対象節点数」の表示があります。これが 1 の場合はすべての入力項目が有効になりますが、2 以上の場合、すなわち複数の節点を対象にした入力を行う場合は、その下にある「支持条件」「剛床グループ」「節点荷重」「強制変位」のチェックボックスで編集項目を選んでください。ここで選択された項目だけが編集対象になり、その他の項目については既存のデータが保持されますます。

● **支持条件・剛床仮定**

プログラム内であらかじめ用意されている各支持条件の名称と具体的な内容は表 5-3-1 に示すとおりです。

この他に、ユーザーが個々の自由度について拘束状態を任意に指定することができます。支持条件のコンボボックスで「個別指定」を選んでから**支持条件を個別に指定する**をクリックして下さい。表示されるダイアログ中で、水平・鉛直・回転の各自由度ごとに「自由」「固定」「バネ」を選択します。

表 5-3-1 プログラム内で予約された支持条件名

支持条件名	水平方向	鉛直方向	回転方向
フリー（通常の節点）	自由	自由	自由
ピン支点	固定	固定	自由
水平ローラー支点	自由	固定	自由
鉛直ローラー支点	固定	自由	自由
固定支点	固定	固定	固定
回転バネ支点	固定	固定	バネ
鉛直バネ支点	固定	バネ	自由
水平バネ支点	バネ	固定	自由
鉛直＋水平バネ支点	バネ	バネ	自由

初期設定では、すべての節点が剛床上にあるものとされますが、とくに剛床仮定からはずしたい場合は**この節点を剛床仮定から除外する** を有効にしてください。

● **節点荷重**

荷重条件の名称で、節点荷重を設定する荷重条件を選びます。ここで新たな荷重条件を定義したいのであれば、**新しい荷重条件を追加する** をクリックし、新たに定義する荷重条件の名称を入力して下さい。

● **強制変位**

強制変位を指定出来るのは、ただ一つの荷重条件だけに限られます。**強制変位を考慮する荷重条件を設定する**によりその条件を選んだ上で、各自由度にかんする強制変位量を入力して下さい。

[節点]-[関連づけられた部材の削除]

選択された節点に関連付けられた部材を削除します。

このプログラムのデータは建物の三次元イメージをもとに作成されますが、「X 方向フレーム」と「Y 方向フレーム」は基本的に独立しており、三次元的に同じ位置にある節点でも、「X 方向フレームには存在するが Y 方向フレームには存在しない」という条件を設けることが可能です。

ただし、ここで**直交方向フレームに関しても適用する**が有効になっている場合は、直交方向のフレームについても、指定された節点とその節点に取付く部材を削除します。

[節点]-[節点の移動]

選択された節点を移動します。移動後の節点の、軸と階の交点位置からの水平方向および鉛直方向の移動量を指定してください。

前項に述べたとおり、「X 方向フレーム」と「Y 方向フレーム」は基本的に独立していますので、三次元的に同じ位置にある節点でも、「X 方向フレーム」内と「Y 方向フレーム」内で座標値が異なっていても構いません。

ただし、ここで**鉛直方向の移動量は直交方向フレームにも適用する**が有効になっている場合は、直交方向のフレームについても指定された移動量が適用されます。

[節点]-[節点の選択]

[すべての節点] 存在するすべての節点を選択状態にします。

［選択の反転］ 現在選択中の節点を非選択状態、非選択状態の節点を選択状態にします。

［節点］-［すべての選択を解除］

現在選択されているすべての節点の選択状態を解除します。**【Esc】**キーで代用出来ます。

(4) 部材

［部材］-［柱リストの定義］

このプログラムでは、柱と梁についてはあらかじめ「部材リスト」を定義しておき、それを個々の部材に関連づけることで断面性能等を設定します。

最初に、現在定義されている柱リストの「符号」と「説明」がリストアップされます。

あらたにリストを追加する場合は**新規作成**、すでに定義済みのリストを変更する場合はその行を選択した上で**更新**をクリックしてください。また、リストから削除する場合は、その行を選択した上で**削除**をクリックします。

並べ替えをクリックすると、定義済みのリストの符号がリストアップされます。ここで、所定の行を選択して ↑ または ↓ をクリックしながらリストの並び順を変更することができます。

以下、リストの追加または変更するためのダイアログ上の操作を記します。

符号と説明

符号（半角 6 文字以内）は必ず入力してください。**説明**（半角 20 文字以内）の入力は任意です。

材料定数

ヤング係数 E・ポアソン比（またはせん断弾性係数 G）を入力します。**鋼材の標準値**または**コンクリートの標準値**をクリックすると、それらの材料に関する標準値が自動的にセットされます。

木材**の標準値を**クリックすると、無等級材の樹種の一覧が表示されます。これを選択すると、日本建築学会「木質構造設計規準・同解説」にあるヤング係数がセットされます。また、ここで独自の値を最大 3 個まで登録することもできます。

断面性能

断面積 A・断面 2 次モーメント I ・せん断断面積 As を入力します。As については、せん断変形を考慮しない場合には省略可能です。

断面 2 次モーメントとせん断断面積については、「X 方向フレーム内におけるもの」と「Y 方向フレーム内におけるもの」をここで同時に指定します。通常は、建物の三次元イメージ上で同じ位置にある柱にはＸ方向フレームとＹ方向フレームで同じ符号を割り当ててください。そのようにすれば、このリストのデータを変更することにより、XY 両方向を同時に制御することが可能になります。

これらの値を直接入力する代わりに、以下のリンクをクリックすることにより、断面寸法を入力してプログラムに断面性能を自動計算させることも可能です。

- **鉄骨形状で入力**

  プログラム内には、あらかじめ H 形鋼・溝形鋼（[形鋼）・C 形鋼・L 形鋼の常用する断面が登録されています。これらを使用する場合は該当する形鋼断面のラジオボタンをクリックした上で、その横にあるコンボボックスから使用するサイズを選択してください。

  任意の寸法をもつ H 形鋼、及び角形鋼管・円形鋼管の場合は以下の値を個別に入力します。

H形鋼	せい H＊ 幅 B＊ ウェブ厚 tw＊ フランジ厚 th＊ フィレットr（省略可）
角形鋼管	せい H＊ 幅 B＊ 板厚 t＊ 隅部r（省略可）
円形鋼管	直径 D＊ 板厚 t

  H 形鋼の場合はその「強軸方向」をＸまたはＹと指定する必要があります。

  せん断変形を考慮するが有効な場合は、H 形鋼・角形鋼管・円形鋼管に限り、せん断断面積 As を計算します。

  [・ C ・ L 形鋼は断面性能を 2 倍にするが有効な場合はこれらの部材の断面性能を単純に 2 倍します。

- **その他の形状入力**

  断面形状として「長方形」または「円形」を選び、前者の場合は「X 方向辺長幅」と「Y 方向辺長」、後者の場合は「直径」を入力します。断面の識別名は、長方形断面の場合は「幅 x せい」、円形の場合は「直径 φ」となります。

  「断面 2 次モーメントの増大率」は計算された断面 2 次モーメントに乗じる値です。また壁要素に限り、「せん断剛**せん断変形を考慮する**が有効な場合は、せん断断面積 As を計算します。

形状入力の場合は形状を表す文字列を「説明」欄に転記が有効な場合は、上記のダイアログで入力した断面形状をあら

わす文字列を自動的にこのリストの「説明」にします。

[部材]-[梁リストの定義]

前項の「柱リストの定義」を参照してください。このプログラムでは、柱と梁についてはあらかじめ「部材リスト」を定義しておき、それを個々の部材に関連づけることで断面性能等を設定します。

[部材]-[柱・梁の部材符号の初期値]

各階の「柱」「X 方向の梁」「Y 方向の梁」のそれぞれについて、代表的な断面を部材リストから選択し、それを「初期値」として設定することができます。柱・梁があらたに作成された場合、まずこの「初期値」の部材符号が初期設定されます。

[部材]-[プレース・壁部材の断面の初期値]

柱・梁以外の部材があらたに作成された時、ここで指定した断面性能がその部材に対して初期設定されます。
「プレース」および「壁」についてそれぞれ設定しますが、入力の詳細については［柱リストの定義］を参照してください。

[部材]-[部材データの入力]

選択された部材に関する以下のデータを入力します。
ダイアログの最上部に「編集対象部材数」の表示があります。これが 1 の場合はすべての入力項目が有効になりますが、2 以上の場合、すなわち複数の部材を対象にした入力を行う場合は、その下にある「表示色」以下のチェックボックスで編集項目を選んでください。ここで選択された項目だけが編集対象になり、その他の項目については既存のデータが保持されますます。

● **表示色・説明**

個々の部材ごとに表示色を変更したい場合は、**表示色**として「指定色」を選び、コンボボックスから色を選択します。
個々の部材を識別するための説明文をとくに付けたい場合は**説明**の欄にそれを入力するか、もしくはすでに指定済みの説明をコンボボックスから選択してください（最大で半角 30 文字まで入力可）。

● **接合部・剛域長**

接合状態 ： 部材の始端または終端の接合状態を「ピン」または「回転バネ」に設定することが出来ます。「回転バネ」の場合には、必ずバネ常数の値を入力します。

剛域長 ： 部材の始端または終端の剛域長を指定します。

● **断面性能**

選択された部材が柱または梁の場合は「部材リストから選択」にリストアップされている部材符号から選択してください。それ以外の部材の場合は材料定数や断面性能を直接書き換えてください。断面性能の入力方法については［柱リストの定義］を参照してください。

● **部材荷重**

部材の中間に作用する荷重を入力します。

荷重条件の名称

部材荷重を設定する荷重条件を選びます。ここで新たな荷重条件を定義したいのであれば、**新しい荷重条件を追加する** をクリックし、新たに定義する荷重条件の名称を入力して下さい。

荷重の作用方向

図 5-3-3 に示すような、「部材軸方向」「基準Ｘ軸方向」「基準Ｚ軸方向」のいずれかを選択します。また、いずれの方向についても「正方向」「負方向」という区別が設けられていますが、これは指定する荷重のベクトルの向きを表しています。つまり、これを「正方向」として荷重「-P」を作用させることは、「負方向」として荷重「P」を作用させることと等価です。部材座標軸とは部材z軸を指しますので、図 5-3-4 に示すものが正方向になります。

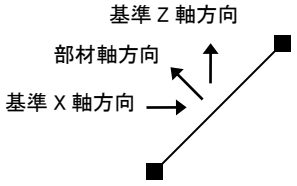


図 5-3-3 部材荷重の作用方向

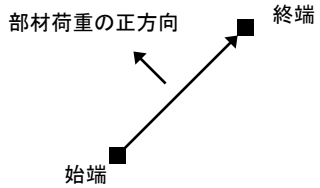


図 5-3-4 部材荷重の正方向

等分布または集中荷重

部材に作用する中間荷重として、図 5-3-5 に示すような**等分布荷重**または**等間隔で作用する集中荷重**を指定するこ

とが出来ます。集中荷重の値は、その 1 個当たりのものを入力します。

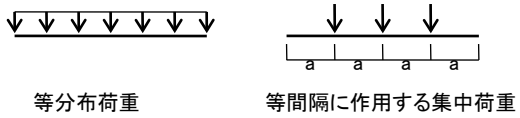


図 5-3-5 等分布荷重・集中荷重

部材荷重リスト番号

定義済みの部材荷重リスト番号をこの部材に割り当てます。部材荷重リストを作成するには［部材]-[部材荷重リストの編集］を選択するか、またはここにある**部材荷重リストを編集する** をクリックします。具体的な編集方法については、この項の［部材荷重リストの編集］の説明を参照して下さい。

荷重項

部材の中間荷重によって生ずる反力の値（荷重項）を直接入力します。入力項目は、両端固定時の始端と終端の反力モーメント C、単純梁とした時の中央モーメント M0、及び単純梁とした時の始端と終端の支点反力 Q0 になります。その正負符号は、部材軸の方向に従い、図 5-3-6 にしめすとおりです。

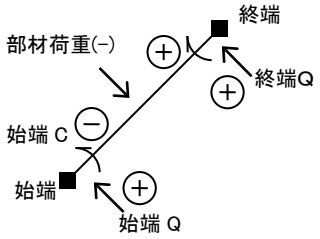


図 5-3-6 荷重項の符号

温度応力

ここで**温度応力を考慮する**とし、かつ温度応力の計算条件の入力がある（[荷重条件]-[温度応力の設定]）場合は、この部材に対して温度応力が考慮されます。

[部材]-[部材の削除]

選択されている部材を削除します。【Delete】キーで代用出来ます。

[部材]-[鉄骨の断面計算]

本プログラムには鉄骨の断面計算を行う「小梁の設計」「間柱の設計」「大梁の設計」「柱の設計」の 4 つのプログラムが標準添付されていますが、ここでは、そのうちの「大梁の設計」「柱の設計」の各プログラムを使用できます。

これは小社で販売している鉄骨部材の断面計算プログラム集「S チャート 8」に含まれるものとほぼ同等のものですが、ただし単独で起動することはできず、このダイアログから既存のデータを読み出すか、または本プログラムの部材データを転送して読み出すことになります。

既存のデータを読み込む

この場合は FreeStructure7.1 のデータとは関わりなく使用することができます。

ファイルを開くをクリックすると、「使用するプログラム」で選択されたデータがブラウズされますので、所定のファイルを選ぶとプログラムが起動します。また、**「最近使ったファイル」を開く** をクリックすると、最近使用したデータファイルの一覧から所定のものを選んでプログラムを起動することができます。

データを転送して断面計算を行う

この場合は対象となる部材をあらかじめ選択しておく必要があります。

この時に転送されるデータは部材の応力と断面形状ですが、断面形状は各部材リストに指定された「説明」の文字列から読み込まれますので、この文字列が断面計算プログラムの側で使用可能な断面形状と一致している必要があります（部材データの入力ダイアログの「断面性能」ページの「鉄骨形状で入力」画面でリストアップされる形鋼断面はすべて使用可能です）。

断面計算プログラムでは、応力に関して「長期荷重」「地震時荷重」というふうに入力項目が分かれていますので、それぞれについて該当する荷重条件を指定します。

以上の設定をした上で、**上の条件で新規にデータを作成する** をクリックすると、転送されたデータが読み込まれた状態でプログラムが起動します。

[部材]-[木造の断面計算]

本プログラムには木造部材の断面計算を行うプログラムが標準添付されています。ただしこれを単独で起動することはできず、このダイアログから既存のデータを読み出すか、本プログラムの部材データを転送して読み出すことになります。

既存のデータを読み込む

この場合は FreeStructure7.1 のデータとは関わりなく使用することができます。

ここにある**ファイルを開く** をクリックすると、「使用するプログラム」で選択されたデータがブラウズされますので、所定のファイルを選ぶとプログラムが起動します。

データを転送して断面計算を行う

この場合は対象となる部材をあらかじめ選択しておく必要があります。

この時に転送されるデータは部材の応力と断面形状ですが、断面形状は各部材に指定された「断面の識別名」の文字列から読み込まれますが、ここで有効なのは、長方形断面を表わす「幅 x せい」、および円形断面を表わす「直径 φ」です。

使用材料の基準強度は断面計算プログラムの側で設定できますが、ここであらかじめその値を入力することもできます。

Fc は圧縮強度、Ft は引張強度、Fb は曲げ強度、Fs はせん断強度です。

さらに、応力を採用する荷重条件を選び、その「長期・短期」の別と「積雪時」の有無を指定してください。

以上の設定をした上で、**上の条件で新規にデータを作成する** をクリックすると、転送されたデータが読み込まれた状態でプログラムが起動します。

[部材]-[部材の選択]

[すべての部材] すべての部材を選択状態にします。

[すべての柱] すべての柱を選択状態にします。

[すべての梁] すべての梁を選択状態にします。

[すべての壁要素] すべての壁要素を選択状態にします。

[選択の反転] 現在選択中の部材を非選択状態、非選択状態の部材を選択状態にします。

[部材]-[選択を解除]

現在選択されているすべての部材の選択状態を解除します。【Esc】キーで代用出来ます。

[部材]-[壁要素の作成]

壁要素の左右の軸名と上下の階名を指定して**作成**を押すことにより 1 個の壁要素が作成されます。

[部材]-[部材荷重リストの編集]

部材荷重を「荷重形」で定義し、登録します。ここで登録した「部材荷重リスト番号」を、先に述べた部材の入力ダイアログ上で、特定の部材と関連づけます。

データの新規入力

ダイアログ左上にあるコンボボックスの表示が「新規入力」の時、新たなデータを入力することが出来ます。

荷重形番号として表示されているのは、これから登録しようとするデータのリスト番号で、これは登録順にシステム内で 1 からの通し番号が振られます(ユーザーがこの番号を変更することは出来ません)。

荷重形の種類は図 5-3-7 に示す 6 種類で、一つのデータに最大 5 個の荷重形が指定できます。同一種類の荷重形を複数指定することも可能です。

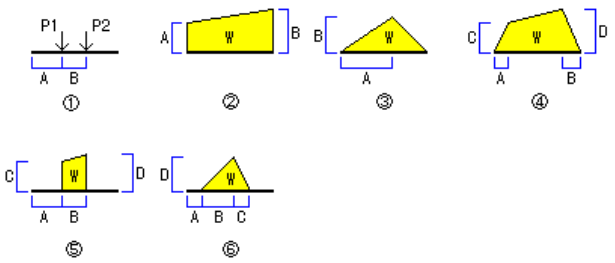


図 5-3-7 荷重形一覧

荷重形を選択するには、まずコンボボックスから**荷重番号**を選んでください。その荷重形の入力凡例図と入力パラメータの名称が表示されますので、必要なデータを入力します。**両側**と表記されたチェックボックスを有効にすると、この荷重形が部材の両側にあるものとし、荷重の値を自動的に 2 倍にします。
説明は、このデータに関する注釈で、必要に応じ、20 字以内の任意の文字列を指定出来ます。
所定のデータを入力し終えた後に**登録**をクリックすると、現在のデータが登録され、次のデータの入力に移ります。登録出来る最大のデータ数は 100 個です。

データの更新
ダイアログ左上にあるコンボボックスの表示が「データ更新」の時、すでに入力済みのデータ内容を変更出来ます。ダイアログ上部のコンボボックス内に表示されているのが、現在表示しているデータのリスト番号になりますので、修正したいデータの番号を選んで下さい。
削除により、現在表示しているデータを削除します。削除されたデータのリスト番号は欠番になりますので、そのデータ以降のリスト番号が変更されることはありません。また、削除されたリスト番号を配置していた部材の荷重指定は自動的に削除されます。

(5) 荷重条件

[荷重条件]-[荷重条件の編集]

新規作成
新しい荷重条件を追加します。新しい荷重条件の名前を指定してください。最大 255 個の荷重条件が指定できます。

更新
「荷重条件一覧」で選択されている荷重条件の名称を変更します。

削除
「荷重条件一覧」で選択されている荷重条件を削除します。削除される荷重条件に設定されていた荷重もすべて削除されます。

[荷重条件]-[荷重条件セット]

新規作成
新しい荷重条件セットを追加します。新しい荷重条件セットの名前と内容を指定してください。最大 30 個の荷重条件が指定できます。
荷重条件セットでは、最大 8 個の荷重条件の組合わせを定義することができます。また、各々の荷重条件に乗ずる倍率を指定することができます。

更新
「荷重条件セット一覧」で選択されている荷重条件セットの名称を変更追加します。

削除
「荷重条件セット一覧」で選択されている荷重条件を削除します。

[荷重条件]-[温度応力の設定]
温度応力を考慮する場合には、**各部材に指定があった場合は考慮する**を選択し、**温度応力を指定する荷重条件**を指定した上で、**熱膨張係数**($\times 10^{-5}/^{\circ}C$)と**温度差**($^{\circ}C$)を入力します。熱膨張係数の初期値として、あらかじめ鉄鋼材の値(1.2×10^{-5})が設定されています。
部材に対する温度応力の考慮の有無については部材の入力ダイアログの「部材荷重」ページで指定します。
温度差によって、各部材に、次式により計算される軸力Nが生ずるものとして応力計算を行います。

$$N = \alpha \cdot \Delta t \cdot A \cdot E$$

α : 熱膨張係数
Δt : 温度差
A : 断面積
E : ヤング係数

[荷重条件]-[すべての荷重をクリアー]
現在設定されている全部の荷重条件に関し、入力されたすべての節点荷重と部材荷重をゼロクリアーします。

(6) 応力計算

[応力計算]-[実行]

計算を実行します。

[応力計算]-[X 方向のみ計算] [Y 方向のみ計算]

X 方向フレームあるいは Y 方向フレームについてのみ計算を実行します。

(7) 表示

[表示]-[拡大表示][縮小表示]

画面表示の倍率を変更します。それぞれ【PageUp】【PageDown】キーで代用出来ます。

[表示]-[メニューボックス]

メニューボックスの表示と非表示を切り替えます。

[表示]-[ツールウィンドウ]

ツールウィンドウの表示と非表示を切り替えます。

[表示]-[メッセージウィンドウ]

メッセージウィンドウの表示と非表示を切り替えます。

[表示]-[再描画]

画面全体を描き直します。

(8) ツール

[ツール]-[環境設定]

● 使用単位

荷重の単位 ： 荷重を入力する際、その単位を「kN」とする(kN,kN・m,kN/m)か、「N」とする(N,N・m,N/m)かを選択します。画面またはプリンタへの出力単位もこれに従います。現在使用されている単位はステータスバーに表示されます。

バネの入力単位 ： 支点バネや材端バネの値の入力単位を指定します。

せん断剛性の入力 ： せん断に関する剛性の入力を「せん断弾性係数」で行うか、「ポアソン比」で行うかを選択します。初期値は「ポアソン比」になっています。

重力単位を使用するが有効になっている場合は、荷重の単位は「t」または「kg」になります。上記の「kN」は「t」、「N」は「kg」と読み替えることになります。なお、このプログラムの起動時の使用単位系は必ず SI 単位になります。

● マウス座標

「クリック時のマウス座標の取得」を「厳密」とすると、その部材上で正確にクリックしないと部材の選択が出来なくなります。部材数が多く表示が重なり合うような場合に使用します。

● 数値・応力線

文字の大きさ ： 小・標準・大はそれぞれ、8・9・10 ポイントの大きさになります。

曲げ応力線と変位曲線のスケール ： それぞれの描画時のデフォルメの度合いを相対的に表しています。

中央モーメントの出力 ： 部材どうしの出力位置が重なって見にくくなるような場合には、これを無効にして下さい。

軸力の値を始端・終端ごとに出力する ： 軸力に関する部材荷重が存在し、部材の始端・終端の軸力が異なるような場合にはこれを有効にして下さい。

なお、ここにある「文字の大きさ」以外の設定は印刷時にも適用されます。

● 表示色

画面の表示色を各種別ごとに変更できます。**初期設定に戻す** をクリックすると、プログラムの初期設定値に戻ります。

5-3-2　ツールバー

ツールバー内の各アイコンボタンと、そのボタンの機能に対応するメニューバーの項目は以下のとおりです。

① [ファイル]-[新規作成]
② [ファイル]-[開く]
③ [ファイル]-[上書き保存]
④ [ファイル]-[印刷]
⑤ [ファイル]-[印刷プレビュー]
⑥ [ファイル]-[印刷項目・書式の設定]
⑦ [応力計算]-[実行]
⑧ [表示]-[拡大表示]
⑨ [表示]-[縮小表示]
⑩ 表示フレームの変更
⑪ 前のフレームを表示
⑫ 次のフレームを表示

5-3-3 メニューボックス

メニューボックス内の各ボタンの機能は以下のとおりです。

① 選択された節点または部材のデータを入力します。
② 選択された節点または部材を削除します。
③ 選択された節点を移動します。
④ 断面計算を行います。
⑤ ドラッグ＆ドロップによる矩形範囲の指定による選択対象を指定します。
⑥ 部材符号の表示・非表示を切り替えます。
⑦ 節点の移動量の表示・非表示を切り替えます。
⑧ 入力値を表示する荷重条件を指定します。
⑨ 入力値の表示内容を選択します。
⑩ 計算結果を表示する荷重条件（または荷重条件セット）を指定します。
⑪ 計算結果の表示内容を選択します。
⑫ 節点または部材をクリックした時の動作を指定します。
⑬ 出力内容が「節点変位」の時、変形曲線を表示します。
⑭ 出力内容が「曲げモーメント」の時、曲げ応力線を表示します。

5-3-4 表示の見方

平面骨組の「3-3-5 表示の見方」を参照してください。

5-3-5 エラーメッセージ

平面骨組の「3-3-6 エラーメッセージ」を参照してください。

6. 平面板

6-1 基本的な考え方

(1) 解析の対象

このプログラムは二次元平面部材の応力解析を行なうものです。考慮する自由度と仮定条件の違いにより、以下の三つのタイプを取り扱うことができます。

平面応力
平面ひずみ
平板の曲げ

平面応力とは、図 6-1-1 にあるとおり、薄板に面内方向の荷重が作用して面外の応力を無視できるものです。
平面ひずみとは、図 6-1-2 にあるとおり、ある一定以上の長さをもった部材に対して長さ方向に荷重が作用しているもののある断面を切り出して解析するもので、長さ方向、つまり切り出した断面の面外方向のひずみを無視できるものです。
平板の曲げとは、図 6-1-3 にあるとおり、薄板に面外方向の荷重のみが作用している状態を言います。
いずれの場合も、材の厚さ方向に関する材質が均一であるものとし、厚さ方向のひずみは直線的に変化するものと仮定しています。

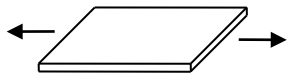


図 6-1-1 平面応力

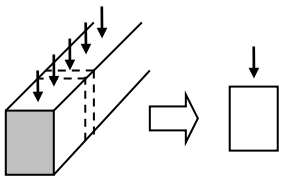


図 6-1-2 平面ひずみ

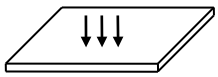
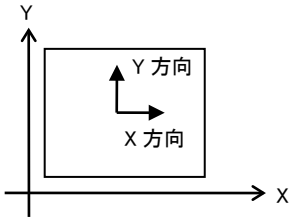
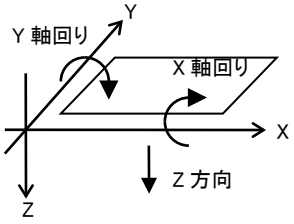


図 6-1-3 平板の曲げ

各タイプで考慮する自由度が図 6-1-4 にしめしてあります。「平面応力」「平面ひずみ」では X 方向・Y 方向の二つ、「平板の曲げ」では、Z 方向・X 軸回り・Y 軸回り三つになります。



平面応力・平面ひずみ

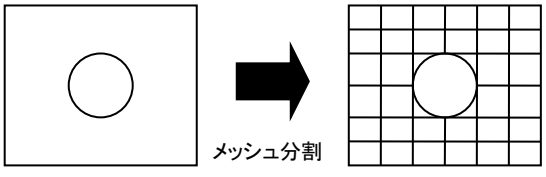


平板の曲げ

図 6-1-4 自由度

(2) 解析の手法

このプログラムで採用している解析手法は「有限要素法」と呼ばれるものです。
その基本的な考え方は、図 6-1-5 にあるように、対象とする材をいくつかの小さな要素に分割(これをメッシュ分割といいます)し、各要素の釣り合い条件を満足するような変位(ひずみ)と応力をもとめるものですが、理論の詳細については割愛します。



対象とする材

図 6-1-5 メッシュ分割

各要素をどのような形状にするのか、あるいは要素周辺にどのように節点をもうけるのか、については種々の方法がありますが、このプログラムで採用しているのは、図 6-1-6 にしめすような「四角形 8 節点アイソパラメトリック要素」と呼ばれるものです。これは、四角形の頂点をあらわす 4 個の節点(このプログラムでは、これを**主節点**と呼ぶことにします)と、各辺上にある 4 個

の節点(このプログラムでは、これを**中間節点**と呼ぶことにします)の計 8 個の節点で一つの要素をあらわすものです。
(なお、全体の形状は必ずしも四辺形である必要はなく、主節点を結ぶ線上に中間節点がないような曲線にすることもできます。)

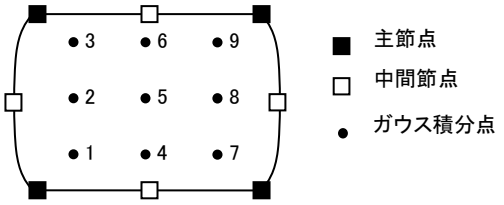


図 6-1-6 四角形 8 節点アイソパラメトリック要素

有限要素法では、要素全体をあらわす剛性方程式を解くことにより、各節点の変位がもとまります。このプログラムでは、この節点変位から応力をもとめるためにガウスの積分をもちいていますので、図 6-1-6 にしめすような計 9 個のガウスの積分点を要素内にもうけ、この位置での応力をもとめます。さらに、この積分点での応力を外挿することにより節点位置の応力をもとめます。節点が複数の要素に属している場合は、それらの要素の応力から得られる値の平均をその節点の値とします。

(3) メッシュ分割の方法

前項で述べたとおり、有限要素法で解析を行なうのは複数の要素の集合体です。したがって、まず問題になるのは、対象とする材を「どのように要素分割するのか」ですが、これはもっぱらユーザーの工学的な判断にたよることになります。
しかし、一般にこの作業は煩雑をきわめますので、このプログラムには「自動メッシュ分割機能」が用意されています。
これは、まずユーザーが対象とする材の「外形(穴あきを含む)」を入力し、その上で XY 各方向に関する分割数を指定することにより、プログラムに自動的にメッシュ分割を行なわせるものです。その後で、この自動メッシュ分割に不満がある場合は、さらに新たな分割線を部分的に挿入したり、あるいは既存の要素を細分することによって最適な要素分割に収束させることになります。
これが最も一般的なプログラムの使用方法で、図 6-1-7 に「方法①」としてしめしてあります。

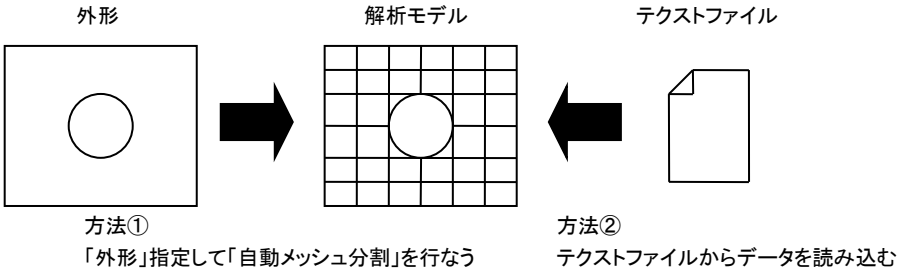


図 6-1-7 解析モデルの作成方法

しかし、対象とする材の形状によっては、プログラムに用意された機能だけではどうしてもうまくいかないというケースも出てきます。この場合は、あらかじめユーザーが用意した要素データをテクストファイルに書き出し、これをプログラムに読み込ませる、という方法をとることもできます。これが図 6-1-7 にある「方法②」です。

(4) メッシュ分割の注意点

有限要素法では、どのようなメッシュ分割をしようとも、そのデータに矛盾がなければちゃんと答えが出てきます。ただし、メッシュ分割の仕方が違えば答えも違ってきますので、そうなると、「いったいどれが正しいのか」ということになります。
理論的には、メッシュ分割を無限に小さくしていった時の答えが「正解」である、ということになりますので、一般には、

> メッシュ分割をどんどん細かくしていって、ある程度以上細かくしても答えがほとんど変わらなくなったら、それはかなり正解に近い

と考えてよいはずです。
しかし、分割を細かくしていけばそれだけ計算量も出力量も増えていきますし、そもそも応力がほとんど 0 に近いような位置の精密解を得てもほとんど意味がありません。有限要素法では、「一つの要素内でひずみ量が一定である」との前提に立って計算を行なっていますので、一つの原則は、

> 応力の勾配が急になる部位では細かく分割する必要があるが、緩やかな部位では粗くてもよい

というものです。(もちろん、一つの要素内では材質や厚さが同じでなければなりませんので、もし材が複数の材質や厚さで構成されているのであれば、必ずそこで要素を分割しておく必要があります。)
したがって、たとえば図 6-1-8 にあるような片持ち梁では、明らかに固定端の方の応力勾配が大きくなりますから、ここにあるように、固定端に近い方の分割を細かくした方が効率よく計算できることになります。

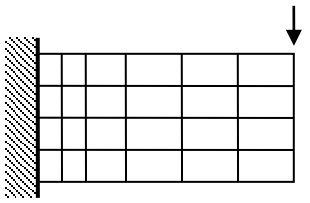
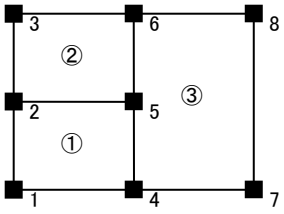


図 6-1-8 片持ち梁のメッシュ分割

とはいっても、「どのように分割すればよいか」という一般解があるわけではなく、すでに述べたとおり、最終的にはユーザーの工学的判断に委ねられることになります。参考のため、東町高雄著「有限要素法のノウハウ」(森北出版)を参照しながら、以下にいくつかの注意点を述べておきます。

各要素が正しく接続されるようにする

図 6-1-9 のような三つの要素を作った場合、要素③(節点 4-7-6-8)の左辺にある節点 5 を主節点とすることはできませんから、結果的に、要素③と要素①・要素②の間にはこの部分で「隙間」があいていることになり、変形の連続性が保たれないことになります。自動メッシュ分割機能を使った場合にはこのようなことは起こりえませんが、ユーザー作成の要素データの場合には、(一見すると正しそうに見えるため)間違いに気づかないまま計算を終えてしまうことがありますので注意してください。

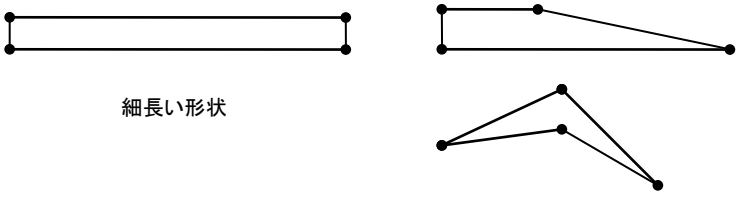


要素①と要素②は正しく接続されているが、要素③と要素①、要素③と要素②の間には「隙間」があいている(節点 5 が共有されていないため)

図 6-1-9 要素が正しく接続されていないケ

細長い形状・尖った形状の要素をできるだけ作らない

一般に、要素の形状は、その縦横の長さの比ができるだけ 1 に近い(四角形要素ならば正方形に近い)方が誤差が少ない、とされています。(前掲書によれば、縦横の比を 15 倍以内にするべきである、とされています。)
また、図 6-1-10 にあるような「先の尖った形状」にすることはできるだけ避けるべきです。(前掲書によれば、隣り合う辺のなす角度は 15 度以上にするべきである、とされています。)
同図の下にしめすような不規則な形状の場合、計算誤差が大きくなるだけでなく、計算そのものが続行不能になることがありますので注意してください。



細長い形状

先の尖った形状・不規則な形状

図 6-1-10 好ましくない要素形状

6-2 基本的な操作

(1) 起動画面

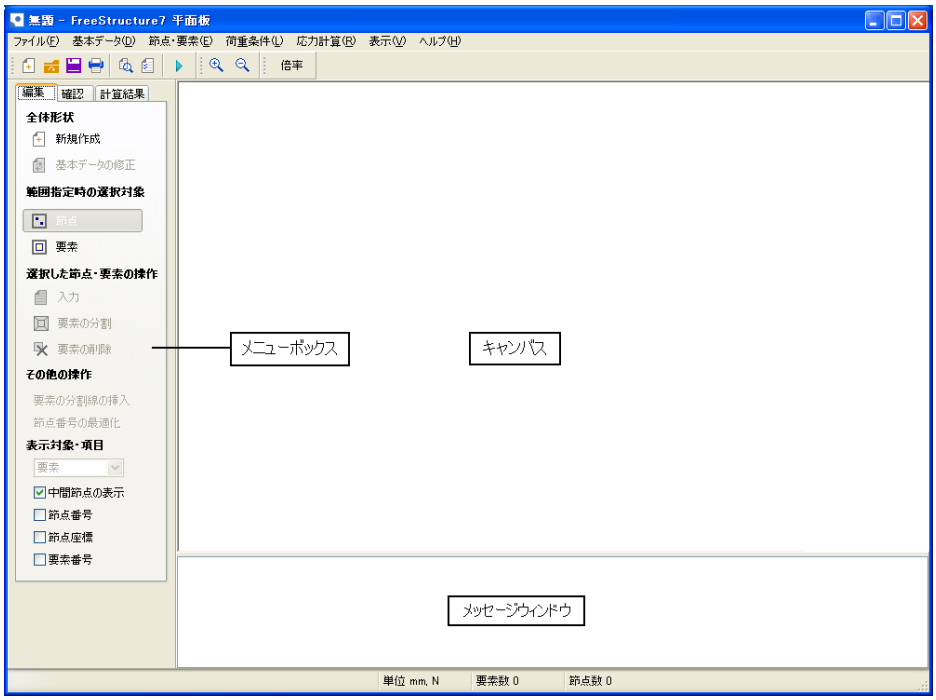


図 6-2-1 起動画面

画面中央の白い領域を**キャンバス**と呼ぶことにしますが、ここに作成した要素や計算結果が描画されます。
メニューボックスにはキャンバス上の表示を制御したり、あるいはデータの編集を行うための各種のコントロールがあります。この画面の上部に「編集」「確認」「計算結果」というタブが見えていますが、節点や部材を作成したり入力したりできるのは「編集」ページが表示されている時のみです。「確認」ページは入力値を確認する時、「計算結果」ページは計算結果を確認する時に使用します。
メッセージウィンドウには、計算実行時等の種々のメッセージが表示されます。この上端をマウスでドラッグすることにより、境界線を移動させることが出来ます。また、右クリックによるポップアップメニューで、この内容を印刷することも出来ます。

(2) データの新規作成(自動メッシュ分割)

「3-1. 基本的な考え方 (3) メッシュ分割の方法」に述べたとおり、このプログラムのデータ作成には、「外形」入力して自動メッシュ分割を行なう方法と、ユーザーがあらかじめ用意した要素データ(テクスト形式)を直接読み込ませる方法があります。いずれの場合も、メニューボックス内の**新規作成**をクリックするか、またはメニューバーの **[ファイル]-[新規作成]** を選ぶと表示されるウィザード形式のダイアログをもちいます。ダイアログ下部にある**次へ** を押して必要なデータを順次入力し、最後に**完了**を押します。
この項では自動メッシュ分割によるデータ作成方法について、ウィザードダイアログの各ステージごとに解説します。要素データを直接読み込む場合については次項を参照してください。

① 基本条件

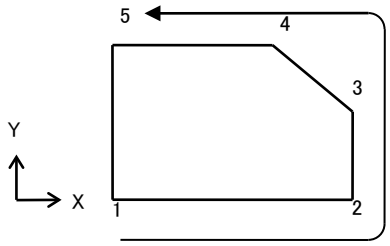
「解析条件」として、平面応力・平面ひずみ・平板の曲げのいずれかを選びます。
「長さの単位」と「力の単位」は任意の組み合わせで選ぶことができます。入力・出力ともすべてここで指定された単位であらわされます。
「要素の作成方法」は、「外形を指定して自動メッシュ分割を行なう」の方を選びます。(「テクストファイルから要素データを読み込む」を選ぶ場合については次項を参照してください。)

② 外形の寸法

ここでは、自動メッシュ分割を行なう材の外郭線を作成します。
あらかじめ、材の頂点に 1 から順に番号を付けておいてください(これを**頂点番号**と呼ぶことにします)。図 5-3-2 に例をあげていますが、この時に注意しておきたいのは以下の二点です。

- 頂点番号は、始点を 1 とし、順次左回りに付番する(始点をどこにするかは任意)。

・ 始点と最終点を結んだものは必ず「閉じた形状」になっていなければならない。



頂点の番号は必ず「左回り」に 1,2…と付番する。
頂点を順次結び、さらに始点(1)と最終点(左の例では 5)
を結んだものは「閉じた形状」でなければならない。

図 6-2-2 外形の頂点番号

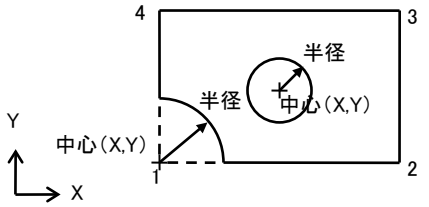
上のようにしてさだめた各頂点の座標値(X ,Y)を必要な数だけ入力してください。入力できる頂点の最大数は30個です。外郭線が曲線になっている場合は複数の直線に分割して入力するか、もしくはそれが円弧であれば、次項にしめすような入力を行なうこともできます。

外形と穴を描画するをクリックすると、入力した形状をキャンパス上で確認することができます。

③ 穴の寸法

対象とする材に丸穴がある場合は、その中心の座標値(X ,Y)と半径を入力します。最大 5 個の穴を指定することができます。

この穴は必ずしも外形の「内部」にある必要はなく、図 6-2-3 にあるような外形を横切る穴を指定することもできます。



左のような形状を作る場合は、まず外形データを 1-2-3-4 で
作っておき、外形を横切るような穴(左下)を指定する。
すると、「円弧の切り欠きをもった材の外形」が作られる。

図 6-2-3 穴の指定方法

④ 材料リスト

使用する材料のリスト(ヤング係数・ポアソン比・厚さ)を定義します。

リストの最初は必ず「初期値」と呼ぶデータになっており、あらためて材料を指定しない限り、作成される要素の材料特性には無条件にこの値が入力されます。最初にデータを作成した場合は、ここに鉄骨の標準的なヤング係数とポアソン比、および厚さとして「1」が入力されていますので、必要に応じてこれを変更してください。

新規作成をクリックすると、あらたな材料リストを定義するためのダイアログが開きますので、初期値と異なる複数の材料を使用する場合はこれを使用します。リスト番号は作成順に 1, 2… と自動的に番号づけされますので、この番号を「要素の入力」ダイアログで個々の要素に関連づけます。

すでに定義したリストの内容を変更したい場合には、そのリストを選択して**更新**をクリックします。

定義済みのリストを削除したい場合は**削除する** をクリックしてください。その材料リストがすでにいずれかの要素で使用されている場合は、その要素にたいして「初期値」データがセットされます。

⑤ 外形に作用する集中荷重

応力計算にもちいる「節点荷重」とは節点に直接作用する荷重のことで、節点の自由度の数(「平面応力」「平面ひずみ」では X 方向・Y 方向の二つ、「平板の曲げ」では X 方向・X 軸回り・Y 軸回りの三つ)だけ存在します。ただし、ここでいう「節点」とは、あくまでも要素分割後に生成されるものです。

図 6-2-4 を見てください。要素分割後に生成される節点 6 にある節点荷重 P を指定したとします。しかし、その後に再び要素を分割すると、節点が再生成され、同図右のように、先に指定した荷重は消えてしまいますので、あらためて入力しなおす必要があります。

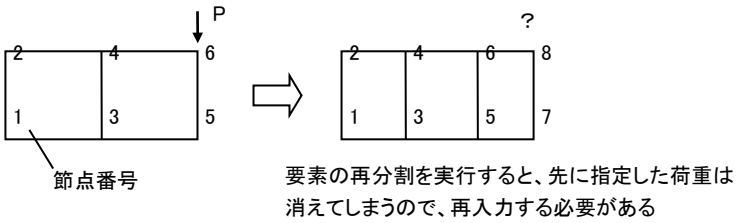


図 6-2-4 要素の再分割後の節点荷重

そこで、このような不都合を避けるために、ここで外形の頂点にあらかじめ荷重をさせておきます。
図 6-2-5 にあるように、外形の頂点に所定の荷重を作用させておけば、この節点が「外形の頂点」である、という属性は要素の再分割後も保持されますので、要素の再分割後に再度節点荷重を入力しなおす必要がなくなります。

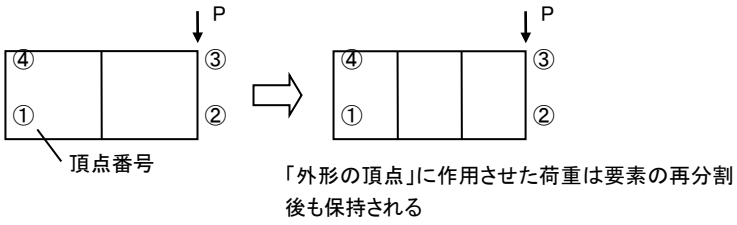


図 6-2-5 外形の頂点に作用する集中荷重

上の図にあるような外形の頂点ではなく、外形の線分の途中に荷重を作用させたい場合は、図 6-2-6 にしめすように、その位置に外形の頂点を設けてください。ただしこの場合、荷重を作用させた点がいずれかの要素の主節点または中間節点の位置と一致している必要がありますので、同図にあるように、要素分割後に主節点または中間節点を移動させる必要があります。

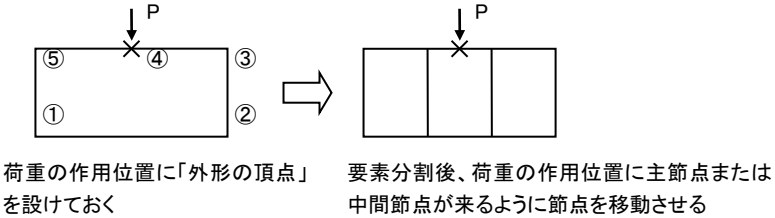


図 6-2-6 外形線分の中間に作用する集中荷重

あらたに荷重を追加する場合は**新規作成**をクリックし、ダイアログ中で頂点番号を選んだ上で荷重の値を入力してください。
すでに入力した内容を変更したい場合には、それを選択して**更新**をクリックします。
入力済みの荷重を削除したい場合は、それを選択し**削除する** をクリックします。

⑥ 外形に作用する分布荷重

基本的な考え方は前項「外形に作用する集中荷重」と同じです。
「平面応力」「平面ひずみ」の場合は外形線分の「接線方向に作用する荷重」と「垂線方向に作用する荷重」、「平板の曲げ」では外形全体(つまり全要素)に作用する鉛直方向の荷重が指定できます。
ただし、特定の要素についてはこの指定を除外する、ということもできます。これについては個々の要素の入力ダイアログ中で指定することになります。

平面応力･平面ひずみの場合

リストを追加する をクリックし、ダイアログ中で線分番号(「頂点番号-頂点番号」の形式であらわされます)を選んだ上で「接線方向に作用する分布荷重」または「垂線方向に作用する分布荷重」の値を入力します。(この分布荷重は「単位長さ当たりの荷重」です。)
この荷重の正負方向は、図 6-2-7 にしめすとおり、「外形を左回りに作用する接線方向荷重」が正、「材の内部に作用する垂線方向荷重」が正になります。

すでに入力した内容を変更したい場合には、それを選択して**内容を変更する** をクリックします。
入力済みの荷重を削除したい場合は、それを選択して**リストを削除する** をクリックします。

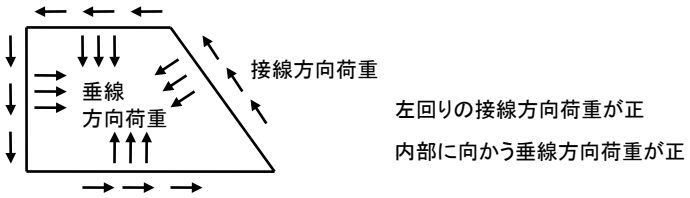


図 6-2-6 外形線分の中間に作用する集中荷重

平板の曲げの場合

外形全体(全要素)に作用する Z 方向の荷重を指定します。自重のように上から下に向かうものを正方向の荷重とします。(この分布荷重は「単位面積当たりの荷重」です。)
なお、この時の面積の単位には先に指定した「長さの単位」が使用されますが、荷重の大きさによっては非常に小さな値になってしまうことがあります。その場合は、ここにある**等分布荷重に限り面積の単位を「平方メートル」に変更する**を有効にし、「㎡」単位を使用してください。

⑦ 拘束辺の指定

これも基本的な考え方は集中荷重・分布荷重と同様です。
図 6-2-8 を見てください。要素分割後に特定の節点にたいして拘束条件を設定しても、その後に再び要素を分割すると、節点が再生成され、同図右のように、先に指定した拘束条件は解除されてしまいますので、あらためて設定しなおす必要があります。

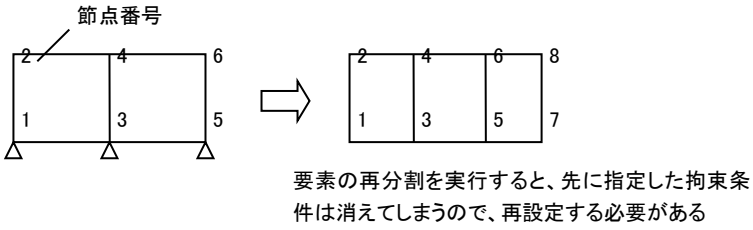


図 6-2-8 要素の再分割後の拘束条件

そこで、外形の特定の線分上に生成される節点にすべて同一の拘束条件を与えるようにあらかじめ設定しておきます。すると図 6-2-9 にあるように、要素の再分割を行なっても、この線分上に生成される節点にはつねに同一の拘束条件が与えられることになります。

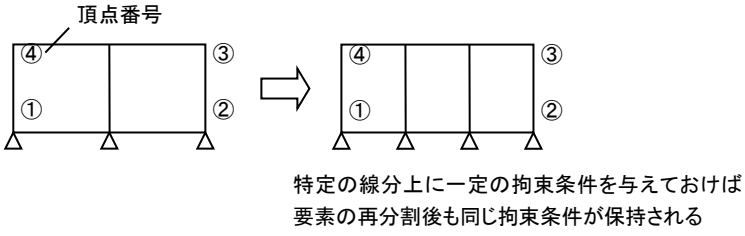


図 6-2-9 拘束辺の指定

左側に線分のリストが「頂点番号-頂点番号」の形式で示されていますので、拘束辺としたい線分をチェックします。さらに、拘束する自由度の種類を右側でチェックしてください。

⑧ 自動メッシュ分割

X 方向の分割数および Y 方向の分割数を指定してから**メッシュ分割を実行して描画する**をクリックすると、XY 方向の各メッシュによって要素と節点を自動生成し、キャンパス上にその結果をあらわします。
なお、このプログラムでは、自動メッシュ分割後に一部の要素をさらに再分割したり、あるいはあらたな分割線を指定して外形を再分割することができますが、自動メッシュ分割をまったく実行しないでデータ作成を終えることはできません。ここ

で必ずメッシュ分割数(2 以上)を入力して自動メッシュ分割を行うようにしてください。
完了をクリックするとウィザードが終了します。

(3) データの新規作成(要素定義ファイル)

ここで説明するのは、前項に述べたような「外形の入力→自動メッシュ分割」というプロセスを踏まず、ユーザーが作成したテクスト形式の要素定義ファイルをいきなり読み込んでデータを作成する方法です。

手順

まず、前項と同様にして新規作成用のウィザードダイアログを開き、最初の「基本条件」画面で解析条件や単位を設定し、さらに要素の作成方法として「テクストファィルから要素データを読み込む」を選んで**次へ**をクリックします。
「ファイルを開く」ダイアログがあらわれますので、作成したファイルを指定すると、データが読み込まれ、画面上に描画されます。
次に、前項に述べた「④材料リスト」の画面があらわれますので、必要な値を設定して**完了**を押せば終了です(この場合には「外形」というデータは存在していませんので、前項に述べたようなその他の設定画面はあらわれません)。

要素定義ファイルの書式

要素定義ファイル(テクスト形式)は、複数の数値を 1 個以上の空白または「, (カンマ)」で区切って記述します。また、「// (スラッシュが二つ)」が文頭または文の途中にあると、それ以降のデータは無視されますので、これを利用してコメントを記述することができます。
書式は以下のとおりです。

(1 行目)　節点数　要素数
(2 行目以降) 節点番号　X 座標　Y 座標
…… (節点数分繰り返し)
節点 1 の番号　節点 2 の番号　節点 3 の番号　節点 4 の番号
…… (要素数分繰り返し)

以下の点に注意してください。

- 節点番号には欠番があっても構いません(もちろん、同一番号の重複使用はできません)。
  この節点番号は、プログラムに読み込まれた時点でもう一度自動的にふり直されます。また、ここにいう「節点」あるいは「節点数」とは、要素を構成する「主節点」を対象としたものです。
- 要素を構成する節点番号は、4 個の主節点を「左回り」に指定してください(図 6-2-10)。
  中間節点の番号は両端の主節点を結ぶ線分の中点に自動的に作成されます。また、「要素番号」は必要ありませんので記述しないでください(データの出現順にプログラム内で自動的に付番されます)。

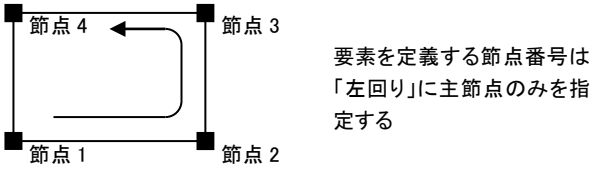
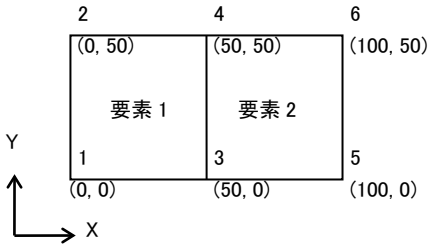


図 6-2-10 要素の定義方法

図 6-2-11 に簡単な例をあげておきます。



要素定義ファイル

```
6  2  // 節点数 要素数
1  0   0  // 節点番号 X 座標 Y 座標
2  0   50
3  50  0
4  50  50
5  100  0
6  100  50
1  3  4  2  // 節点番号 1  2  3  4
3  5  6  4
```

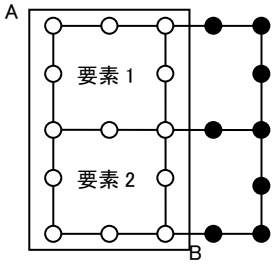
図 6-2-11 要素定義ファイルの例

(4) 基本データの修正

前項(2)(3)で説明した「新規作成」ウィザードの設定値を後から変更することもできます。
メニューボックスの**基本データの修正**をクリックするとあらわれるポップアップメニュー、またはメニューバーの［基本データ］の下にあるサブメニューから所定の項目を選んでください。
ただし、「自動メッシュ分割」を再度実行すると、それまでに個々の節点や要素に指定した荷重データ(「外形」関連のものを除く)がすべて失われますので注意してください。

(5) 節点・要素の選択

節点や要素の選択にはマウスの右ボタンを用います。節点を右クリックするとその表示色が変わり、選択状態になります。要素の場合は、対象となる要素内の任意の一点を右クリックしてください。要素の外郭線の表示色が変わり、選択状態になります。
この方法は単一のオブジェクト(節点・要素)の選択になりますので、選択後に別のオブジェクトを右クリックした場合、直前の選択は解除されます。これを避け、複数のオブジェクトを選択したい場合には、いったん右クリックで選択した後、以降のオブジェクトの選択を【Shift】キーを押しながら右クリックすることにより行って下さい。
この他、複数のオブジェクトを同時に選択するには、ドラッグ＆ドロップで矩形領域を指定する方法があります(図 6-2-12)。矩形領域内に含まれる「節点」を選択するか、あるいは「要素」を選択するかは、メニューボックスの**範囲指定時の選択対象**グループ内のボタンで設定します。



A 点でマウスボタンを押し、そのまま B 点までドラッグしてマウスボタンを離すと、この矩形範囲内にあるオブジェクトが選択される。
選択対象が「節点」の場合は○の節点、「要素」の場合は「要素 1」と「要素 2」が選択される。

図 6-2-12 範囲指定による選択

(6) 節点・要素のデータ入力

節点や要素の諸条件の入力を行うには、単一または複数のオブジェクトを選択した後、メニューボックスの「選択した節点・要素の操作」の下の**入力**、または右クリックによるポップアップメニューから［データ入力］を選んで下さい。
ただし、単一のオブジェクトの場合には、上の「選択 → 入力」という手順によらず、選択と同時に入力を行なうことが出来ます。左ボタンを用いて節点または要素をクリックして下さい。

(7) 要素の分割・節点番号の最適化

選択した単一あるいは複数の要素をさらに細かく分割したい場合は、要素を選択後、メニューボックスの「選択した節点・要素の操作」の下の**要素の分割**を選びます。

また、あらたな分割線を指定して要素を再分割する場合は、メニューボックスの**要素の分割線の挿入**をクリックします。
要素の再分割を行なうと節点番号に「抜け」が生じることになりますが、メニューボックスの**節点番号の最適化**をクリックすると、その「抜け」を整理し、さらに座標値にしたがって番号を振りなおします。

(8) 表示の制御

メニューボックスの「表示対象・項目」の下にあるコンボボックスにより、描画対象を「要素」または「外形」に変更することができます(要素データファイルを直接読み込んでいる場合には「外形」のデータが存在しませんので、この選択は行なえません)。
中間節点が有効であれば、主節点と中間節点、つまりすべての節点を描画します。これが無効の場合は主節点のみを描画します。
その他、**節点番号・節点座標・要素番号**のチェックボックスにより、これらの描画の有無を切り替えます。

(9) 入力値の確認

メニューボックスの「確認」ページは入力値をキャンバス上で確認するものです。「表示項目」のラベルの下のラジオボタンで表示内容を切り替えることができます。
ここにある「節点荷重」以下の項目は荷重条件ごとに指定されていますので、「荷重条件」のコンボボックスでその状態を選択してください。

(10) 結果の表示

計算を実行後、メニューボックスの「計算結果」ページで計算結果を画面上で確認することができます。「荷重条件」のコンボボックスで出力対象となる荷重条件を選択し、「表示項目の下にあるラジオボタンで項目を選択してください。
各出力内容の詳細についてはステータスバーに表示されますが、詳細については別項を参照してください。
計算結果のうち、以下のものについては赤い字で表示されます。

変位量の最大値(絶対値)
直応力 σ の正側の最大値・負側の最大値
せん断応力 τ の最大値(絶対値)
曲げ応力の最大値(絶対値) (平板の曲げの場合)

中間節点を表示するが有効であれば、主節点と中間節点、つまりすべての節点について出力します。これが無効の場合は主節点のみを出力します。
最大値のみを表示するが有効であれば、上記の最大値が発生する節点についてのみ出力します。
「平面応力」「平面ひずみ」で**変位線を表示する**が有効の場合は、節点変位の出力時に、変位量にもとづいた変位線をあわせて描画します。
「計算結果」ページが選ばれている時でも、節点あるいは要素を左クリックすることにより入力ダイアログを表示させることができます(右クリックによる複数選択は不可)。
ただしこの時、入力ダイアログを表示させるかわりに、クリックした節点の詳細な計算結果を見ることもできます。**節点をクリックした時**のコンボボックスで「変位・応力の出力」を選ぶと、クリックした節点のすべての計算結果がメッセージウィンドウに出力されます。
また、**最大値を出力する** をクリックすると、現在の荷重条件における最大変位・最大応力の値がメッセージウィンドウに出力されます。

(11) 等高線図の描画

メニューボックスの「計算結果」ページにある**等高線を描画する**をクリックすると、別ウィンドウが開き、現在選択されている荷重条件の計算結果にもとづいた応力または変位の等高線を見ることができます。
「表示項目」の下のラジオボタンで描画対象を選択してください(Z軸方向の変位量「δz」は、「平板の曲げ」の場合のみ選択可能です)。各等高線は値に応じて色分けして描画されますが、その凡例図が左側に出力されます。
プログラムの初期設定では、計算結果の最大値と最小値の間を 10 等分して等高線表示していますが、これを変更したい場合は、**描画の設定を変更する** をクリックします。
等高線の分割数は最大 16 までに変更することができますので、コンボボックスで選択してください。
等高線の間を塗りつぶすが有効であれば、等高線の間を所定の色で塗りつぶします。また、グラデーションで表示したい場合は、等高線の間を塗りつぶす をチェックした上で、さらに**グラデーションを使用する** をチェックしてください。
現在の描画内容を印刷したい場合は、**この内容を印刷する** をクリックします(カラープリンタの使用をお勧めします)。この

時の出力スケールは、出力内容が 1 ページ内におさまるように自動的に調整されます。

6-3 リファレンス

6-3-1 メニューバー

(1) ファイル

[ファイル]-[新規作成]

メニューボックスの「新規作成」に関する説明を参照してください。

[ファイル]-[開く]

ディスクに保存されているデータを読み出します。

[ファイル]-[上書き保存]

現在作業中のデータの内容を更新して保存します。

[ファイル]-[名前を付けて保存]

現在作業中のデータに適切なファイル名を付けて(または名前を変更して)ディスクに保存します。初期設定では、データファイルの拡張子は「fsp」になります。

[ファイル]-[印刷書式と項目の設定]

● **印刷項目**

項目の末尾に(図)とあるものはグラフィック形式の出力、(表)とあるものは一覧表形式のテクスト出力になります。
荷重条件別のデータを出力する場合は、**荷重条件ごとの出力**グループ内の項目を選択し、さらに**出力する荷重条件**グループ内で個々の荷重条件を指定してください。その荷重条件の出力項目に関して、該当する入力データがない場合には、その項目の出力そのものが省略されます。例えば、節点荷重の出力を荷重条件 1 と荷重条件 2 について指定しているが、実際には荷重条件 1 については節点荷重の入力が一つもない、というケースでは、荷重条件 1 の節点荷重の出力指定そのものを無視します。

● **体裁**

文字 ： 書体は「MS明朝」または「MSゴシック」になります。文字のサイズはポイント単位(1 ポイントは約 0.35mm)で指定します。**通常の文字**はテクスト形式の出力時、**図中の文字**はグラフィック形式の出力中にもちいられる文字の大きさです。

余白 ： 用紙の左側と上側の余白の幅を指定します。右側と下側については 10mm 程度の余白がとられます。

行間 ： 表形式で出力する場合の行間隔を指定します。この設定が**標準**の場合は文字の高さの 1.5 倍、**狭く**とした場合には 1.25 倍、**広く**とした場合には 2 倍の値がとられます。

ページ番号 ： ページ番号の初期値と印字位置を指定します。

線の太さ ： 要素を表す線の太さをポイント単位で指定します。

● **出力スケール・表題・その他**

図の出力スケール ： 図を出力する場合のスケーリングに関する指定で、実長 1 メートルを紙面上で何ミリメートルで表わすか、を指定します。これが**自動設定**となっている場合は、1 ページ内に全要素が出力可能なスケールをプログラム内で設定します。

表題 ： プリンタ出力に何らかのタイトルやコメントを印字したい場合に入力します。**先頭頁の冒頭に出力**と指定した場合には最初の頁に一回だけ印字されます。印字位置として**ヘッダー**または**フッター**を指定した場合には各頁に印字されます。

変位線を出力する ： 「平面応力」「平面ひずみ」の場合の変位線の出力指定です。出力スケールは画面表示の設定値(メニューバー**[表示]-[設定]**)がとられます。

中間節点の計算結果も図中に出力する ： 図中に主節点の変位・応力のみを出力したい場合はこれを無効にしてください。

最大値が生じる節点のみ計算結果を図中に出力する ： これが有効な場合は、最大値が発生している節点の計算結果だけを図中に出力します。

1 項目を印刷毎に改ページする ： 前項で設定した印刷項目の各々を出力する毎に改ページを行います。これが無効になっている場合は、ページ余白を勘案しながらプログラムが自動的に改ページを制御します。

[ファイル]-[印刷プレビュー]

紙面への印刷イメージを画面上で確認することが出来ます。

[ファイル]-[印刷]

プリンタへの出力を行います。

(2) 基本データ

メニューボックスの「基本データの修正」に関する説明を参照してください。

(3) 節点・要素

[節点・要素]-[データ入力]（節点）

選択された節点に関するデータ入力を行ないます。

ダイアログの最上部に「編集対象節点数」の表示があります。これが 1 の場合はすべての入力項目が有効になりますが、2 以上の場合、すなわち複数の節点を対象にした入力を行う場合は、その下にある「拘束条件」「節点の移動」「節点荷重」のチェックボックスで編集項目を選んでください。ここで選択された項目だけが編集対象になり、その他の項目については既存のデータが保持されますます。

● **拘束条件**

節点の各自由度について「自由」または「拘束」を選択します。

外形データがある場合で、かつ外形にたいして「拘束辺」が指定されている場合はその条件にもとづいて拘束条件が設定されていますが、これを無視して独自に条件を設定したい場合は、**外形の「拘束辺」の指定を無視する**を有効にしてください。

● **節点の移動**

対象とする節点が主節点である場合は、それを移動することができます。X 方向および Y 方向の移動量を入力してください。

ここで主節点を移動すると、関連する中間節点は、両側の主節点の中央位置に自動設定されます。したがって、このダイアログで中間節点を移動させることはできません。中間節点を移動させるには「要素の入力」ダイアログを用いてください。

● **節点荷重**

各自由度に関する節点荷重を入力します。

外形データがある場合で、かつ「外形作用する集中荷重」が指定されている場合はその条件にもとづいて節点荷重が自動設定されていますが、これを無視して独自に荷重を入力したい場合は、**外形に指定した集中荷重を無視する**を有効にしてください。

[節点・要素]-[データ入力]（要素）

選択された要素に関するデータ入力を行ないます。

ダイアログの最上部に「編集対象要素数」の表示があります。これが 1 の場合はすべての入力項目が有効になりますが、2 以上の場合、すなわち複数の要素を対象にした入力を行う場合は、その下にある「材料」「中間節点の移動」「分布荷重」のチェックボックスで編集項目を選んでください。ここで選択された項目だけが編集対象になり、その他の項目については既存のデータが保持されますます。

● **材料**

コンボボックスから先に指定した材料リスト番号を選択します。

● **中間節点の移動**

要素の各辺に存在する中間節点を移動することができます。現在の座標値が転記されていますので、この値を直接書き換えてください。各辺の中間節点の位置については、ダイアログ右側の**選択された要素**のグラフィック表示を参照してください（ただし、複数要素が選択されている場合はグラフィック表示は行なわれません）。

● **分布荷重**

「平面応力」「平面ひずみ」の場合は接線または垂線方向の分布荷重（単位長さあたり）、「平板の曲げ」の場合は要素全体に作用する鉛直方向の分布荷重（単位面積あたり）を入力します。

外形データがある場合で、かつ「外形作用する分布荷重」が指定されている場合はその条件にもとづいて荷重が自動設定されていますが、これを無視して独自に荷重を入力したい場合は、**外形に指定した分布荷重を無視する**を有効に

してください。

「平面応力」「平面ひずみ」の場合の荷重の正負方向は、図 6-3-1 にしめすとおり、「要素を左回りに作用する接線方向荷重」が正、「要素の内部に作用する垂線方向荷重」が正になります。

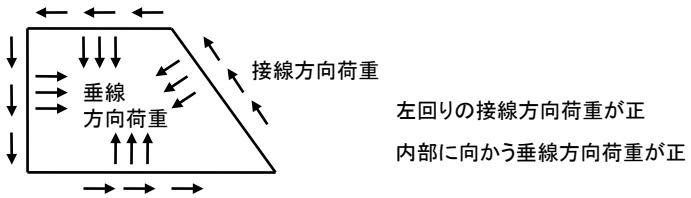


図 6-3-1 分布荷重の正負方向

[節点・要素]-[要素の分割]

選択された要素を細分します。そのパターンとして以下の三つがあります。

パターン 1

図 6-3-2 にあるとおり、要素の中央に要素と相似の四辺形を作り、その周辺に作られる四辺形とあわせ、一つの要素を計 5 個の要素に分割します。複数の要素が選択されている場合は、その個々の要素ごとにこの分割を行ないます。

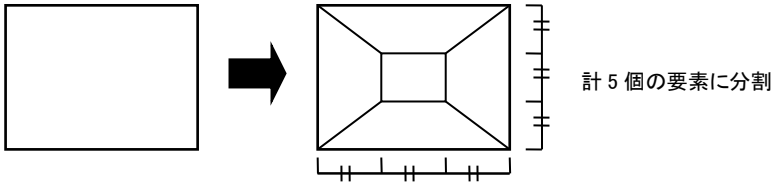


図 6-3-2 要素の分割パターン 1

パターン 2

これは、一列に並んだ複数の要素を連続的に分割するものです。

図 5-4-3 にあるとおり、端に位置する要素は 4 個、中間に位置する要素は 3 つの四辺形に分割されます。

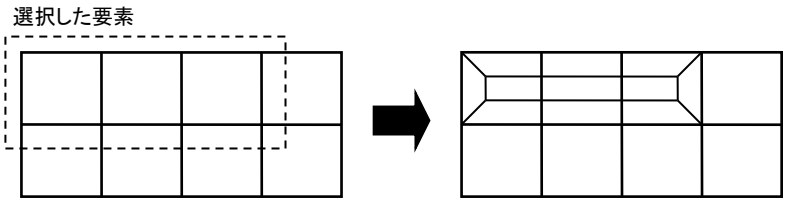


図 6-3-3 要素の分割パターン 2

パターン 3

これは前述の「パターン 2」と同様、一列に並んだ複数の要素を連続的に分割するものですが、図 6-3-4 にあるとおり、、端の要素が「外形」の線分である場合には3つの四辺形に分割します。(データ作成時に要素定義ファイルから読み込んだものには「外形」のデータが存在しませんので、この分割方法は適用できません。)

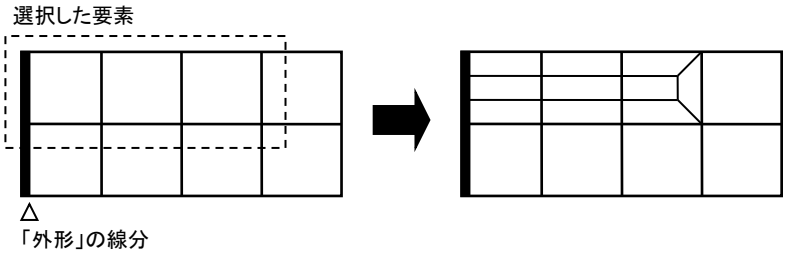
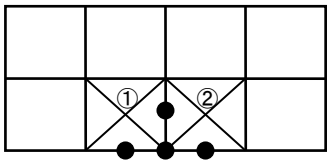


図 6-3-4 要素の分割パターン 3

[節点・要素]-[要素の削除]

選択された要素を削除します(【Del】キーで代用可)。複数の要素を削除すると、要素にまったく関連づけられない節点が出てくる可能性がありますが、これらはプログラム内で自動的に削除されます(図 6-3-5)。



要素①②を削除すると、●の節点は自動的に削除される

図 6-3-5 要素の削除

[節点・要素]-[要素の分割線の挿入]

X 軸に平行な水平線、または Y 軸に平行な垂直線により要素を再分割します(図 6-3-6)。

ダイアログ中で「水平線」または「垂直線」を選択し、さらにその線の Y または X 座標値を入力してください。なお、この分割線は必ず要素の対向する辺を横切るものでなければなりませんので、図 6-3-6 右にあるような分割線を指定することはできません。

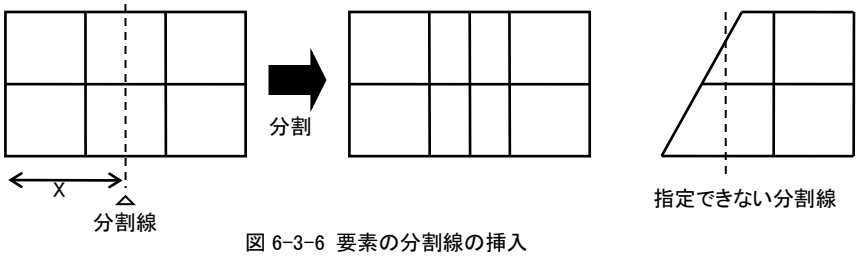


図 6-3-6 要素の分割線の挿入

[節点・要素]-[節点番号の最適化]

要素の再分割や削除を行なうと節点番号に「抜け」が生じることになりますが、それらを整理し、かつ計算時に無駄が生じないように節点番号をつけかえます。なお、この作業は計算実行時に必ず行なわれますので、ここでとくに行なう必要はありません。

節点番号のつけ方の原則は、図 6-3-7 に示すとおり、要素全体の X 方向辺長が Y 方向辺長よりも大きい場合は X 座標値の小さい順、Y 方向辺長の方が大きい場合は Y 座標値の小さい順になります。

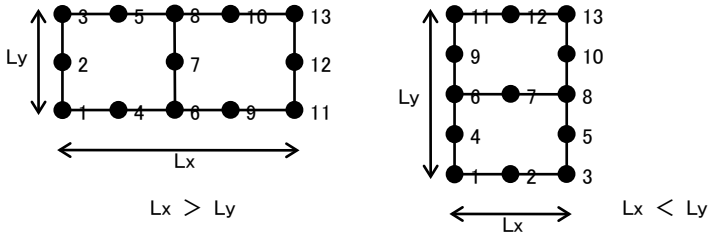


図 6-3-7 節点番号の最適化

[節点・要素]-[すべての節点を選択]

すべての節点を選択状態にします。

[節点・要素]-[すべての要素を選択]

すべての要素を選択状態にします。

[節点・要素]-[すべての選択を解除]

節点および要素の選択状態を解除します。【Esc】キーで代用できます。

(4) 荷重条件

[荷重条件]-[荷重条件の編集]

新規作成
新しい荷重条件を追加します。新しい荷重条件の名前を指定してください。最大 255 個の荷重条件が指定できます。
更新
「荷重条件一覧」で選択されている荷重条件の名称を変更します。
削除
「荷重条件一覧」で選択されている荷重条件を削除します。削除される荷重条件に設定されていた荷重もすべて削除されます。

(5) 応力計算

[応力計算]-[実行]
計算を実行します。メッセージウィンドウに計算の経過が出力されます。

(6) 表示

[表示]-[拡大表示][縮小表示]
画面表示の倍率を変更します。それぞれ【PageUp】【PageDown】キーで代用出来ます。

[表示]-[メニューボックス]
メニューボックスの表示と非表示を切り替えます。

[表示]-[ツールウィンドウ]
ツールウィンドウの表示と非表示を切り替えます。

[表示]-[メッセージウィンドウ]
メッセージウィンドウの表示と非表示を切り替えます。

[表示]-[原点の表示位置]
基準座標の原点の表示位置を現在位置から移動させます。これは単に画面上の表示位置を変更するだけで、節点座標値そのものには何の影響も与えません。

[表示]-[設定]
文字の大きさ ： 描画時の文字フォントの大きさに関する指定で、**標準**が 9 ポイント、**小さく**が 8 ポイント、**大きく**が 10 ポイントをあらわします。
変位図のスケール ：「平面応力」「平面ひずみ」で変位図を描画する時に、変位量をどの程度誇張してあらわすか、という指定です。なお、この指定はプリンタ出力時にも使用されます。
計算結果の表示桁数 ： 変位および応力の計算結果を表示する時の小数以下の桁数を指定します。これが 0 の場合は小数以下が四捨五入されます。なお、この指定はプリンタ出力時にも使用されます。
節点の表示 ： 画面上に表示する節点（四角形）の大きさを指定します。
表示色 ： 画面上に表示する「節点」「要素」「支点」の塗りつぶし色を指定します。「選択対象」は、選択された節点の塗りつぶし色、および選択した要素の外郭線の表示色です。**標準の設定に戻す** をクリックすると、表示色をプログラムの初期設定に戻します。
これらをプログラム起動時の初期値として設定する ： 上の設定を次回以降の初期値とします。

[表示]-[再描画]
画面全体を描き直します。

6-3-2 ツールバー

ツールバー内の各アイコンボタンと、その機能に対応するメニューバーの項目は以下のとおりです。

① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩

① [ファイル]-[新規作成]
② [ファイル]-[開く]
③ [ファイル]-[上書き保存]
④ [ファイル]-[印刷]
⑤ [ファイル]-[印刷プレビュー]
⑥ [ファイル]-[印刷書式の設定]
⑦ [応力計算]-[実行]
⑧ [表示]-[拡大表示]
⑨ [表示]-[縮小表示]
⑩ 表示倍率を任意に指定

6-3-3 メニューボックス

メニューボックス内の各種コントロールの機能は以下のとおりです。

① データの新規作成ウィザードを開きます
② 新規作成ウィザードで設定した値を変更します
③ ドラッグ＆ドロップによる矩形範囲指定時の選択対象を「節点」または「要素」にします
④ 選択した節点または要素のデータ入力ダイアログを開きます
⑤ 選択した要素を分割します
⑥ 選択した要素を削除します
⑦ 新たな分割線を挿入して要素を再分割します
⑧ 節点番号を振りなおします
⑨ 「外形」と「要素」の描画を切り替えます
⑩ 各項目の表示・非表示を切り替えます
⑪ 入力値を確認する荷重条件を選択します
⑫ 入力値の表示内容を切り替えます
⑬ 計算結果を出力する荷重条件を選択します
⑭ 計算結果の表示内容を切り替えます
⑮ 節点をクリックした時に「入力ダイアログを表示する」か「その節点の計算結果をメッセージウィンドウに表示する」を選択します
⑯ 中間節点の表示・非表示を切り替えます
⑰ これが有効な場合、最大値が発生する節点についてのみ計算結果を出力します
⑱ 「平面応力」「平面ひずみ」で出力内容が「節点変位」の時、変位線をグラフィック表示します
⑲ 最大値をメッセージウィンドウに表示します
⑳ 等高線の描画ウィンドウを開きます

6-3-4 表示の見方

画面表示または印刷時における入力データや計算結果の表示形式について以下に説明します。

● **節点の拘束状態**

平面応力・平面ひずみの場合

△ XY 方向とも拘束

△ Y 方向のみ拘束

|▷ X 方向のみ拘束

平板の曲げの場合

△ Z 方向のみ拘束

Z 方向・X 軸回り・Y 軸回りのすべてを拘束

● **節点座標**

(X 座標,Y 座標)の形式であらわします。

● **材料リスト番号**

要素の中央に材料リストの番号を表示します。これが 0 の場合は材料リストの「初期値」をあらわします。

● **節点荷重**

節点位置に、荷重の向きをあらわす矢印とともに節点荷重の値を表示します。

● **分布荷重**

平面応力・平面ひずみの場合は、該当する要素の辺に、荷重の向きをあらわす矢印とともに「接線方向」または「垂線方向」の荷重の値を表示します。
平板の曲げの場合は、要素の中央に鉛直方向の分布荷重の値を表示します。

● **節点変位**

平面応力・平面ひずみの場合

■ δx
δy

平板の曲げの場合

■ δz

δx : X 方向の変位量
δy : Y 方向の変位量
δz : Z 方向の変位量

● **σ (基準軸)**

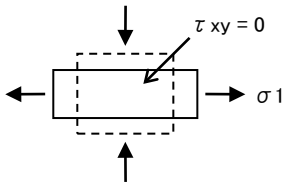
■ σx σx : X 方向の直応力
σy σy : Y 方向の直応力

平板の曲げの場合は、材の表面と裏面で応力の符号が反転しますので、絶対値で表示しています。

● **σ (主応力)**

主応力 1 の向き

■ σ1 σ1 : 主応力 1
σ2 σ2 : 主応力 2



ここにいう「主応力」とは、上図右にしめすとおり、せん断力 τ xy が 0 になるような方向の応力を指します。また、プリンタ出力およびメッセージウィンドウ内の出力では、主応力方向が X 軸となす角度(φ)も表示されます。

● 曲げ（平板の曲げの場合）

■

Mx　　Mx ： X 軸回りの曲げモーメント
My　　My ： Y 軸回りの曲げモーメント

● τ

平面応力・平面ひずみの場合　　平板の曲げの場合

■ τ xy

■

τ xy　　τ xy ： XY 面内のせん断応力
τ xz　　τ xz ： XZ 面内のせん断応力
τ yz　　τ yz ： YZ 面内のせん断応力

6-3-5　エラーメッセージ

計算実行時に出力されるエラーメッセージまたは警告メッセージのうち、特に説明をようすると思われるものについて以下に記します。

X（ または Y・Z ）方向に関して支点の拘束がありません（エラー）
平面応力・平面ひずみの場合は X および Y 方向、平板の曲げの場合は Z 方向に関して最低一つの固定点がなければなりません。

要素番号 XX の計算中にエラーが発生しました（エラー）
この要素の形状が不規則なために正常な計算が行なえません。要素の形状を変更してください。

7. 断面計算プログラム

7-1 概要

FreeStructure7.1 には、鉄骨部材の断面計算用として「小梁の設計」「間柱の設計」「大梁の設計」「柱の設計」、木造部材の断面計算用として「木造の断面検定」の各プログラムが標準添付されており、「平面骨組」「立体骨組」「建築骨組」の各プログラムから呼び出すことができます。
これらのプログラムは FreeStructure7.1 とは独立して実行されるもので、鉄骨部材用のものは弊社販売の断面計算プログラム集「S チャート 8」に含まれる同名のプログラムと同等の機能をもっています。ここで作成したデータは「S チャート 8」の各プログラムでそのまま読み込むことができます。また、逆に「S チャート 8」で作成したデータをそのまま読み込むこともできます。
ただし、新規にデータを作成することはできません。FreeStructure7.1 にあるデータを転送するか、もしくは既存のファイルを読み込む形でプログラムを起動することになります。
なお、ここでは各プログラムに共通する操作の概要のみを記しています。プログラム毎の詳細な内容については「S チャート 8」のユーザーズマニュアル、もしくは各プログラムのヘルプファイル（メニューバーの［ヘルプ］-［ヘルプファイルの表示］）をご覧ください。

7-2 基本的な操作

これらのプログラムでは、一つのデータファイルの中に複数のデータを含めることができますが、それらの制御は、図 7-1-1 に示すツールバー内のコントロールによって行います。

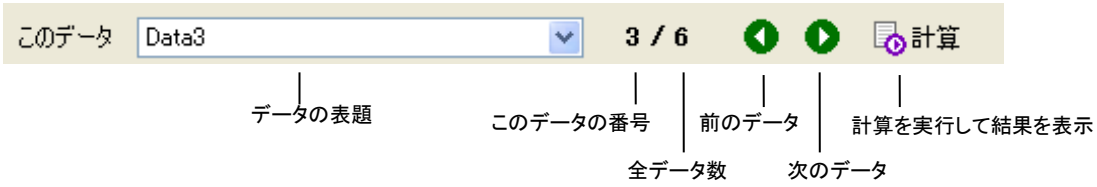


図 7-1-1 ツールバーによるデータの制御

各データには識別するための「表題」を付けることが出来ますが、「このデータ」のラベルの横にあるコンボボックスにあるのが現在表示しているデータの表題です。これをドロップダウンさせると全データの表題を見ることができ、さらに、ここから見たいデータの表題を選択して表示させることができます。
コンボボックスの横に分数表示がありますが、この分子の数字は現在ターゲットにしているデータの番号（1 から順に付番される）、分母の数字が全データ数です（たとえば上の図にあるのは、全データ数が 6 で、現在表示しているのが 3 番目のデータであることをあらわしています）。
その横にある矢印のボタンで前後のデータを順次表示させることもできます。
データに何らかの変更を加えた場合は、一番右にある**計算**ボタンを押すと、その計算結果が画面上に表示されます。この時、データに何らかの問題があって正常な計算が行えない場合は画面下部の**情報**欄にメッセージが出力されます。
図 7-1-1 はツールバー内にあるその他のボタンの機能を説明したものです。

① ファイルを開く
② 上書き保存
③ 印刷
④ 印刷プレビュー

図 7-1-2 ツールバー内のボタン

7-3 メニューバー

以下、各プログラムに共通するメニューバー内の主な項目について説明します。

［ファイル］－［開く］
　ディスクに保存されているファイルのデータを読み出します。

[ファイル] – [名前をつけて保存]

新しく作成したファイルに名前を付けるか、もしくは現在のファイルの名前を変えて保存します。プログラム内の既定の拡張子は以下のようになっています(「Sチャート8」と同じです)。

小梁の設計	*.s01
間柱の設計	*.s02
大梁の設計	*.s05
柱の設計	*.s07
木造の断面検定	*.tmb

[ファイル] – [上書き保存]

現在開かれているファイルを、開いた時と同じ名前で保存します。

[ファイル] – [印刷書式の設定]

印刷時の書式を設定します。ここでの設定値 (ただし「ページ番号の初期値」と「表題」を除く) は自動的に保存され、次回以降の起動時にも使用されますが、リセットしたい場合は**全項目を初期設定に戻す**を選んでください。

文字フォント

印刷に用いる書体は「MS明朝」または「MSゴシック」のいずれかになります。

文字の大きさはポイント(1ポイントは約0.35mm)単位で指定します。ここにある「図中の文字」とは、各種のグラフィック出力中にもちいるもので、「通常の文字」はそれ以外を指します。

行間

各行の印字時の間隔を指定します。この値が大きいほど行間が大きくとられます。

余白

用紙の上下左右辺の余白を指定します。**左右方向は用紙中央に出力する** を有効にすると、左右の余白量が同じになるように自動的にレイアウトされます。

A3やB4などの用紙を横に使い、左右二段に段組して出力したい場合は **左右二段に段組出力する** を有効にし、さらに **左右の段組の間隔** の値を入力してください(図7-1-3)。段組出力が可能かどうかは、左右の余白・文字の大きさ・段組の間隔のデータをもとにプログラムが判断します。

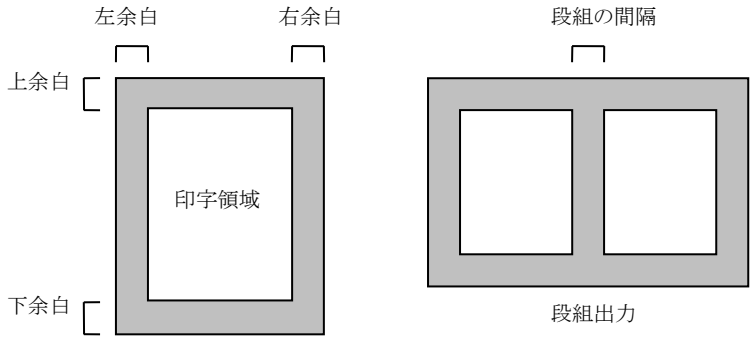


図 7-1-3 用紙の余白と段組出力

ページ番号

ページ番号を出力する場合は **ページ番号を出力する** を有効にし、その出力位置を指定します。水平方向の出力位置は用紙の中央/右端のいずれか、垂直方向の出力位置は用紙の上部/下部のいずれかです。

ページ番号は、最初のページを1とした通し番号になりますが、この最初のページ番号を変更したい場合は**ページ番号の初期値**で指定します。

表題

ここで指定した文字列が、これから印刷される最初のページの1行目に出力されます。デフォルトはプログラムの表題になっています。**表題はゴシック文字で出力する** が有効な場合は、本文が明朝体の場合でも、表題だけはゴシック文字で印刷します。

罫線

罫線の太さ を「最小」とした場合は、使用するプリンタの1ドットの線になります。**罫線と文字の間隔** は文字の上端と罫線の間隔をあらわすものです。

荷重形図の数値表示

この項目は「小梁の設計」「間柱の設計」の各プログラムで有効です。

これを「図中に出力」とした場合は荷重形の図の中に寸法や荷重の値を直接書き入れますが、数値が互いに重なりあって判別しにくくなることがあります。この場合は「図の外に別途出力する」としてください。両者の表現の違いについては**詳細説明**のリンクで具体的に例示しています。

[ファイル] - [上書き保存]

現在開かれているファイルを、開いた時と同じ名前で保存します。

[編集] - [データを選択してコピー]

任意のデータの内容を現在のデータとして複写します。全データのタイトルの一覧が表示されますので、コピーしたいタイトル名を選択して下さい。

[編集] - [データを選択して削除]

指定されたデータを削除します。データの表題の一覧が表示されますので、削除したいデータのチェックボックスを有効にして下さい。

[編集] - [データの並べ替え]

データの順序を入れ替えます。データの表題の一覧が表示されますので、順序を変更したいデータを選択し、▲ または ▼ をクリックして、そのデータを上または下に移動して下さい。

8. 資料

8-1 応力計算

以下に、立体解析用の剛性マトリクスの構成等について概説します。平面解析の場合は、解析に関係しない自由度の行と列を削除したマトリクスを用います。

(1) 部材の剛性マトリクス

図 9-1-1 に示す部材座標系を持つ部材の剛性マトリクス[k]の構成を以下に示します。(ただし接合部はすべての自由度について剛であるものとします)。

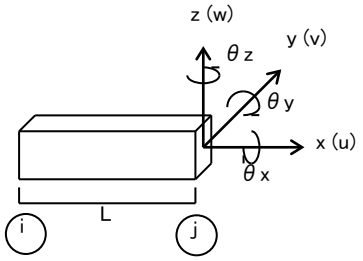


図 9-1-1 部材の自由度

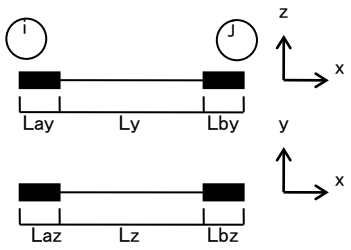


図 9-1-2 剛域をもつ部材

	ui	vi	wi	θ xi	θ yi	θ zi	uj	vj	wj	θ xj	θ yj	θ zj
ui	k11											
vi	0	k22										
wi	0	0	k33									
θ xi	0	0	0	k44					Sym.			
θ yi	0	0	k53	0	k55							
θ zi	0	k62	0	0	0	k66						
uj	k71	0	0	0	0	0	k77					
vj	0	k82	0	0	0	k86	0	k88				
wj	0	0	k93	0	k95	0	0	0	k99			
θ xj	0	0	0	k104	0	0	0	0	0	k1010		
θ yj	0	0	k113	0	k115	0	0	0	k119	0	k1111	
θ zj	0	k122	0	0	0	k126	0	k128	0	0	0	k1212

k11 = E･A / L , k22 = λ y･12･E･Iz / Lz^3 , k33 = λ z･12･E･Iy / Ly^3 , k44 = G･Ix / L
k53 = − λ z･6･E･Iy / Ly^2 , k55 = (1+3･ λ z)･E･Iy / Ly
k62 = λ y･6･E･Iz / Lz^2 , k66 = (1+3･ λ y)･4･E･Iz / Lz
k71 = −k11 , k77 = k11 , k82 = −k22 , k86 = −k62 , k88 = k22 , k93 = −k33 , k95 = −k53
k99 = k33 , k104 = −k44 , k1010 = k44 , k113 = − λ z･6･E･Iy / Ly^2
k115 = (3･ λ z−1)･E･Iy / Ly , k119 = −k113 , k1111 = (3･ λ z+1)･E･Iy / Ly
k122 = λ y･6･E･Iz / Lz^2 , k126 = (3･ λ y−1)･E･Iz / Lz , k128 = −k112
k1212 = (3･ λ y+1)･E･Iz / Lz
λ y = 1 / {1+12･E･Iz/(G･Asy･Lz^2)} , λ z = 1 / {1+12･E･Iy/(G･Asz･Ly^2)}

E : ヤング係数, G : せん断弾性係数
L : 部材の全長, Ly : y軸回りの部材の可とう長さ, Lz : z軸回りの部材の可とう長さ
A : 部材の断面積, Asy･Asz : 部材の y･z 軸方向に関するせん断断面積

Ix・Iy・Iz ： 部材の x・y・z 軸回りの断面二次モーメント

さらに、この部材端部に図 9-1-2 に示すような剛域がある場合は、上述のマトリクスを、以下のように節点位置に関するマトリクス[k]に変換します。

$$[k] = \begin{bmatrix} [H1]^T & 0 \\ 0 & [H2]^T \end{bmatrix} [k] \begin{bmatrix} [H1] & 0 \\ 0 & [H2] \end{bmatrix}$$

$$[H1] = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & Laz \\ 0 & 0 & 1 & 0 & Lay & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad [H2] = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & -Lbz \\ 0 & 0 & 1 & 0 & -Lby & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

(2) 座標変換マトリクス

部材の剛性マトリクス[k]は、変換マトリクス[T]を用いることにより、以下のように、全体座標系に関する剛性マトリクス[K]に変換されます。

$$[K] = \begin{bmatrix} [T]^T & 0 & 0 & 0 \\ 0 & [T]^T & 0 & 0 \\ 0 & 0 & [T]^T & 0 \\ 0 & 0 & 0 & [T]^T \end{bmatrix} [k] \begin{bmatrix} [T] & 0 & 0 & 0 \\ 0 & [T] & 0 & 0 \\ 0 & 0 & [T] & 0 \\ 0 & 0 & 0 & [T] \end{bmatrix}$$

変換マトリクス[T]は下のようになります。ここに、lx, mx, nx は、部材座標 x 軸と全体座標 XYZ 軸とのなす角度の余弦、同様に、ly, my, ny は部材座標 y 軸の、lz, mz, nz は部材座標 z 軸の余弦になります。

$$[T] = \begin{bmatrix} lx & mx & nx \\ ly & my & ny \\ lz & mz & nz \end{bmatrix}$$

(3) 剛床グループの座標変換マトリクス

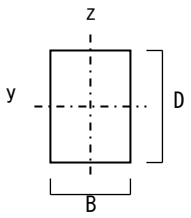
ある節点が剛床グループに属している場合は、全体座標系に関する剛性マトリクス[K]を、さらに、剛床グループの代表点（重心位置）に関する変位に変換します。節点 i (Xi,Yi,Zi)の変位と、その節点が属する剛床グループの代表点(Xg,Yg,Zg)の変位には以下の関係があります。

$$\begin{Bmatrix} iUX \\ iUY \\ iUZ \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & Yi - Yg \\ 0 & 1 & Xg - Xi \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} gUX \\ gUY \\ gUZ \end{Bmatrix}$$

8-2　断面性能

このプログラムには、断面形状を入力して断面性能を自動計算する機能がありますが、その時に使用している計算式を、Ix・Asy・Asz の三つについて以下に示しておきます。

● 長方形断面



$Ix = k \cdot b^3 \cdot d$

B < D の時 b = B, d = D

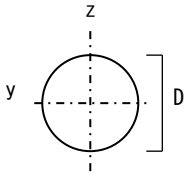
B > D の時 b = D, d = B

$k = 0.33 - 0.21 \cdot (b/d) \cdot (1 - 0.083 \cdot b^4/d^4)$

$Asy = B \cdot D/1.2$

Asz = Asy

● 円形断面

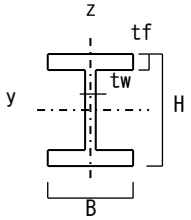


$Ix = \pi \cdot D^4/32$

$Asy = 0.85\pi \cdot D^2/4$

Asz = Asy

● H形鋼

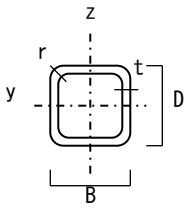


$Ix = 0.67 \cdot B \cdot tf^3 + 0.33 \cdot (H - 2 \cdot tf) \cdot tw^3$

$Asy = 2 \cdot B \cdot tf/1.2$

$Asz = H \cdot tw$

● 角形鋼管

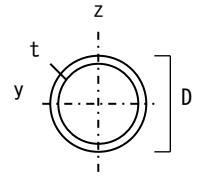


$Ix = 2 \cdot t^2 \cdot (B - t)^2 \cdot (D - t)^2/\{(D + B - 2 \cdot t) \cdot t\}$

$Asy = 2 \cdot (B - 2 \cdot t) \cdot t$

$Asz = 2 \cdot (D - 2 \cdot t) \cdot t$

● 円形鋼管



$Ix = \pi \cdot (D^4 - (D - 2 \cdot t)^4)/32$

$Asy = 0.85\pi \cdot (D^2 - (D - 2 \cdot t)^2)/4$

Asz = Asy

8-3　XML文書

「平面骨組」「立体骨組」のプログラムには、XML 文書からデータを読み込む、あるいは XML 文書にデータを出力するという機能があります（メニューバー[ファイル]-[XML ファィルのインポート] [XML ファィルのエクスポート]）が、この XML 文書について以下に記しておきます。

(1) 概要

このプログラムからエクスポートされる（またはインポート可能な）XML 文書の基本的な構成は以下のようになります。

```
<FreeStructure>
  <LoadCaseCount> </LoadCaseCount>
  <Node>
    ・・・・
    <LoadCase>
      ・・・・
    </LoadCase>
    <Result>
      ・・・・
    </Result>
  </Node>
  <Member>
    ・・・・
    <LoadCase>
      ・・・・
    </LoadCase>
    <Result>
      ・・・・
    </Result>
  </Member>
  <SectionList>
    ・・・・
  </SectionList>
</FreeStructure>
```

<FreeStructure>
ルート要素を表します。エクスポートを行った場合は「FreeStructure」という要素名になりますが、インポートを行う場合は任意の名称で構いません。

<LoadCaseCount>
この文書中にある荷重条件の数。以下に示すとおり、各荷重条件ごとの荷重データは<LoadCase>タグ、その計算結果は<Result>タグの中に存在しますが、これらのタグが各節点・各部材を表すタグ内に出現する数の最大値ということになります。インポートする場合、この値が 0 であれば荷重データと計算結果はすべて無視されます。また、ここにある数を超えて指定されたデータについても同様です。

<Node>
各節点の情報を表し、存在する節点数分このタグが繰り返されます。

<Member>
各部材の情報を表し、存在する部材数分このタグが繰り返されます。

<LoadCase>
各荷重条件ごとの、節点または部材の荷重データで、存在する荷重条件数分このタグが繰り返されます。

<Result>
各荷重条件ごとの、節点変位または部材応力のデータで、存在する荷重条件数分このタグが繰り返されます。インポートの場合はこのタグは無視されます。

インポート時に最低限必要な要素

インポートする XML 文書に最低限必要な要素については、次項「各タグの仕様」中に(**必須**)と表記していますが、節点についてはその番号と XYZ の座標値、部材についてはその両端の節点番号になります。インポート可能な最小限の XML 文書の例(2 節点・1 部材)を以下に示します。

```
<Node>
  <Number> 1 </Number>
  <PositionX> 0 </PositionX>
  <PositionY> 0 </PositionY>
  <PositionZ> 0 </PositionZ>
</Node>
<Node>
  <Number> 2 </Number>
  <PositionX> 1000 </PositionX>
  <PositionY> 0 </PositionY>
  <PositionZ> 0 </PositionZ>
</Node>
<Member>
  <iNode> 1 </iNode>
  <jNode> 2 </jNode>
</Member>
```

(2) 各タグの仕様

<LengthUnit> 長さの単位 ("0" : mm, "1" : cm) (省略時は"0")
<ForceUnit> 力の単位 ("0" : N, "1" : kN, "2" : kgf, "3" : tf) (省略時は"1")
<LoadCaseCount> 荷重条件の数 (<LoadCase>要素の属性「ID」の最大値) (省略時は"0")
<Node> 節点の情報
属性 Status : 剛床グループの代表点の場合は"1"、その他の場合は"0" (省略時は"0")
  <Number> 節点番号 (**必須**)
  <PositionX> X 座標 (**必須**)
  <PositionY> Y 座標 (**必須**)
  <PositionZ> Z 座標 (**必須**)
  <Group> 剛床グループに属している場合はその番号、属していない場合は"0" (省略時は"0")
  <BoundX> X 方向の拘束条件 ("0" : 自由, "1" : 固定, "2" : バネ) (省略時は"0")
  属性 Value : 拘束条件がバネの場合、その値
  <BoundY> Y 方向の拘束条件 (BoundX に同じ)
  <BoundZ> Z 方向の拘束条件 (BoundX に同じ)
  <BoundRX> X 軸回り拘束条件 (BoundX に同じ)
  <BoundRY> Y 軸回り拘束条件 (BoundX に同じ)
  <BoundRZ> Z 軸回り拘束条件 (BoundX に同じ)
  <LoadCase> 各荷重条件ごとの外力
  属性 ID : 荷重条件の識別番号 (> 0)
    <FX> X 方向に作用する力
    <FY> Y 方向に作用する力
    <FZ> Z 方向に作用する力
    <FRX> X 軸回りに作用する力
    <FRY> Y 軸回りに作用する力
    <FRZ> Z 軸回りに作用する力
  </LoadCase>
  <Result> 各荷重条件ごとの計算結果
  属性 ID : 荷重条件の識別番号 (> 0)

<DX> X 方向の変位量
<DY> Y 方向の変位量
<DZ> Z 方向の変位量
<DRX> X 軸回りの変位量 (x100 rad)
<DRY> Y 軸回りの変位量 (x100 rad)
<DRZ> Z 軸回りの変位量 (x100 rad)
</Result>
</Node>
<Member> 部材の情報
属性 Status : 壁要素の場合は"1"、その他の場合は"0" (省略時は"0")
<iNode> 始端の節点番号 (壁要素の場合は左下の節点番号) (必須)
<jNode> 終端の節点番号 (壁要素の場合は右下の節点番号) (必須)
<kNode> 壁要素の場合、左上の節点番号
<lNode> 壁要素の場合、右上の節点番号
<CodeAngle> コードアングル (度)
<iCondition_x> 始端の x 軸回り接合条件 ("0" : 固定, "1" : 自由, "2" : バネ)
属性 Value : 接合条件がバネの場合、その値
<jCondition_x> 終端の x 軸回り接合条件 (iCondition_x に同じ)
<iCondition_y> 始端の y 軸回り接合条件 (iCondition_x に同じ)
<jCondition_y> 終端の y 軸回り接合条件 (iCondition_x に同じ)
<iCondition_z> 始端の z 軸回り接合条件 (iCondition_x に同じ)
<jCondition_z> 終端の z 軸回り接合条件 (iCondition_x に同じ)
<iRigid_y> 始端の xy 平面内剛域長
<jRigid_y> 終端の xy 平面内剛域長
<iRigid_z> 始端の xz 平面内剛域長
<jRigid_z> 終端の xz 平面内剛域長
<A> 断面積 (cm^2)
<Asy> y 軸方向に関するせん断断面積 (cm^2)
<Asz> z 軸方向に関するせん断断面積 (cm^2)
<Ix> x 軸回りに関する断面 2 次モーメント (x10000cm^4)
<Iy> y 軸回りに関する断面 2 次モーメント (x10000cm^4)
<Iz> z 軸回りに関する断面 2 次モーメント (x10000cm^4)
<E> ヤング係数
<nu> ポアソン比
<SectionNum>部材断面の識別名リストのインデックス
<LoadCase> 各荷重条件ごとの外力
属性 ID : 荷重条件の識別番号 (> 0)
<iCy> 始端の y 軸回り C
<jCy> 終端の y 軸回り C
<M0y> y 軸回り M0
<iQy> 始端の y 軸方向 Q0
<jQy> 終端の y 軸方向 Q0
<iCz> 始端の z 軸回り C
<jCz> 終端の z 軸回り C
<M0z> z 軸回り M0
<iQz> 始端の z 軸方向 Q0
<jQz> 終端の z 軸方向 Q0
<iNx> 始端の軸力に関する荷重項
<jNx> 終端の軸力に関する荷重項
</LoadCase>
<Result> 各荷重条件ごとの計算結果
属性 ID : 荷重条件の識別番号 (> 0)

<iN> 始端の軸力
<jN> 終端の軸力
<iMx> 始端の x 軸回り曲げモーメント
<jMx> 終端の x 軸回り曲げモーメント
<iMy> 始端の y 軸回り曲げモーメント
<jMy> 終端の y 軸回り曲げモーメント
<cMy> 中央部の y 軸回り曲げモーメント
<iQy> 始端の y 方向せん断力
<jQy> 終端の y 方向せん断力
<iMz> 始端の z 軸回り曲げモーメント
<jMz> 終端の z 軸回り曲げモーメント
<cMz> 中央部の z 軸回り曲げモーメント
<iQz> 始端の z 方向せん断力
<jQz> 終端の z 方向せん断力
</Result>
</Member>

<SectionList> 部材断面の識別名 (形鋼のサイズ等)

属性 Count : リストの総数

<Section>部材断面の識別名

</SectionList>)