

## コマンド選択メニュー

◇コマンドを起動してみよう



ここで実行したいコマンドの名称が表示してあるイメージにマウスを置くとイメージが暗転するのでその状態でイメージをクリックするとそれぞれのコマンドのウィンドウが開きます。

[コマンド起動と同時にメニューを終了] のチェックボックスがチェックされているとコマンドを起動した時点でこのコマンド起動メニューは終了しますので使い方によって選択してください。

[情報ウィンドウの表示(要インターネット接続)] のチェックボックスをチェックするとメニュー下部に情報ウィンドウが表示されます。インターネットに接続している場合は最新の情報が表示されるようになっていきますので定期的に確認してみてください。

「3D動解析の体験版情報を表示」のチェックボックスをチェックするとその下に体験版情報とAコード入力ボタンが表示されるようになっています。

3D動解析のシリアルとAコードが入力されていないと初回メニュー起動時から15日間は3D動解析が製品版と全く同じ機能の期間制限体験版として動作しますので試してみてください。

体験版情報の右にはAコード入力ボタンがあり3D動解析のシリアルとAコードを入力すれば再インストールすることなく3D動解析の製品版が使えるようになります。

コマンド選択メニューを終了する場合はダイアログ右上の [×] ボタンをクリックして終了してください。

#### ◇CAD通信機能を設定してみよう

計算結果をCADに出力したい場合はCAD通信設定でリストボックスから通信先のCADを選択しておきます。



体験版情報は隠している

作図したいCADを選択する

通信先のCADは作図を実行する時点で起動されていればいいのであらかじめ起動しておく必要はありません。また各コマンドの環境設定から通信先を変更することもできます。

◇バージョン情報／アップデート設定やサポート情報を見よう

[バージョン情報／アップデート設定] ボタンをクリックするとお使いのCADTOOLのバージョンやシリアル番号が確認できますのでサポートを受ける際にはこれらもお伝えください。



この [バージョンアップ・アップデート設定] タブではライブアップデート（インターネットを利用したアップデート）の設定や手動アップデートができるようになっています。

ここにある [認証情報削除] ボタンをクリックするとシリアル番号やAコード情報を削除することができます。ライセンスを変更するときなどに使用します。

さらに [サポート情報] タブを開くと発売元のキャデナス・ウェブ・ツー・キャド株式会社のホームページやCADTOOL／ISOTOOLの製品紹介のURLなどが確認できます。

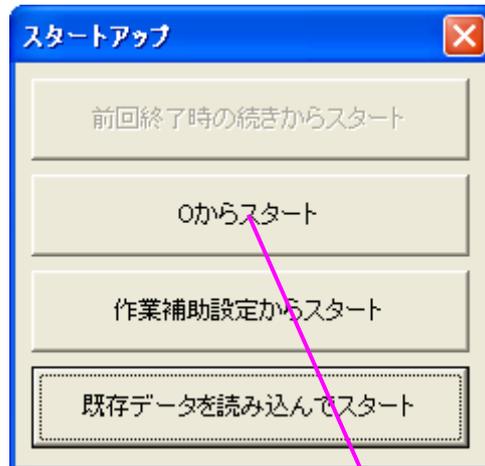
## はりの計算

### ◇片持ちはりの計算

まず [はりの計算] の全体の操作の流れをつかむために代表的な片持ちはりを例に、新規に設定から計算までを実行してみましょう。

#### ●STEP 1 (新規計算)

新規に計算するのでスタートアップダイアログの [0からスタート] をクリックします。



このボタンをクリックする

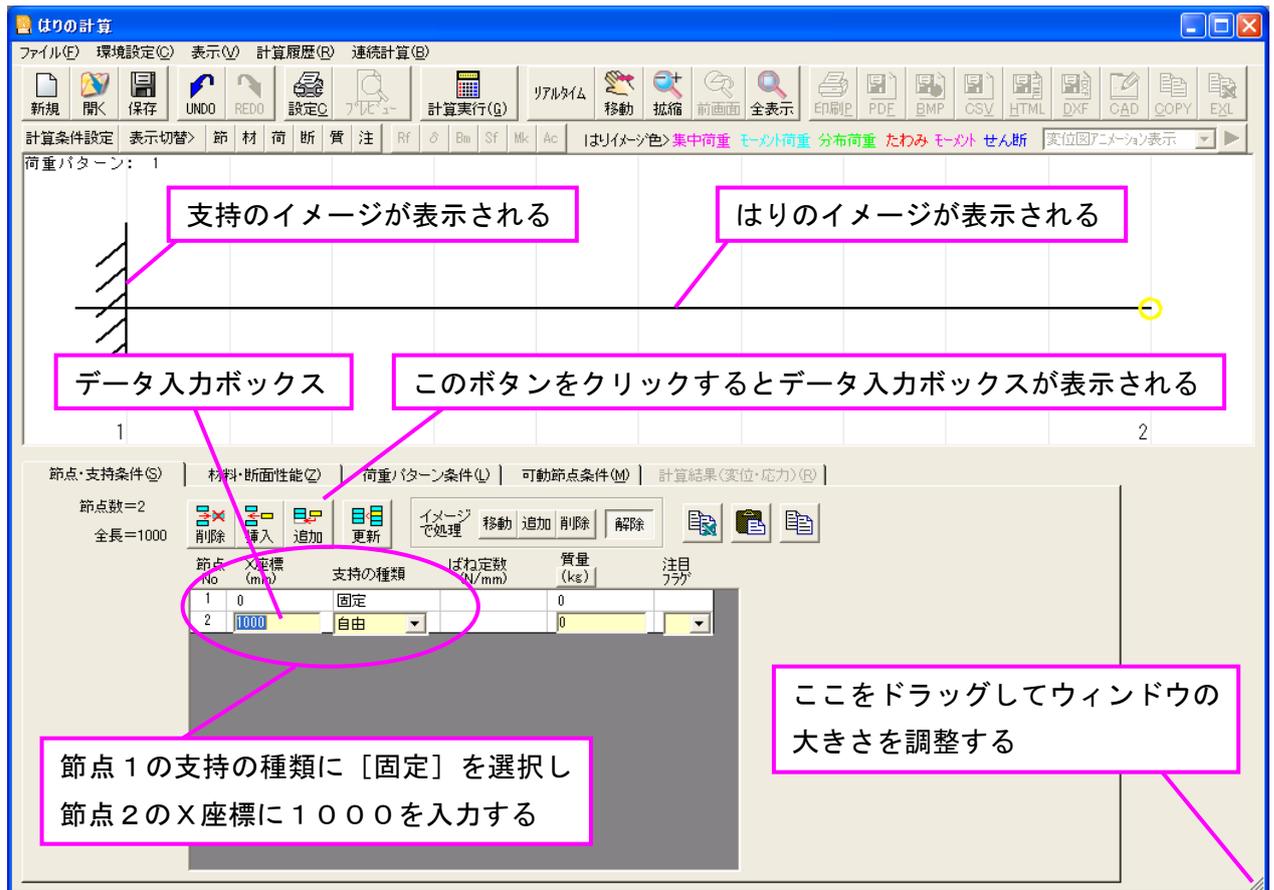
#### ●STEP 2 (節点・支持条件の入力)

初回起動時には画面一杯にウィンドウが表示されますので必要に応じてウィンドウ右下をドラッグして大きさを調整してください。

まずウィンドウ中央にある [追加] ボタンをクリックしてデータ入力ボックスを表示させます。

とりあえず節点1のX座標は0、支持の種類は固定にしますがX座標はマイナスの値でもかまいません。再度 [追加] ボタンをクリックして節点2のX座標を1000、支持の種類を自由にします。

データを入力していくとリアルタイムではりのイメージや支持のイメージが表示されるようになっています。



次に「材料・断面性能／節点間等分布荷重」のタブをクリックして材料の選択に進みます。

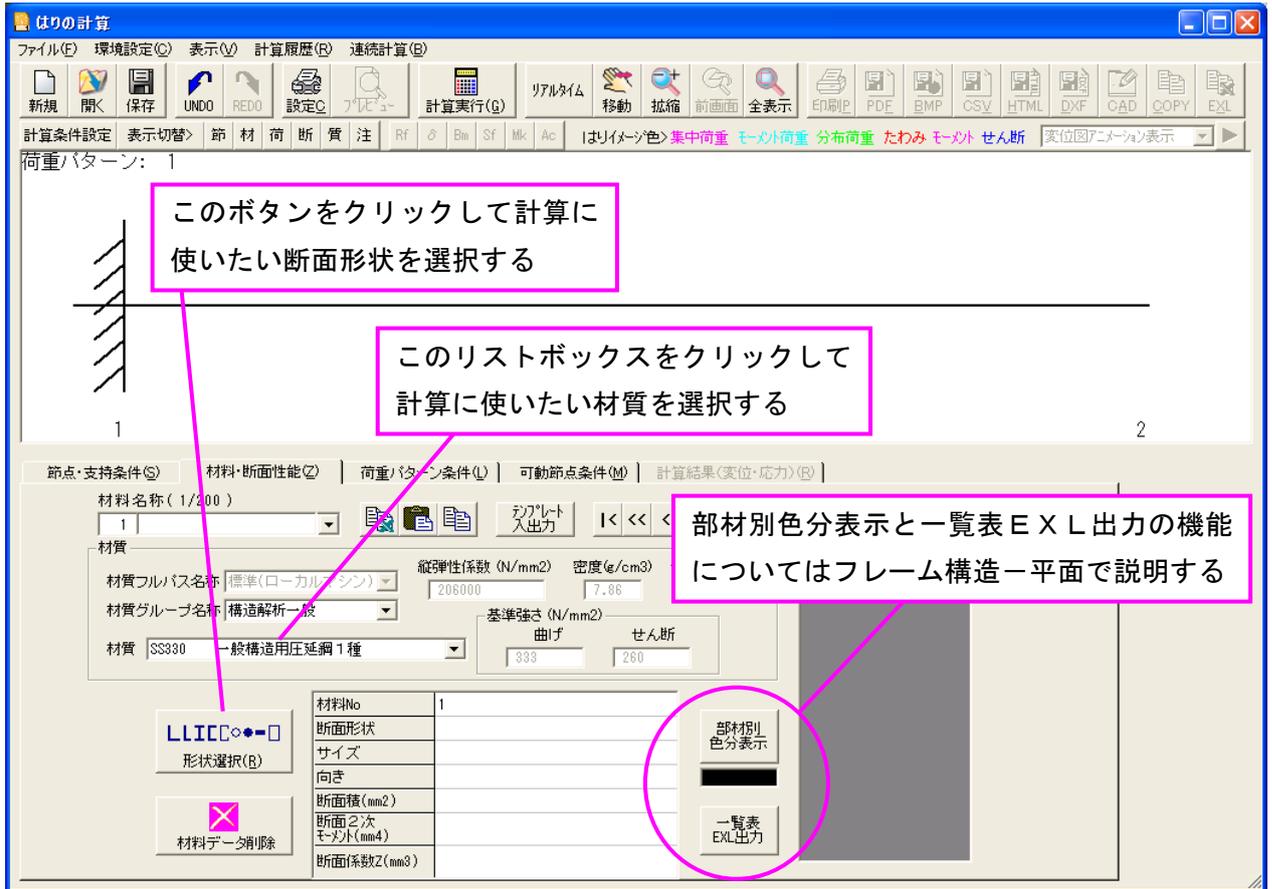
### ●STEP 3 (材料条件の設定)

まず設定したい材料番号をスクロールボタン かその左のリストボックスで選択しますがここではデフォルトの1のままとします。なお材料は最大200まで設定できるようになっており、材料番号毎に材料名称が設定できるようになっていますので使う材料の種類が多い場合は材料名称を設定しておくとの良いでしょう。材料名称を設定しておくとのリストボックスに材料番号と一緒に表示されますのでどのような材料でどの部分に使う材料なのかが分かるような材料名称を付けておくとの便利です。

材質はデータファイル管理機能でパス設定を行うことでサーバー等に置いた任意の材質データファイルを参照することができ、その切り替えを材質フルパス名称右のリストボックスで行います。パス設定が未設定の場合は「標準 (ローカルマシン)」がデフォルトとなり変更もできないようになっています。通常はこのまま使ってください。

材質グループは材質データがグループ単位で切り換えられるようになっている機能で「構造解析一般」が従来の標準の材質データになっていますのでそのままにします。なお材質グループの詳細機能は後で説明します。

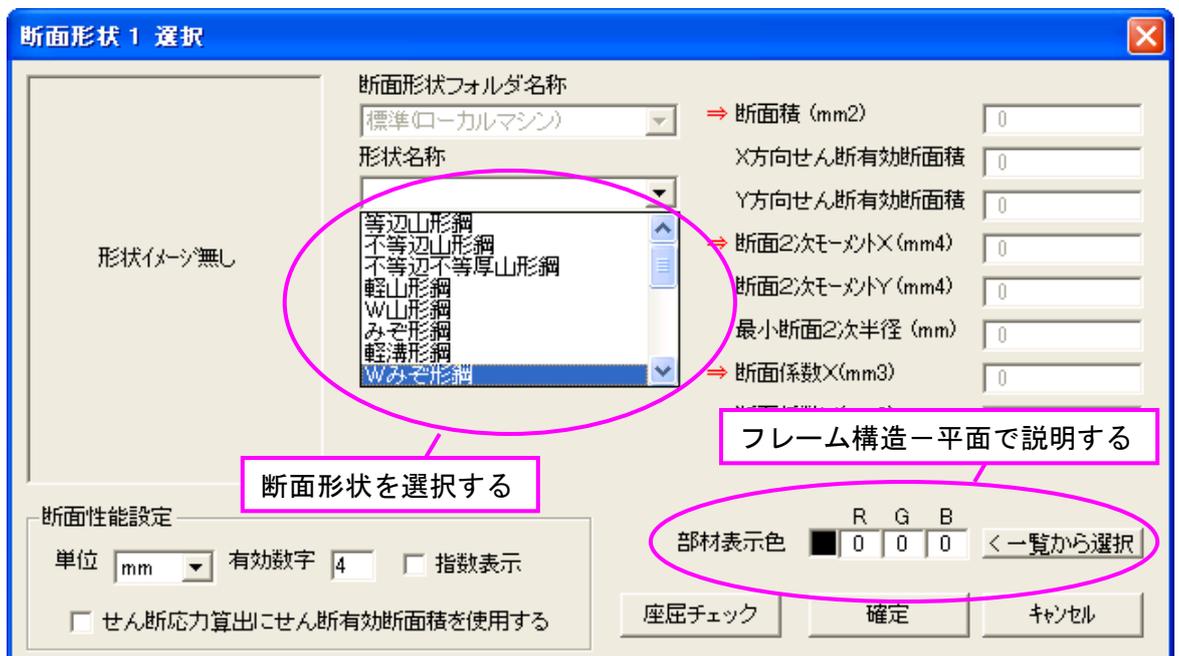
次に材質を選択します。ここではデフォルトで表示されている「SS330」にしておきますがどのような材質が設定されているか見ておいてください。続いて「形状選択」ボタンをクリックするか断面性能の表を適当にクリックします。



断面形状選択のダイアログが表示されますので断面形状、サイズを選択します。

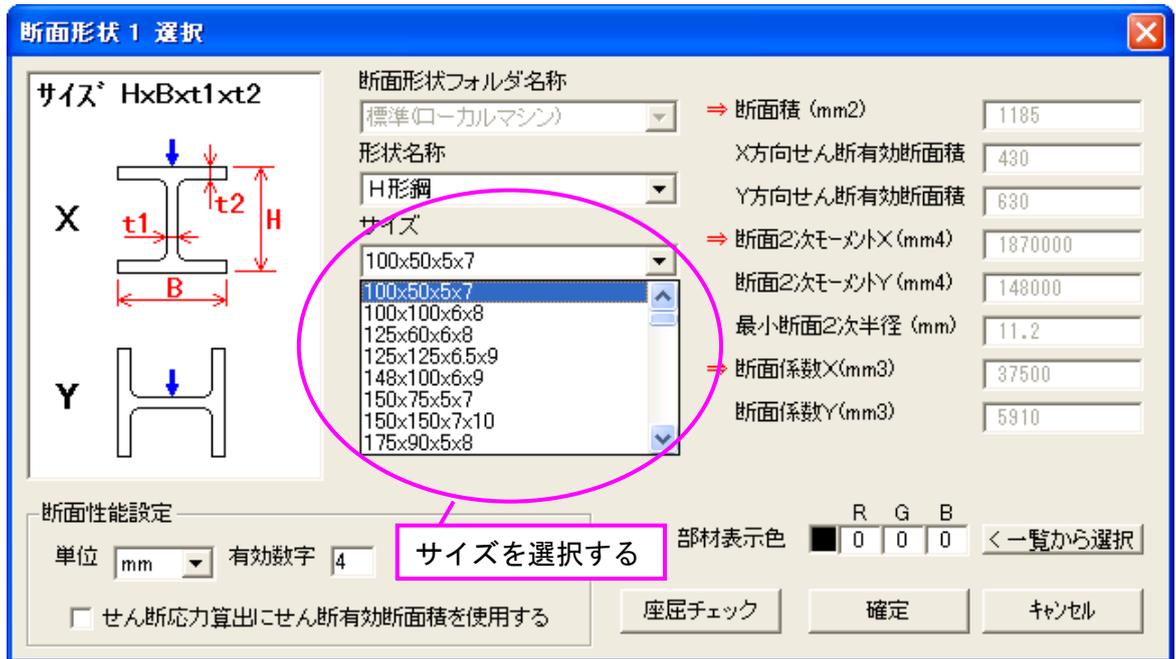
#### ●STEP 4 (断面形状を選択)

断面形状データもデータファイル管理機能でパス設定を行うことでサーバー等に置いた複数の断面形状フォルダを参照することができ、その切り替えを断面形状フォルダ名称下のリストボックスで行います。パス設定が未設定の場合は「標準（ローカルマシン）」がデフォルトとなり変更もできないようになっています。通常はこのまま使ってください。次に選択例として断面形状に形状名称のリストボックスから「H形鋼」を選択してみます。



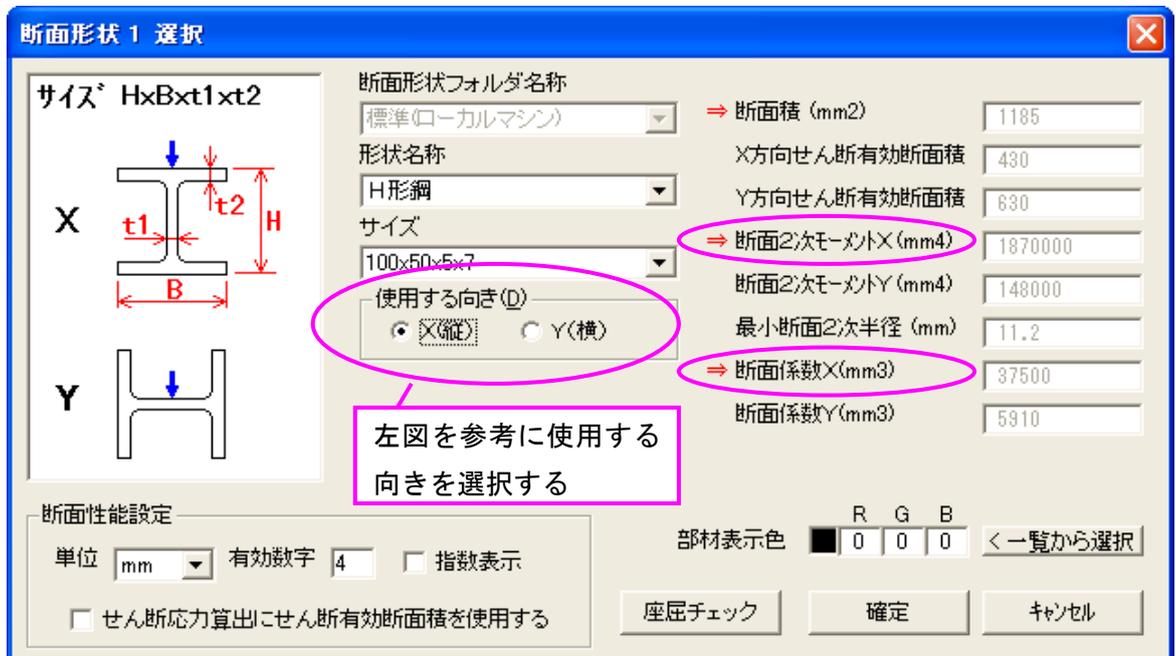
●STEP 5 (断面のサイズを選択)

断面形状を選択するとその断面で登録してあるサイズが表示されますので今度はサイズを選択します。



●STEP 6 (断面の向きを選択)

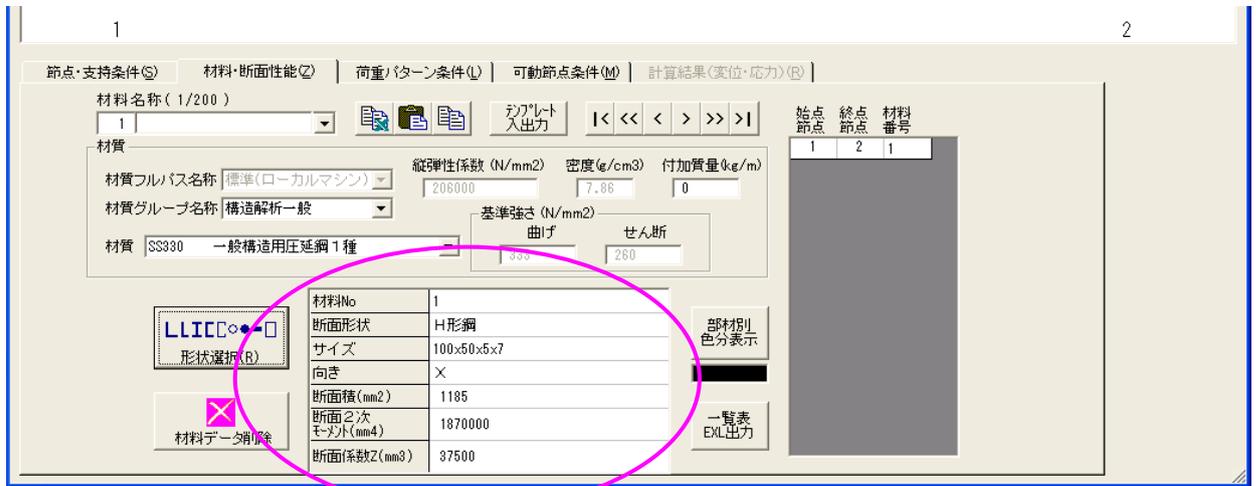
左の図を参考に使用する向きを選択します。断面2次モーメントや断面係数は選択した向きのものに矢印がつくようになっています。



なお左下の設定で“せん断応力にせん断有効断面積を使用する”をチェックすると使用する向きに応じたせん断有効断面積に矢印が付き、せん断応力を求めるときにその断面積が使われます。

●STEP 7 (断面性能を確認する)

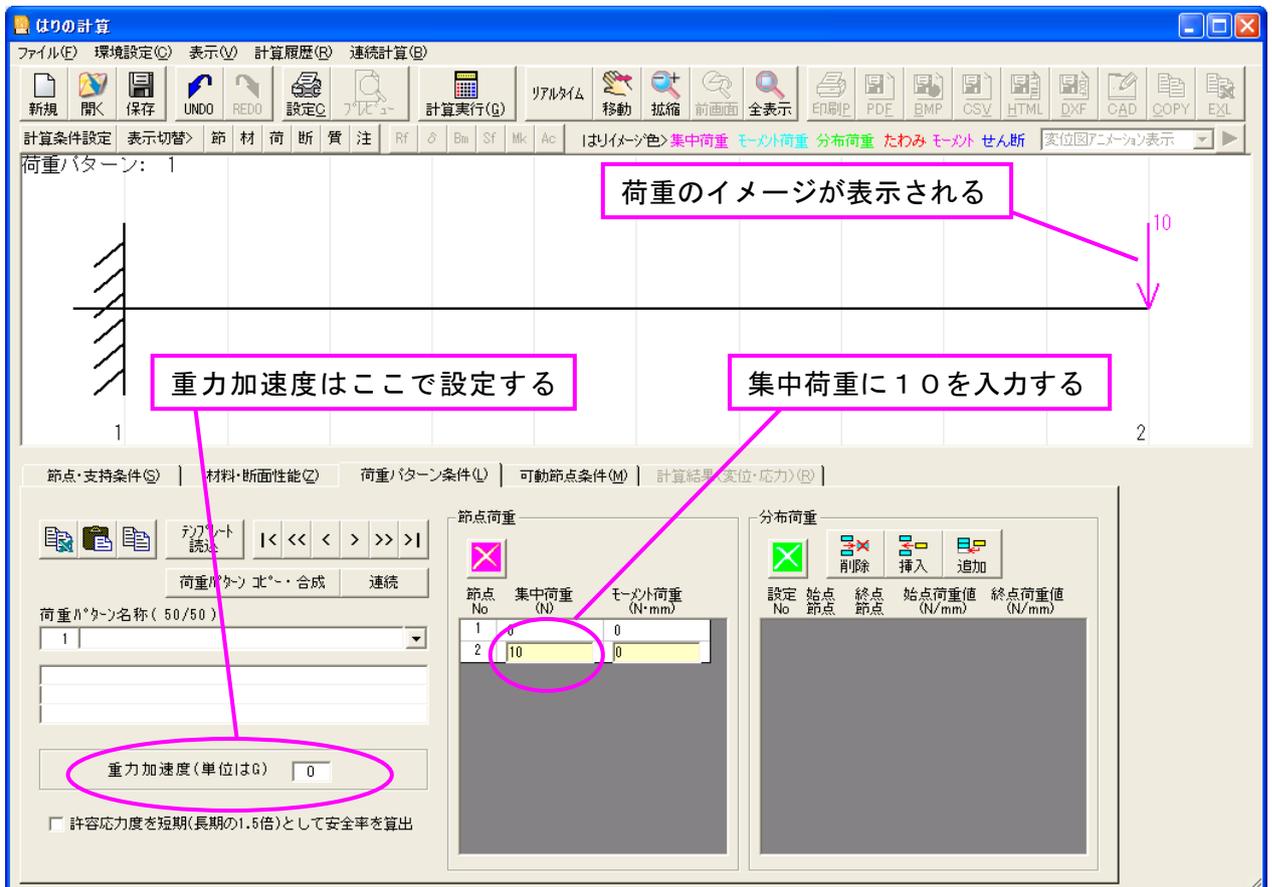
選択した断面、サイズ、向きが良ければ確定ボタンをクリックします。断面形状選択ダイアログが閉じて断面性能表示欄の材料No.1に選択した断面の形状やサイズ、断面性能が表示されますので確認します。



次にはりの右端に集中荷重をかけてみます。

●STEP 8 (荷重条件の入力)

荷重条件を入力するには[荷重パターン条件]のタブを開きます。[フレーム構造解析10]からはりの計算でも平面・立体と同様の荷重パターン条件の機能が追加されました。これは同じはりに対して最大50パターンの荷重条件を設定しておき、荷重パターンを切り替えて簡単に各種の荷重パターンを計算することができる機能になります。



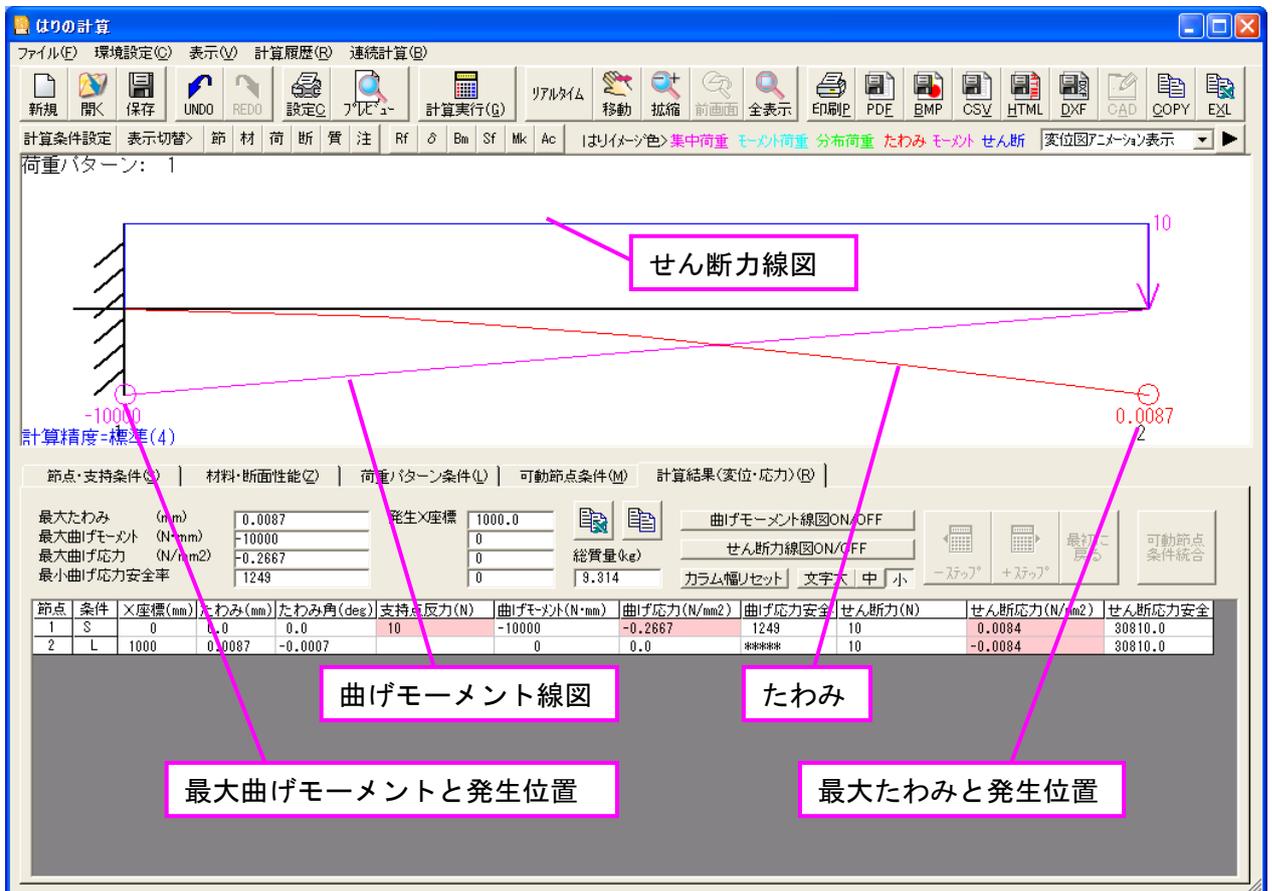
節点荷重を入力するには入力したい節点の行をクリックするとデータ入力ボックスが表示されますのでそこで数値を入力します。数値を入力すると直ちに荷重のイメージが表示されます。

また重力加速度も従来の計算条件の自重条件での設定は廃止し、荷重パターン毎にここで設定するようになりました。したがって従来の“部材の自重を考慮”のチェックボックスによる設定もありません。部材の自重を考慮したい場合はここにある重力加速度に1（単位はG）を入れ、考慮したくない場合は0を入力します。

なおここでは手計算との比較を考えて重力加速度は0としておきます。

### ●STEP 9（計算実行）

これで計算条件の設定ができましたので「計算実行」ボタンをクリックして計算させます。



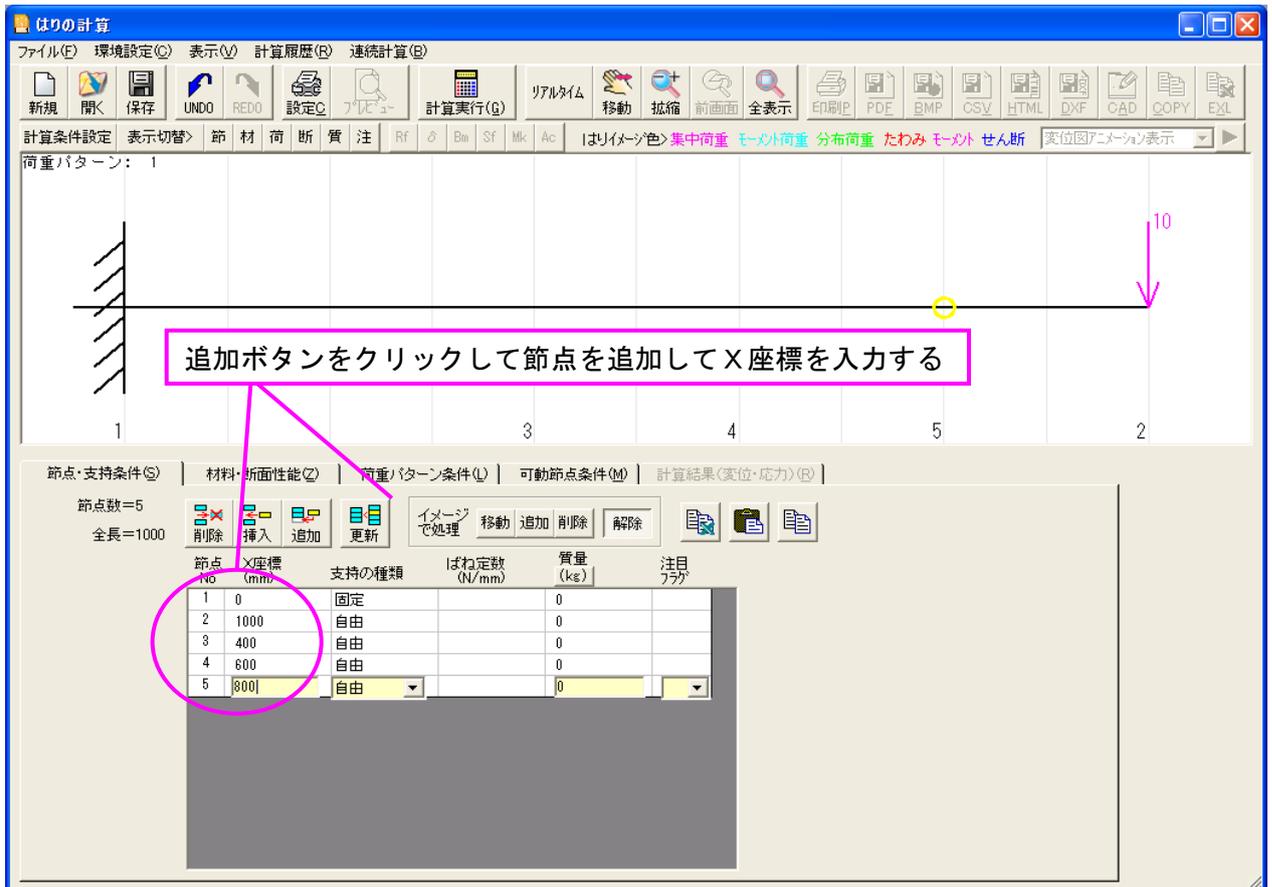
計算は瞬時に完了してダイアログの下部に最大たわみなどの計算結果が一覧表示されるとともにイメージにもたわみや曲げモーメント線図、せん断力線図が表示されます。

この例は重力加速度を0としているので手計算でも簡単に計算できますので検算してみると良いでしょう。

◇節点を増やしてみよう

●STEP 1 (節点の数を増やします)

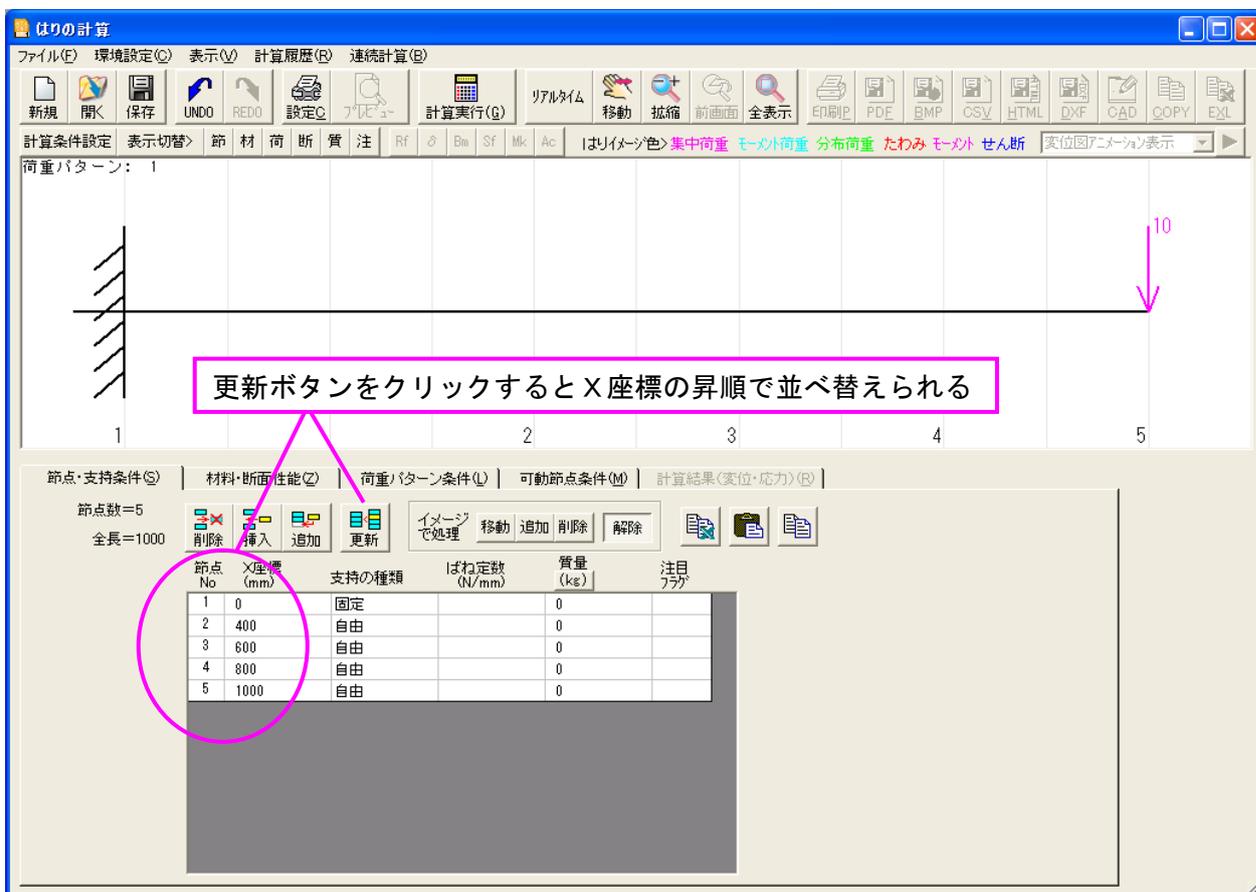
「片持ちはり」の例を使ってもう少し複雑な計算条件にしてみましょう。支持条件や荷重条件は節点を基準として設定するのでまず節点を増やしてみます。[節点・支持条件]のタブをクリックして[追加]ボタンをクリックして押して節点のデータ入力ボックスを表示させX座標を入力していきます。



ここではX座標を400、600、800として節点を追加してみます。またデータ入力ボックスが表示されていない時に[追加]ボタンをクリックするとデータ表示欄の最後の行のデータがデフォルトとして追加され、データ入力ボックスが表示されている場合はその行のデータがデフォルトとして追加されますので、これをうまく使うと支持の種類や質量などが効率的に設定できるようになります。

●STEP 2（節点の位置を確認します）

入力が完了したら [更新] ボタンをクリックすると入力したX座標の昇順で節点が並べ替えられますので、イメージに表示された節点番号を確認します。



またタブを切り替えても並べ替えは行われますので、必ず [更新] ボタンをクリックしないといけないということはありません。

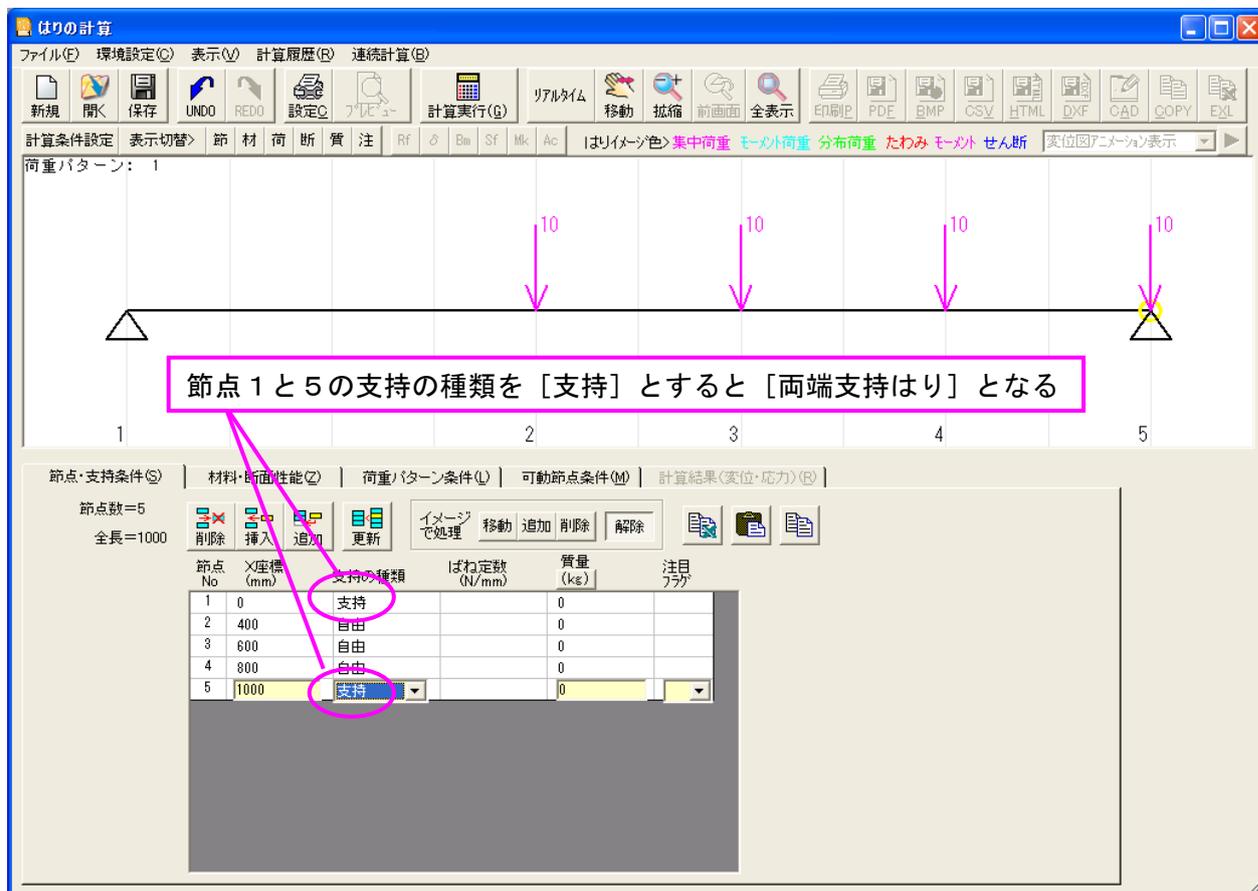
節点の数を変えるには [削除] [挿入] ボタンでも行えますので慣れてきたらこれらも使ってみてください。また後で説明しますが [イメージで処理] にあるボタンを使ってマウスを使ってイメージ上で節点の位置を移動したり数を変えたりもできます。

またこの条件で計算を実行してみると先ほどの節点が2つの場合と全く同じ結果となります。このことから途中にいくつ節点があっても材料が変わらなければ1本の鋼材として計算されることが分かります。

◇支持条件を変えてみよう

●STEP 1 (両端支持はり)

データ表示欄をクリックするとそこにデータ入力ボックスが表示されますので [支持の種類] のリストボックスで支持条件を変更してみましょう。例えば節点1と節点5を [支持] とすれば「両端支持はり」となります。



なお集中荷重が支持点となる節点5だけではたわみが発生しませんので、ここでは新しく追加した節点2、3、4にも集中荷重10Nを入力しています。

計算例は示しませんがこのまますぐに計算も可能ですので各自で試してみてください。

●STEP 2（一端固定他端支持はり）

節点1の支持を「固定」に戻せば不静定はりの「一端固定他端支持はり」となりますのでこれで計算してみます。

このボタンでイメージ中に表示される計算結果の表示切替ができる

節点・支持条件(S) | 材料・断面性能(C) | 荷重パターン条件(L) | 可動節点条件(M) | 計算結果(変位・応力)(R) |

最大たわみ (mm) 0.0006 発生X座標 600.0 曲げモーメント線図ON/OFF  
 最大曲げモーメント (N・mm) -4560 0 せん断力線図ON/OFF  
 最大曲げ応力 (N/mm<sup>2</sup>) -0.1216 0 総質量(kg) 3.314 カラム幅リセット 文字大 | 中 | 小  
 最小曲げ応力安全率 2738 0

節点	条件	X座標(mm)	たわみ(mm)	たわみ角(deg)	支持点反力(N)	曲げモーメント(N・mm)	曲げ応力(N/mm <sup>2</sup> )	曲げ応力安全	せん断力(N)	せん断応力(N/mm <sup>2</sup> )	せん断応力安全
1	S	0	0.0	0.0	16.56	-4560	-0.1216	2738	16.56	0.014	18610.0
2	L	400	0.0005	-0.0001		2064	0.055	6050	16.56; 6.56	-0.014	18610.0
3	L	800	0.0006	0.0		3376	0.09	3699	6.56; -3.44	-0.0055	46970.0
4	L	800	0.0004	0.0001		2688	0.0717	4646	-3.44; -13.44	-0.0113	22920.0
5	SL	1000	0.0	0.0001	23.44	0	0.0	****	-13.44	0.0113	22920.0

節点1支持の種類を「固定」に戻して「一端固定他端支持はり」にした計算例

なおイメージ表示条件の設定により荷重イメージの横に荷重値を表示したり、反力・応力の最大値セルの背景色を変えることもできます。

また「フレーム構造解析10」からは計算実行ボタンの下にある計算結果表示切替ボタンでイメージ中に計算結果の数値の表示・非表示や単位や記号を付けての表示ができるようになりより視認性が向上しています。これらのボタンの意味は下記に示します。括弧内はクリックしたときの動作になります

[Rf] : 反力（支持イメージ色分けなし・反力値非表示→反力値表示→単位付き→支持イメージ色分け・反力値非表示→反力値表示→単位付き→最初へ戻る）

[δ] : たわみ（最大たわみ表示→単位付き→全節点たわみ表示・単位無し→単位付き→たわみ非表示→たわみ表示→最初へ戻る）

[Bm] : 曲げモーメント（最大モーメント表示→単位付き→全節点モーメント表示・単位無し→単位付き→モーメント線図非表示→モーメント線図表示→最初へ戻る）

[Sf] : せん断力（全節点せん断力表示・単位無し→単位付き→せん断力線図非表示→せん断力線図表示→最初へ戻る）

[Mk] : 記号表示 (イメージ中の各計算結果に記号を表示→記号非表示→最初へ戻る)

[Ac] : イメージ中の各計算結果を一括で非表示にする。

また計算結果タブにある[曲げモーメント線図ON/OFF]および[せん断力線図ON/OFF] ボタンも有効です。こちらはイメージ中の計算結果の表示状態を変えないまま各線図の表示・非表示が可能ですので目的に応じて使い分けてください。

### ●STEP 3 (支点をばねで支える場合)

ここまでなら重ね合わせの原理を使って手計算で計算できます。では右端の支持をばねで支える場合はどうでしょう？

CADTOOLなら支持の種類を[バネ支持]とするとばね定数の入力ボックスが表示されるので、そこでばね定数を入力するだけで簡単に計算できます。

節点 No.	X座標 (mm)	支持の種類	ばね定数 (N/mm)	質量 (kg)	注目フラグ
1	0	固定		0	
2	400	自由		0	
3	800	自由		0	
4	800	自由		0	
5	1000	バネ支持	10000		

[CADTOOLフレーム構造解析12]の「はりの計算」では有限要素法を使っていますので静定はり、不静定はりなどを意識することなく自由に支持条件を設定して計算することができます。

支持条件を変えてみよう 終了

## ◇荷重条件を変えてみよう

### ●STEP 1 (等分布荷重/等変分布荷重)

「一端固定他端支持はり」の例を使って今度は分布荷重をかけてみましょう。その前に節点3から5の集中荷重を0にして集中荷重は節点2だけにしておきます。

従来は隣り合う2つの節点で分布荷重を設定する方法と節点間に等分布荷重をかける方法の二つの設定方法がありましたが [フレーム構造解析 10] から分布荷重は荷重パターン条件で設定する方法に統一されました。

まず節点3と4には2から5へ変化する分布荷重 (等変分布荷重) をかけてみます。

荷重パターン条件のタブを開いて分布荷重の枠にある [追加] ボタンをクリックしてデータ入力ボックスを表示させます。ここで始点節点に3、終点節点には4を選択し、始点荷重値に2、終点荷重値に5を入力します。

等変分布荷重

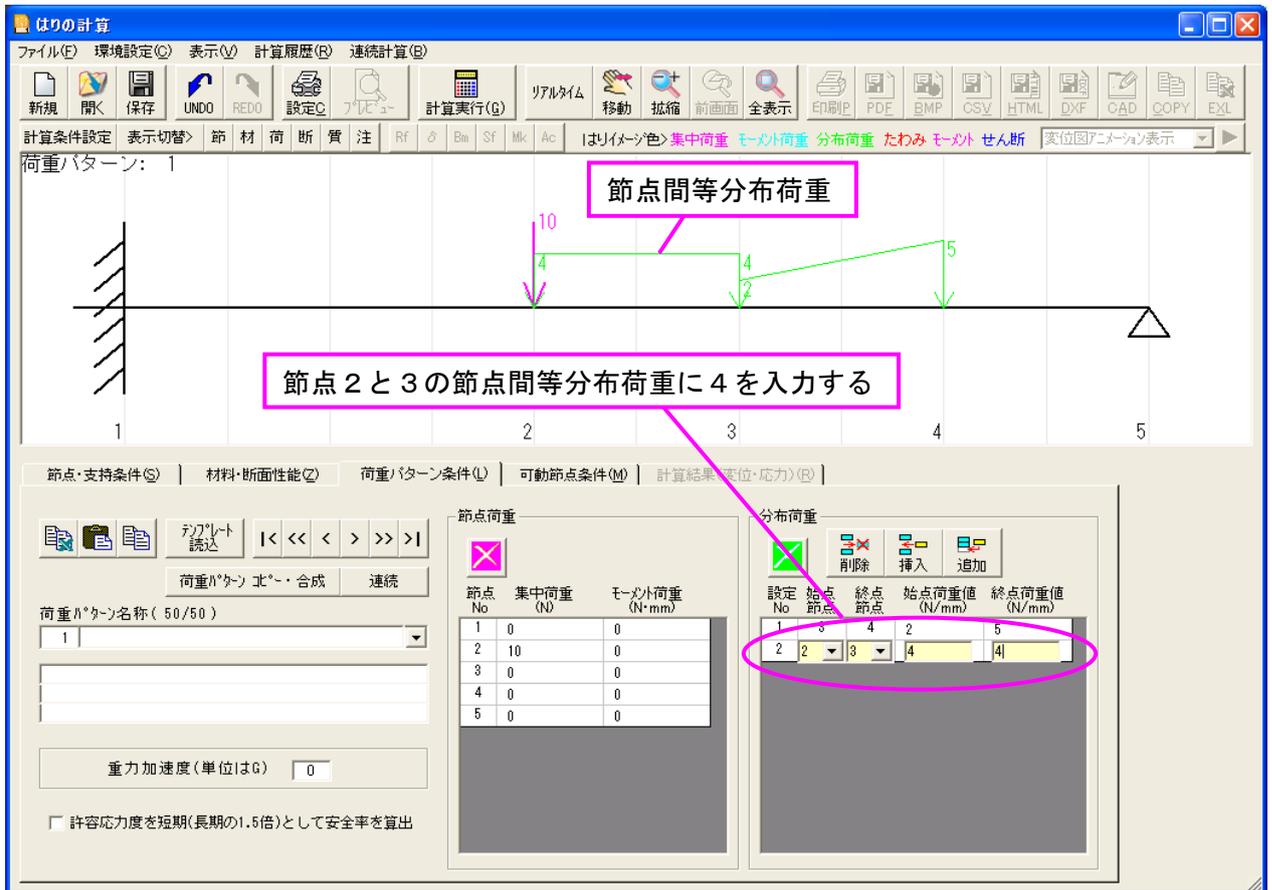
節点・支持条件と同様にこれらのボタンで設定していく

節点 No	集中荷重 (N)	モーメント荷重 (N・mm)
1	0	0
2	10	0
3	0	0
4	0	0
5	0	0

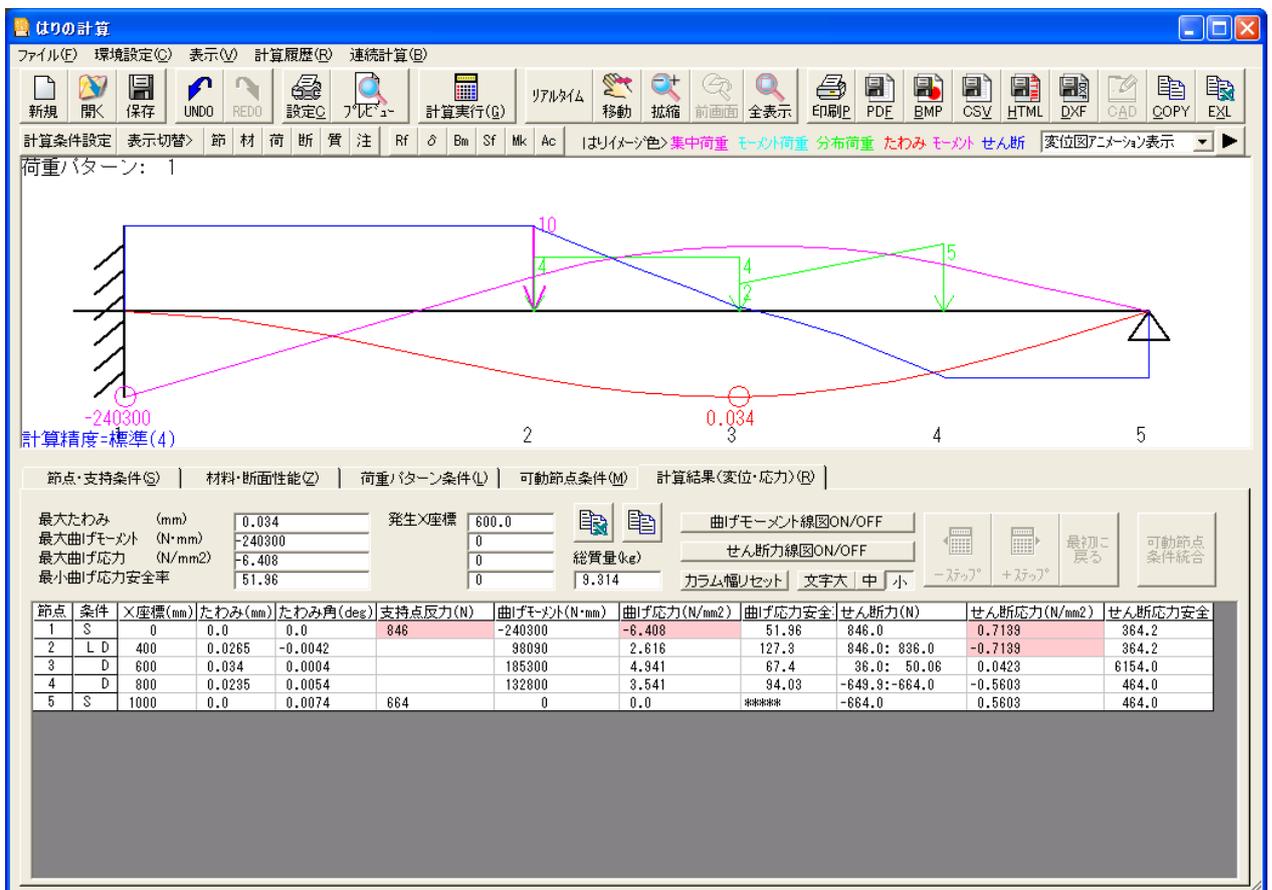
設定 No	始点 節点	終点 節点	始点荷重値 (N/mm)	終点荷重値 (N/mm)
1	3	4	2	5

節点3と4には分布荷重が2から5へ変化するように入力する

さらにここでは節点2-3間には等分布荷重をかけてみます。再度 [追加] ボタンをクリックして始点節点を2、終点節点3とし始点荷重値と終点荷重値に4を入力します。



この条件で [計算実行] ボタンをクリックして計算してみましょう。



ここまでくると手計算で計算してみようという人もあまりいないでしょう。

## ●STEP 2 (三角分布荷重)

では節点3-4間を等変分布荷重でなく三角分布荷重にしたい場合はどうしたら良いでしょうか？

従来の設定方法では節点3の分布荷重値に0以外の小さい値を入力する必要がありましたが「フレーム構造解析10」から分布荷重の設定が独立していますので分布荷重の設定1の行をクリックしてデータ入力ボックスを表示させ節点3の始点荷重値を0にすればよいです。

なおモーメント荷重をかけたい場合は集中荷重の時と同様にかけたい節点の行をクリックしてデータ入力ボックスを表示して数値を入力します。

はりの計算

ファイル(F) 環境設定(C) 表示(V) 計算履歴(H) 連続計算(B)

新規 開く 保存 UNDO REDO 設定(C) フレームワーク 計算実行(G) リアルタイム 移動 拡張 前画面 全表示 印刷(P) PDF BMP CSV HTML DXF CAD COPY EXL

計算条件設定 表示切替 節材 荷断質注 Rf Bm Sf Mk Ac はりの計算

荷重パターン: 1

10 4 4 5 10000

1 2 3 4 5

節点・支持条件(S) 材料・断面性能(C) 荷重パターン条件(L) 可動節点条件(M) 計算結果(変位・内力)(R)

プリント 読み込み 保存 削除 挿入 追加

節点荷重

節点 No	集中荷重 (N)	モーメント荷重 (N・mm)
1	0	0
2	10	0
3	0	0
4	0	0
5	0	10000

分布荷重

設定 No	始点 節点	終点 節点	始点荷重値 (N/mm)	終点荷重値 (N/mm)
1	3	4	0	5
2	2	3		4

重力加速度(単位はG) 0

許容応力度

モーメント荷重

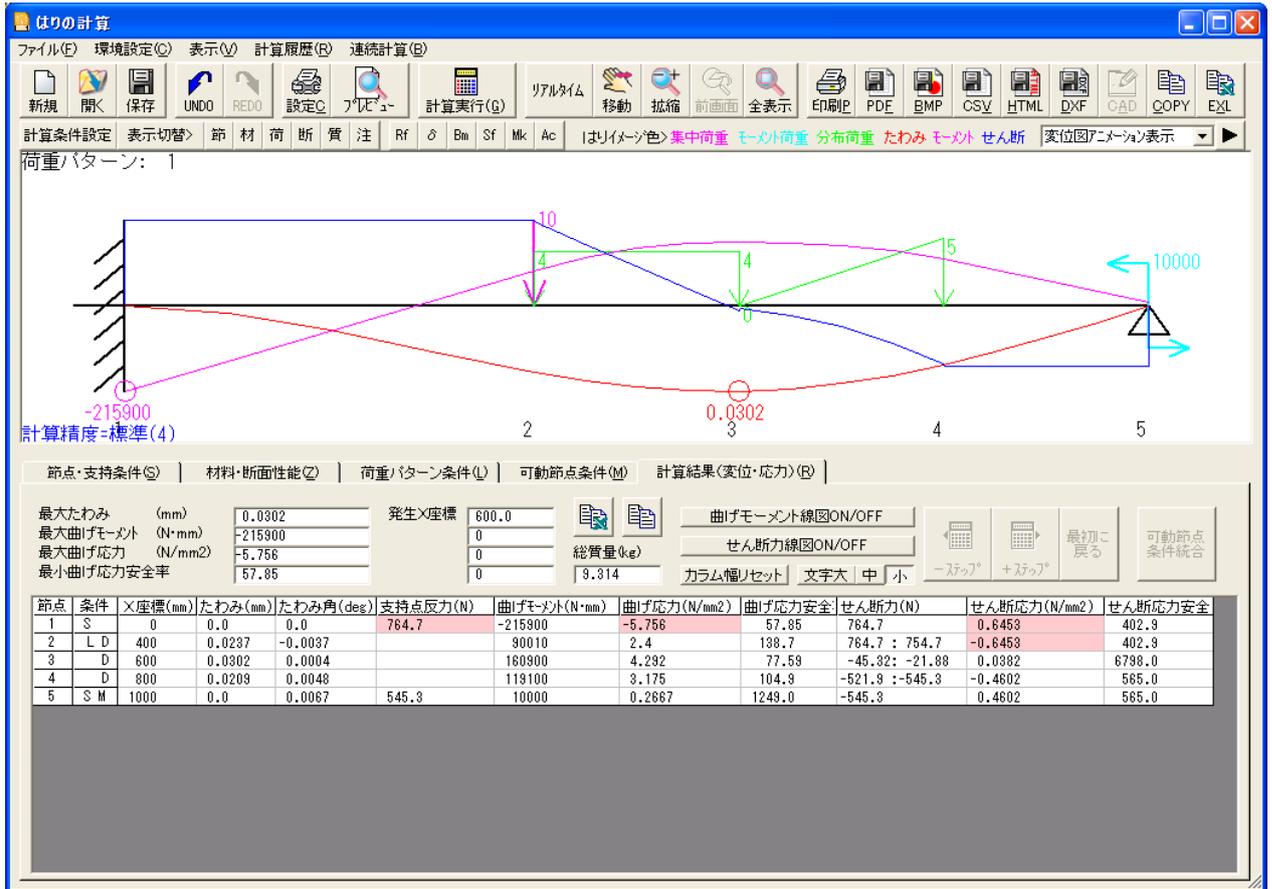
三角分布荷重となる

モーメント荷重

三角分布荷重をかけたい場合は0を入力する

モーメント荷重をかける場合もデータ入力ボックスで荷重値を入力する

この条件で「計算実行」ボタンをクリックして計算してみましょう。



このように「はりの計算」では荷重条件も自由に、また簡単に設定することができる事が分かっていただけたと思います。

なお「フレーム構造解析10」の「はりの計算」から分布荷重の内部的な扱いが従来の方法と変わって若干精度が向上しており従来の計算結果と微妙な差がありますが、「フレーム構造解析」の平面・立体を含めて、主たる荷重が分布荷重の場合は計算精度の影響を受けやすいので、後で説明する計算精度を変えてみて計算結果がどう変化するか把握しておくが良いでしょう。

荷重条件を変えてみよう 終了

◇材料条件を変えてみよう

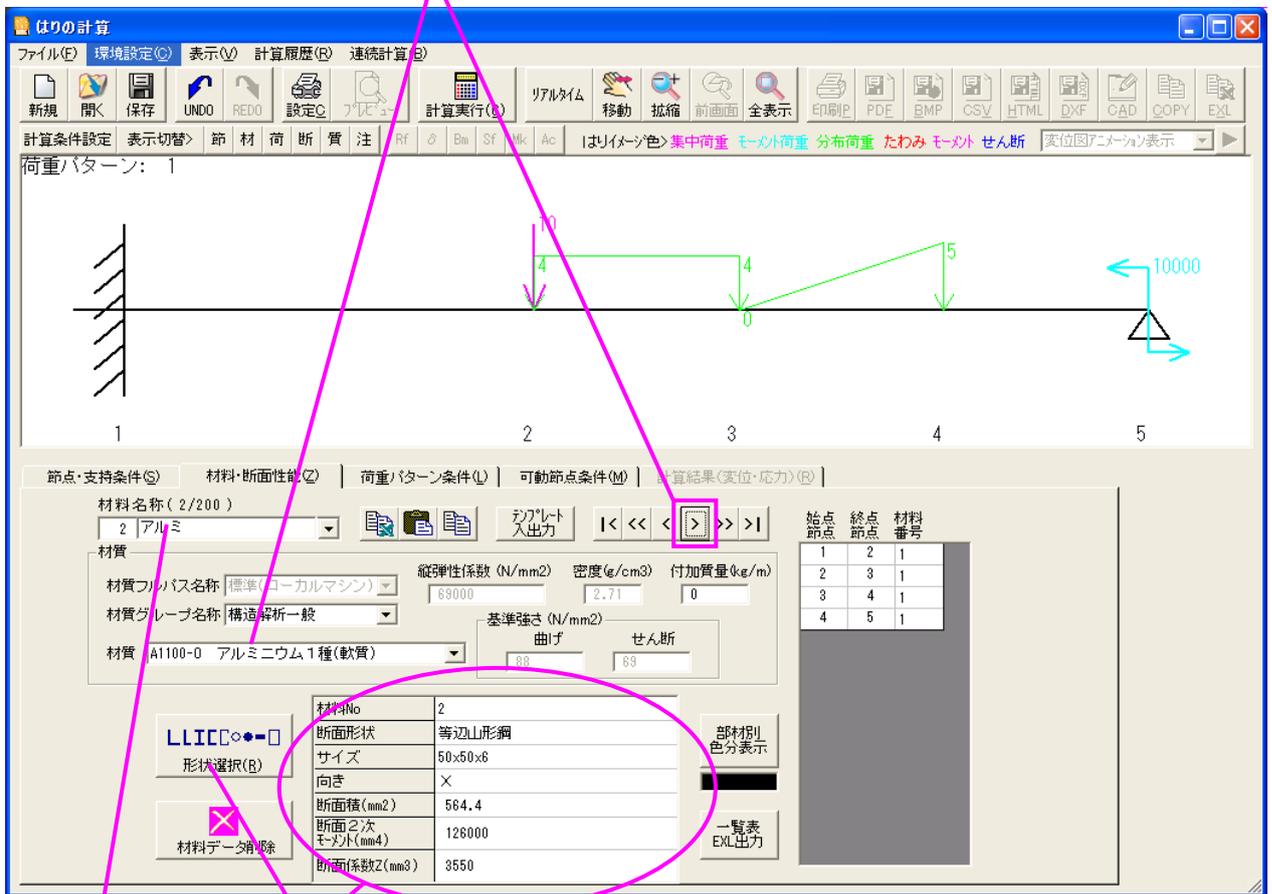
単に材質を変更する場合は材質のリストボックスで選択し直せば変更できます。ここでははりの途中から材質の異なる場合の設定を試みましょう。

●STEP 1 (材料の追加)

はりの計算では材料データは最大200種類（[構造解析6]まで18種類）設定することができ、材質もそれぞれ個別に設定することができます。

まず [ > ] ボタンをクリックして材料番号を2にします。ここでは極端な例として材質にアルミニウムを選択してみましょう。さらに [形状選択] ボタンをクリックして材料2には等辺山形鋼の50x50x6を選択してみます。

[ > ] ボタンをクリックして材料番号を2にしてから材質にアルミニウムを選択する



断面形状には等辺山形鋼を選択する

材料番号1の材料名称は鋼材、材料番号2の材料名称に「アルミ」と入力しておく

## ●STEP 2 (追加した材料の適用)

この材料を計算に適用するには右にある材料設定表示欄で適用したい節点間の行をクリックしてデータ入力ボックスを表示して材料番号のリストボックスから先ほど設定した材料番号の2を選択します。

はりの計算

ファイル(F) 環境設定(C) 表示(V) 計算履歴(R) 連続計算(B)

新規 開く 保存 UNDO REDO 設定(C) フォント(F) 計算実行(G) リアルタイム 移動 拡張 前画面 全表示 印刷(P) PDF BMP CSV HTML DXF CAD COPY EXL

計算条件設定 表示切替 節 材 荷 断 質 注 Rf Bm Sf Mk Ac はりイメージ色 集中荷重 モーメント荷重 分布荷重 たわみ モーメント セン断 変位図アニメーション表示

荷重パターン: 1

材料番号を選択中の要素が強調表示されている

10 4 4 5 10000

1 2 3 4 5

節点・支持条件(S) 材料・断面性能(Q) 荷重パターン条件(L) 可動節点条件(M) 計算結果(変位・応力)(R)

材料名称 (2/200)  
2 アルミ

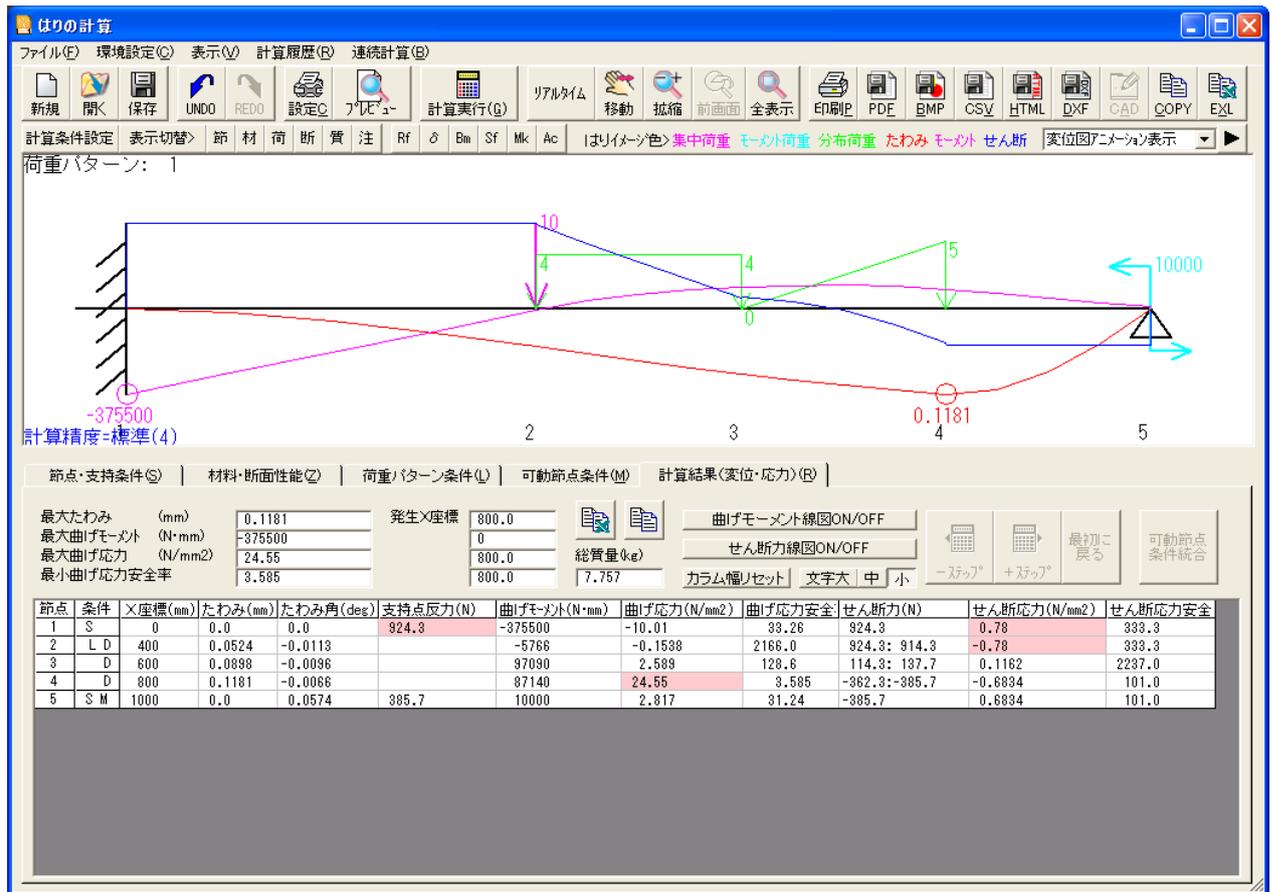
材料  
材質 フォルダ名 標準(ローカルマシン) 縦弾性係数 (N/mm<sup>2</sup>) 69000 密度 (g/cm<sup>3</sup>) 2.71 付加質量 (kg/m) 0  
材質グループ名 構造解析一般  
材質 A1100-0 アルミニウム1種(軟質) 基準強さ (N/mm<sup>2</sup>) 曲げ 88 せん断 69

始点 節点	終点 節点	材料 番号
1	2	1
2	3	1
3	4	1
4	5	2

形状選択(B) LLIC [ ] 形状選択(B)  
材料データ削除 [X]  
部材別色分表示 [ ]  
一覧表 EXL出力 [ ]

節点4-5間の要素の材料番号に2を選択するとそこに材料番号2の材質と断面性能が適用される

この条件で [計算実行] ボタンをクリックして計算してみましょう。



この例ではアルミニウムの等辺山形鋼を適用した部分が鉄のH形鋼よりかなり弱いので、その部分が大きく曲がっているのが分かります。

このように「はりの計算」では途中から材質や断面形状が変わるような場合でも簡単に計算できることが分かっていただけだと思います。なおこのデータはサンプルフォルダに右下に示すファイル名で入っていますので参考にしてみてください。

(Tutorial01.KH12)

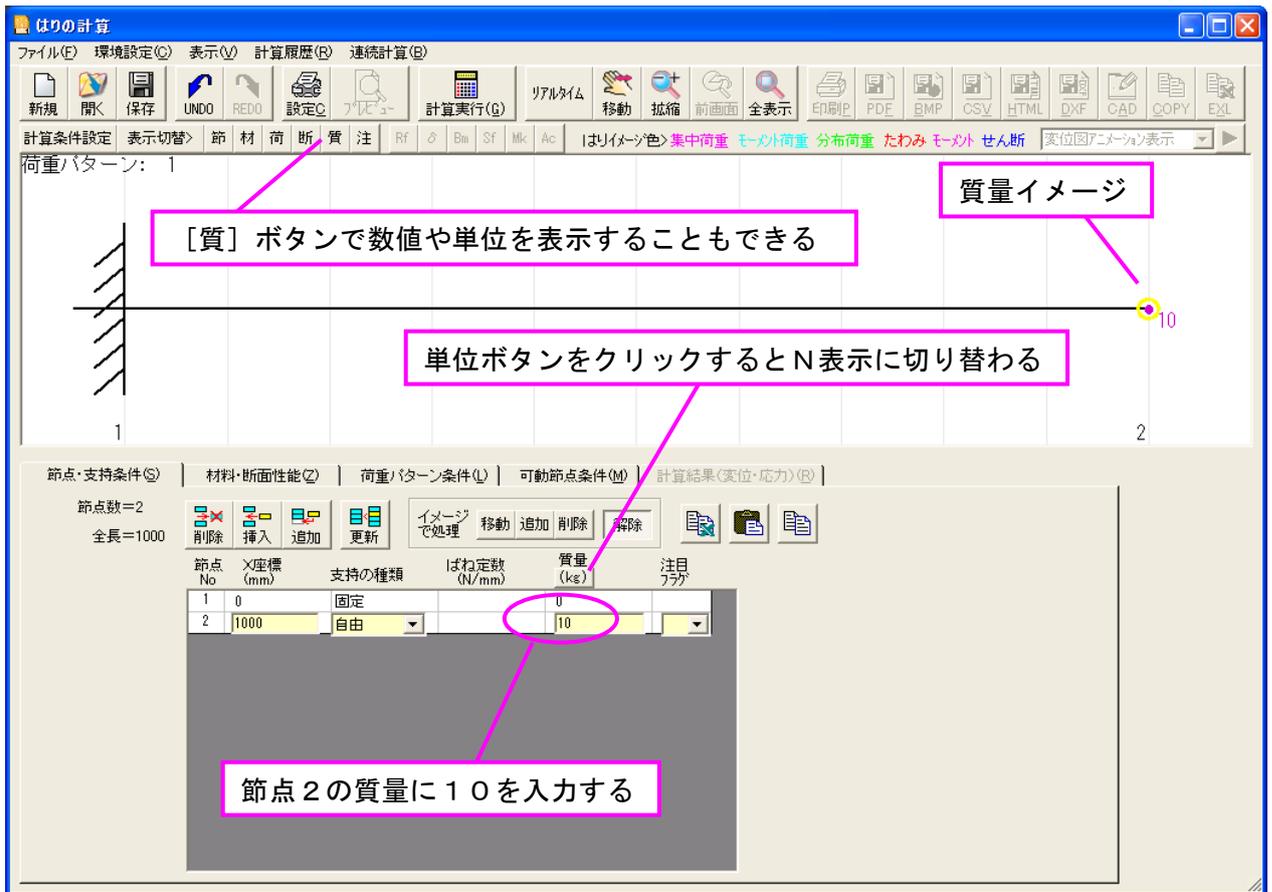
材料条件を変えてみよう 終了

#### ◇節点質量を使ってみよう

節点に重量物が載っている場合、従来は集中荷重として設定していましたが、[フレーム構造解析9]から節点に質量を設定し重力加速度をかけて荷重として扱うことができるようになりました。その節点質量を試してみましょう。

#### ●STEP 1 (質量の追加)

最初に設定した片持ちはりを、材料条件を含めてもう一度設定し、今度は節点2の集中荷重はやめて質量の入力欄に10を入力します。



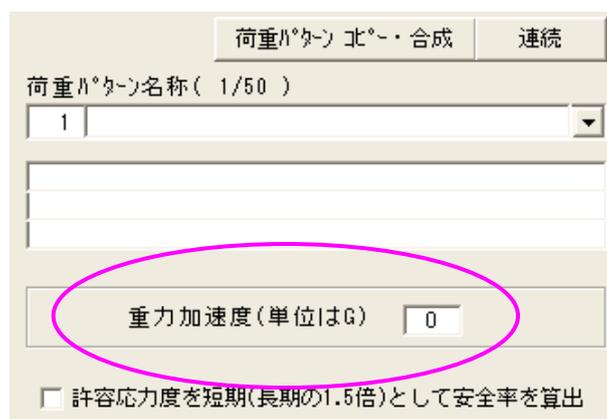
質量の単位は kg ですが単位を表示しているボタンをクリックすると重力加速度 1 Gの時に発生する荷重のN単位にも切り替えることができますが混乱しないように運用には注意してください。

材料条件は設定してあるとしてそのまま計算実行してみましよう。たわみもモーメントも発生しなかったと思います。それは質量で発生する荷重は重力加速度が影響しますが手計算との比較用にいままでは重力加速度が0になっていたためです。

では重力加速度を設定する荷重条件を見てみましょう。

## ●STEP 2 (重力加速度の設定)

[荷重パターン条件] のタブを開くとタブの左下に重力加速度の入力欄があります。



この重力加速度が0になっているため質量による荷重は発生しませんでした。また節点質量は部材の自重と同じ扱いになっているので重力加速度が0になっていると部材による荷重は発生しませんので先ほどのようにたわみもモーメントも発生しなくなります。

では重力加速度に1を入力して再度計算を実行してみましょう。

節点	条件	X座標(mm)	たわみ(mm)	たわみ角(deg)	支持点反力(N)	曲げモーメント(N*mm)	曲げ応力(N/mm2)	曲げ応力安全	せん断力(N)	せん断応力(N/mm2)	せん断応力安全
1	S	0	0.0	0.0	189.4	-143700	-3.833	86.88	189.4	0.1598	1627.0
2		1000	0.1151	-0.0096	0	0	0.0	****	98.07	-0.0828	3142.0

今度はたわみもモーメントも発生しています。せん断力線図を見ると質量により荷重が発生していることも分かります。ここでは詳細な検証は行いませんが総重量が増えてそれに対応する支持点反力も総重量から求められる値になっています。

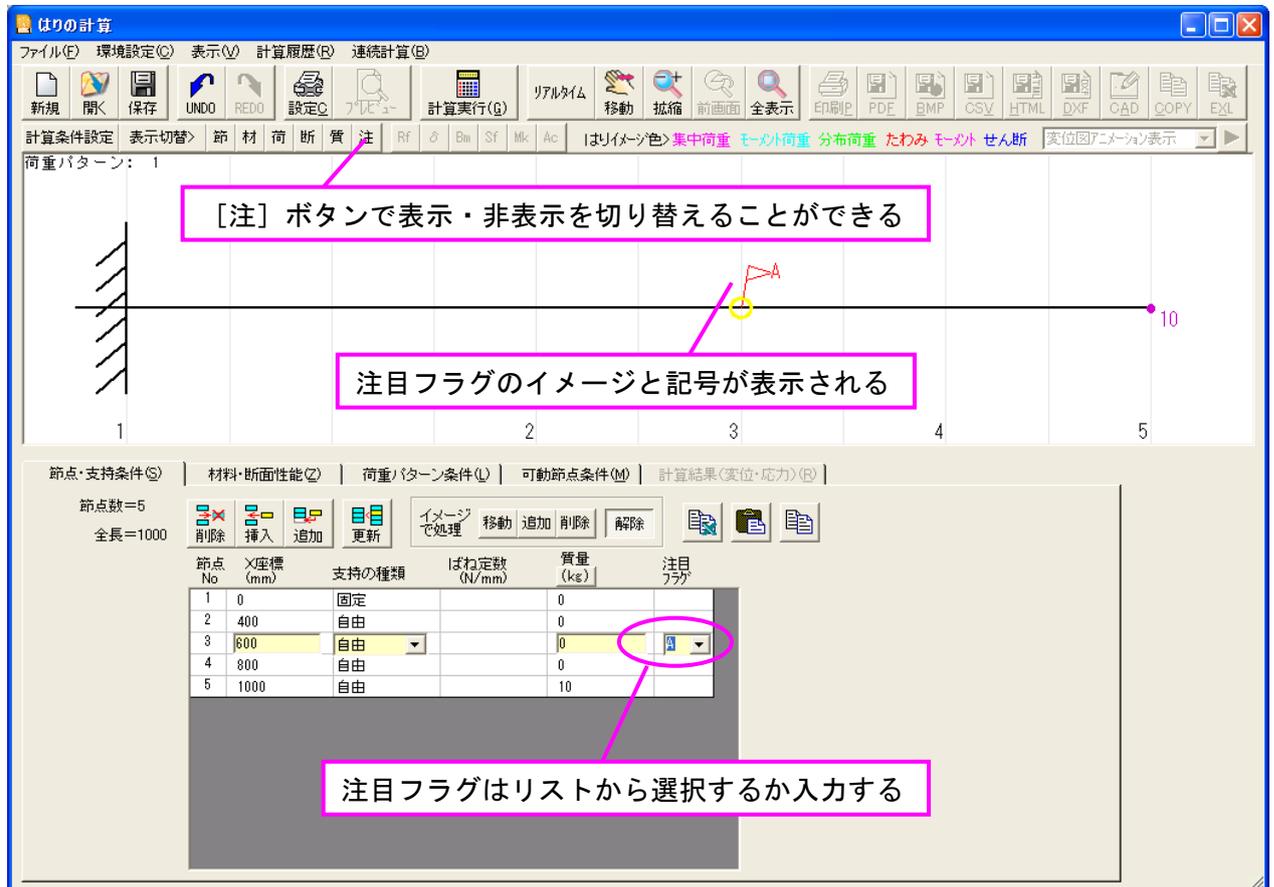
また重力加速度を変えるとそれに応じた荷重が発生するようになりますので各自で試してみてください。重力加速度は  $1\text{ G} = 9.80665\text{ m/s}^2$  としてGの単位で設定します。加速度を  $\text{cm/s}^2$  で表した  $\text{gal}$  (ガル: 非SI単位) を使っている場合は  $1\text{ gal} = 1/980\text{ G}$  で換算してGの単位で設定してください。

[フレーム構造解析9] 以前は計算条件の自重条件で“部材の自重を考慮”のチェックボックスがありました。それ以降は重力加速度の数値のみの設定となりました。質量や部材の自重を考慮したくない場合は重力加速度を0にしてください。なお重力加速度の値は荷重パターン毎に設定が可能です。

## ◇注目フラグを使ってみよう

質量の入力欄の右は注目フラグの入力欄となっています。ここではリストからA-Zまでの英文字を選択したり任意の文字を入力することもできます。

次に中間の節点に注目フラグを設定した例を示します。



節点 No	X座標 (mm)	支持の種類	ばね定数 (N/mm)	質量 (kg)	注目フラグ
1	0	固定		0	
2	400	自由		0	
3	600	自由		0	A
4	800	自由		0	
5	1000	自由		10	

注目フラグを設定するとフラグ（FLAGで旗）のイメージが表示され、注目している節点が直ぐに分かります。また節点を挿入して節点番号が変わっても注目フラグの位置は変わらず、計算結果の節点番号にも注目フラグの記号が追加されるので重要と思われる節点に設定しておくとなりがちやすくなります。

操作自体は特に難しいものではありませんので各自で試してみてください。ただし注目フラグの文字を入力する場合は最大でも3文字程度とし計算結果にどのように表示されるのかあらかじめ試しておくが良いでしょう。

---

注目フラグを使ってみよう 終了

◇UNDO・REDO機能を使ってみよう。

UNDO（アンドゥ）機能とは入力や編集などの操作をやり直すことができる機能で、REDO（リドゥ）機能とはUNDOでやり直した処理を元に戻す機能です。[フレーム構造解析7]以前は節点・支持条件を行単位で削除したときに最大10回のUNDO機能がありました。[フレーム構造解析8]以降では節点の座標値や荷重値等の数値入力、材料・断面性能の変更などはりの計算に関係する設定について回数が無制限のUNDO・REDO機能を盛り込まれています。

起動時や[新規]ボタンをクリックしたとき、既存データを読み込んだ場合はUNDO情報がありませんのでボタンがグレーになって使えなくなっていますが、データ入力等でUNDO情報を取得するとUNDOボタンが使えるようになります。またUNDOを実行するとREDOボタンが使えるようになります。



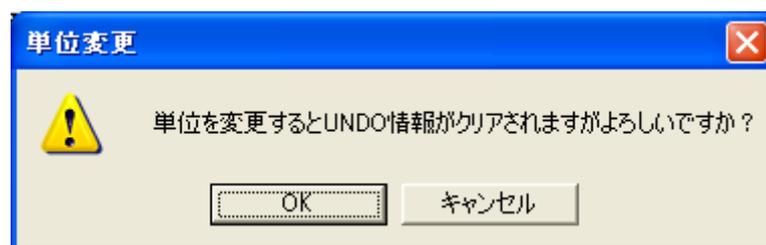
ここでは適当にUNDOボタンをどんどんクリックしいって設定内容がどのように変わっていくか試してみてください。

データ入力ボックスで数値を入力した場合は1文字ずつUNDO情報に取得されるのでUNDOボタンをクリックすると1文字ずつ数字が減っていきます。またタブの切り替えもUNDO情報として取得していますので自動的にタブも切り替わってだんだんと前の設定に戻っていくのが分かります。

0からスタートした場合は最終的に起動直後の状態まで戻ります。またREDOボタンはどのタイミングでクリックしてもかまいませんがUNDOのやり直しなのでこちらもどんどんクリックしていくと前の「材料条件を変えてみよう」の最後の設定まで戻ることができます。

UNDO・REDOの操作は簡単なので随時各自で試してみてください。またショーカットキーに登録（デフォルトはC t r + ZでUNDO、C t r + YでREDOが登録されている）してキーボードから実行することもできます。

またUNDO情報がある時に計算条件で単位を変更すると次のメッセージが表示されます。



ここで[OK]をクリックすると単位が変更されますがUNDO情報もクリアされますので注意してください。

UNDO・REDO機能があると設定条件を編集しておかしくなってもUNDO機能で簡単に元に戻ってやり直すことができ、戻り過ぎてもREDO機能で元に戻せますのでデータ編集に安心感が出たと思います。ただし重要なデータの場合は必要に応じてその都度保存しておくとともに安心です。

またイメージ表示条件、印刷条件等、構造計算とは関係ない設定についてはUNDO・REDO機能は働きませんので注意してください。

なお〔フレーム構造－平面〕や〔断面性能計算〕にもUNDO・REDO機能があり使い方はほぼ同じですのでそちらも随時試してみてください。

---

UNDO・REDO機能を使ってみよう。終了

## ◇材質グループを変更してみよう

材質グループとはあらかじめ材質データを区分けすることにより最大10までの材質グループを設定できそれを切り換えて計算できる機能です。

[フレーム構造解析7~9]では鉄骨構造設計などで長期と短期で許容応力度(基準強さ)の異なる材質グループを作っておき、それを切り換えてそれぞれの安全率を出せるようにしていましたが[フレーム構造解析10]から荷重パターン条件に長期と短期の安全率算出区分の設定として“許容応力度を短期(長期の1.5倍)として安全率を算出”のチェックを追加して荷重パターン毎に設定を切り替えることができるようになり、材質グループを変更しなくても荷重パターン条件で長期と短期を切り替えて計算できるようになりました。

[フレーム構造解析12]では[構造解析6]までの標準の材質が[構造解析一般]という材質グループ名になっており、鉄骨構造用の材質として[鉄骨構造(長期)]の合計2つの材質グループが標準の材質データに入っています。また[フレーム構造解析7~9]の鉄骨構造用材質データはサンプル的な4種類でしたが、[フレーム構造解析10]から板厚による区分も追加して42種類とし鉄骨設計で使われる多くの材質を網羅しています。

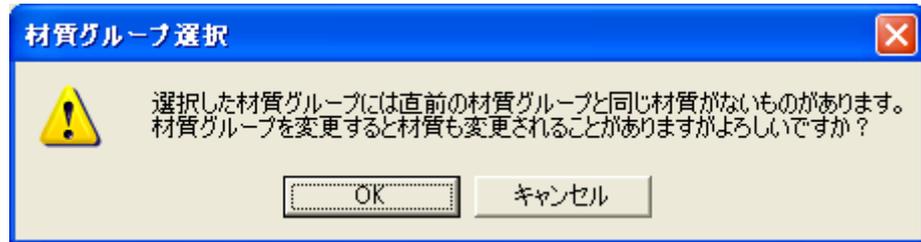
では材料条件に引き続き材質グループの機能を確認してみます。データを変更している場合はサンプルデータのTutorial01.KH12を読み込んでおいてください。

材料・断面性能のタブを開き、材質グループを変更してみる

始点	終点	材料番号
1	2	1
2	3	1
3	4	1
4	5	2

材料No	1
断面形状	H形鋼
サイズ	100x50x5x7
向き	X
断面積(mm <sup>2</sup> )	1185
断面2次モメント(mm <sup>4</sup> )	1870000
断面係数Z(mm <sup>3</sup> )	37500

[材料・断面性能]のタブを材質グループのリストボックスから[鉄骨構造(長期)]を選択すると次のメッセージが表示されます。



これは直前の材質グループと選択した材質グループで同じ材質がない場合に表示されるメッセージになり、既に設定済みの材料と同じ材質が新しい材質グループにない可能性があるため、その場合は自動的に新しい材質グループのデフォルトの材質（材質リストボックスの先頭の材質）に変更されてしまうので注意として表示されます。

ここでは材質グループの機能の確認なので [OK] ボタンをクリックします。

材料番号 1

材料番号 1 と 2 の材質が SS400 に変更されているのが分かる

材料番号を 2 に進める

材料名称 ( 1 / 200 )

1 鋼材

材質

材質フルパス名称 標準(ローカルマシン)

材質グループ名称 鉄骨構造 (長期)

材質 SS400 t ≤ 40mm 一般構造用圧延鋼

縦弾性係数 (N/mm<sup>2</sup>) 206000

密度 (g/cm<sup>3</sup>) 7.86

付加質量 (kg/m) 0

長期許容応力度 (N/mm<sup>2</sup>)

曲げ 156

せん断 90.4

材料名称 ( 2 / 200 )

2 アルミ

材質

材質フルパス名称 標準(ローカルマシン)

材質グループ名称 鉄骨構造 (長期)

材質 SS400 t ≤ 40mm 一般構造用圧延鋼

縦弾性係数 (N/mm<sup>2</sup>) 206000

密度 (g/cm<sup>3</sup>) 7.86

付加質量 (kg/m) 0

長期許容応力度 (N/mm<sup>2</sup>)

曲げ 156

せん断 90.4

元の材質が新しく選択した材質グループにない場合は新しい材質グループのデフォルトの材質に変わってしまうので注意が必要。

[構造解析一般] で材料番号 1 の材質は SS330 で材料番号 2 の材質はアルミでしたが [鉄骨構造 (長期)] には SS330 とアルミの材質が無いので [鉄骨構造 (長期)] のデフォルトの材質の SS400 に変更されています。材質グループを変更したときはこのように材質が変わってしまう場合があるので注意が必要です。

また基準強さの表示が“長期許容応力度”と変更されその値も変わっています。この条件で計算を実行してみましょう。

はりの計算 - [Tutorial01\_KH12]

ファイル(F) 環境設定(C) 表示(V) 計算履歴(R) 連続計算(B)

新規 開く 保存 UNDO REDO 設定(C) フォント 計算実行(G) リアルタイム 移動 拡張 前面画 全表示 印刷(P) PDF BMP CSV HTML DXF CAD COPY EXL

計算条件設定 表示切替 節材 荷断 質注 Rf δ Bm Sf Mk Ac はりイメージ色 集中荷重 モーメント荷重 分布荷重 たわみ モーメント せん断 変位図アニメーション表示

荷重パターン: 1

計算精度=標準(4)

節点・支持条件(S) | 材料・断面性能(Z) | 荷重パターン条件(L) | 可動節点条件(M) | 計算結果(変位・応力)(R)

最大たわみ (mm) 0.0586 発生X座標 800.0  
 最大曲げモーメント (N・mm) -277700  
 最大曲げ応力 (N/mm<sup>2</sup>) 30.06  
 最小曲げ応力安全率 5.19

総質量(kg) 8.338

節点	条件	X座標(mm)	たわみ(mm)	たわみ角(deg)	支持点反力(N)	曲げモーメント(N・mm)	曲げ応力(N/mm <sup>2</sup> )	曲げ応力安全	せん断力(N)	せん断応力(N/mm <sup>2</sup> )	せん断応力安全
1	S	0	0.0	0.0	826.5	-277700	-7.405	21.07	826.5	0.6975	129.6
2	L D	400	0.0348	-0.0067		52900	1.411	110.6	826.5 : 816.5	-0.6975	129.6
3	D	800	0.0533	-0.0035		136200	3.632	42.95	16.52 : 39.96	0.0337	2681.0
4	D	800	0.0586	0.0003		106700	30.06	5.19	-480.0 : -483.5	-0.8568	105.5
5	S M	1000	0.0	0.0261	483.5	10000	2.817	55.98	-483.5	0.8568	105.5

長期許容応力度を使った最小曲げ応力安全率は5.19になっている

基準強さ（許容応力度）は安全率の算出に使っているので [計算結果（変位・応力）] のタブを開いて最小曲げ応力安全率を確認してみると5.19になっています。今度は荷重パターン条件のタブを開いて安全率算出区分が短期となるように“許容応力度を短期（長期の1.5倍）として安全率を算出”をチェックしてみます。これをチェックすると荷重パターン名称に自動的に“(短期)”の文字が付加されるようになっています。

節点・支持条件(S) | 材料・断面性能(Z) | 荷重パターン条件(L)

デフォルト読み込み | 荷重パターンコピー・合成 | 連続

荷重パターン名称 (1/50)  
 1 (短期)

重力加速度(単位はG) 0

許容応力度を短期(長期の1.5倍)として安全率を算出

節点荷重

節点 No	荷重
1	0
2	10
3	0
4	0
5	0

これで計算を実行して先ほどと同様に最小曲げ応力安全率を確認してみます。

節点・支持条件(S)		材料・断面性能(Q)		荷重パターン条件(L)		可動節	
最大たわみ	(mm)	0.0586		発生×座標	800.0		
最大曲げモーメント	(N・mm)	-277700			0		
最大曲げ応力	(N/mm <sup>2</sup> )	30.08			800.0		
最小曲げ応力安全率		7.786			800.0		

安全率算出区分を短期とした最小曲げ応力安全率は約7.786になっている

“許容応力度を短期（長期の1.5倍）として安全率を算出”をチェックして安全率算出区分を短期とした場合は最小曲げ応力安全率は7.786になっています。鉄骨構造の短期許容応力度は長期の許容応力度の1.5倍なので安全率の変化としては妥当な結果になっています。

このような同じ構造物での長期荷重と短期荷重の比較は、[構造解析6]では荷重条件を長期と短期で異なる値にしたり[フレーム構造解析7~9]では材質グループを切り替えていましたが[フレーム構造解析10]から荷重パターン条件の安全率算出区分の設定により簡単に比較でき、一つのデータファイルで管理できるようになりました。

なお[フレーム構造解析12]でも[フレーム構造解析7~9]のように材質データファイルを編集して短期用の材質グループを作成して材質グループで切り替えることも可能ですので必要に応じて材質データファイルを編集してください。材質データファイルの編集については後で説明するデータファイル管理を参照してください。

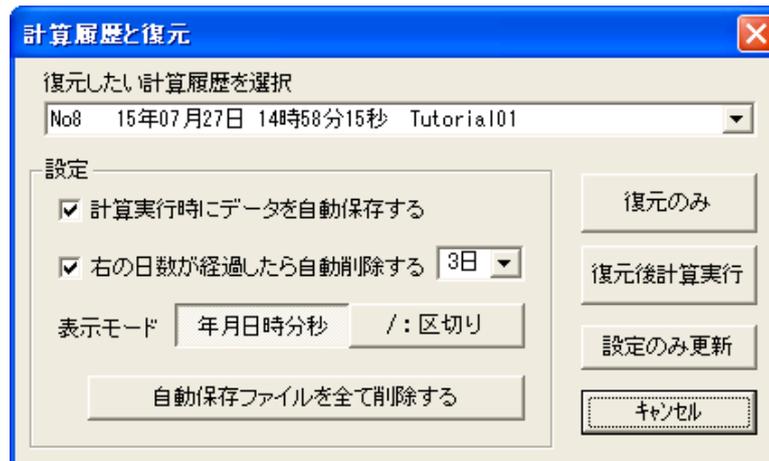
---

材質グループを変更してみよう 終了

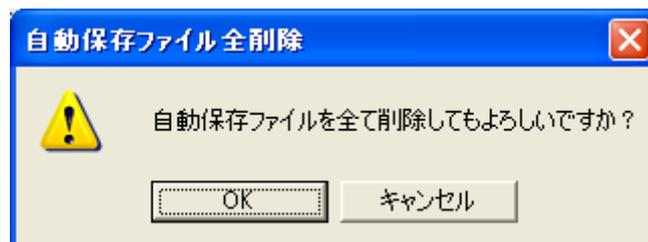
#### ◇計算履歴を使ってみよう

プルダウンメニューにある[計算履歴]は設定データを編集して計算するとその時の設定内容を自動保存して後から再現できる機能です。これは保険みたいな機能になりトライアンドエラーで最適な設計条件を探している場合に、本来は計算する毎に手動で保存していけば良いのですが面倒ですし無駄なデータも増えるので通常は保存しないで作業を進めることが多いと思います。その後、一連の計算結果を検討して何回か前の計算が最適な設計条件だったことが分かってその条件を完全に覚えていないと再現が難しい場合が出てきます。そのような場合に自動保存している計算履歴から最適な設計条件だったデータを探し出して復元することができる機能になります。ではその機能を確認してみましょう。

とりあえず何でも良いのですがここではサンプルデータの Tutorial01.KH12 を読み込んでプルダウンメニューの[計算履歴]をクリックすると次のダイアログが表示されます。

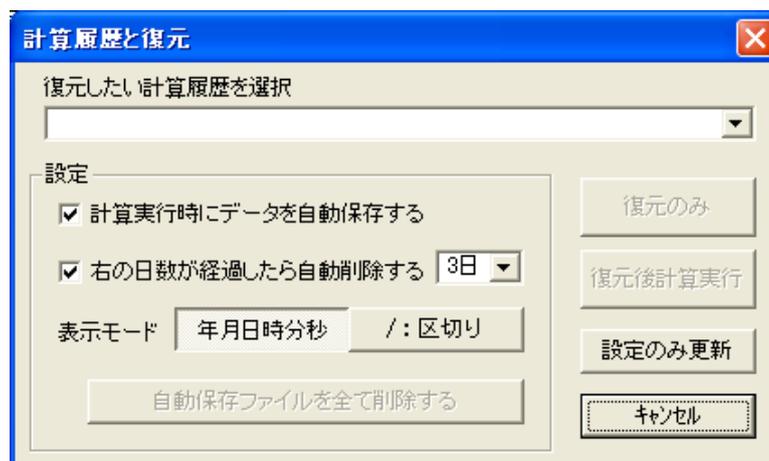


上部のリストボックスで復元したい計算履歴を選択します。その下の設定で自動保存をするかしないか、設定したある日数毎に自動保存したデータを削除するかどうか、計算履歴に表示される時刻の表示モードの選択、自動保存ファイルを全て削除するなどができるようになっています。この機能を知らないで自動保存されているデータが多いと思いますので一旦「自動保存ファイルを全て削除する」をクリックすると次のメッセージが表示されます。



ここで [OK] をクリックして自動保存ファイルを全て削除しておきます。

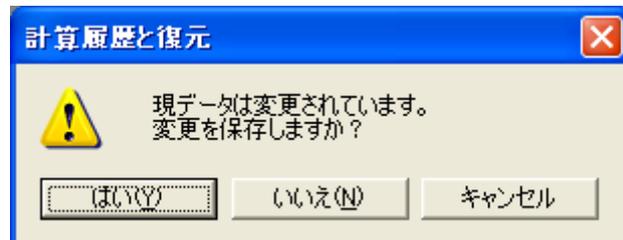
メインのダイアログはサンプルデータの Tutorial101.KH12 を読み込んだ状態になっているのでそのまま何も変更しないで計算実行してからプルダウンメニュー「計算履歴」をクリックします。



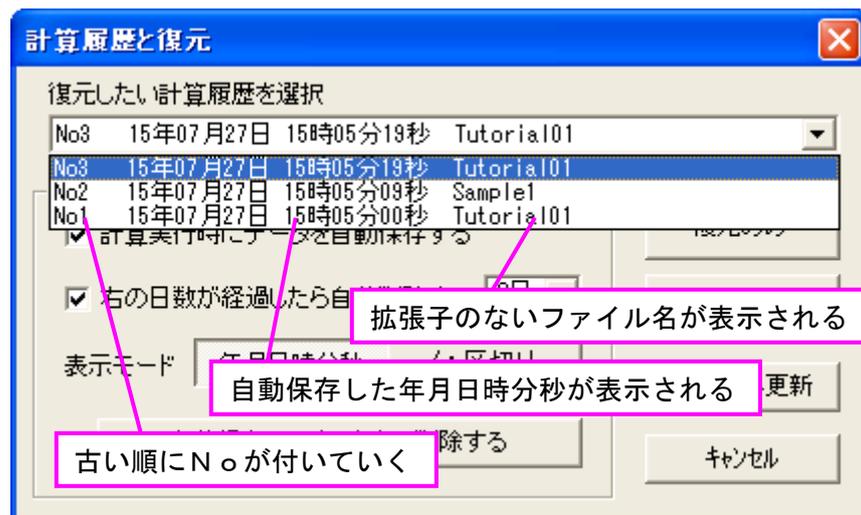
計算を実行したのに計算履歴は空になっています。計算履歴の自動保存はデータが編集してある場合のみ実行されるので既存データを読み込んで直ちに計算実行を行っても自動保存はされません。「キャンセル」でこのダイアログを閉じて何かデータを変更してみます。

たとえば [節点・支持] のタブを開いてデータ表示欄をクリックしてデータ入力ボックスが表示されればその時点でデータが編集された可能性があるためと判断しているため、データ入力ボックスが表示されたら計算を実行してみます。

同様に別のサンプルデータを開いてどこでも良いのでデータ入力ボックスを表示してから計算実行して見ます。3例くらい実行したら [計算履歴] をクリックします。



なおデータが編集されていると上記のメッセージが表示されます。ここで [はい] を選択するとデータの保存に進みますがここでは [いいえ] をクリックして計算履歴のダイアログを開きます。続いて復元したい計算履歴のリストボックスをクリックすると次のように計算履歴が表示されます。



計算履歴のリストボックスには自動保存した古い順にNoが付けられ、続いて年月日時分秒、作業中の拡張子のないファイルと一緒に表示されます。時刻の表示は設定の表示モードで変更できますので見やすい方を選択してください。

ここで復元したい計算履歴を選択し [復元のみ] ボタンをクリックするとデータの復元のみ、 [復元後計算実行] ボタンをクリックした場合はデータを復元した後直ちに計算が実行されるようになっています。

計算履歴の機能は [0からスタート] したときでも有効です。一旦コマンドを終了し [0からスタート] で起動してから [計算履歴] をクリックしても同じ計算履歴が表示されます。では試しにNo2を選択して [復元後計算実行] をクリックしてみます。

はりの計算 【復元データNo2 15年07月27日 15時05分09秒 Sample1】

ファイル(F) 環境設定(E) 表示(V) 計算履歴(H) 連続計算(C)

新規 開く 保存 UNDO REDO 設定(C) コピー 計算実行(G) リアルタイム 移動 拡張 前面画 全表示 印刷(P) PDF BMP OSV HTML DXF CAD COPY EXL

計算条件設定 表示切替 節材 荷断 質注 Rf δ Bm Sf Mk Ac はりイメージ色 集中荷重 モーメント荷重 分布荷重 たわみ モーメント セン断 変位図アニメーション表示

荷重パターン: 1

復元した計算履歴の情報が表示される

計算精度=標準(4)

節点・支持条件(S) 材料・断面性能(C) 荷重パターン条件(L) 可動節点条件(M) 計算結果(変位・応力)(R)

最大たわみ (mm) -0.0004 発生X座標 1000.0 曲げモーメント線図ON/OFF  
 最大曲げモーメント (kgf・mm) -35920 250.0 せん断力線図ON/OFF  
 最大曲げ応力 (kgf/mm2) -0.1064 250.0 総質量(kg) 107.3 カラム幅リセット 文字大 | 中 | 小  
 最小曲げ応力安全率 175.3

節点	条件	X座標(mm)	たわみ(mm)	たわみ角(deg)	支持点反力(kgf)	曲げモーメント(kgf・mm)	曲げ応力(kgf/mm2)	曲げ応力安全	せん断力(kgf)	せん断応力(kgf/mm2)	せん断応力安全
1	S	0	0.0	0.0	84.52	-4226	-0.0125	1490.0	84.52	0.0063	1711.0
m1	S	150	0.0	0.0	-528.2	8452	0.025	745.1	84.52:-443.7	-0.0329	325.9
m2	S	250	0.0	-0.0001	1424.0	-35920	-0.1064	175.3	-443.7:979.8	0.0726	147.6
2	L	300	0.0001	-0.0002		13070	0.0397	481.8	979.8:-20.18	-0.0726	147.6
3	M	500	0.0003	0.0001		9036	0.0288	697.0	-20.18	0.0015	7165.0
m3	L	650	0.0001	0.0001		1009	0.003	6242.0	-20.18:-120.2	-0.0089	1203.0
4	S	700	0.0	0.0001		220.2	-0.0148	1260.0	-120.2:100.0	0.0089	1203.0
m4	L	750	-0.0001	0.0001						-0.0074	1446.0
5		1000	-0.0004	0.0001						0.0	****

自動保存されていたデータが読み込まれた後、直ちに計算が実行され計算結果が表示される

自動保存された計算履歴が読み込まれ直ちに計算が実行されて計算結果が表示されます。またタイトルバーには復元した計算履歴の情報が表示されるようになっています。

前述のように計算履歴は保険のような役割で設定によりデータを編集して計算を実行するごとにどんどん自動保存されて溜まっていきます。あまり古いデータでは取っておいても役に立たないことが多いので3日程度で自動的に消去していく設定（デフォルト設定）が良いように思いますが計算する頻度や運用方法等を考慮して各自で設定を決めてください。

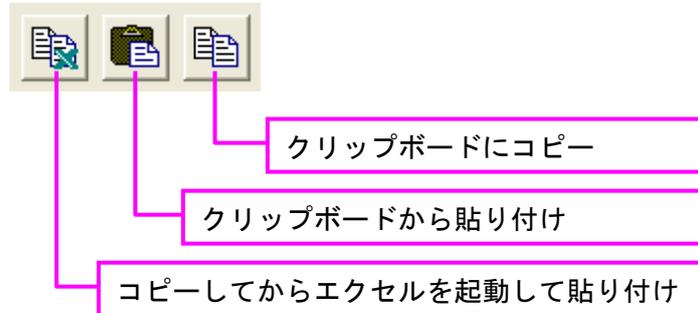
なお参考までに説明しておく、自動保存するファイルはインストールしたフォルダにコマンド識別ID+時刻情報+ファイル名+拡張子“.ct\$”として保存していきます。またデータ形式は既存データと同じフォーマットのテキスト形式になっています。

計算履歴を使ってみよう 終了

## ◇エクセルでデータ編集してみよう

節点・支持条件や〔フレーム構造－平面〕の構造要素、荷重条件等の設定データはそれぞれのタブにあるデータ表示欄で1行単位で編集しますが、例えば支持の種類や荷重値などをまとめて編集したい場合に対象となる節点数が多い場合には手間がかかります。

〔フレーム構造解析〕では次のボタンを使って設定データを一旦エクセル等の表計算ソフトにコピーして、そこで編集した結果をデータ表示欄に貼り付けることができます。



では〔節点・支持条件〕のタブを開いて〔コピーしてからエクセルを起動して貼り付け〕ボタンをクリックしてみます。

	A	B	C	D	E	F	G
	節点No	×座標(mm)	支持の種類	ばね定数(N/mm)	質量(kg)	注目フラグ	材料番号
1	1	0	固定		0		1
2	2	400	自由		0		1
3	3	600	自由		0		1
4	4	800	自由		0		2
5	5	1000	支持		0		
6							
7							
8			自由				
9			固定				
10			支持				
11			バネ支持				
12							

節点・支持条件では編集用に本来の設定データの下に全ての支持の種類がコピーされるようになっていますので支持の種類を変更する場合に使ってください。また注目フラグの右には〔材料・断面性能〕のタブにある材料番号も表示されておりこれらの編集もここで可能です。ここでは節点1を〔支持〕、節点3～5を〔バネ支持〕にしてばね定数に10000を入れてみます。

	A	B	C	D	E	F	G
	節点No	×座標(mm)	支持の種類	ばね定数(N/mm)	質量(kg)	注目フラグ	材料番号
1	1	0	支持		0		1
2	2	400	自由		0		1
3	3	600	バネ支持	10000	0		1
4	4	800	バネ支持	10000	0		2
5	5	1000	バネ支持	10000	0		
6							
7							
8			自由				
9			固定				
10			支持				
11			バネ支持				
12							

編集が終わったら設定データをクリップボードにコピーします。コピーする範囲は設定データだけでも全てコピーしてもかまいません。ただしデータの項目名を貼り付けるときにチェックしますので項目名は必ず含めてクリップボードにコピーしてください。コピーができたなら [クリップボードから貼り付け] ボタンをクリックします。

節点 No	X座標 (mm)	支持の種類	ばね定数 (N/mm)	質量 (kg)	注目フラグ
1	0	支持		0	
2	400	自由		0	
3	600	ばね支持	10000	0	
4	800	ばね支持	10000	0	
5	1000	ばね支持	10000	0	

エクセルで編集した節点・支持条件が貼り付けられたことが分かります。注意する点は必ず項目名も含めてコピーすることで、選択する範囲が広い分には問題ないので全選択でコピーしてもかまいません。

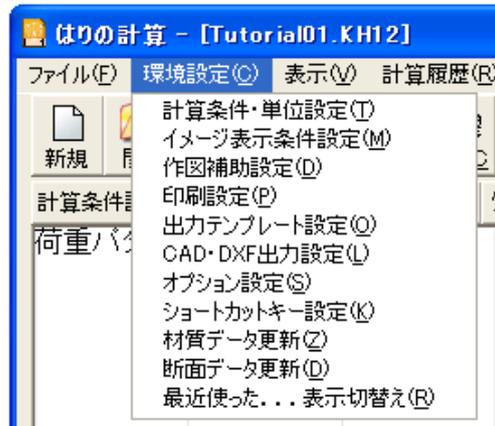
またエクセル以外で編集する場合は [クリップボードにコピー] ボタンでクリップボードを介して編集してください。テキストエディタ等を使う場合はデータがタブ区切りとなっていますのでタブ文字を表示させるなどしてスペースと間違えないように編集してください。

なお、[クリップボードから貼り付け] 以外のボタンは計算結果のタブにもあり、そのタブの計算結果表示欄の内容をエクセルに貼り付けたりクリップボードにコピーできます。計算結果の一部を表計算ソフト等で利用したいような場合に使ってください。

なお後で説明するオプション設定で毎回新しいエクセルを起動して貼り付けるか、編集用のエクセルが起動している場合は新たにエクセルを起動するのではなく起動中のエクセルにシートを追加してそこに貼り付けることが選択できます。またエクセルがインストールされていないとか貼り付けがうまくいかない、不用意にエクセルを起動したくないような場合は同じオプション設定でエクセル貼り付けボタンを非表示にすることもできます。お使いの環境や使い勝手等を考慮して設定してみてください。

◇環境設定をしてみよう

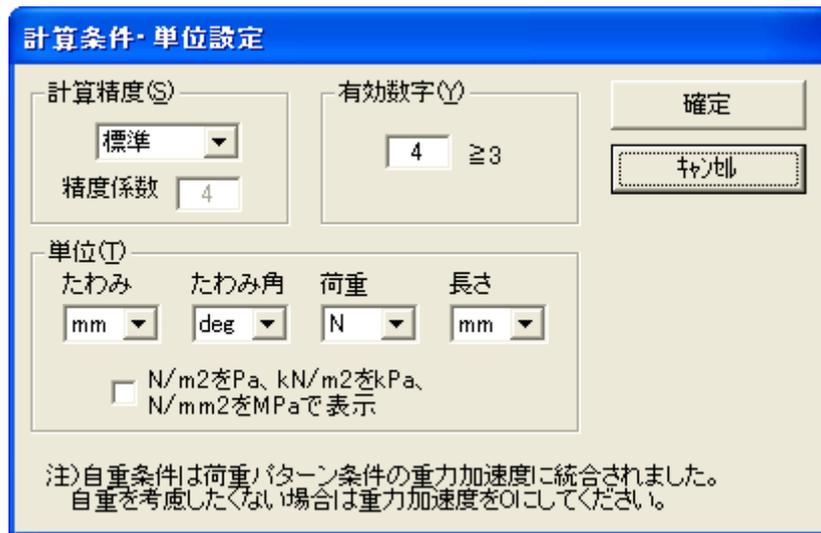
プルダウンメニューの [環境設定] をクリックしてどのような設定があるのかを見てみましょう。



次に個々の設定を開いてみます。

●STEP 1 (計算条件・単位設定)

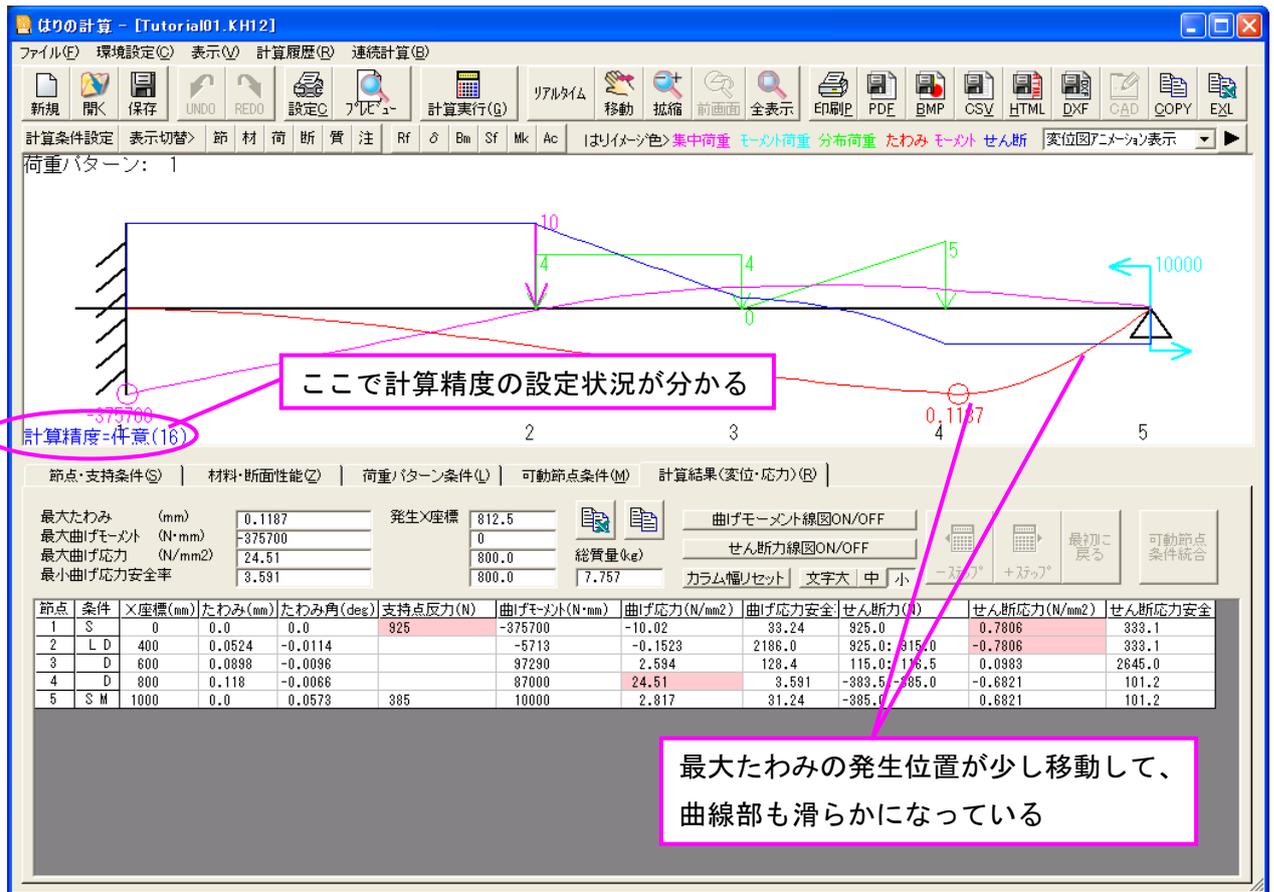
[計算精度・単位設定] では計算精度、有効数字、単位の設定ができます。



前述のようにはりの自重や節点質量の影響を考慮したい場合は荷重パターン条件の重力加速度の数値で設定しますので [フレーム構造解析 9] 以前にこのダイアログにあった自重条件の設定は廃止されています。

計算精度についての詳細はマニュアルを参照してもらいたいですが精度を高くすると節点間に内部的に設ける計算用節点の数が多くなり各種線図の曲線部がなめらかになり、最大たわみ等の発生位置の精度が向上します。特に分布荷重を使っている場合は精度を高くした方が良いでしょう。

先ほどの異なる材質を使った例で計算精度を [任意] にして精度係数に 16 を入力して計算してみます。



最大たわみは0.5%程度の差ですが発生位置は12.5mmも変わっています。発生位置は計算用節点を含めた節点の位置を表示していますのでより精度を上げたい場合は近くに節点を設けると良いでしょう。また内部節点が増えているのでたわみ曲線もなめらかになっているのが分かります。

有効数字の桁数によって計算結果の値を丸めて表示しますので必要最小限の値を設定しておくことで計算結果も見やすくなります。なお表示される小数点以下の桁数も有効数字と同じ桁数になります。

単位の設定ではたわみ、たわみ角、荷重、長さの単位を切り替えることができます。単位を変更した場合は計算結果がクリアされるので再度計算してください。

また下に示す「計算条件設定」ボタンをクリックしても同じダイアログが表示されるようになっています。



●STEP 2 (イメージ表示条件設定)

[イメージ表示条件設定] では各種イメージ表示の設定を行います。

イメージ表示条件設定

節点番号表示

- X座標値を表示
- 座標値に単位を表示
- 節点番号自動進捗

材料番号表示

集中荷重・モーメント荷重表示

- 荷重イメージの自動拡張

分布荷重表示

荷重イメージの表示基準値

- 荷重値を表示
- 荷重値に単位を表示

荷重パターン名称表示

複数の計算結果がある場合

- 荷重パターンスケールボタン表示
- 変位の基準を全ての計算結果の中の最大値とする

支持イメージを反力で色分け

+ = Δ   0 = Δ   - = Δ

支持イメージの表示基準値

- 反力の値を表示
- 反力の値に単位を表示

質量点表示

質量点の表示基準値

- 荷重イメージで表示
- 質量(荷重)の値を表示
- 質量(荷重)の値に単位を表示

注目フラグ表示

注目フラグの表示基準値

テンプレート(数字ボタンを押すと読み込みます)

1	サンプル1	保存	6	サンプル6	保存
2	サンプル2	保存	7	サンプル7	保存
3	サンプル3	保存	8	サンプル8	保存
4	サンプル4	保存	9	サンプル9	保存
5	サンプル5	保存	10	サンプル10	保存

変位(たわみ)を表示

最大変位の表示基準値

- 最大変位発生位置と値を表示
- 値の正負で表示位置を移動
- 全節点の変位の値を表示
- 変位の値に単位を表示

曲げモーメントの値の反転

曲げモーメント線図のみ反転

曲げモーメント線図の表示

最大曲げモーメントの表示基準値

- 最大曲げモーメント発生位置と値を表示
- 値の正負で表示位置を移動
- 全節点のモーメントの値を表示
- モーメントの値に単位を表示

せん断力線図の表示

最大せん断力の表示基準値

- 全節点のせん断力の値を表示
- せん断力の値に単位を表示

曲げモーメント線図・せん断力線図の値の文字色を緑色と同じ色とする

イメージ中の計算結果の値に記号を表示

イメージ中の計算結果の値の有効数字   $\geq 3$

イメージ文字フォントサイズ

断面形状表示

断面形状の表示基準値

表示色

	R	G	B	
強調表示	255	255	0	<
可動支持	180	180	180	<
可動荷重	255	180	255	<
断面表示	120	120	120	<
質量点	200	0	200	<
注目フラグ	255	0	0	<
集中荷重	255	0	255	<
モーメント荷重	0	255	255	<
分布荷重	0	255	0	<
最大値セル背景	255	200	200	<

計算結果の最大値セル背景色を変更(対象は反力、応力)

マウスホイールの動作

ホイールを手前に回した時

イメージ表示条件は [フレーム構造解析 10] から大きく設定項目が増えていますが、設定内容を変更して [確定] ボタンをクリックするとイメージに反映されるのでいろいろと変更して試してみると良いでしょう。支持イメージや荷重イメージ等の表示基準値を変更するとイメージの大きさも変更できるようになっています。またイメージ中に計算結果を表示したり単位を表示する操作としてイメージ表示枠上の小さなボタンで表示を切り替える説明をしていますがそれらの設定もここでまとめて行えるようになっています。

[フレーム構造解析 11] から複数の荷重パターンで計算結果がある場合に“変位の基準を全ての計算結果の中の最大値とする”をチェックすることでそれらの中の変位の最大値を基準としてイメージ表示することができ、どの荷重パターンの変位が大きいのがイメージ上で視覚的に分かるようになっています。

断面形状表示は要素の中央に断面形状を表示する機能です。これは各断面形状に対応した一つのDXFファイルを使っておりサイズ毎のDXFファイルではありません。そのためDXFファイルを読み込んだら [自動縮尺] が選択されていると使っている材料の中で断面2次モーメントが最大のものが表示基準値の大きさになるようにして、それを基準にそれぞれの断面2次モーメントで自動縮尺して表示するようになっています。

したがって実際の断面とは若干イメージが異なる場合がありますがそれぞれの断面2次モーメントが断面形状の大きさとして相対的に表されるようになっており、どの断面のどの向きが強いかあるいは弱いかとかが視覚的によく分かります。

一方[自動縮尺]では断面に断面2次モーメントの差が大きいものを設定している場合に断面2次モーメントが小さいものでは断面形状も小さく表示され断面形状が識別できない場合があります。この時には「縮尺なし」を選択すると断面2次モーメントに関係なく表示基準値の大きさで表示されるようになりますので断面形状の確認ができます。

なお[縮尺無し]では縦横とも表示基準値の大きさになり不等辺山形鋼も等辺山形鋼の形状で表示されますのでご注意ください。次に断面形状を表示した例を示します。

このボタンでも表示を切り換えることができる

[自動縮尺]で断面形状を表示した例

このボタンをクリックしてもイメージ表示条件設定ダイアログが開く

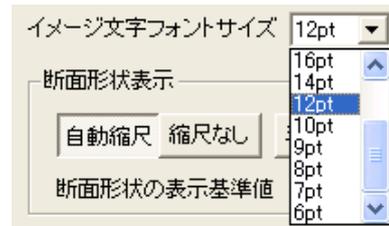
節点	条件	X座標(mm)	たわみ(mm)	たわみ角(deg)	支持点反力(N)	曲げモーメント(N・mm)	曲げ応力(N/mm <sup>2</sup> )	曲げ応力安全	せん断力(N)	せん断応力(N/mm <sup>2</sup> )	せん断応力安全
1	S	0	0.0	0.0	924.3	-375500	-10.01	33.26	924.3	0.78	333.3
2	U	400	0.0524	-0.0113		-5766	-0.1538	2168.0	924.3: 914.3	-0.78	333.3
3	D	800	0.0898	-0.0096		97090	2.589	128.6	114.3: 137.7	0.1182	2237.0
4	D	800	0.1181	-0.0066		87140	24.55	3.585	-362.3: -385.7	-0.6834	101.0
5	M	1000	0.0	0.0574	385.7	10000	2.817	31.24	-385.7	0.6834	101.0

またイメージ表示枠の左上にある[表示切替]ボタンをクリックするとイメージ表示条件設定ダイアログを開くことができ、その右に並んだ小さなボタンはそれぞれの表示をクリックする毎に切り換えることができるようになっています。例えば[断]は断面形状の表示切替ですがクリックする毎に[自動縮尺] > [縮尺無し] > [非表示] > [自動縮尺]・・・というように表示が切り替わっていきます。

イメージ表示条件設定の“曲げモーメントの反転”をチェックすると曲げモーメントの+-を反転して表示することができます。この場合も計算結果が一旦クリアされるので再計算してください。

また荷重イメージを荷重値に応じて自動縮尺したり、イメージ中に荷重値を表示することもできます。また支持の△イメージを反力に応じて色を変えることもでき、計算結果の最大値に背景色を付けるのもイメージ表示条件で設定できます。

[フレーム構造解析 1 2] ではイメージ中表示される文字のフォントサイズを従来の大中小の3種類のボタン選択からリストボックスによる6pt~24ptの12種類に増やしていますので必要に応じて見やすいフォントサイズを選択できるようになりました。



また従来は固定色だった集中荷重、モーメント荷重、分布荷重のイメージ色も設定できるようになっています。各表示色はRGBの数値入力により設定しますが、設定欄右の[<]ボタンをクリックすると既定の表示色一覧が表示されこの表示色名称ボタンをクリックすることで表示色を変更することもできます。

イメージ中の計算結果の値に記号を表示

イメージ中の計算結果の値の有効数字  ≥3

イメージ文字フォントサイズ

断面形状表示

自動縮尺 縮尺なし

断面形状の表示基準値

表示色

	R	G	B	
強調表示	250	250	0	<
可動支持	180	180	180	<
可動荷重	255	180	255	<
断面表示	120	120	120	<
質量点	200	0	200	<
注目フラグ	255	0	0	<
集中荷重	255	0	255	<
モーメント荷重	0	255	255	<
分布荷重	0	255	0	<
最大値セル背景	255	200	200	<

計算結果の最大値セル背景色を変更(対象は反力、応力)

マウスホイールの動作

ホイールを手前に回した時 縮小 拡大

表示色一覧

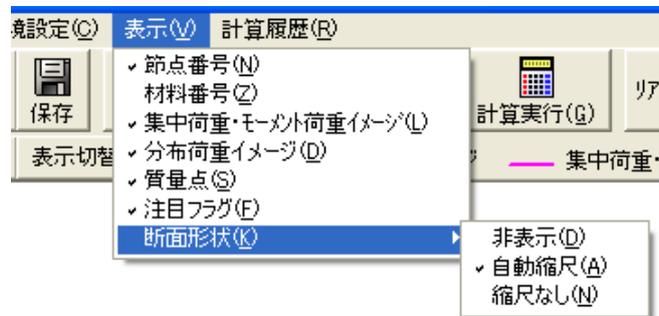
表示色名称	R	G	B
黒	0	0	0
明るい青	0	0	255
明るい緑	0	255	0
明るいシアン	0	255	255
明るい赤	255	0	0
明るいマゼンタ	255	0	255
明るい黄	255	255	0
青	0	0	192
緑	0	192	0
シアン	0	192	192
赤	192	0	0
マゼンタ	192	0	192
黄	192	192	0
暗い灰色	128	128	128
暗い青	0	0	128
暗い緑	0	128	0
暗いシアン	0	128	128
暗い赤	128	0	0
暗いマゼンタ	128	0	128
暗い黄	128	128	0
薄い灰色	192	192	192
薄い青	192	192	255
薄い緑	192	255	192
薄いシアン	192	255	255
薄い赤	255	192	192
薄いマゼンタ	255	192	255
薄い黄	255	255	192

↑のボタンで選択

キャンセル

さらにホイールマウスのホイールを回した時の動作も切り替えできるようになっています。

プルダウンメニューの表示メニューにはイメージ表示条件から使用頻度の高いものを割り付けています。



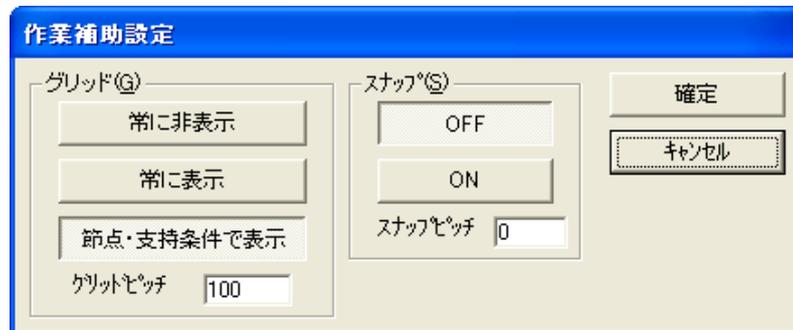
ここの各サブメニューをクリックすることで表示の切り換えが可能で、先頭に表示されるチェックの有無で設定状況も確認できます。

イメージ表示条件のどの設定でどのようにイメージ表示が変わるのか各自でいろいろと試してみてください。

また [フレーム構造解析 10] から大きく設定項目が増えたことに伴って設定内容を 10 種類テンプレートとして保存や読込ができるようになっています。あらかじめ用途に応じた設定をテンプレートに保存しておき切り替えて使うと便利です。

### ●STEP 3 (作業補助設定)

[作業補助設定] ではイメージで処理するときのグリッドやスナップの設定を行います。



スタートアップで [作業補助設定からスタート] ボタンをクリックしたときに表示されるダイアログと同じものです。詳しくは [節点条件のイメージ編集] で説明します。

### ●STEP 4 (印刷設定)

これはダイアログにある [設定] ボタンを押したときと同じで計算書や pdf 出力するときの出カタイトルやコメントやフォントサイズ、余白等の設定を行います。

また [フレーム構造解析 10] から新たにページ番号設定が追加され、ページ番号の表示の有無や位置、初期値、総ページ数の有無や数値等を設定できるようになっています。例えばプロジェクト全体の書類などの一部としてフレーム構造解析で出力した計算書をまとめる場合にページ番号を合わせることができるようになっています。



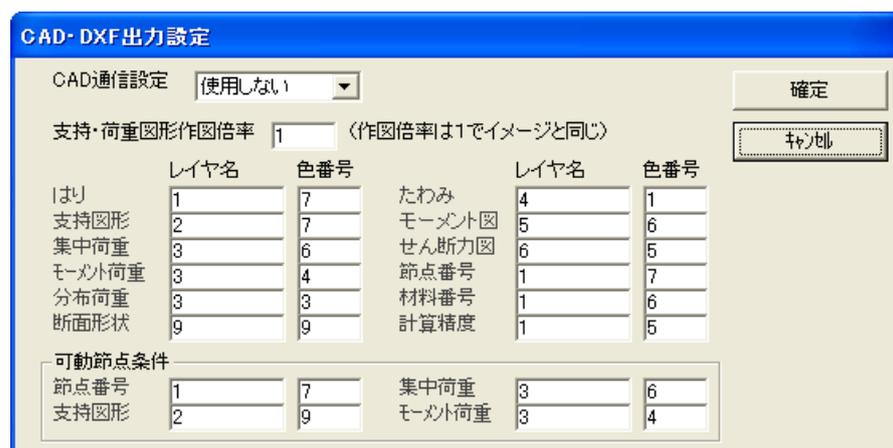
計算実行後は右側に計算書のイメージがプレビューされるようになっています。印刷設定やプレビュー、pdf出力についての詳細は後で説明します。

#### ●STEP 5 (出力テンプレート設定)

これは印刷設定ダイアログの出力テンプレートにある[設定]ボタンを押したときと同じで、計算書の各出力項目の出力位置を変更したり値の大きなものだけ出力するなどの設定を登録した出力テンプレートファイルの保存や修正を行うことができます。詳細は後で説明します。

#### ●STEP 6 (CAD・DXF出力設定)

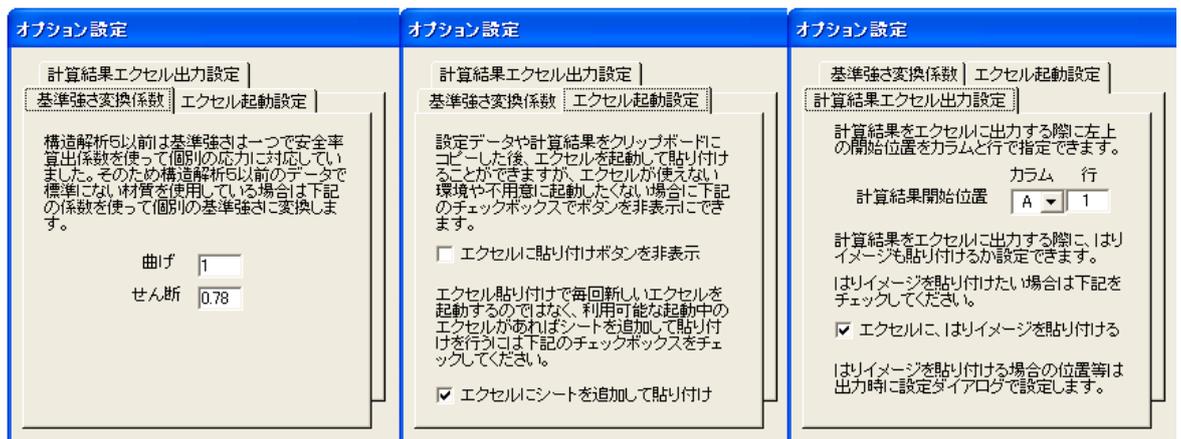
[CAD・DXF出力設定]ではCAD通信設定や出力図形の画層と色の設定を行います。



出力図形はすべて出力されますのでその後の処理はCAD側で行ってください。またコマンド選択メニューが起動したままの状態でもCAD通信設定を変更しても、再度コマンド選択メニューからコマンドを起動するとコマンド選択メニューのCAD通信設定に戻ってしまいますので恒久的に変更したい場合はコマンド選択メニューのCAD通信設定を変更してください。

## ●STEP 7 (オプション設定)

[オプション設定] では基準強さ変換係数とエクセル起動設定、[フレーム構造解析 1 2] から追加された計算結果エクセル出力設定をタブで切り換えて行います。



[構造解析 5] 以前の基準強さは応力の種類に関係なく材質毎の一つだけでしたが [構造解析 6] 以降から応力毎の基準強さを使用するようになりました。そのため [構造解析 5] 以前で標準にない材質を使用しているデータを読み込んだ場合はこの基準強さ変換係数で基準強さをそれぞれの応力の基準強さに変換するようになっています。

エクセル起動設定ではエクセルが使えない環境や不用意にエクセルを起動したくない場合に“エクセルに貼り付けボタンを非表示”のチェックボックスをチェックすることで [コピーしてからエクセルを起動して貼り付け] のボタンを非表示にすることができます。

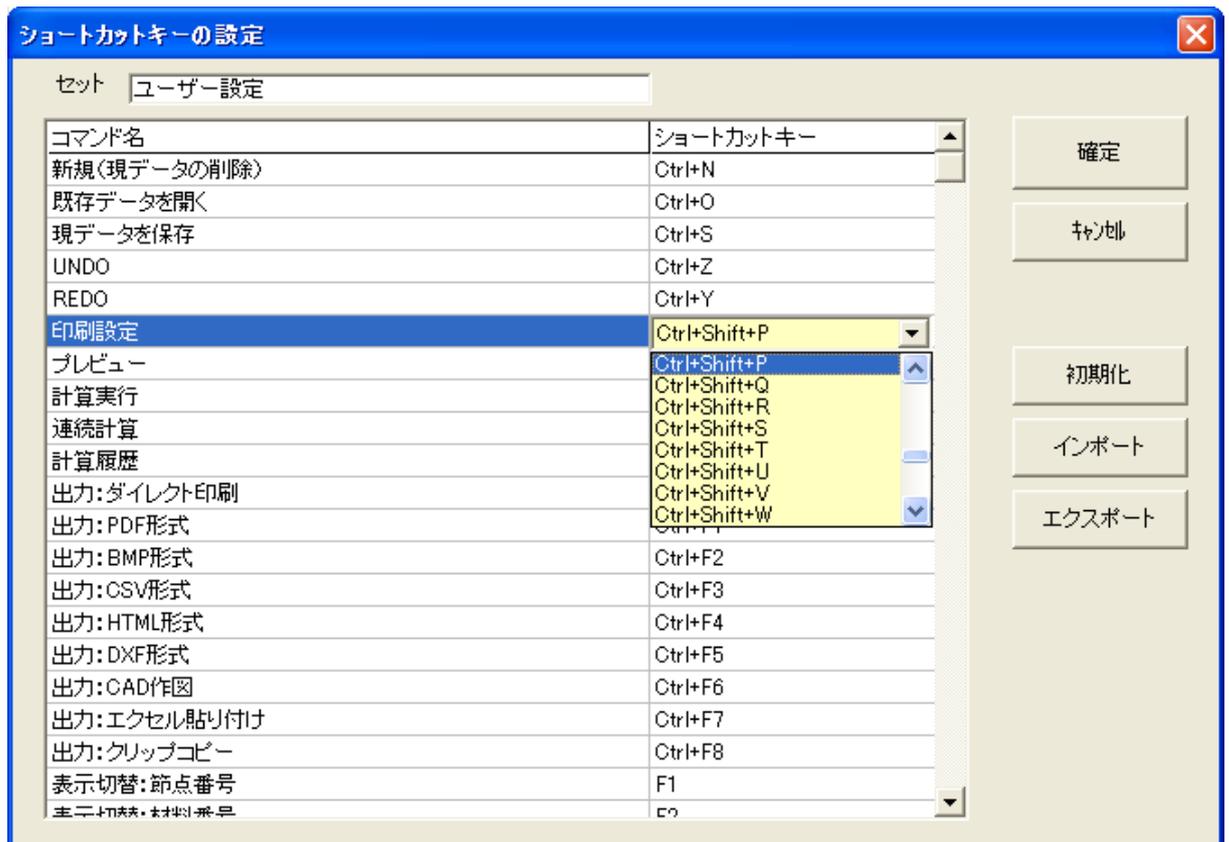
また“エクセルにシートを追加して貼り付け”のチェックボックスがチェックされていると編集用や計算結果表示用にエクセルが起動している場合は同じエクセルにシートを追加して貼り付けることができます。なおエクセルのバージョンや環境等でシートの追加がうまく動作しない場合はこのチェックを外すと従来と同様に常に新しいエクセルを起動して貼り付けを行うようになりますので必要に応じて試してみてください。

[フレーム構造解析 1 2] では計算結果のエクセル出力にはりイメージも一緒に出力する機能が追加されました。はりイメージを貼り付けたい場合はこの“エクセルに、はりイメージを貼り付ける”をチェックしておきます。これをチェックするとエクセル出力時には計算結果やはりイメージの貼り付け位置やサイズを設定するダイアログが表示されるようになります。エクセル出力にはりイメージを貼り付けたくない場合はこのチェックを外しておきます。その場合の計算結果の出力開始位置はこの計算結果開始位置のカラムと行で指定できるようになっています。

はりイメージを貼り付ける場合の操作については計算結果の出力のエクセルに貼り付けのところで説明します。

#### ●STEP 8 (ショートカットキー設定)

[フレーム構造解析10]から使用頻度の高いコマンドのボタンにショートカットキーを割り当ててキーボードからそのコマンドを実行することができるようになりました。そのショートカットキーを確認・編集するには環境設定の[ショートカットキー設定]をクリックして次に示すショートカットキーの設定ダイアログを表示します。



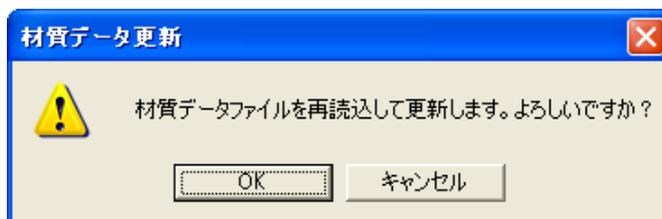
このダイアログでは左側がコマンド名で固定になっていて右側が登録されているショートカットキーでこちらは変更が可能です。

あらかじめ使い勝手を考えたショートカットキーがデフォルト設定として登録してありますがショートカットキーを変更したい場合は右側のショートカットキーの行をクリックするとリストボックスが表示され、リストボックス右の▼ボタンで設定可能なショートカットキーが一覧表示されるので、ここから登録したいショートカットキーを選択します。またリストの先頭は“なし”になっていてこれを選択するとそのコマンドのショートカットキーは無効となります。

[初期化] ボタンでインストール時のデフォルト設定に戻すことができます。また設定内容は [エクスポート] ボタンでCSV形式のテキストファイルに保存でき、[インポート] ボタンで読み込むことができますので、複数台のPCで共通のショートカットキーを登録したり、逆に共通PCで個人的な設定を読み込んで使うこともできます。

#### ●STEP 9 (材質データ更新)

材質データはコマンド起動時に読み込まれるので [フレーム構造解析 9] 以前ではコマンド起動中に材質データを修正してもコマンドを再起動しないと反映されませんでした。 [フレーム構造解析 10] からこの [材質データ更新] 機能でコマンド起動中でも材質データを更新することができます。環境設定の [材質データ更新] をクリックすると次に示すメッセージが表示されます。



ここで [OK] ボタンをクリックすると材質データファイルを再読み込んで更新します。なおファイルの編集ミスなどがあると不具合が発生することもありますので大幅な変更の場合は作業中のデータを保存し一旦コマンドを終了してから行ってください。

#### ●STEP 10 (断面データ更新)

断面データも材質データと同様にコマンド起動時に読み込まれるので [フレーム構造解析 9] 以前ではコマンド起動中に断面性能計算で断面データを登録してもコマンドを再起動しないと反映されませんでした。 [フレーム構造解析 10] からこの [断面データ更新] 機能でコマンド起動中でも断面データを更新することができます。環境設定の [断面データ更新] をクリックすると次に示すメッセージが表示されます。



ここで [OK] ボタンをクリックすると断面データファイルを再読み込んで更新します。通常は断面性能計算で断面を登録した場合に使いますが、断面データを直接編集するような場合は編集ミスなどがあると不具合が発生することもありますので材質データと同様に作業中のデータを保存し一旦コマンドを終了してから行ってください。

#### ●STEP 11 (最近使った... 表示切替え)

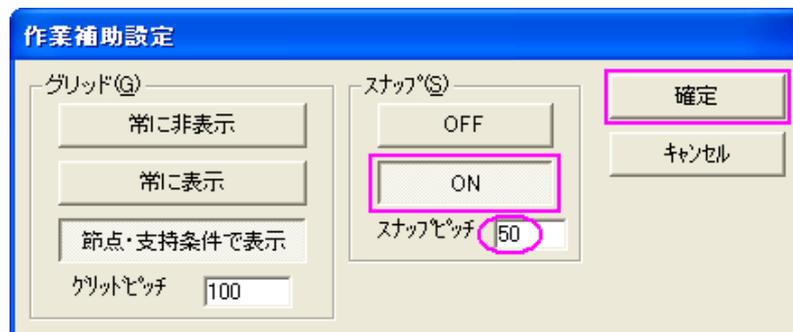
[フレーム構造解析 12] では計算条件の保存と読み込みのときに「最近使った...」ダイアログを表示できるようになり、最近使ったフォルダから選択したり、最近使ったファイルを簡単に開くことができるようになっています。具体的な操作については後で説明しますが、このメニューをクリックする毎にメッセージが表示されて「最近使った...」ダイアログを表示するか、表示しないかを選択できるようになっています。

## ◇ 節点条件をイメージで編集してみよう

### ● STEP 1 (作業補助設定の確認)

節点条件はイメージ上でマウスを使って編集することができ、慣れてくると効率良く編集することができます。イメージで処理する場合はまず作業補助設定を確認しておきましょう。プルダウンメニューの環境設定から [作業補助設定] をクリックすると設定ダイアログが表示されます。新規に起動したときのスタートアップメニューから [作業補助設定からスタート] をクリックしても同じダイアログが表示されます。

ここでグリッドとはイメージ上に薄く見える縦線のことではりの大きさや節点の位置を把握するのに役立つものです。これをいつ表示するかやそのピッチを設定します。スナップが ON でスナップピッチが設定されている時はイメージ上で節点の位置を編集するときにスナップピッチの倍数位置に修正され端数が出ないようにになります。ここではスナップを ON、スナップピッチを 50 として [確定] ボタンをクリックします。

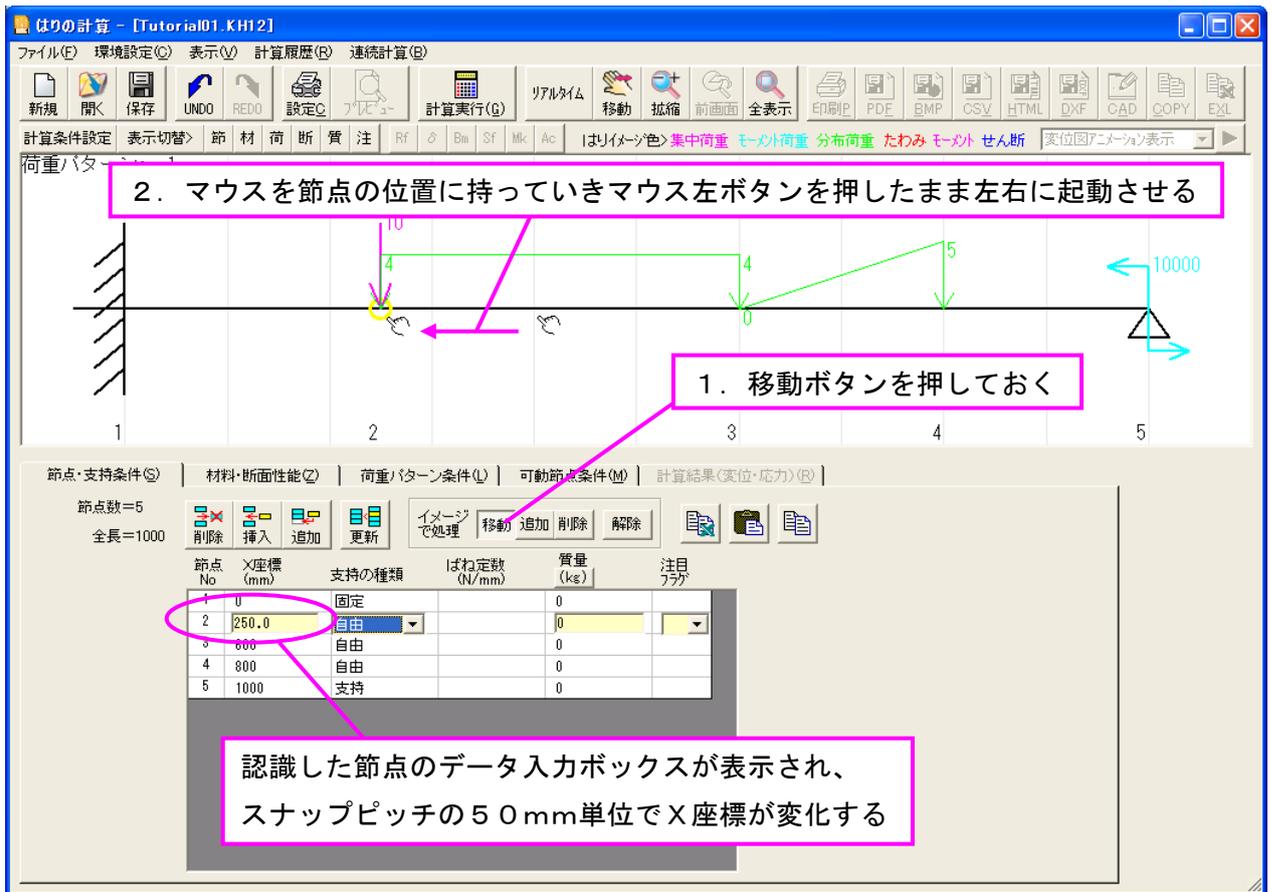


### ● STEP 2 (節点の移動)

ではマウスを使ってイメージ上で節点を移動してみましょう。まずイメージで処理の [移動] ボタンをクリックします。

[移動] ボタンが選択された状態でマウスをイメージ上に持っていき移動したい節点の位置でマウスの左ボタンを押したままにします。節点を認識するとデータ表示欄の認識した節点番号の行にデータ入力ボックスが表示されます。

その状態でマウス左ボタンを押したままマウスを左右に移動 (ドラッグ) し希望の位置でマウスのボタンを離すとその位置に節点が移動します。



追加や削除はもっと簡単なので試してみれば使い方はすぐに分かります。イメージでの処理が終わったら「解除」ボタンを押しておきます。

節点条件をイメージで編集してみよう 終了

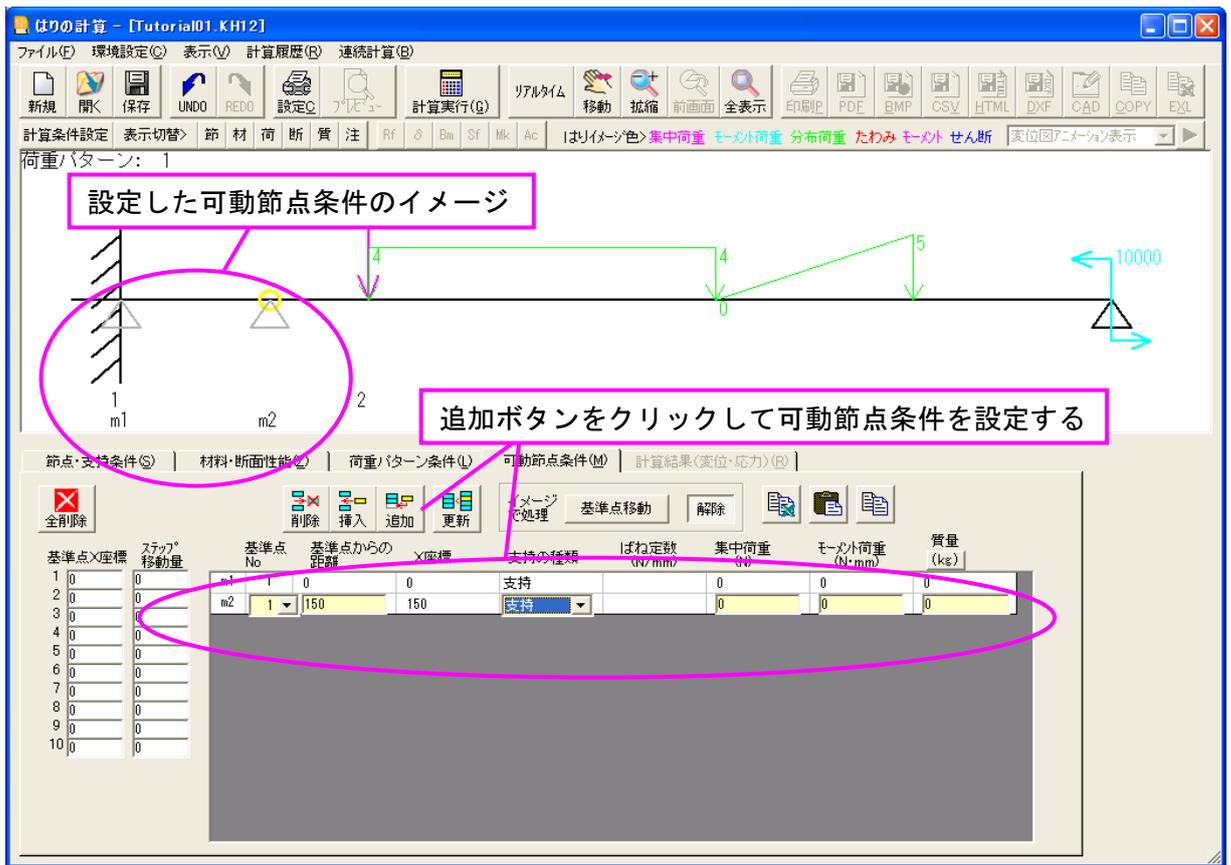
#### ◇可動節点条件を使ってみよう

可動節点条件とは節点の位置が絶対座標ではなく、ある基準点からの距離で節点条件を設定するもので、その基準点のX座標を変更することにより同じ基準点を選択している節点条件をセットで移動することができる機能です。

#### ●STEP 1 (可動節点条件の設定)

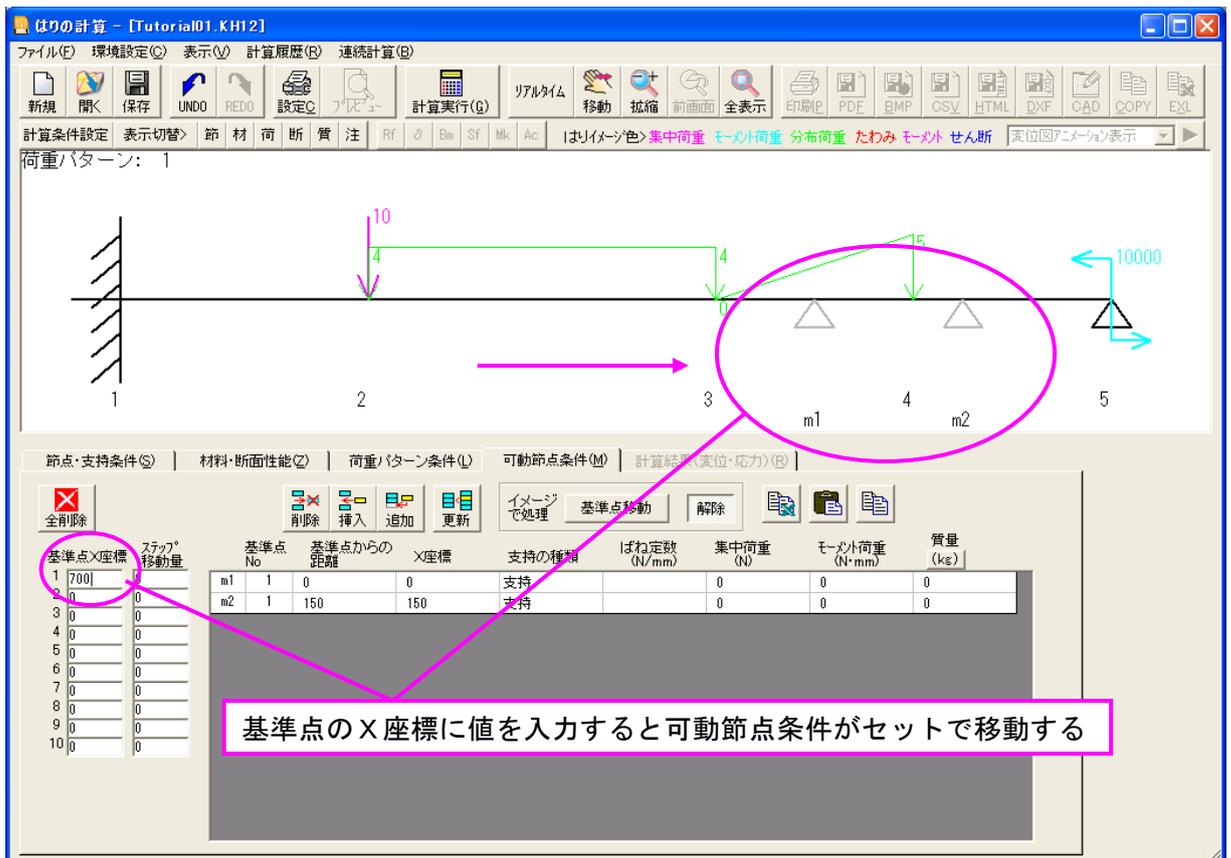
「可動節点条件」タブを開いて標準の節点条件と同様に「追加」ボタンをクリックして可動節点条件を設定していきます。標準の節点・支持条件と異なるのはX座標の代わりに基準点番号の選択と基準点からの距離を入力します。

可動節点条件は節点番号の前にmが付くようになっており、支持イメージ、荷重イメージは「環境設定」>「イメージ表示条件設定」で設定している色で表示されます。



## ● STEP 2 (基準点X座標の入力)

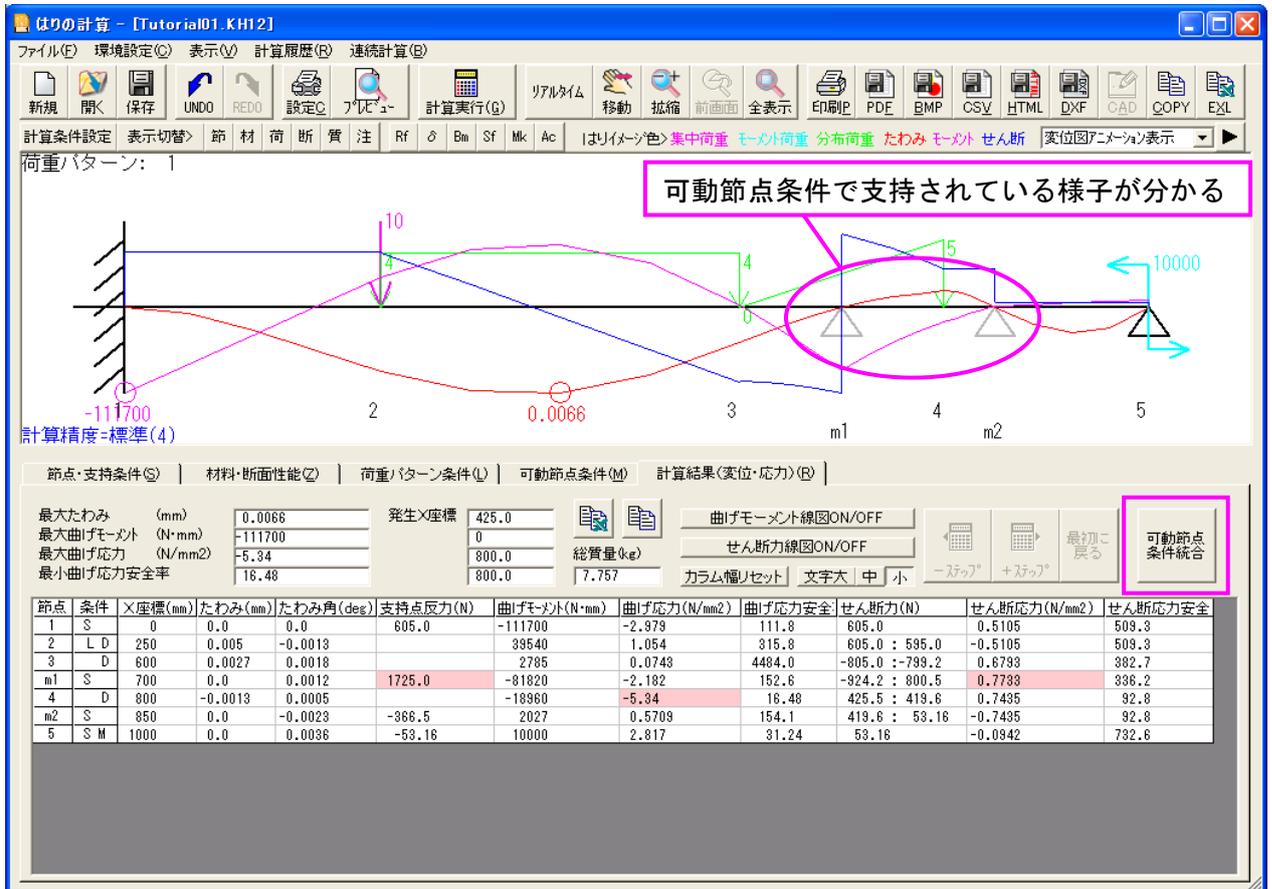
動節点条件が設定できたら選択した基準点のX座標を入力します。なお先に基準点のX座標を入力してから可動節点条件を設定してもかまいません。ここでは基準点は1だけ使っていますので基準点1のX座標に700を入力してみます。



基準点のX座標に値を入力すると可動節点条件がセットで移動するのが分かります。

### ●STEP 3 (計算実行)

ではこの条件で計算を実行してみます。



たわみの様子やせん断力線図から可動節点条件の支持条件で支持されている様子がわかります。また可動節点条件ではこのような支持条件だけでなく、集中荷重、モーメント荷重、質量も同様に設定できセットで移動させて直ぐに計算できるようになっています。

なお可動節点条件を設定して計算実行してから計算結果タブの右にある「可動節点条件統合」ボタンをクリックすると可動節点条件を標準の節点・支持条件に統合することができます。

なおこのデータはサンプルフォルダに右下に示すファイル名で入っていますので参考にしてみてください。

(Tutorial02.KH12)

可動節点条件を使ってみよう 終了

### ◇ステップ計算機能を使ってみよう

ステップ計算とは可動節点条件でステップ移動量を設定してボタンをクリックすることにより可動節点条件の基準点X座標をステップ移動量だけ移動させて計算を行う機能です。

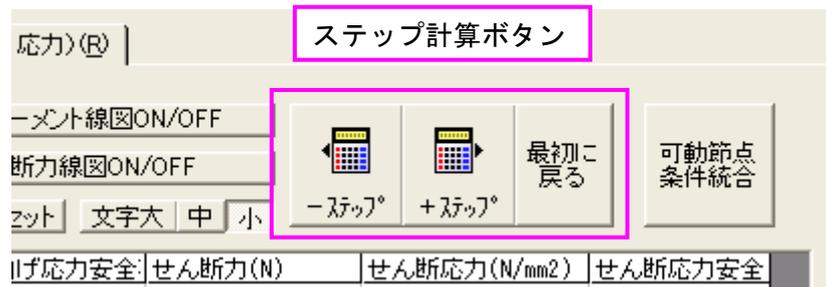
#### ●STEP 1 (ステップ移動量の設定)

[可動節点条件] タブを開いて基準点X座標の右にあるステップ移動量を設定します。ここでは基準点1のステップ移動量に10を入力します。

	基準点X座標	ステップ <sup>o</sup> 移動量
1	700	10
2	0	0
3	0	0
4	0	0
5	0	0

#### ●STEP 2 (ステップ計算の実行)

ステップ移動量を入力してから計算を実行すると計算結果のタブにあるステップ計算ボタンが使えるようになります。



[+ステップ] ボタンをクリックするとステップ移動量を基準点X座標にプラスして計算を実行します。[-ステップ] ボタンではステップ移動量を基準点X座標からマイナスして計算を実行します。[最初に戻る] ボタンをクリックするとステップ計算を始めた最初の状態に基準点X座標が戻ります。

#### ●STEP 3 (支持点反力のバランスを取ってみよう)

前述の可動節点条件の計算例では可動節点の支持点反力が節点m1で約1700N、節点m2で約-350Nで非常にバランスが悪い状態です。ここで[-ステップ] ボタンをクリックしていくと節点m1の反力が小さくなり節点m2の反力が大きくなります。イメージ表示条件の“支持イメージを反力で色分け”をチェックしておくことで支持イメージの色が反力によって変わるのでだいたい同じ色になるように[-ステップ] ボタンをクリックしていけば簡単に反力のバランスを取ることができます。またイメージ表示枠上の[Rf]ボタンでも色分けの設定をしたり反力値を表示させたりできるので目的に応じた表示にしておくといいでしょう。

はりの計算 - [Tutorial02.KH12]

ファイル(F) 環境設定(C) 表示(V) 計算履歴(R) 連続計算(B)

新規 開く 保存 UNDO REDO 設定C プレビュー 計算実行(G) リアルタイム 移動 拡張 前面画 全表示 印刷P PDF BMP OSV HTML DXF CAD COPY EXL

計算条件設定 表示切替 節材 荷断 質注 Rf δ Bm Sf Mk Ac はりイメージ色 集中荷重 モーメント荷重 分布荷重 たわみ モーメント せん断 変位図アニメーション表示

荷重パターン: 1

計算精度=標準(4)

節点・支持条件(S) | 材料・断面性能(C) | 荷重パターン条件(L) | 可動節点条件(M) | 計算結果(変位・応力)(R)

最大たわみ (mm) 0.0035 発生X座標 900.0 曲げモーメント線図ON/OFF  
 最大曲げモーメント (N・mm) -52520 650.0 せん断力線図ON/OFF  
 最大曲げ応力 (N/mm<sup>2</sup>) 2.817 1000.0 総質量(kg) 7.757 カラム幅リセット 文字大 中 小  
 最小曲げ応力安全率 31.24 1000.0

節点	条件	X座標(mm)	たわみ(mm)	たわみ角(deg)	支持点反力(N)	曲げモーメント(N・mm)	曲げ応力(N/mm <sup>2</sup> )	曲げ応力安全	せん断力(N)	せん断応力(N/mm <sup>2</sup> )	せん断応力安全
1	S	0	0.0	0.0	259.6	-375.0	-1.001	332.8	259.6	0.219	1187.0
2	L D	250	0.0013	-0.0002	276.70	276.70	0.7299	456.2	259.6 : 249.6	-0.219	1187.0
m1	S	500	0.0	0.0004	905.3	-52520	-0.9396	354.4	-750.4 : 154.8	0.6333	410.6
3	D	600	-0.0002	-0.0001	39750	-39750	-1.06	314.2	-245.2 : -243.7	0.2089	1257.0
m2	S	650	0.0	-0.0005	814.3	-52520	-1.401	297.8	-274.9 : 539.4	0.4552	571.2
4	D	800	0.0021	-0.0009	62.46	-1493	-0.4206	209.2	70.65 : 57.46	0.1018	677.7
5	S M	1000	0.0	0.0047	62.46	10000	2.817	31.24	57.46	-0.1018	677.7

ステップ計算機能を使って可動節点条件の支持点反力のバランスを取ってみた例

このように可動節点条件とステップ計算機能を組み合わせることで、支持の位置や荷重点を簡単に変えて計算することができるようになり、トライアンドエラーによる検討の効率が向上すると思います。是非、活用してみてください

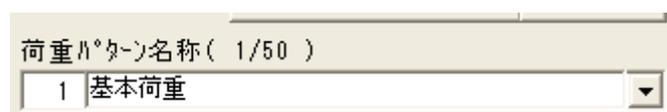
ステップ計算機能を使ってみよう 終了

#### ◇連続計算機能を使ってみよう

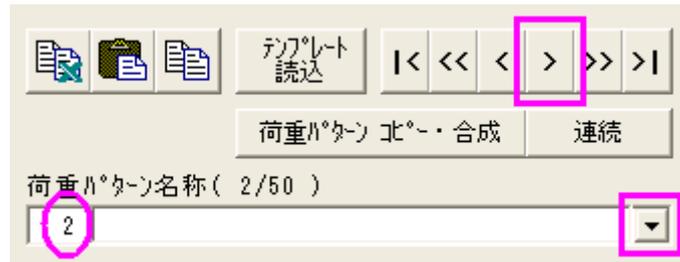
荷重パターン条件は最大50まで登録でき、同じはりに対して荷重パターンを切り替えて計算できますが、複数の荷重パターンを自動的に切り換えて連続して計算する機能もあります。

#### ●STEP 1 (複数荷重パターン条件の設定)

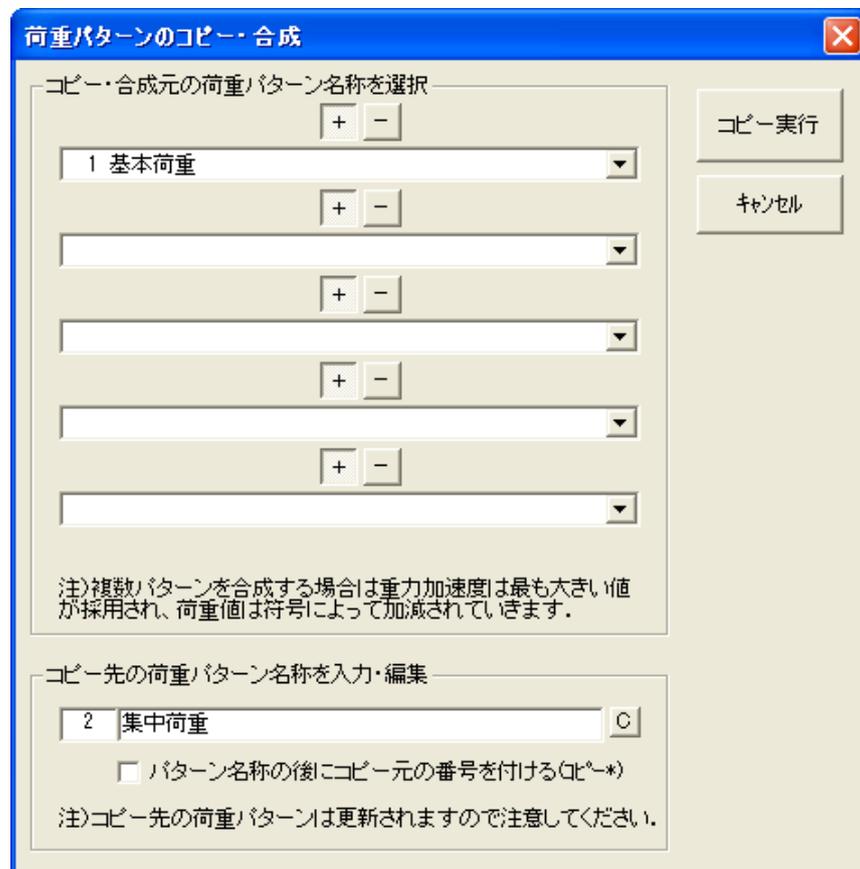
連続計算の対象となる荷重パターンは名称が入力されているものだけになりますので荷重パターン名称を入力した複数の荷重パターンを設定しておく必要があります。ここではTutorial01.KH12を読み込んでこれを基本に複数の荷重パターンを作ってみましょう。前述のように連続計算を行うには荷重パターン名称が入力されている必要がありますのでTutorial01.KH12を読み込んだら[荷重パターン条件]のタブを開いて荷重パターン名称を入力します。ここでは“基本荷重”と入力しておきます。



次に荷重パターン2を設定してみます。[>] ボタンからリストボックスの▼ボタンで荷重パターン番号を2に進めます。

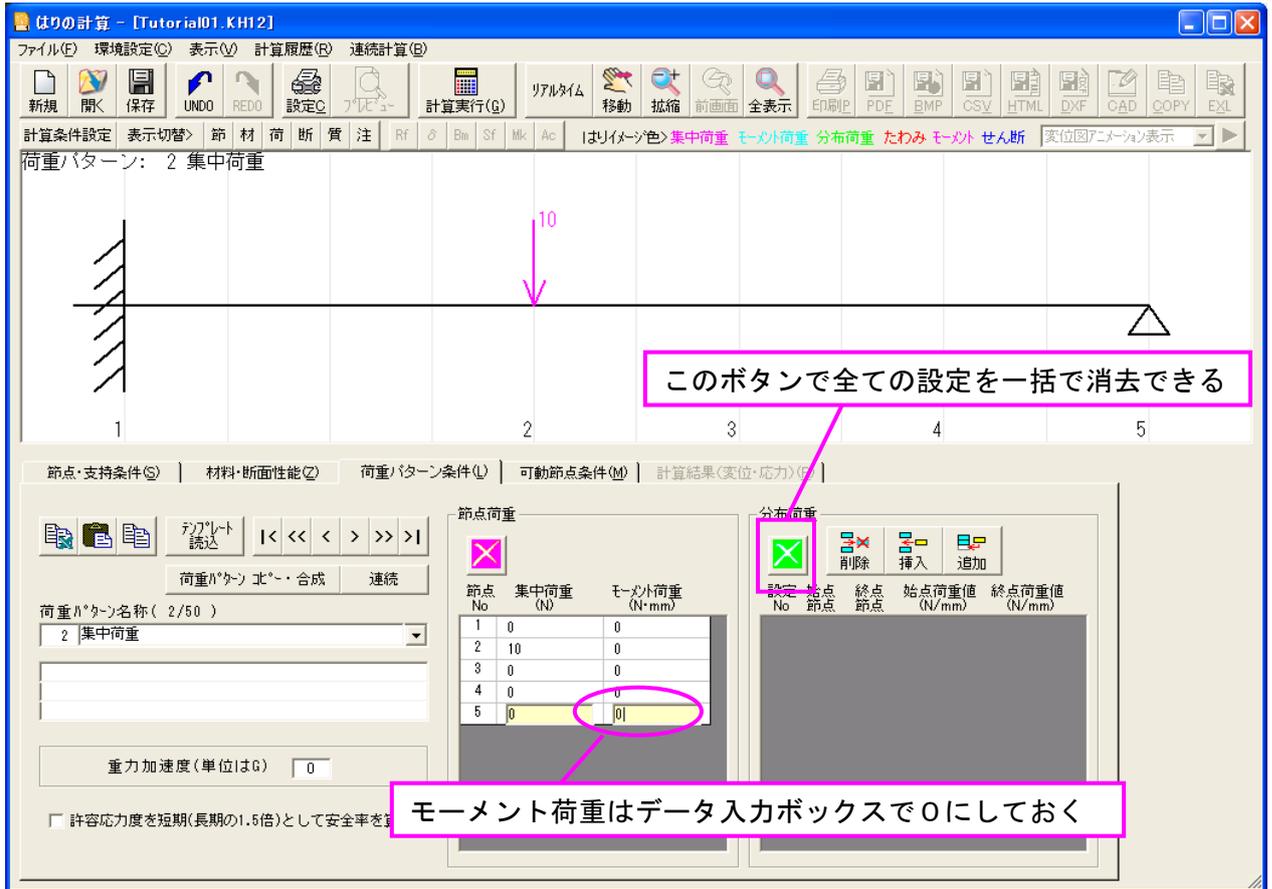


荷重パターン番号を進めると節点荷重や分布荷重は未設定になっていますので本来はここで前で説明したようにデータ入力ボックスを表示して荷重値を入力していきますが、ここでは「荷重パターン コピー・合成」機能を使って設定してみましょう。このボタンをクリックすると次のダイアログが開きます。



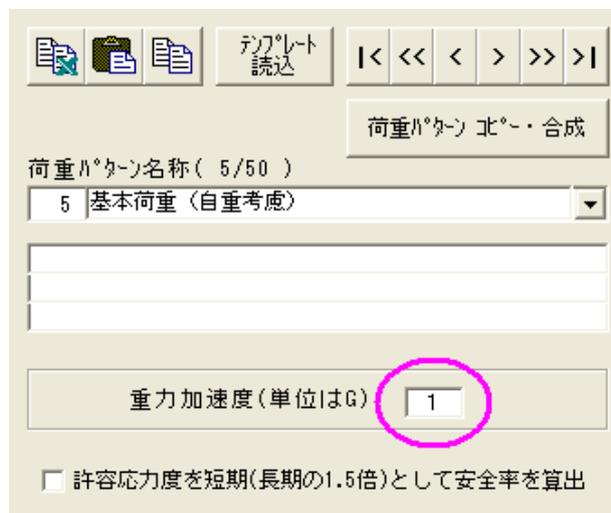
ここで最大5つの荷重パターンを選択して符号のボタンによって荷重値を合成していくことができます。今回は設定してある荷重パターンが1だけなのでリストボックスからそれを選択しておきます。またここでコピー先の荷重パターン名称も入力できますので“集中荷重”と入力しておきます。なお荷重パターン名称は後から編集してもかまいません。

これで「コピー実行」ボタンをクリックすると荷重パターン2にこの内容がコピーされます。



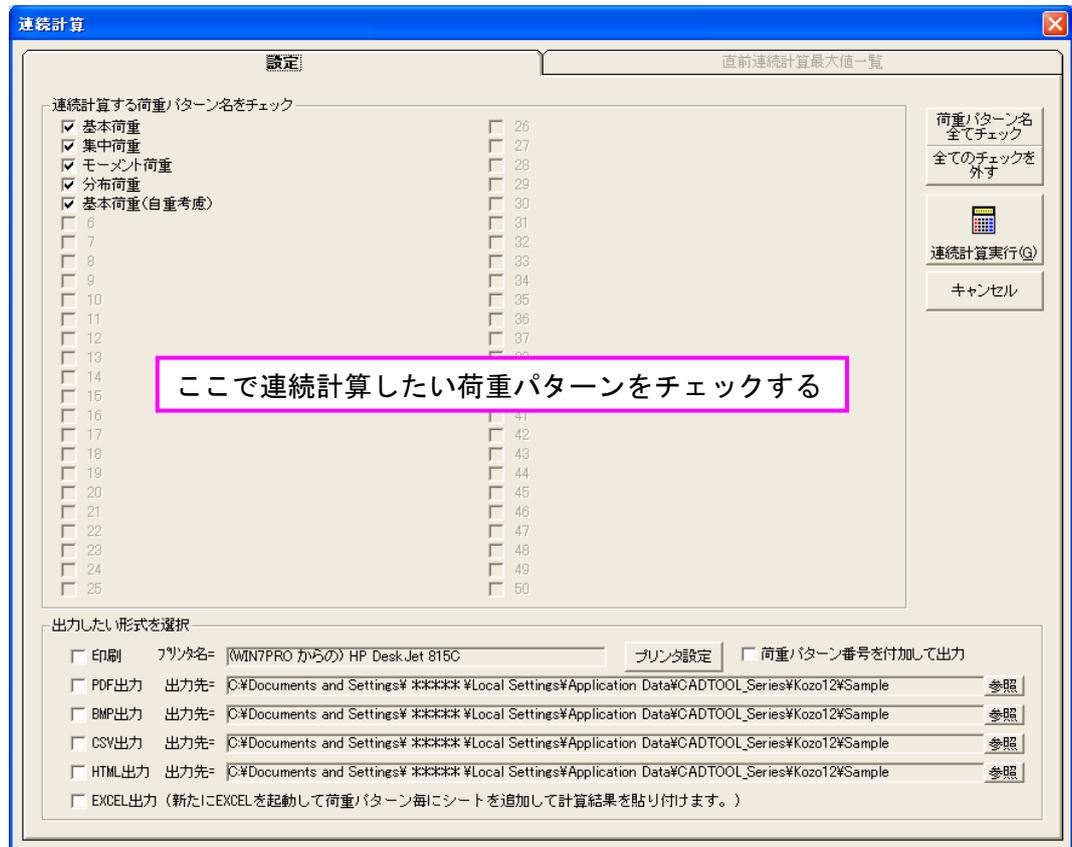
ここで荷重パターン名称を“集中荷重”としましたのでモーメント荷重と分布荷重を削除しておきます。モーメント荷重は節点荷重の節点5の行をクリックしてデータ入力ボックスを表示させてモーメント荷重の値を0とします。分布荷重は [×] ボタンで全ての設定を一括で消去できますのでこのボタンをクリックしておきます。

同様の方法で荷重パターン番号3は名称を“モーメント荷重”としてモーメント荷重のみ、荷重パターン4は名称を“分布荷重”として分布荷重のみの荷重パターンを設定しておきます。荷重パターン5には基本荷重をコピーしてから重力加速度を1として荷重パターンの名称を“基本荷重 (自重考慮)”としておきます。



## ●STEP 2 (連続計算の実行)

複数の荷重パターンの設定ができればプルダウンメニュー [連続計算] をクリックすると次のダイアログが表示されます。



上段で連続計算したい荷重パターン名をチェックします。名称の入っていない荷重パターンは選択できないようになっています。また右上にあるボタンで荷重パターン名のあるものを全てチェックしたり、全てのチェックを外したりできます。

下段では出力したい形式を選択します。複数選択してもかまいませんが印刷ではプリンタの準備ができていないか、ファイル出力では出力先のパスや空き容量等問題がないか確認してから実行してください。なおデフォルトの出力先は作業フォルダの下の¥Sample になっています。また\*\*\*\*\*の部分はログオンユーザー名になりますのでユーザー毎に変わってきます。

ファイル出力のファイル名はデータファイル名+(荷重パターン名)となりますが荷重パターン名称に同じ名前があると先に出力したものが上書きされてしまいます。それを防ぐために荷重パターン名称に同じ名前がある場合は“荷重パターン番号を付加して出力”のチェックボックスが自動的にチェックされるようになっています。また同じ荷重パターン名称がない場合でもこれをチェックすると出力ファイル名の荷重パターン名の前に荷重パターン番号が付加されて出力されるようになります。

[プリンタ設定] ボタンをクリックするとプリンタの設定を変更することができ、ファイル出力では出力先パスの右にある [参照] ボタンで出力先を変更することができます。

またEXCEL出力がチェックされていると [環境設定] の [オプション設定] に関係なく連続計算実行時に新しいエクセルを起動して、後は同じエクセルにシートを追加して計算結果を貼り付けていきます。

ここではまず出力先を何も選択しないで [連続計算実行] ボタンをクリックすると自動的に荷重パターンが切り替わり計算が実行されていきます。

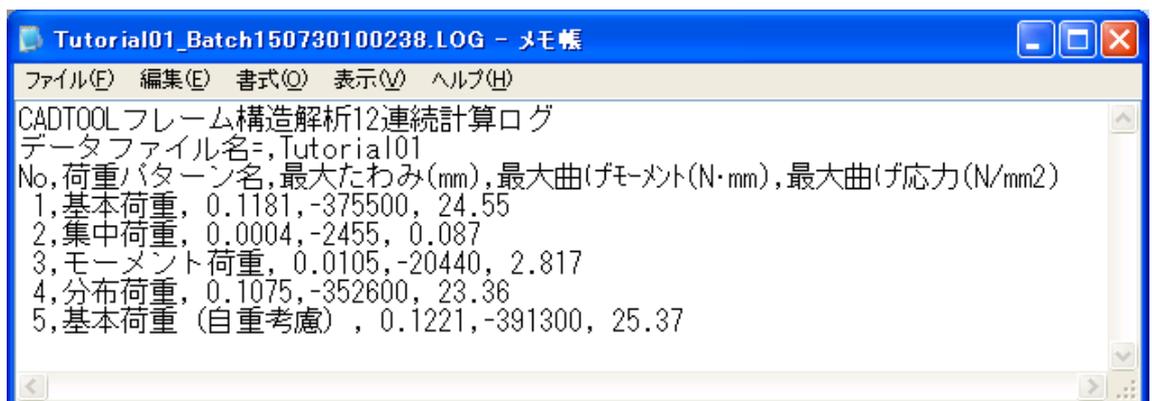
計算が終了すると再度このダイアログが表示されますがタブが [直前連続計算最大値一覧] に切り替わって荷重パターン名と最大たわみ、最大曲げモーメント、最大曲げ応力が表示されるようになっています。



No.	荷重パターン名	最大たわみ(mm)	最大曲げモーメント(N·mm)	最大曲げ応力(N/mm <sup>2</sup> )
1	基本荷重	0.1181	-375500	24.55
2	集中荷重	0.0004	-2455	0.087
3	モーメント荷重	0.0105	-20440	2.817
4	分布荷重	0.1075	-352600	23.36
5	基本荷重 (自重考慮)	0.1221	-391300	25.37
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				
34				
35				
36				
37				

この直前連続計算最大値一覧は次に連続計算を実行すると更新してしまいますので必要な場合は [ログファイル出力] ボタンをクリックしてログファイルに出力しておいてください。

次に出力したログファイルをメモ帳で開いたものを示します。

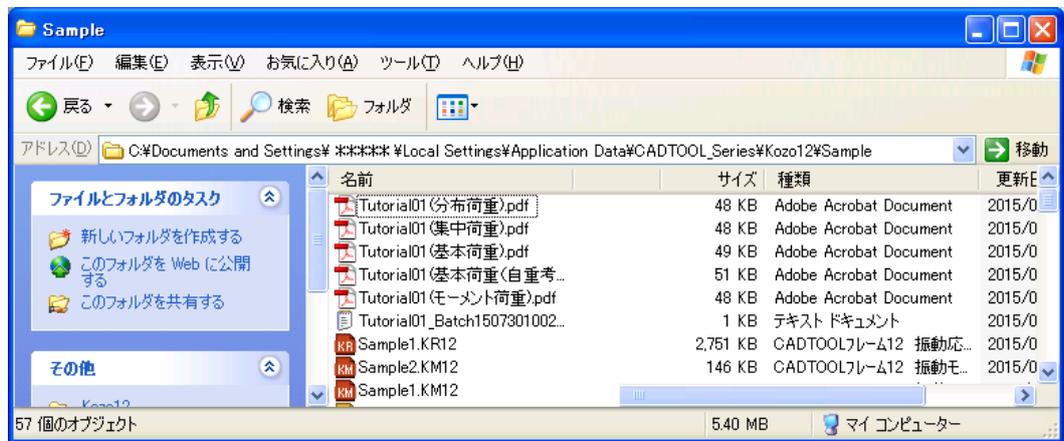


ログファイルのファイル名はデータファイル名と連続計算の実行時間になっています。

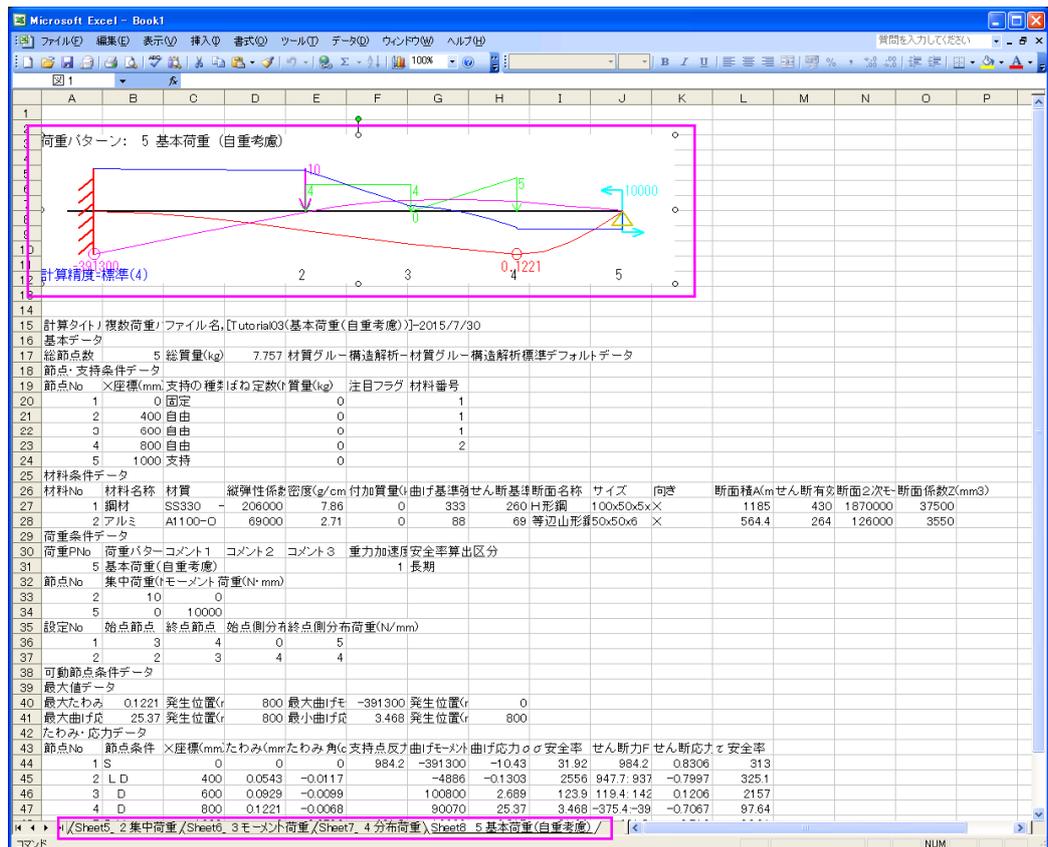
荷重パターンの設定がトライアンドエラー的な設定の場合はこのように何も出力しないで連続計算を実行してから、これらの値を参考に出力する必要のない荷重パターンのチェックを外してから出力設定して再度、連続計算を実行すると良いでしょう。

また全ての計算結果が必要な場合や計算に時間がかかる場合は最初から出力の設定をしてから連続計算を実行するのが良いと思います。とりあえずPDF出力して後から必要なものをPDFから印刷するという運用方法も考えられます。

ここでは[設定]タブを開いてPDF出力のみチェックして再度連続計算を実行してみます。連続計算が終了したら出力先に設定している¥Sample フォルダを開いてみます。このようにデータファイル名+(荷重パターン名)のPDFファイルができているのがわかります。



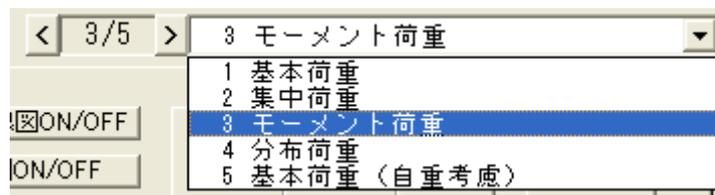
また EXCEL 出力をチェックすると次に示すように“Sheet\*\_荷重パターン名称”のシートが追加されて一つのエクセルに出力することができます。



[フレーム構造解析 1 2] から設定によりエクセル出力にもはりイメージを出力できるようになりましたので視覚的により分かりやすく計算結果を比較できるようになりました。

他の出力も各自で試してみてください。なおファイル出力は不要なファイルができて削除すれば良いですが印刷の場合は条件によっては膨大な枚数となることもありますので注意してください。

また [フレーム構造解析 1 0] から荷重パターン毎の計算結果を保持できますので何も出力しないで連続計算を実行してからイメージ右下に表示される荷重パターンスクロールボタン[<]>]やその右のリストボックスで計算結果を切り替えて確認することができます。



荷重パターンスクロールボタンが表示されていない場合はイメージ表示条件設定で表示するように設定してください。

なおこのデータはサンプルフォルダに右下に示すファイル名で入っていますので参考にしてみてください。

(Tutorial03.KH11)

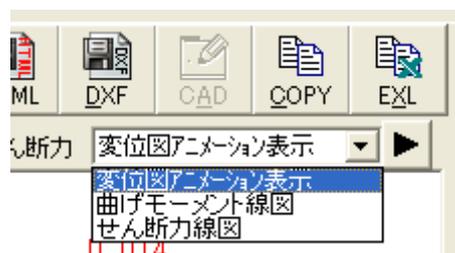
---

連続計算機能を使ってみよう 終了

#### ◇アニメーションを表示してみよう

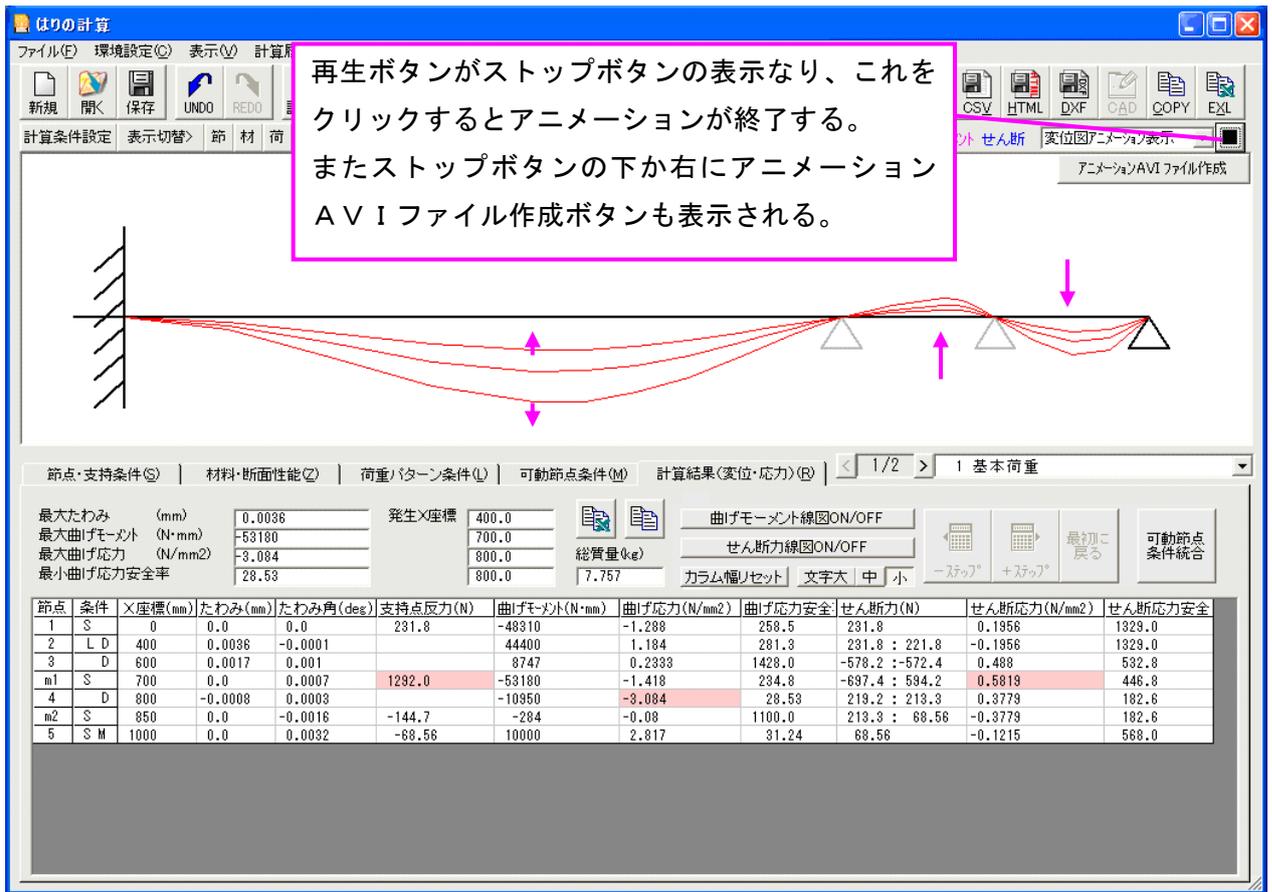
##### ●STEP 1 (アニメーションの選択)

計算を実行するとアニメーション選択のリストボックスが使えるようになり、その右の再生ボタンも押せるようになります。



##### ●STEP 2 (アニメーションの実行)

表示したいアニメーションの種類を選択して右の再生ボタンをクリックするとアニメーションが実行されます。

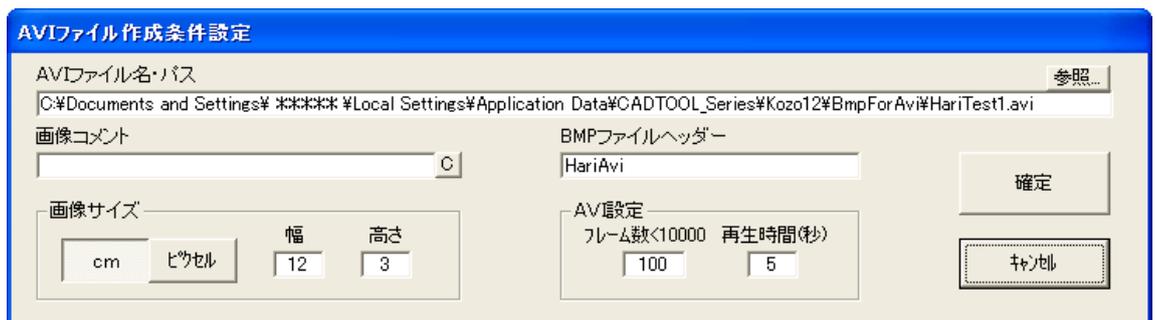


アニメーション表示中は、再生ボタンはストップボタンに変わり、ストップボタンをクリックするとアニメーション表示は終了します。曲げモーメント線図やせん断力線図のアニメーションがどのように表示されるか試してみてください。

また [フレーム構造解析 1 1] からストップボタン表示時にその下か右に [アニメーションAVIファイル作成] ボタンが表示され次で説明するようにアニメーションの動画を作成できるようになっています。

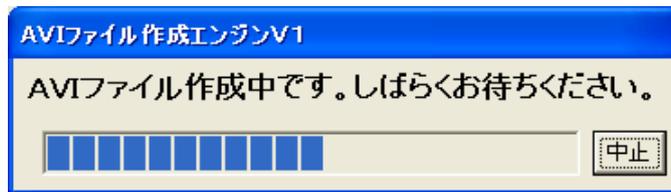
### ●STEP 3 (アニメーションAVIファイルの作成)

[フレーム構造解析 1 1] ではアニメーションと同様の動画をAVIファイル (Windows標準の動画用ファイルフォーマット) として作成することができます。アニメーション表示中に [アニメーションAVIファイル作成] ボタンが表示され、このボタンをクリックすると次に示すAVIファイル作成条件設定ダイアログが表示されます。



ここではA V Iファイルの名前と出力先のパス、画像に追加するコメント、A V Iを作成するときを使うBMPファイルのヘッダー（BMPファイル名はヘッダー+連番になります）、画像サイズ、A V Iファイルを作成するときのフレーム数と再生時間を設定します。

デフォルトの出力先は「フレーム構造解析12」の作業フォルダの下の¥BmpForAvi となります。A V Iファイル名や出力先を変更したい場合は表示欄で直接編集してもかまいませんが既存のフォルダにしか出力できませんので「参照」ボタンをクリックしてファイル選択ダイアログを表示させてそこで変更すると良いでしょう。ここで「確定」ボタンをクリックすると作業進行を示すプログレスバーが表示され、まずフレーム数に応じたBMPファイルが出力されてからそれを元にA V Iファイルが作成されます。



正常にA V Iファイルが作成されると次に示すメッセージが表示されます。



作成したA V IファイルはWindows標準のWindows Media PlayerやA V I形式に対応した動画再生ソフト等で再生することができます。上記のメッセージで「はい」をクリックすると拡張子A V Iが関連づけられたアプリケーションが起動して再生できるようになります。



作成されるA V Iファイルは無圧縮のものでファイルサイズが大きくなりますので画像サイズの大きさやフレーム数は必要最小限の設定にしてください。また市販あるいはフリーの画像編集ソフトを使えばA V IファイルやBMPファイルからアニメーションG I Fを作成することができるものがありますので動画のサイズを小さくしたい場合はそれらを試してみてください。

BMPファイルは [フレーム構造解析 1 2] の作業フォルダの下の¥BmpForAvi に作成されます。BMPファイルヘッダーを変更しない場合は次回AVIファイルを作成するときに上書きされますのでBMPファイルを取っておきたい場合は事前に別のフォルダにコピーしておくかBMPファイルヘッダーを変更しておいてください。逆にBMPファイルを取っておく必要がないのに BMPファイルヘッダーを変更していく不要なBMPファイルがどんどん溜まっていきますので注意してください。

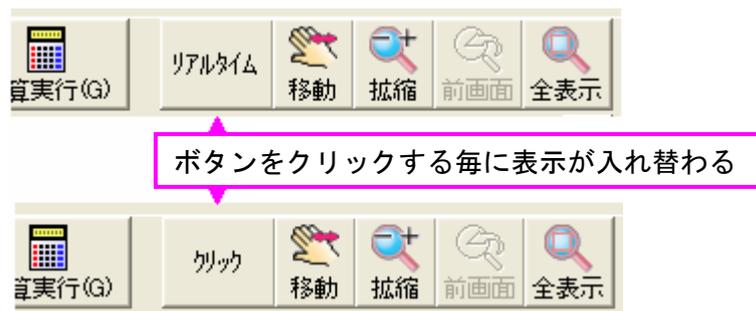
---

アニメーションを表示してみよう 終了

#### ◇イメージを移動・拡大縮小してみよう

##### ●STEP 1 (移動・拡大縮小モードの選択)

アイコンボタンの [リアルタイム] あるいは [クリック] と表示されているボタンが移動・拡大縮小モードになります。このボタンはクリックする毎に表示が入れ替わるようになっています。

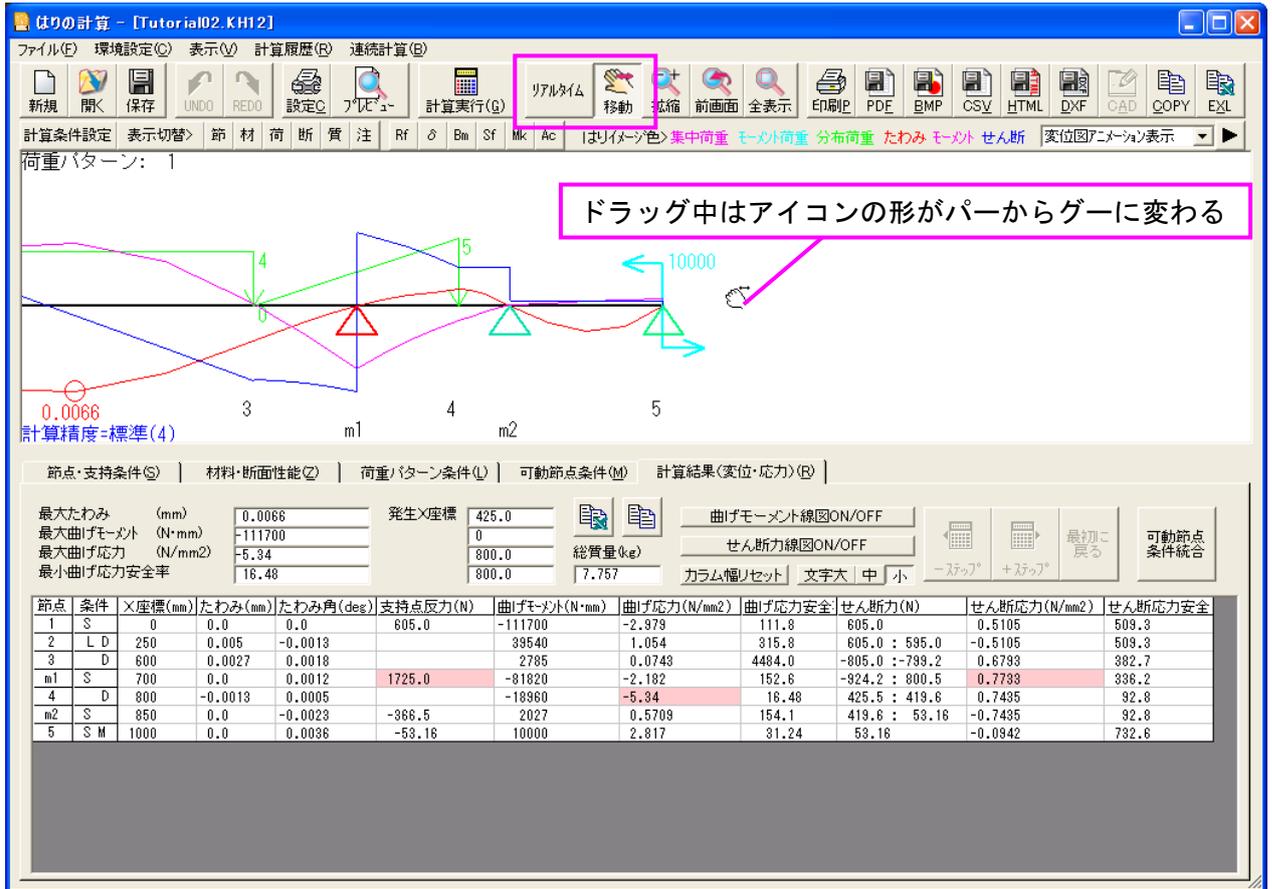


またこのボタンの右にある [移動] [拡大縮小] [前画面] [全表示] がイメージ操作用のボタンになっています。

##### ●STEP 2 (イメージの移動)

イメージの移動操作は [移動] ボタンを押してからマウスをイメージの上に持っていきます。マウスアイコンが手を開いたパーの形に変わりますのでマウス左ボタンを押してマウスアイコンがグーになった状態でドラッグします。リアルタイムモードの時はグーのマウスアイコンにイメージが付いて移動します。

またホイールマウスを使っている場合はホイールを押しながらドラッグするとモードに関係なくリアルタイム移動することができます。



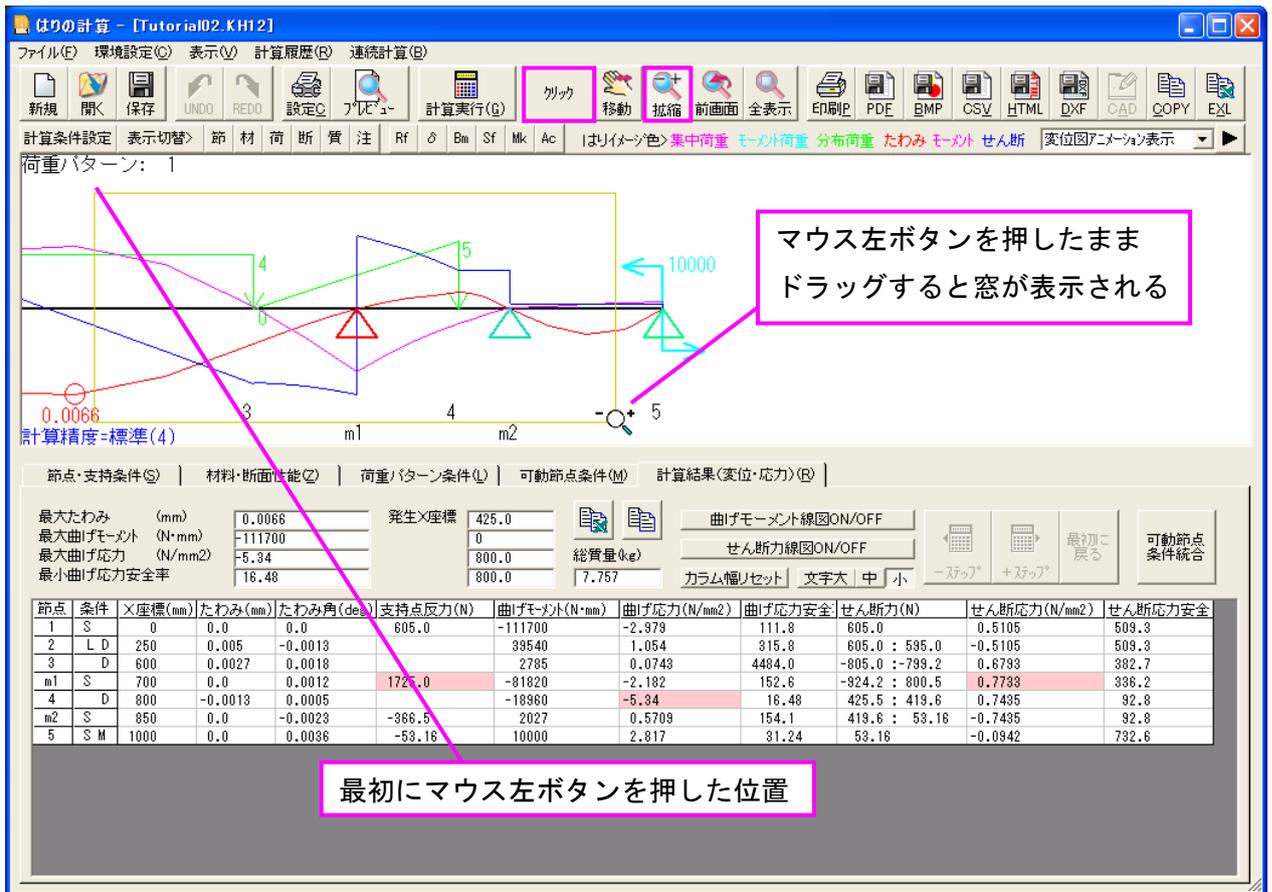
クリックモードの時はマウス左ボタンを押した位置からラバーバンド（仮表示線）が表示されマウス左ボタンを離れた位置に移動します。

### ●STEP 3（イメージの拡縮）

イメージの拡縮操作は[拡縮]ボタンを押してからマウスをイメージの上に持っていきます。マウスアイコンがルーペの形に変わりますのでマウス左ボタンを押してドラッグします。リアルタイムモードの時は右にドラッグするとリアルタイムでイメージが拡大され、左にドラッグすると縮小します。クリックモードの場合はマウス左ボタンを押した位置からラバーバンドの窓が表示され右にドラッグしてマウス左ボタンを離すと窓の範囲がイメージ枠一杯に拡大され、左にドラッグして離すとイメージ枠全体が窓の範囲に収まるように縮小されます。

リアルタイムモードはマウスの動きに対してリアルタイムでイメージが移動・拡縮するので分かりやすいですが節点数や荷重点が多い場合やマシンの処理速度が遅い場合に動きが重くなる場合があります。一方、クリックモードはマウス左ボタンを離れた時点で移動・拡縮の処理を行うのでスピーディに移動・拡縮ができますので使い勝手に合わせてモードを選んで使ってください。

またホイールマウスを使っている場合はホイールを回転させるとモードに関係なくリアルタイム拡縮することができます。なお[フレーム構造解析12]ではイメージ表示条件設定でホイールの回転方向と拡縮の動作を切り替えられる設定が追加されています。

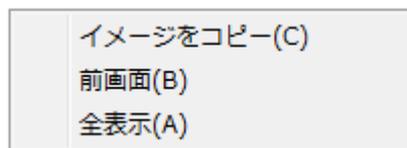


#### ●STEP 4 (前画面と全表示)

イメージの移動や拡大縮小を行うと薄く表示されて見えなかった「前画面」ボタンのアイコンが正常に表示されるようになります。このときに「前画面」ボタンをクリックすると移動・拡大縮小を行う一つ前の画面にイメージの状態を戻すことができ、最大で10操作前の画面に戻すことができます。

「全表示」ボタンをクリックすると移動・拡大縮小をリセットしてデフォルトのイメージ表示に戻すことができます。

「フレーム構造解析12」ではイメージ上でマウス右クリックすると次に示すポップアップメニューが表示され「前画面」と「全表示」の操作ができるようになっています。

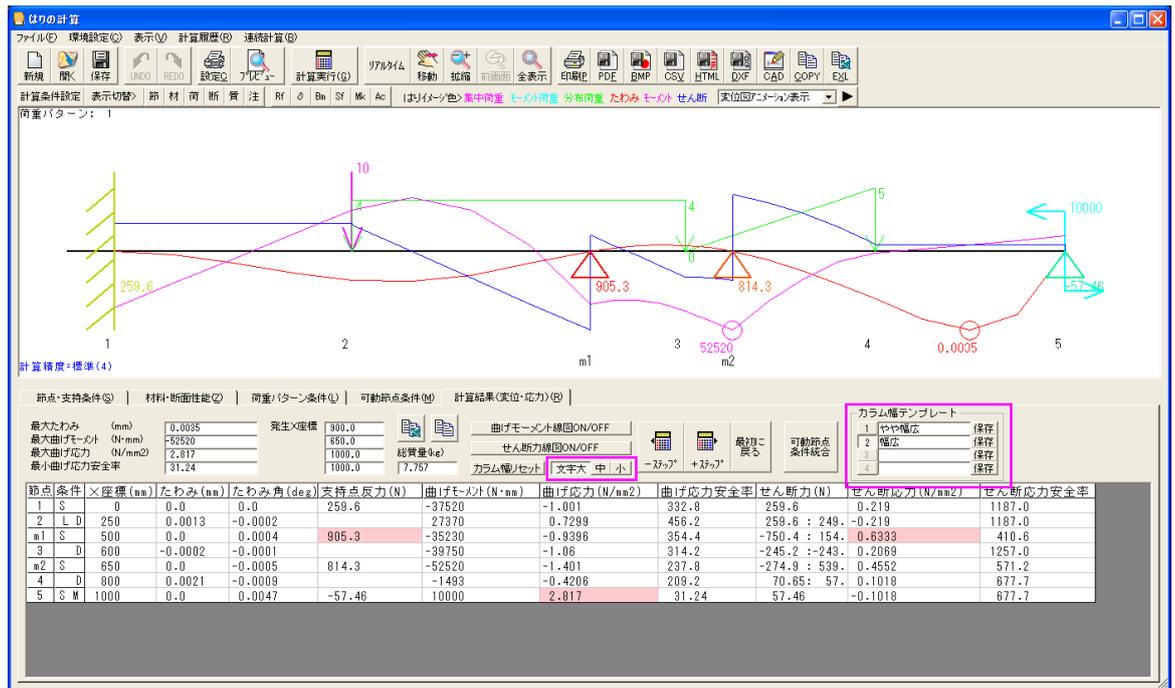


またここにある「イメージをコピー」をクリックするとイメージデータをクリップボードにコピーするので、ペイント等、他ソフトにイメージの貼り付けができるようになります。なお、はりの計算の移動・拡大縮小は左右方向だけになります。

## ◇計算結果文字サイズとカラム幅テンプレート

従来のダイアログは解像度が1024×768を基準にデザインされていました。ダイアログを拡げることは従来から可能でしたが主にイメージを大きく表示する機能となっていました。

[フレーム構造解析12]では計算結果表示欄の文字サイズを大中小(小が従来の大きさ)に変更できるようにして解像度に余裕のあるディスプレイでは計算結果を見やすく表示することができるようになりました。

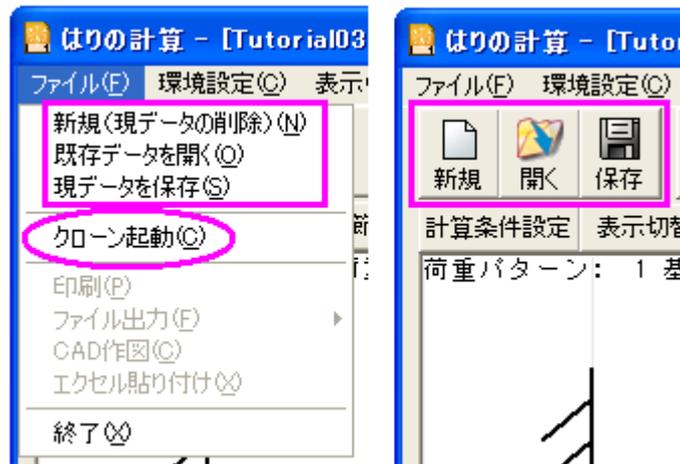


上に示すようにカラム幅リセットボタンの右に [文字大] [中] [小] のボタンがあり、またダイアログ幅を広げていくと [可動節点条件統合] ボタンの右にカラム幅テンプレート設定が表示されます。上の例は画像全体が縮小されているので分かりにくいですが、文字サイズを大にしてカラム幅を各項目の単位まで表示されるように拡げた例になります。

カラム幅テンプレートの使い方はコメントを入力して [保存] ボタンをクリックするとその時のカラム幅と文字サイズが保存され、数字ボタンを押すと保存してある設定が呼び出されるもので、文字サイズ中に対応した [やや幅広] と文字サイズ大に対応した [幅広] が標準サンプルとしてインストールされていますが目的やお使いのPCの解像度に応じて自由に調整してみてください。

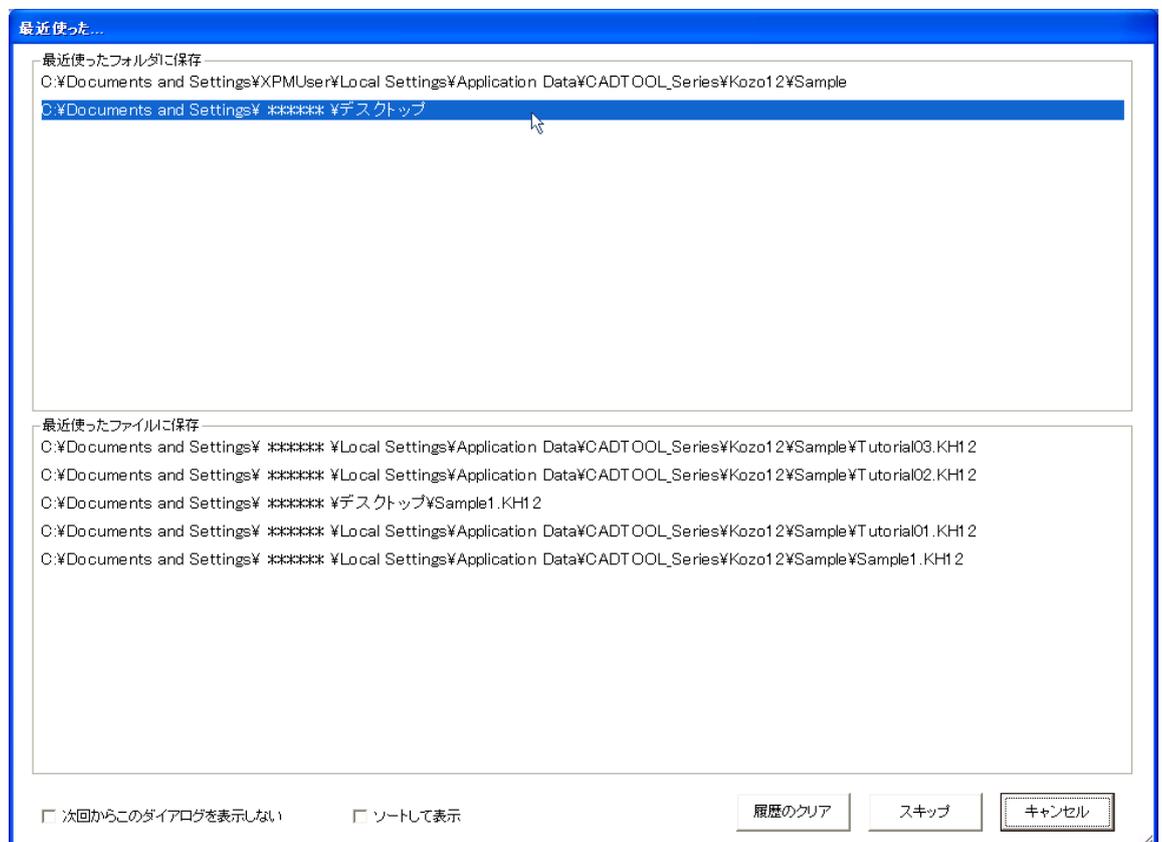
## ◇計算条件の保存と読込、新規、クローン起動

一度設定した計算条件は保存して後から読み込んで再計算したり、データを編集して計算することができます。また計算条件を一旦クリアして新規に設定することもできます。これらの操作はプルダウンメニューの [ファイル] をクリックするかアイコンボタンから実行します。また [フレーム構造解析 1 1] から追加されたクローン起動の機能についてもここで説明します。



### ●STEP 1 (最近使った... ダイアログ)

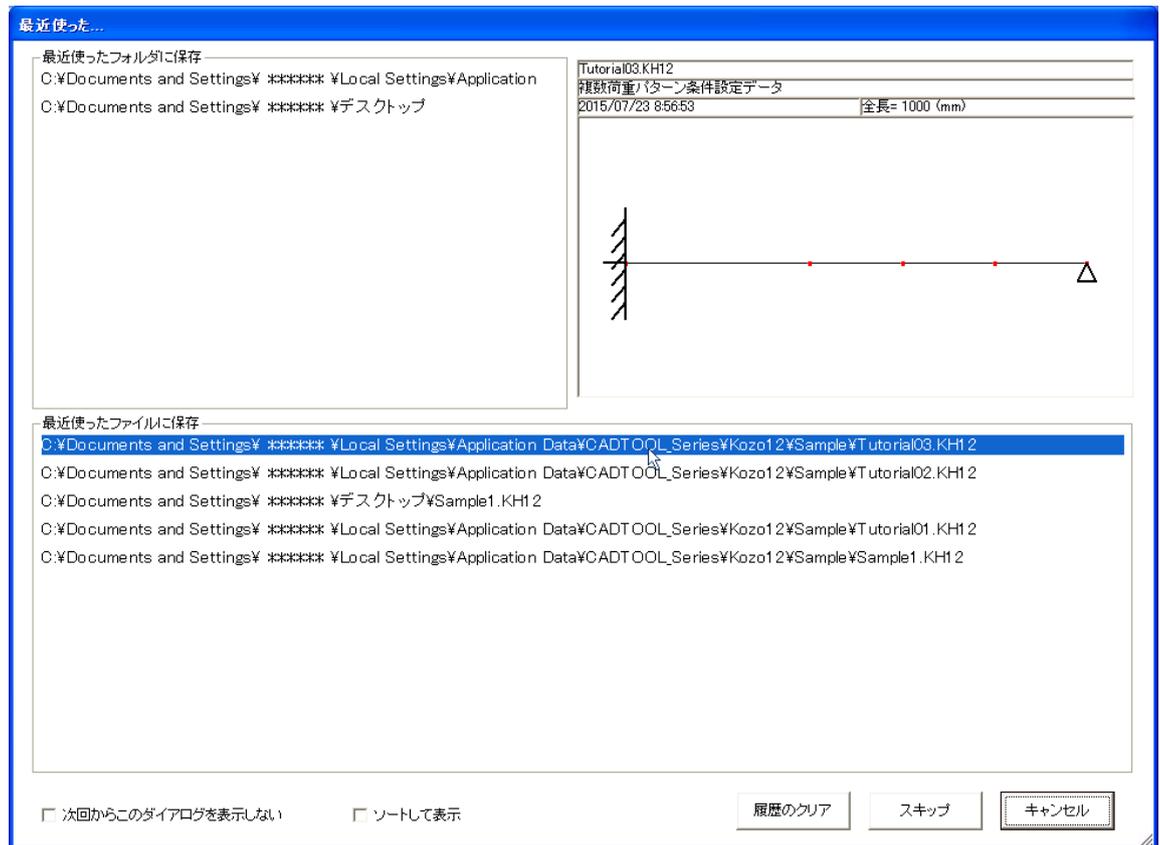
プルダウンメニューの [現データを保存] か [既存データを開く]、[保存] アイコンか [読込] アイコンをクリックすると [フレーム構造解析 1 2] では設定により [最近使った...] ダイアログが表示されます。



上段には最近使ったフォルダ名が最大 12 個表示されフォルダ名の上にマウスを持っていくと背景色が青くなりクリックするとそのフォルダを開きます。

データを保存するときはクリックしたフォルダが既存データの保存する場所になり、データを読み込むときは現データを開くファイルの場所となって Windows 標準のダイアログが引き続き表示されます。

下段には最近使ったファイル名が最大 20 個（ダイアログを下に拡げた場合）表示され、最近使ったファイル名の上にマウスを持っていくとフルパス表示のファイル名の背景色が青くなり、右上にファイル名、出力タイトル、はりイメージなどが表示されます。



データを保存する際に最近使ったファイルをクリックした場合も一旦通常の現データを保存するダイアログが表示され、上書きの確認メッセージが表示されるので直ちに上書きされることはありません。

データを読み込む際に最近使ったファイルをクリックした場合は直ちにそのファイルが読み込まれて表示されます。

その他、[最近使った...] ダイアログの操作として、“次回からこのダイアログを表示しない” をチェックすると表示されなくなりますがプルダウンメニューの [環境設定] > [最近使った... 表示切替え] メニューをクリックすると再度表示できるようになります。

通常、フォルダ名やファイル名は保存や読み込んだ順に上位から表示されますが“ソートして表示” をチェックするとフォルダ名やファイル名でソートして表示します。

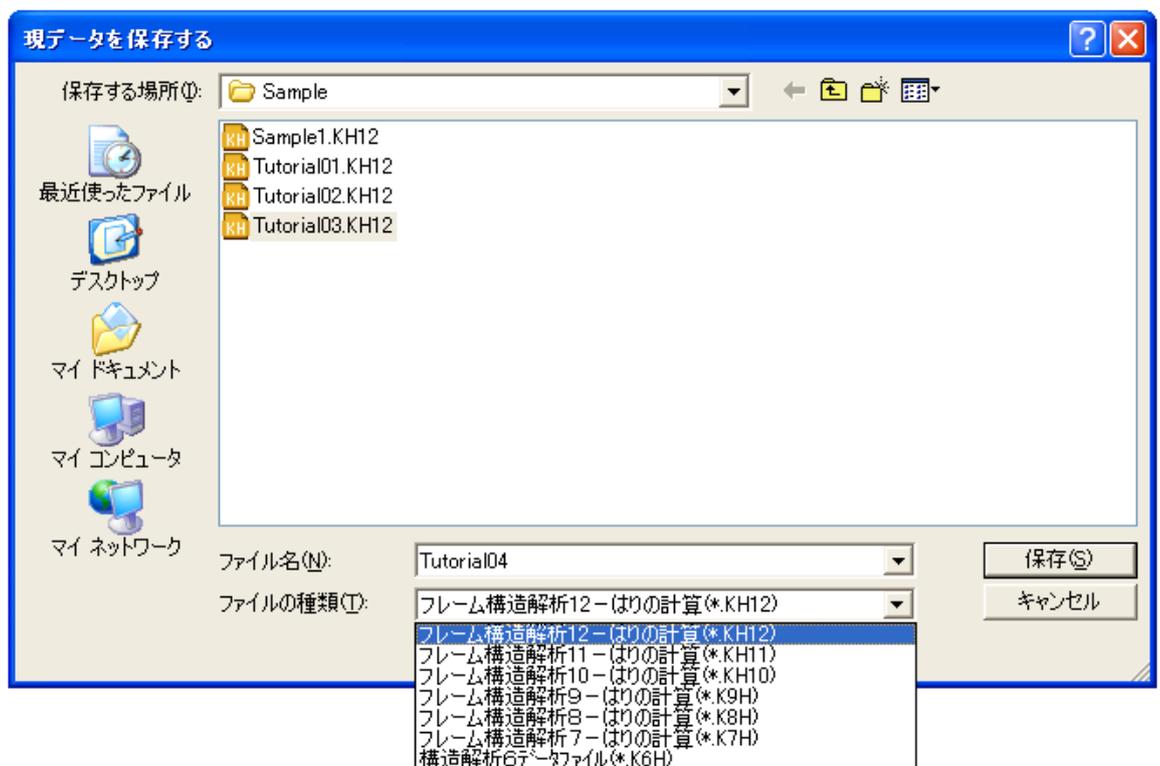
[履歴のクリア] ボタンをクリックすると最近使ったフォルダおよびファイルの履歴が表示からクリアされますが間違えてクリアしてしまった場合は [キャンセル] ボタンでダイアログを閉じれば履歴は残ったままになります。

履歴をクリアして [スキップ] ボタンをクリックすると最近使った... ダイアログをスキップして Windows 標準のダイアログが表示されます。また履歴をクリアしている場合はこの時点でクリアが確定します。

## ●STEP 2 (計算条件の保存)

プルダウンメニューの [現データを保存] か [保存] アイコンをクリックして [最近使った...] ダイアログでフォルダかファイルを選択するかスキップすると Windows 標準のファイル保存のダイアログが表示されます。また [最近使った...] ダイアログを表示しない設定の場合は直接このダイアログが表示されます。

ここでファイルの種類を変更することで [フレーム構造解析 1 1] 以前のデータファイルの形式で保存することも可能です。



ここで保存する場所を選択しファイル名を入力して [保存] ボタンをクリックするとデータが保存され、はりの計算のダイアログのタイトルバーにファイル名が表示されます。拡張子は自動で付けられますので入力する必要はありません。また [構造解析 6] からはファイルコメントは表示されませんので分かりやすいファイル名を付けてください。

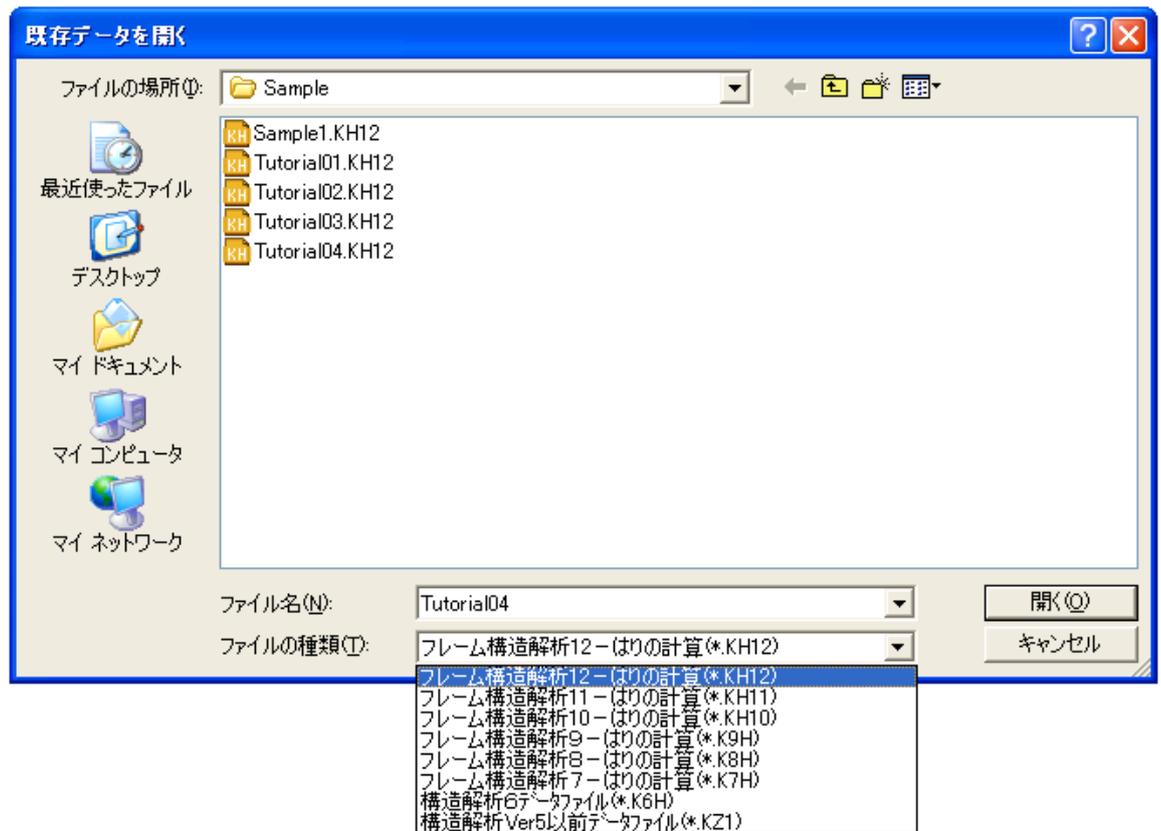
ここにファイル名が表示される



### ●STEP 3 (計算条件の読込)

プルダウンメニューの「既存データを開く」か「読込」アイコンをクリックして「最近使った...」ダイアログでフォルダを選択するかスキップすると Windows 標準の既存データを開くダイアログが表示されます。また「最近使った...」ダイアログを表示しない設定の場合は直接このダイアログが表示されます。

ファイルの場所が選択されるとそこにある既存のファイル名がファイルリストに一覧表示されます。ファイルの種類を変更することで「構造解析6」や「構造解析5」以前のデータファイルを表示、読み込むことも可能です。

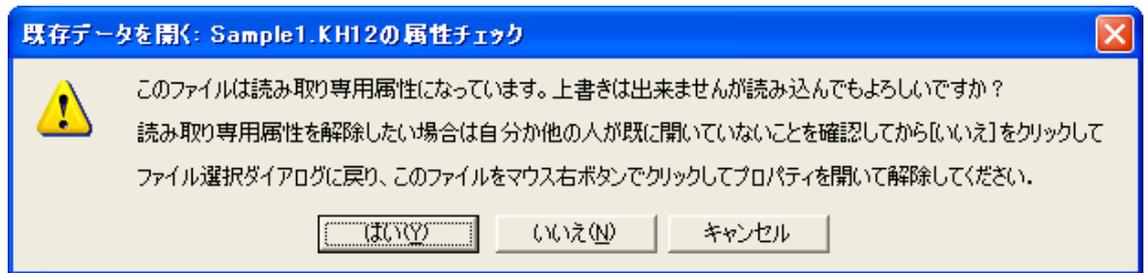


目的のファイルを選択したら「開く」ボタンをクリックして読み込みを実行します。既存データを読み込んだ場合もタイトルバーに読み込んだファイル名が表示されます。

既存データを読み込むのはスタートメニューの「既存データを読み込んでスタート」を選択しても同じです。既存データ読込後は直ちに計算が可能な状態になっていますので類似の形状を解析するときに必要なところのみ修正して比較検討が容易にできます。

「フレーム構造解析12」から追加された「最近使った...」ダイアログを使って既存データを開く場合はファイル名をクリックするとこの既存データを開くダイアログは表示されずに直で既存データが読み込まれます。またファイルの種類も自動的に認識しますので古いバージョンのデータでも「最近使った...」ダイアログにあればファイル名をクリックするだけで開くことができます。

「フレーム構造解析10」からは他の「はりの計算」で開いていたりファイルのプロパティで「読み取り専用」の属性が付けられているファイルを開く場合は次の属性チェックメッセージが表示されます。



ここで [はい] ボタンをクリックすると読込はできますが同名で保存しようとする次のメッセージが表示されて上書き保存ができなくなっています。

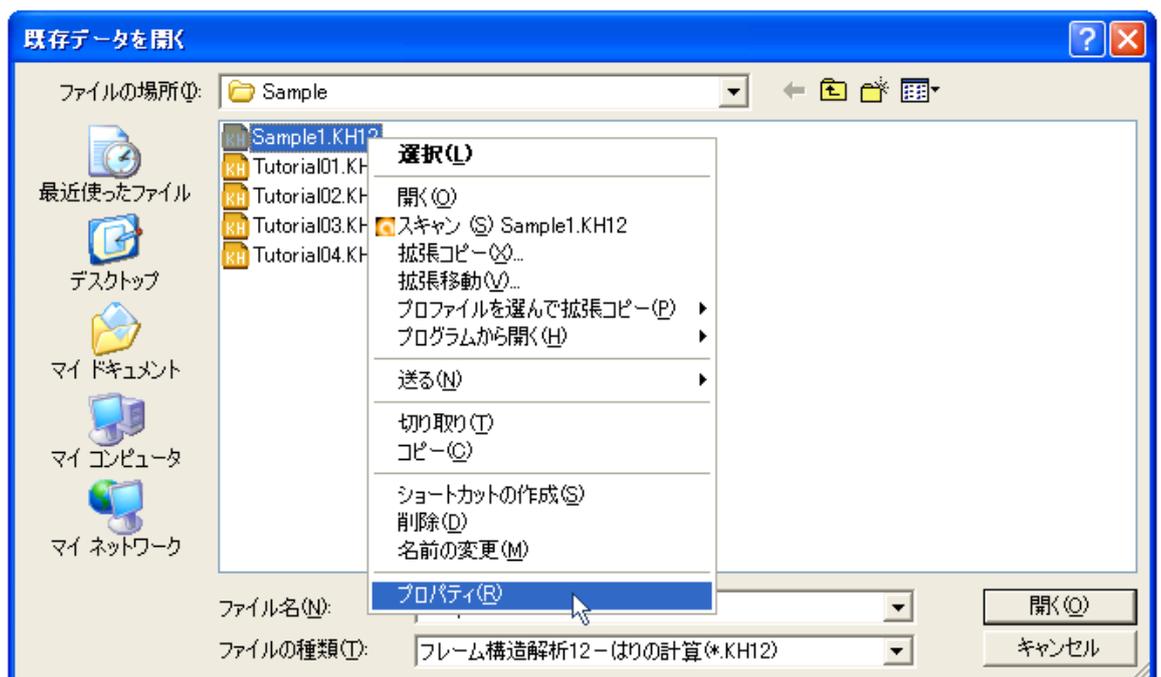


また読み取り専用のファイルを開いた場合はタイトルバーに“(読み取り専用)”と表示されるようになっています。



なお通常のファイルを開いた場合も他の [はりの計算] で上書きされないよう作業中は“読み取り専用”の属性をつけ、コマンド終了時や別名で保存した場合は“読み取り専用”の属性は解除されるようになっていますが、何らかの原因でプログラムが強制終了した場合には“読み取り専用”の属性が残ってしまう場合があります。

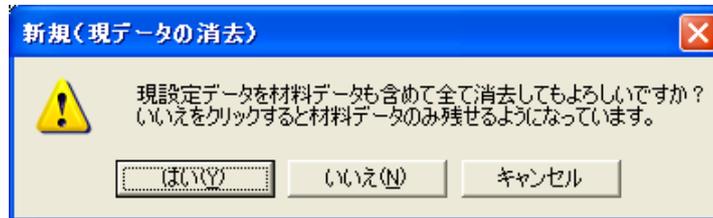
その場合は前述の属性チェックメッセージで [いいえ] をクリックして現データを開くダイアログで読み取り専用属性の追加ファイルをマウス右クリックし、さらにプロパティをクリックしてファイルのプロパティ画面で“読み取り専用”の属性を解除することができます。



あるいはエクスプローラ等でファイルのプロパティを開き“読み取り専用”の属性を解除しても良いです。ただし必ず他の人が開いていないことを確認してから解除してください。

#### ●STEP 4（計算条件のクリア）

プルダウンメニューの「新規（現データの削除）」か「新規」アイコンをクリックすると次の確認メッセージが表示されます。



ここで「はい」ボタンをクリックすると材料データを含めて既存のデータが全て消去され新たに1から設定をやり直すことができます。ここで「いいえ」ボタンをクリックすると材料データのみ残せるようになっていますので材料に変更がない場合は「いいえ」をクリックします。既存のデータと同じ材料データを使う場合は一旦そのデータを読み込んでから「新規」>「いいえ」で材料データを残してから作業すると材料データを再設定する必要がなく効率的に作業が行えます。特に使っている材料データの数が多き場合は便利なので覚えておくと良いでしょう。

作業によって既存のデータを編集する方が早いか、1からやり直した方が早いか、材料データのみ残した方が早いか、状況に応じて使い分けてください。

なお「新規」を実行するとUNDO情報もクリアされて元に戻せませんので注意してください。

#### ●STEP 5（クローン起動）

計算条件が仕上がってきたときに現在のデータは取っておいて、ちょっとだけ計算条件を変更して試してみたい場合、従来では一旦データを保存してから新たにもう一つコマンドを起動して読み込むという操作が必要でした。

「フレーム構造解析 1 1」からクローン起動という機能が追加されていますので試してみます。ここで再度 Tutorial01.KH12 を読み込んでプルダウンメニューの「ファイル」>「クローン起動」をクリックすると一旦クローン用にデータが保存され、それが読み込まれると次のメッセージが表示されます。



ダイアログタイトルにはファイル名が“Tutorial01(クローン).KH12”と表示されますが実際には起動後に削除されてデータファイルは残っていないので注意してください。



“(クローン\*)” \*は同じ名称がある場合には連番で大きくなっていきます。この機能を使えば簡単に同じ設定内容のものが起動できるので元の計算条件を取っておいて比較が簡単にできるようになります。

またコマンド選択メニューを終了している場合に〔はりの計算〕をもう一つ起動したい場合にもクローン起動を利用すると、わざわざコマンド選択メニューを起動することなく〔はりの計算〕を起動できるのでこのような場合にも便利に使えます。

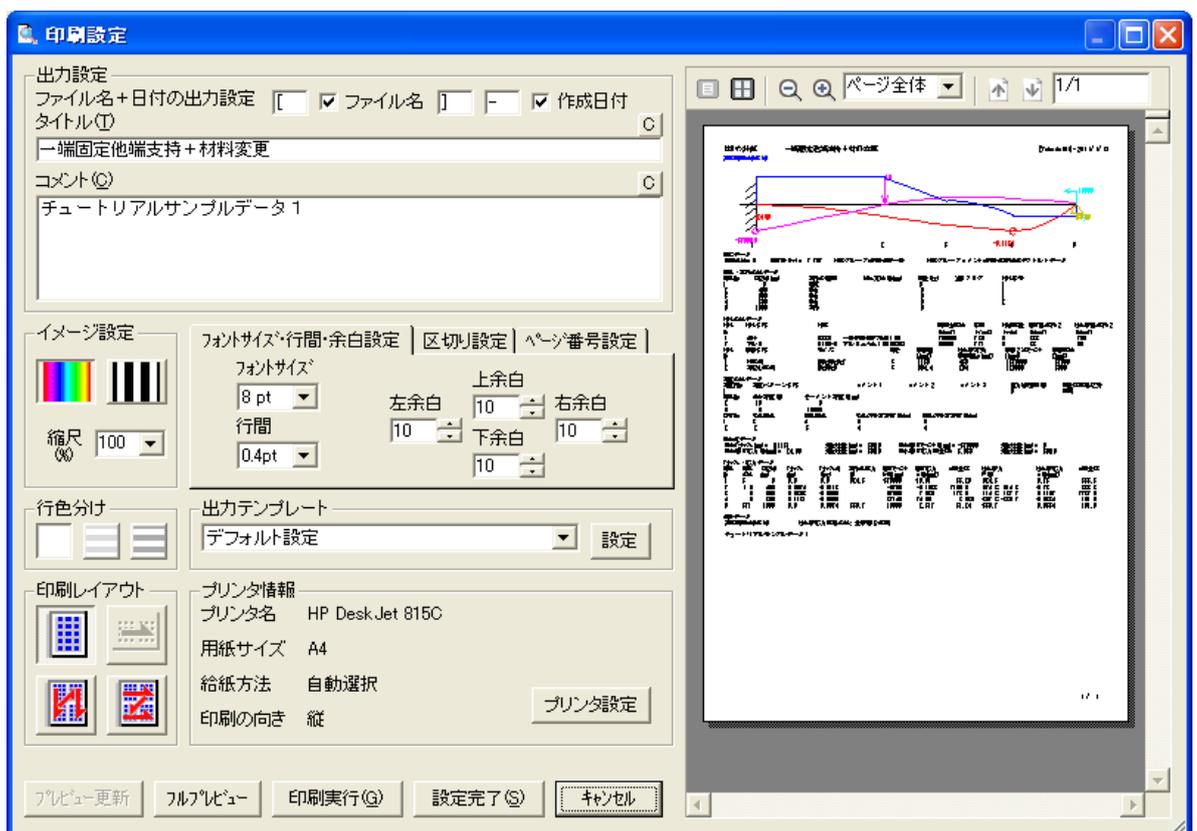
計算条件の保存と読込、新規、クローン起動 終了

#### ◇計算結果の出力

計算を実行すると各種出力ボタンや出力関係のプルダウンメニューが使えるようになります。〔フレーム構造解析 8〕以降でダイアログのサイズが大きくなったので各種出力ボタンはダイアログ上部に並んで表示されています。

#### ●STEP 1 (印刷設定)

計算実行後にプルダウンメニューの〔環境設定〕>〔印刷設定〕か、ダイアログの〔設定〕ボタンをクリックすると右側に計算書のプレビューが表示された印刷設定ダイアログが表示され、印刷レイアウトやプリンタを選択して計算書を印刷することができます。



計算書にはデータ保存時のファイル名と出力時の作成日付を出力することができます。この時ファイル名前後やファイル名と日付の間に任意の文字を入れることができます。さらに計算のタイトルやコメントが入れられるようになっています。このタイトルやコメントも現データ保存で保存されますのでこれらのタイトルやコメントを入れた後で保存すると良いでしょう。

ページ設定やイメージの縮尺などを修正するとプレビュー更新ボタンが押せるようになり印刷実行ボタンは押せなくなります。一通り修正した後、プレビュー更新ボタンを押すとその設定内容に応じた計算書のプレビューが表示され印刷実行ボタンも押すことができますようになります。ページ設定にある“出力項目が変わったら区切りの空行を挿入する”をチェックしておくとお出力項目毎に空行がはいるので計算結果が見やすくなります。

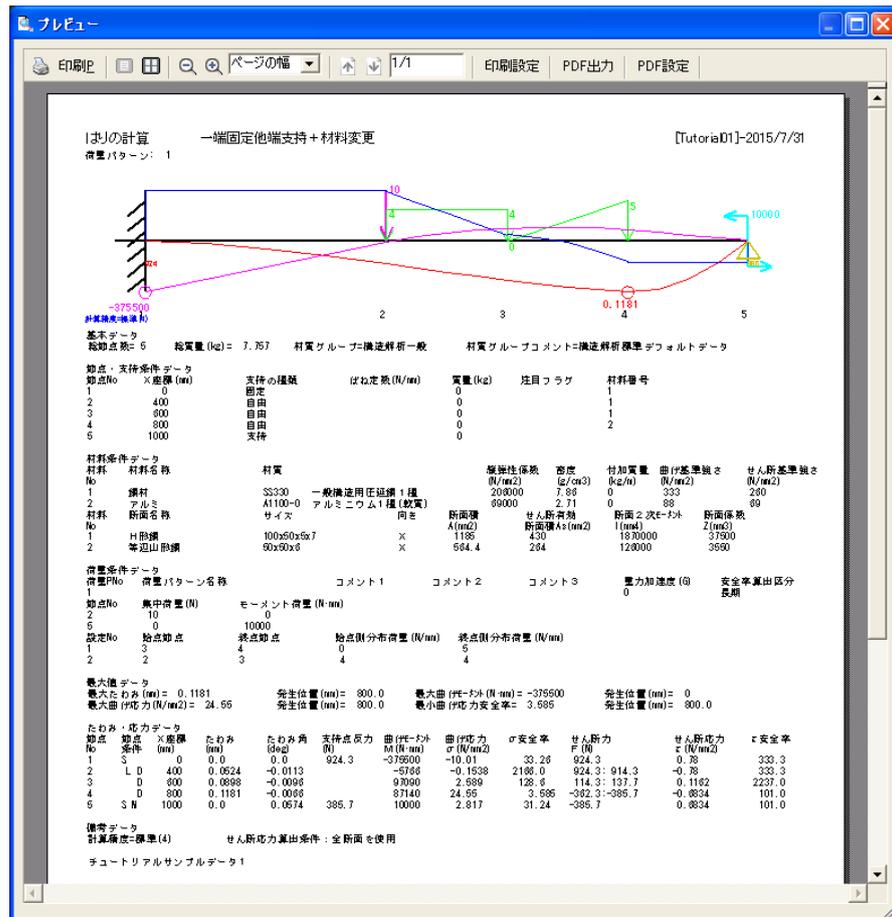
出力テンプレートにある〔設定〕ボタンをクリックすると次に示す出力テンプレート設定ダイアログが表示されます。

	総節点数	総重量	材質グループ	材質グループコメント
コラム幅	25	35	50	80
位置	0	25	60	110

ここで各出力項目のコラム幅を指定することにより出力位置を修正することができます。コラム幅を0にするとその項目は出力しないようにすることもでき、更にチェックボックス等の設定で多様な出力フォームを設定できるようになっています。この設定は出力テンプレートとして保存することができ、印刷設定ダイアログのリストボックスで簡単に切り換えて適用することができますので、あらかじめ計算チェック用、社内報告書用、客先提出用等の用途に応じた設定を行っておくと便利に使えます。

## ●STEP 2 (プレビュー)

〔プレビュー〕ボタンをクリックすると計算書のプレビューが表示されます。これは印刷設定ダイアログにある〔フルプレビュー〕ボタンをクリックした場合と同じです。



この画面は計算書のプレビューというだけでなく計算結果も見やすく表示されるので計算結果の確認にも利用できます。また画面上のボタンでここから印刷やpdf出力することも可能で、印刷設定ダイアログやpdf出力ダイアログの画面に切り換えることもできます。

### ●STEP 3 (ダイレクト印刷)

[印刷] ボタンをクリックすると次に示すプリンタ名が表示された確認メッセージが表示され [OK] ボタンをクリックすると直ちに計算書の印刷を実行します。



これは計算書の印刷設定が完了している場合使うと便利です。

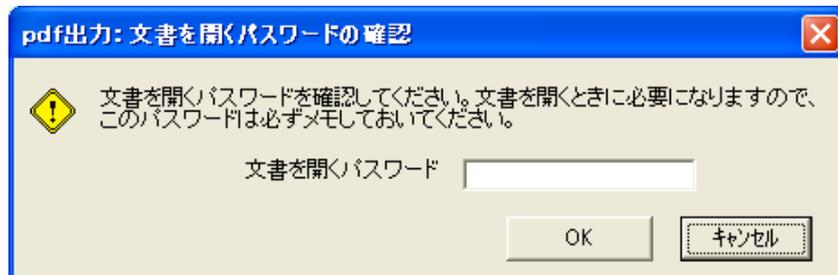
### ●STEP 4 (PDF出力)

[PDF] ボタンをクリックすると印刷設定ダイアログと同様のプレビューが表示されたPDF出力設定ダイアログが表示されます。



PDF出力設定では出力するPDFファイルにセキュリティをかけることができ、パスワードや権限の設定が可能です。

〔出力実行〕ボタンをクリックするとパスワードを設定している場合は再度パスワードの確認ダイアログが表示されますのでパスワードを入力して〔OK〕ボタンをクリックします。



入力したパスワードに間違いがないかパスワードを使わない場合には〔現データ保存〕と同様のダイアログが開きますのでファイル入力して出力します。PDF出力の場合も拡張子は自動で付きますので入力不要です。

#### ●STEP 5 (BMP出力)

〔BMP〕ボタンをクリックするとイメージをBMP形式の画像ファイルとして出力することができます。まず〔現データ保存〕と同様のファイル保存のダイアログが開きますので出力ファイル名を入力して〔保存〕ボタンをクリックします。

続いて〔フレーム構造解析10〕から次のダイアログが開き画像サイズを設定できるようになりました。



従来は表示されているイメージをそのままのサイズで画像ファイルに出力していましたがメインのダイアログの大きさによってイメージ表示枠の大きさも変わってくるので画像ファイルの大きさもまちまちになっていましたが [フレーム構造解析 10] から画像サイズを任意に設定することができイメージ表示枠の大きさに関係なく決まったサイズでの出力が可能になりました。

画像サイズの設定はその下部の設定枠で [mm] か [ピクセル] の単位を選択して、はりの計算の場合はイメージの縦横比が決まっているので幅のみ入力します。またテンプレートとして10個の設定を保存しておき、それを読み込んで画像サイズを設定することもできるようになっています。テンプレートでコメントを入力して [保存] ボタンをクリックすると現設定が保存され、数字ボタンをクリックすると保存してあるテンプレート設定を読み込むことができます。

なおここでの設定は単に画像サイズの大きさだけなので使用するプリンタの作図範囲や用途などを考慮して試し印刷をしてみてテンプレートを決めておくといいでしょう。

#### ●STEP 6 (CAD出力)

CAD通信設定が設定している場合はCADにイメージ図形を直接作図することができます。[CAD] ボタンをクリックすると次に示す確認メッセージが表示されます。

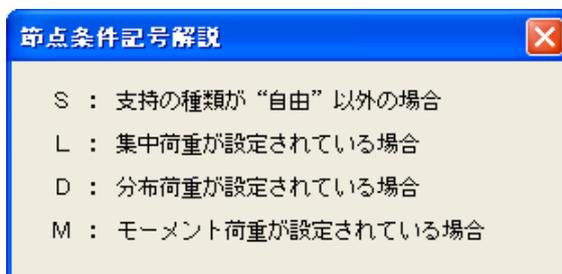


ここで [OK] ボタンをクリックするとCADに作図されます。CAD作図やDXF出力では必要に応じて環境設定の [CAD・DXF出力設定] で画層名や色を設定しておきます。

#### ●STEP 7 (クリップコピー)

[COPY] ボタンをクリックすると設定データと計算結果をクリップボードにコピーしますので他のソフトに貼り付けて利用することができます。

なお〔フレーム構造解析 1 2〕では計算結果一覧でマウス左ボタンを押しながらドラッグして行を選択しておき、マウス右クリックしてポップアップしたメニューから〔選択行をコピー〕をクリックすると項目行と選択した行の計算結果がクリップボードにコピーされます。また同じポップアップで〔節点条件記号解説〕をクリックすると次に示す節点条件の記号の意味を解説したダイアログが表示されます。



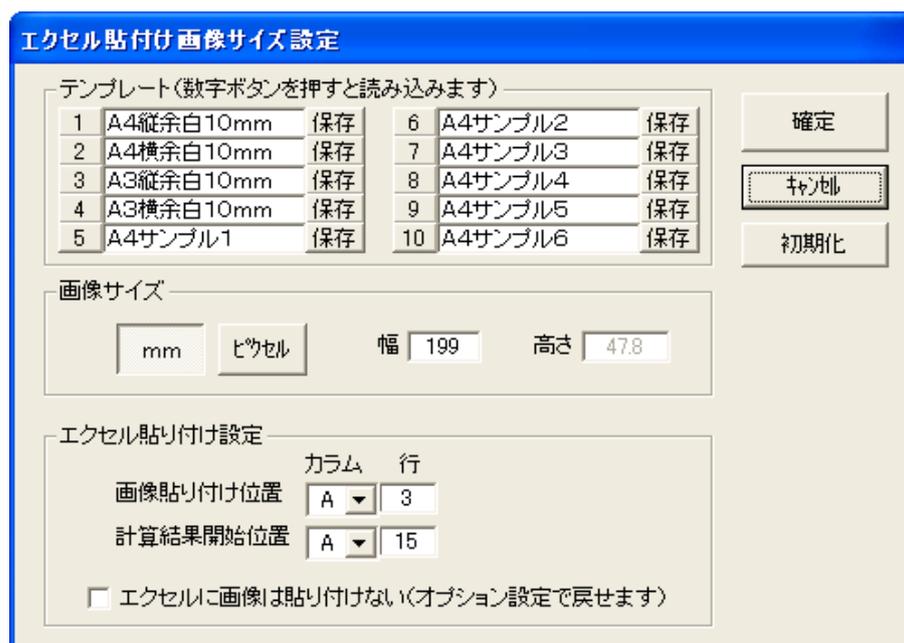
さらにイメージ上でマウス右クリックしてポップアップしたメニューから〔イメージをコピー〕をクリックするとイメージ画像をクリップボードにコピーすることもできるようになっていてペイント等、他のソフトに貼り付けて利用することができます。この場合のイメージのサイズは表示されている大きさと同じサイズになります。

#### ●STEP 8 (エクセルに貼り付け)

〔EXL〕ボタンをクリックすると設定データと計算結果を一旦、クリップボードにコピーし、エクセルを起動して自動で貼り付けることができます。

〔フレーム構造解析 1 2〕ではプルダウンメニューの〔環境設定〕 > 〔オプション設定〕 > 〔計算結果エクセル出力設定〕タブで“エクセルにはりイメージを貼り付ける”がチェックされている場合ははりイメージも同時にエクセルに貼り付けることができます。

これがチェックされている場合に〔EXL〕ボタンをクリックすると次に示すエクセル画像貼付け設定ダイアログが表示されます。



テンプレートと画像サイズは前に説明したBMP出力の画像サイズ設定と同じです。エクセル貼り付け設定では画像の貼り付け位置と計算結果開始位置をカラムと行で設定することができます。

これらの設定もテンプレートに保存されますので画像の大きさに合わせて計算結果開始位置を決めておいてテンプレートに保存しておくとい良いでしょう。

“エクセルに画像は貼り付けない”をチェックすると従来通りの計算結果だけのエクセル出力になり次回からこのダイアログは表示されなくなります。

再度エクセル出力にはリイメージを貼り付けたい場合は環境設定のオプション設定で戻すことができます。

なお計算結果タブにあるボタンで計算結果のみクリックボードにコピーしたり、計算結果のみエクセルに貼り付けることもできます。環境設定のオプション設定により起動中のエクセルがあればシートを追加して 計算結果を貼り付けることもできます。詳しくは環境設定を参照してください。

#### ●STEP 9 (その他のファイル出力)

[フレーム構造解析 1 1] からその他の出力ボタンもダイアログ上部に並んで表示されています。

[CSV] ボタンをクリックすると設定データと計算結果をCSV形式のテキストファイルとして出力します。

[HTML] ボタンをクリックすると画像ファイルとHTML形式のテキストファイルをセットで出力し、インターネットエクスプローラ等のウェブブラウザでイメージと設定データ、計算結果を表示することができます。

[DXF] ボタンをクリックするとイメージ図形をDXF形式で出力することができます。以上のファイル出力の場合も[現データ保存]と同様のダイアログが表示されますので出力先を選択してファイル名を入力して出力します。この場合も拡張子はそれぞれのファイル形式に応じたものが自動で付けられますのでファイル名に拡張子を付ける必要はありません。

なおCSV出力とHTML出力では計算書と同様にデータ保存時のファイル名と出力時の作成日付を出力することができますので必要に応じて印刷設定ダイアログで設定しておきます。ただしHTML出力時にはファイル名と日付の間の区切り文字に“<>”は使えませんので注意してください。

## フレーム構造－平面

### ◇ [フレーム構造－平面] の概要について

[フレーム構造－平面] は [構造解析 6] 以前の [トラス構造解析]、[ラーメン構造解析] の両方のバージョンアップ版に相当するコマンドになっていますが内容的には [フレーム構造－立体] をベースに 2 次元の構造物しか設定できないように制限したのになっています。ただし構造物は 2 次元しかできないものの荷重条件は 3 次元で設定が可能で 3 次元の変形をするような計算も可能となっており、計算結果の項目は [フレーム構造－立体] と全く同じです。さらにバネ支持、強制変位、接合設定など従来は [立体構造解析] だけにあった機能も使えるようになっており、材質グループ機能、荷重パターン条件機能、材料別詳細なども [フレーム構造－立体] と同じものが使えます。

[フレーム構造－平面] は以上のような構成になっており、ここでは [フレーム構造－平面] の基本的な操作のみ説明し、細かな機能については [フレーム構造－立体] のチュートリアルを参照するようにしてください。また [フレーム構造解析 1 2 / 2 D] では [フレーム構造解析 1 2 / 3 D 動解析] が新規起動時より 15 日間の期間制限版の体験版（機能制限はありません）が使えますので、先に [フレーム構造－立体] のチュートリアルを参照しながら [フレーム構造－立体] で実際にどの程度のことのできるのか試してみるのも良いでしょう。

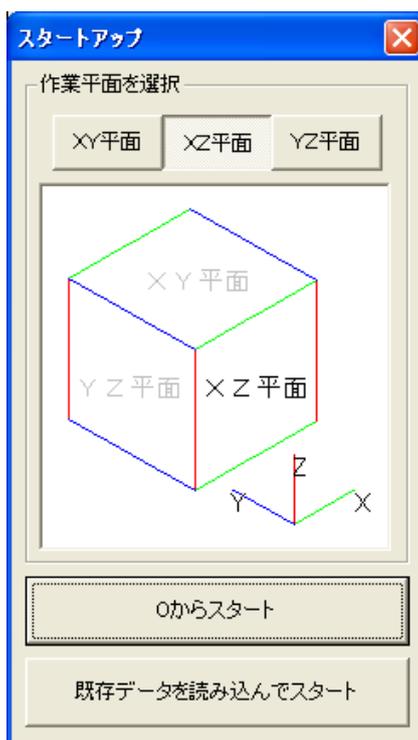
---

[フレーム構造－平面] の概要について 終了

### ◇ 簡単なトラス構造の計算

#### ● STEP 1（作業平面の選択）

前述のように [フレーム構造－平面] は [フレーム構造－立体] を 2 次元に制限したものであるためスタートアップメニューの [作業平面を選択] でどの面で作業をするか選択します。作業平面のボタンを切り換えるとその下のイメージの文字が濃く表示されるのでそれを参考に作業平面を選択します。



垂直方向の構造物であれば通常は[X Z平面]を使うのが分かりやすいと思います。なお [フレーム構造-平面] では水平上の構造物も [X Y平面] を選択すれば見た目通りに構造物を設定できるようになっています。

ここでは作業平面に[X Z平面]を選択して [0からスタート] ボタンをクリックします。

## ●STEP 2 (節点・支持条件の設定)

まず [追加] ボタンをクリックしてデータ入力ボックスを表示させて節点の座標を入力していきますが、スタートアップで選択した作業平面の座標しか入力ボックスが表示されず残りの1軸は自動的に0が入力されます。なお薄く表示される直方体イメージはマウスで作業する場合の作業領域になりますがここでは使わないので表示されている場合は [作業領域設定] タブを開いて非表示にしておきます。

イメージ上での処理のための作業領域はひとまず非表示にしておく

No	X座標	Y座標	Z座標	支持の種類
1	0	0	0	自由
2	1000	0	0	自由
3	2000	0	0	自由
4	500	0	1000	自由
5	1500	0	1000	自由

節点座標を入力するとその位置に節点を示す点と節点番号が表示される

[追加] ボタンをクリックして表示されたデータ入力ボックスに節点の座標を入力していく

選択した作業平面でない座標軸のデータ入力ボックスは表示されず座標値は自動的に0が入る

座標を入力していくとイメージに節点を示す点と節点番号が表示されていきます。従来の [構造解析 6] は2次元の平面で表示されていましたが [フレーム構造-平面] では3次元のアイソメ方向がデフォルトの視点となっています。この例では作業平面がX Z平面なので Y方向に節点は設定できませんが Y方向に変位することは可能なのでこのようなアイソメ方向がデフォルトになっています。

## ●STEP 2（支持条件の選択）

次に支持条件を設定します。ここで支持というのは構造物が外部からどのように支持されているかという条件になりますので外部と直接つながっていない節点は支持の種類を自由としておきます。また材料設定でトラス部材の設定をしていない部材が節点を介してつながっている場合は剛接合でつながっているものとして計算されます。

支持条件を設定したい節点にデータ入力ボックスが表示されていない場合はデータ表示欄をクリックしてデータ入力ボックスを表示させ支持の種類をリストボックスから選択します。ここでは節点1を[全固定]、節点3を[X解除]とします。

このボタンをクリックすると解説付きの一覧表から支持の種類が選択できる

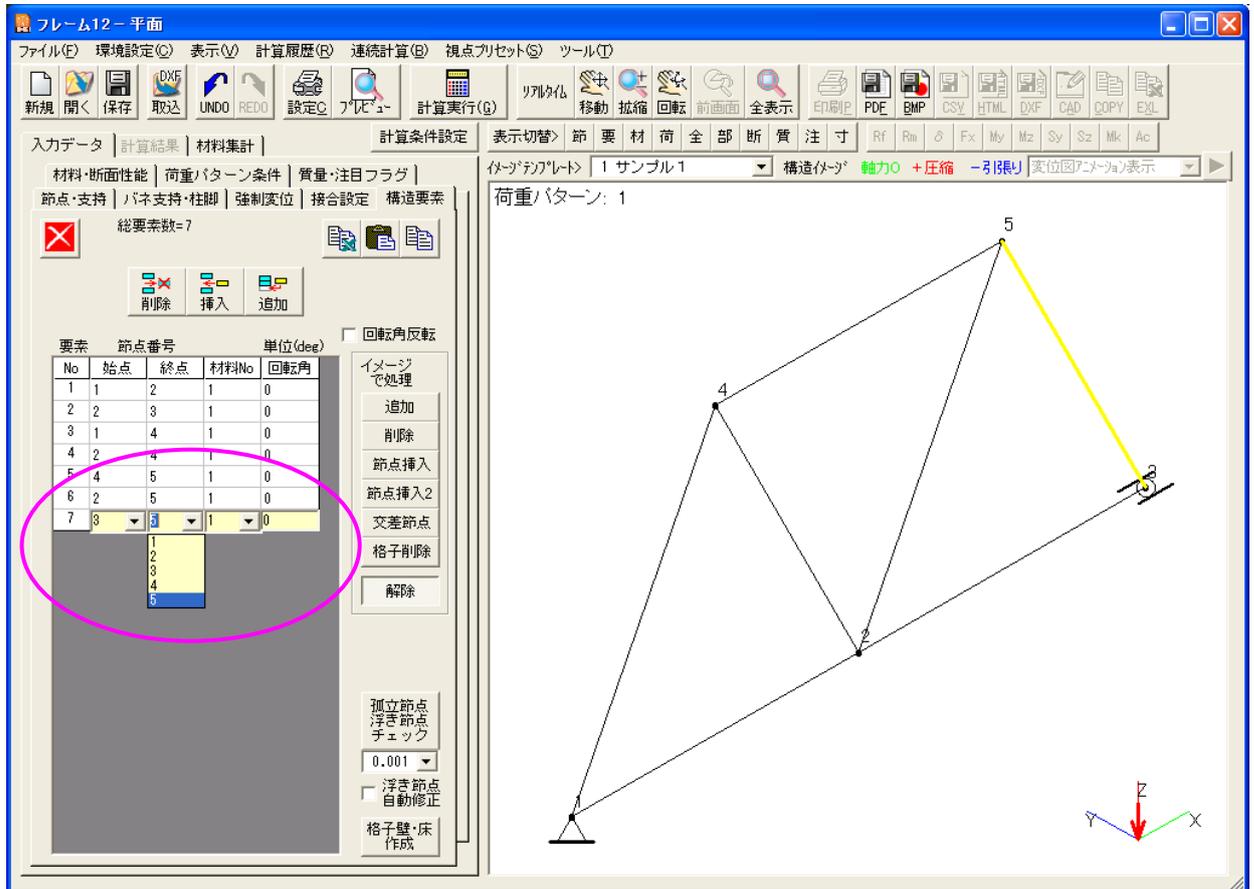
節点	座標単位=(mm)			支持の種類
No	X座標	Y座標	Z座標	
1	0	0	0	全固定
2	1000	0	0	自由
3	2000	0	0	X解除
4	500	0	1000	X解除
5	1500	0	1000	X解除

支持条件の全固定とは節点の上下左右の位置や各軸回りの回転も全て固定されますが材料設定でトラス部材を選択してトラス構造とした場合は全ての節点はピン接合の扱いになります全固定でもピン支持と同じで回転方向には自由となります。

支持の種類で[X解除]というのはX軸方向への変位は自由という意味で[構造解析6]の[Y固定]と同じ働きになります。支持の種類も[フレーム構造-立体]と同じになり2次元の[構造解析6]以前より種類が多くなっています。分かりにくい場合は支持の種類と表示されている項目の上の[支持解説>>]ボタンをクリックすると支持の種類が一覧表で表示され支持条件の解説もあるのでそれを参考に選択してください。

### ●STEP 3 (構造要素の設定)

次に「構造要素」のタブをクリックして構造要素を設定していきます。ここでも「追加」ボタンをクリックしてデータ入力ボックスを表示して始終点の節点番号をリストボックスから選択していきます。材料番号は1、部材の回転角も0にしておきます。



節点番号を選択していくと構造のイメージが表示されていきます。設定していく順番は特に関係ありません。ただし要素の設定で1-2、2-3の2つの部材を1-3で1つの部材として設定してしまった場合、見た目は変わりませんが節点2は部材1-3とは離れているものとして扱われてしまいますので注意が必要です。

また部材の回転角の機能については次で説明します。

### ●STEP 4 (材料条件の選択)

「材料・断面性能」のタブをクリックして材料条件を設定します。まず設定したい材料番号をスクロールボタン  $\ll \lll \lll \gg \gg \gg \gg$  かその左のリストボックスで選択しますがここではデフォルトの1のままとします。なお材料は最大200まで設定できるようになっており、材料番号毎に材料名称が設定できるようになっていますので使う材料の種類が多い場合は材料名称を設定しておくといいでしょう。材料名称を設定しておくリストボックスに材料番号と一緒に表示されますのでどのような材料でどの部分に使う材料なのかが分かるような材料名称を付けておくと便利です。

材質はデータファイル管理機能でパス設定を行うことでサーバー等に置いた任意の材質データファイルを参照することができ、その切り替えを材質フルパス名称右のリストボックスで行います。パス設定が未設定の場合は「標準 (ローカルマシン)」がデフォルトとなり変更もできないようになっています。通常はこのまま使ってください。

材質グループは材質データがグループ単位で切り換えられるようになっている機能で「構造解析一般」が従来の標準の材質データになっていますのでそのままにします。なお材質グループの詳しい機能ははりの計算の「材質グループを変更してみよう」を参照してください。

次に材質を選択します。ここではデフォルトで表示されている「SS330」にしておきますがどのような材質が設定されているか見ておいてください。

続いて「形状選択」ボタンをクリックするか断面性能の表を適当にクリックして「断面形状選択ダイアログ」を表示させ使用する断面形状を選択します。

なお「断面形状選択ダイアログ」は「構造解析6」以前では「材料選択ダイアログ」と表示されていたもので形状を示す項目も従来は「材料の名称」となっていたましたが、材料番号毎に材料名称が設定できるようになったので「材料選択」は「形状選択」、「材料の名称」は「形状名称」や「断面形状」というように「材料」というのを「形状」や「断面」に置き換えて標記するようになりましたので注意してください。

断面形状フォルダ名称	断面積 (mm <sup>2</sup> )
標準(ローカルマシン)	1185
形状名称	Y方向せん断有効断面積(mm <sup>2</sup> )
H形鋼	630
サイズ	Z方向せん断有効断面積(mm <sup>2</sup> )
100x50x5x7	430
	断面2次モーメントIyB (mm <sup>4</sup> )
	1870000
	断面2次モーメントIzB (mm <sup>4</sup> )
	148000
	有効断面2次極モーメントIxB'
	15020
	最小断面2次半径ie (mm)
	11.2
	断面係数ZyB (mm <sup>3</sup> )
	37500
	断面係数ZzB (mm <sup>3</sup> )
	5910
	有効極断面係数ZxB' (mm <sup>3</sup> )
	2145

断面形状データもデータファイル管理機能でパス設定を行うことでサーバー等に置いた複数の断面形状フォルダを参照することができ、その切り替えを断面形状フォルダ名称下のリストボックスで行います。パス設定が未設定の場合は「標準(ローカルマシン)」がデフォルトとなり変更もできないようになっています。通常はこのまま使ってください。上に示したものははりの計算と同じH形鋼を選択した例となります。

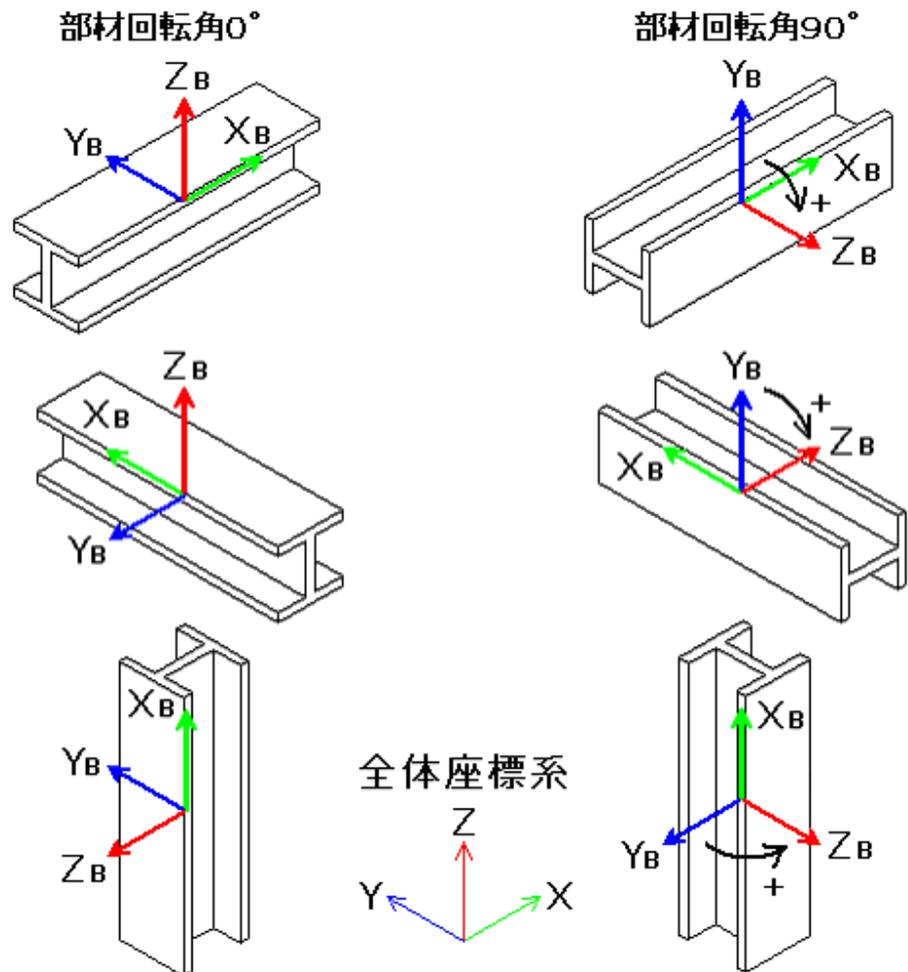
またはりの計算を含めて「フレーム構造解析12」から材料番号毎に部材表示色を設定して色分け表示できるようになっており、上記ダイアログの右下の部材表示色でRGBの数値を入力して設定します。また「<一覧から選択」ボタンをクリックするとはりの計算のイメージ表示条件設定で説明した既定の表示色一覧から選択することもできます。ここではまだ材料が一つだけなので部材表示色はデフォルトの黒のまま「確定」ボタンをクリックします。

断面形状の基本的な選択方法は「はりの計算」と同じですが「はりの計算」や従来の「構造解析6」以前にあったような「使用する向き」の選択はありません。

〔フレーム構造－平面〕では作業平面を選択できるので“使用する向き”では対応できず〔フレーム構造－立体〕と同じ方法で、ここに表示されている部材座標（上方向がZ軸、左水平がY軸なので注意、また部材を示すBを付けている）と構造要素で設定する部材回転角で材料の使用する向きを設定します。また作業平面で選択した基準軸やイメージ右下に表示されている座標は全体座標といい節点の座標や荷重条件の設定などは全体座標の基準軸で設定します。

ここで全体座標と部材座標、部材回転角の関係を確認しておきましょう。

部材回転角が0°のデフォルト条件では垂直以外の部材は部材Z軸（Z<sub>B</sub>）が上方向に向くように配置され、垂直の場合は全体座標のX軸マイナス方向に部材Z軸（Z<sub>B</sub>）が向くように配置されます。また部材回転角は部材X軸（X<sub>B</sub>）に向かって右ねじ方向（右手の親指を進む方向に向け残りの指が曲がる方向）が+になります。



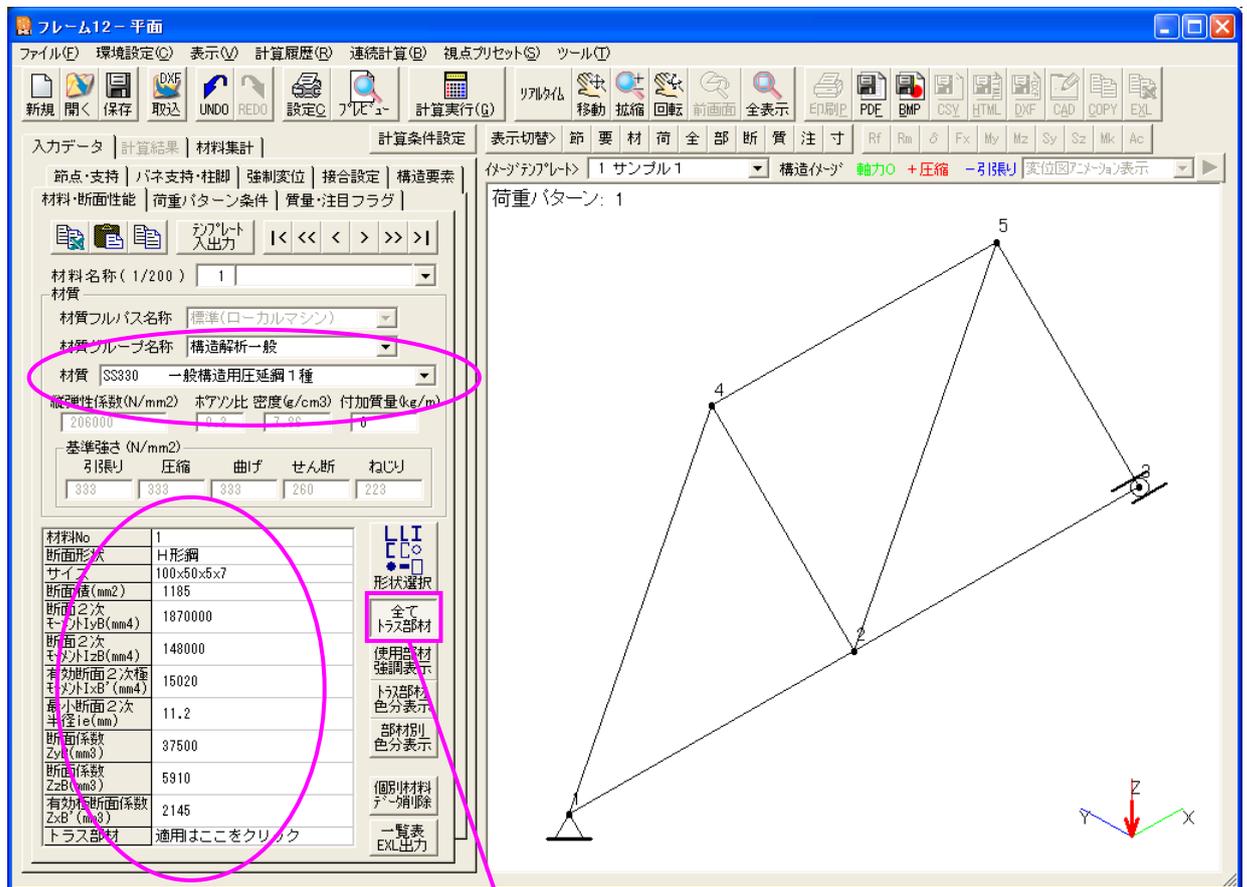
作業平面を〔XZ平面〕とした場合は部材回転角0°で従来の“使用する向き”でいうと〔X(縦)〕になります。作業平面を〔YZ平面〕で従来の“使用する向き”を〔Y(横)〕にしたい場合は部材回転角を90°にします。

作業平面を〔YZ平面〕として従来の“使用する向き”の〔X(縦)〕と同じ設定にするには水平の部材は部材回転角を0°とし、斜めを含めて水平以外の部材回転角を90°にする必要があります。

作業平面を[X Y平面]として部材回転角が $0^{\circ}$ の場合は従来の“使用する向き”の[Y (横)]となり、従来の“使用する向き”の[X(縦)]と同じ設定にするには全ての部材回転角を $90^{\circ}$ とします。

部材座標と部材回転角は2次元の[構造解析6]以前では使っていない考え方で分かりにくいかも知れませんが[構造解析6]以前ではできなかった部材を任意の角度に回転させることも可能になりますので良く理解してください。3次元の[フレーム構造-立体]では部材座標と部材回転角の関係はさらに重要になり[フレーム構造解析12/3D]のチュートリアルでは事例を増やして解説していますのでそちらも参照してください。

なおトラス構造の場合は両端がピン支持扱いで軸力しかかかりませんので特に部材回転角を意識する必要はありませんが後で説明するラーメン構造では曲げモーメントがかかり、一般の鋼材では方向によって曲げの強度が異なりますので部材回転角は重要な設定項目となります。



トラス構造として解析するので [全てトラス部材] のボタンを押しておく

ここでは例として先ほどの[H形鋼]を選択しておきます。またトラス構造として解析するので[全てトラス部材]のボタンを押しておきます。

## ●STEP 5 (荷重条件の選択)

[荷重パターン条件]のタブを開きさらに[集中荷重]のタブで集中荷重を設定してみます。まず集中荷重を設定したい節点の行をクリックしてデータ入力ボックスを表示させて集中荷重を入力します。

従来の2次元の[構造解析6]以前では荷重の方向を“垂直方向”や“水平方向”としていましたが[フレーム構造—平面]では全体座標系で表示されています。作業平面が[XZ平面]では従来の“垂直方向”は全体座標のZ軸マイナス方向となり、“水平方向”はX軸方向となります。

加速度条件は全て0にしておく

荷重イメージの自動縮尺なしの場合の表示例

節点	X軸方向	Y軸方向	Z軸方向
1	0	0	0
2	0	0	-5000
3	0	0	0
4	1000	0	0
5	0	0	0

荷重値を入力するとそれに応じた荷重イメージが表示される。

下向きはZ軸マイナス方向になるので荷重値にもマイナスの符号を付ける

集中荷重を設定したい節点の行をクリックするとデータ入力ボックスが表示されるのでそこで荷重値を入力する

ここでは節点2に垂直荷重としてZ軸方向に-5000N、節点4に水平荷重としてX軸方向に1000Nの集中荷重を設定してみます。2次元の[構造解析6]以前では垂直荷重は下方向を+としていましたが[フレーム構造—平面]では全体座標を基準に設定するので下方向はZ軸マイナス方向なので注意してください。荷重値を入力すると荷重イメージが表示され荷重の向きも矢印で表示されますので確認しておきます。

イメージ表示条件で“荷重イメージの自動拡縮”がチェックされていると荷重イメージも荷重値に応じて自動拡縮して表示されます。またチェックを外して自動拡縮無しにすると荷重値に関係なく同じ大きさで表示されるようになりますので分かりやすい方を選んでおくといいでしょう。

また加速度条件も全体座標系で設定するようになっています。重力方向もZ軸マイナス方向になりますがここでは全て0にしておきます。なお[フレーム構造-平面]では[はりの計算]や[構造解析6]の[計算条件・単位設定]にあった“部材の自重を考慮”のチェックは廃止されています。

自重を考慮する場合は加速度条件のG<sub>z</sub>に-1を入れ、考慮しない場合は0にしておきます。

### ●STEP 6 (計算実行)

これで計算条件の設定ができましたので[計算実行]ボタンをクリックして計算させます。

設定により構造イメージが軸力の値で色分けされている

ノード	総変位 $\delta$ (mm)	変位 $\delta_x$ (mm)	変位 $\delta_y$ (mm)	変位 $\delta_z$ (mm)
1	0.0	0.0	0	0.0
2	0.0392	0.0082	0	-0.0394
3	0.0143	0.0143	0	0.0
4	0.0289	0.0196	0	-0.0212
5	0.022	0.0073	0	-0.0207

変形した形状が表示される

設定により最大軸力の要素が太く表示されている

計算は瞬時に完了して各節点の変位や支持点の反力の計算結果が表示されるとともにイメージにも変形したトラスのイメージが表示されます。変形したトラス形状は設定により軸力の大きさによって色分けされるようになっていますのでどのような力がかかっているかがイメージとして容易に把握できます。

なお [フレーム構造解析 1 2] では複数の荷重パターンを連続して計算する機能があります。  
 [フレーム構造－平面] でもプルダウンメニューの [連続計算] から実行できますが、これは主に計算時間のかかる 3 次元構造を対象にしたものになっていますので操作方法については [フレーム構造解析 1 2 / 3 D] のチュートリアルを参照してください。

では [モーメント・応力・座屈] タブを開いて具体的に部材にかかっている軸力の値や応力値などを確認してみます。

入力データ | 計算結果 | 材料集計

変位・応力 | **モーメント・応力・座屈** | 個別要素・通り別 | 材料別詳細

最大曲げモーメント(Nmm) 0 発生要素 No  
 最大曲げ応力(N/mm<sup>2</sup>) 0  
 最小曲げ応力安全率 -

最大せん断力(N) 0 発生要素 No  
 最大せん断応力(N/mm<sup>2</sup>) 0  
 最小せん断応力安全率 -

詳細表示  イメージと連動して強調表示

かみ幅/セット (軸力・応力は+が圧縮)

要素	節点	材料	軸力 FxB(N)	軸応力 σxB(N/mm <sup>2</sup> )	σxB安全率
1	1	1	-2000	-1.688	197.3
1	2	1			
2	2	1	-1500	-1.266	263.1
2	3	1			
3	1	1	2286	1.887	176.5
3	4	1			
4	2	1	-2236	-1.887	176.5
4	4	1			
5	4	1	3000	2.532	181.5
5	5	1			
6	2	1	-3354	-2.83	117.6
6	5	1			
7	3	1	3354	2.83	117.6
7	5	1			

荷重パターン: 1

全ての項目を一度に表示することはできないので横にスクロールして確認してください。  
 部材に圧縮力がかかっている場合は座屈現象により比較的弱い力で曲がってしまうことがありますので座屈荷重や座屈安全率も計算して表示するようになっています。座屈についての詳細はマニュアルを参照してください。

なおこのデータはサンプルフォルダに右下に示すファイル名で入っていますので参考にしてみてください。

(Tutorial01.KP12)

## ◇トラス構造の追加

### ●STEP 1 (節点の追加)

この例を元にトラス構造を追加して計算してみましょう。

では[入力データ]のタブを開いてさらに[節点・支持条件]のタブを開きます。

[追加] ボタンをクリックするとデータ入力ボックスが表示されますから座標を入力して節点を2つ追加してみます。

節点を2つ追加する

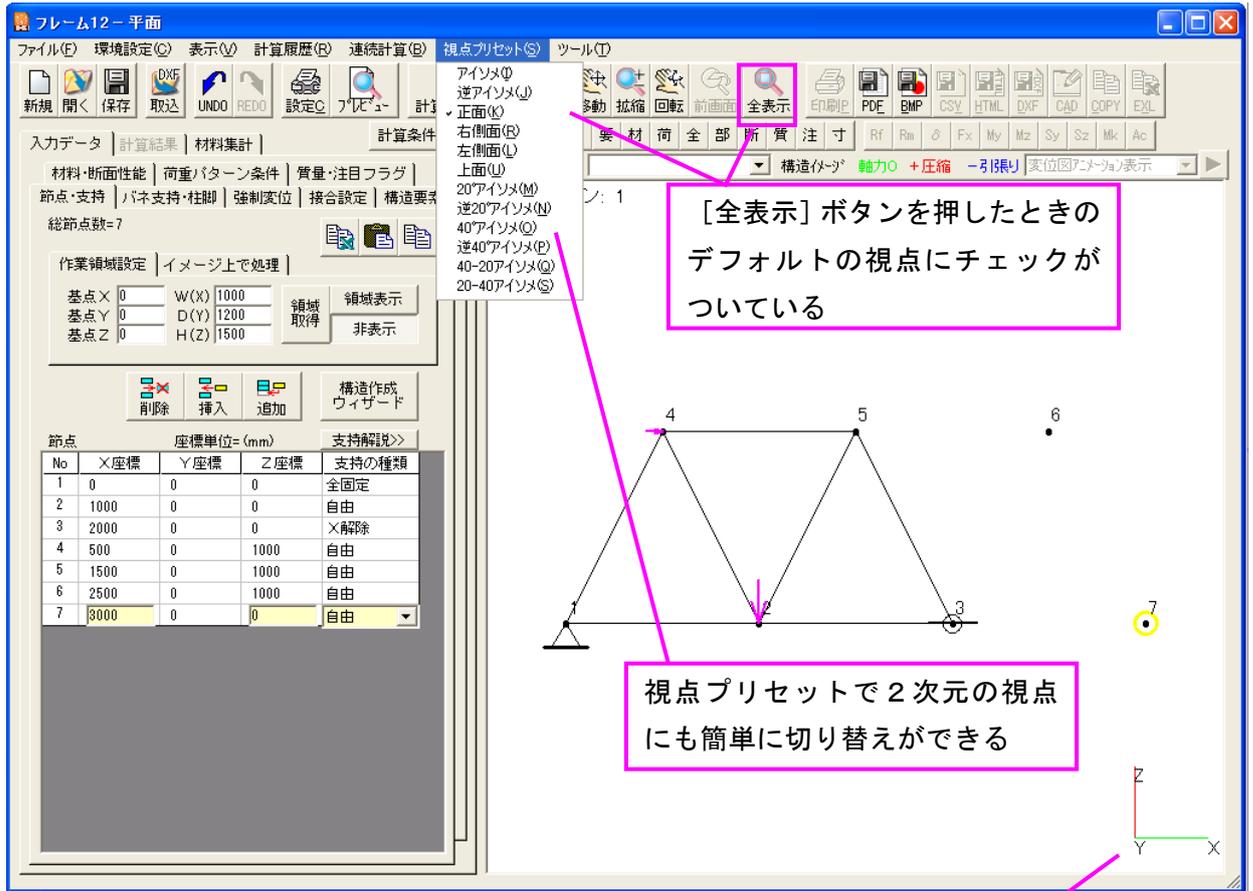
節点座標を入力すると構造イメージは自動的にスケールリングされて表示される

節点	座標単位=(mm)			支持種類
No	X座標	Y座標	Z座標	支持の種類
1	0	0	0	全固定
2	1000	0	0	自由
3	2000	0	0	X解除
4	500	0	1000	自由
5	1500	0	1000	自由
6	2500	0	1000	自由
7	3000	0	0	自由

入力された節点の位置によりトラスのイメージは自動的にスケールリングされて表示されますがイメージの移動や拡大縮小を行っているとう入力した節点がイメージ上に表示されないこともあります。その場合はイメージ右上の[全表示] ボタンをクリックして移動と拡大縮小を解除してください。

プルダウンメニューの視点プリセットから平面を選択すると2次元的な表示にも簡単に切り換えることができます。またイメージ表示条件設定で[全表示] ボタンをクリックしたときのデフォルトの視点も選択でき、プルダウンメニューの視点にチェックが付きます。

2次元的な表示に慣れている場合は[全表示] のデフォルトを[正面] にしておくのも良いでしょう。



X軸が水平、Z軸が垂直になっているのが分かる。  
またY軸は奥行き方向になっている

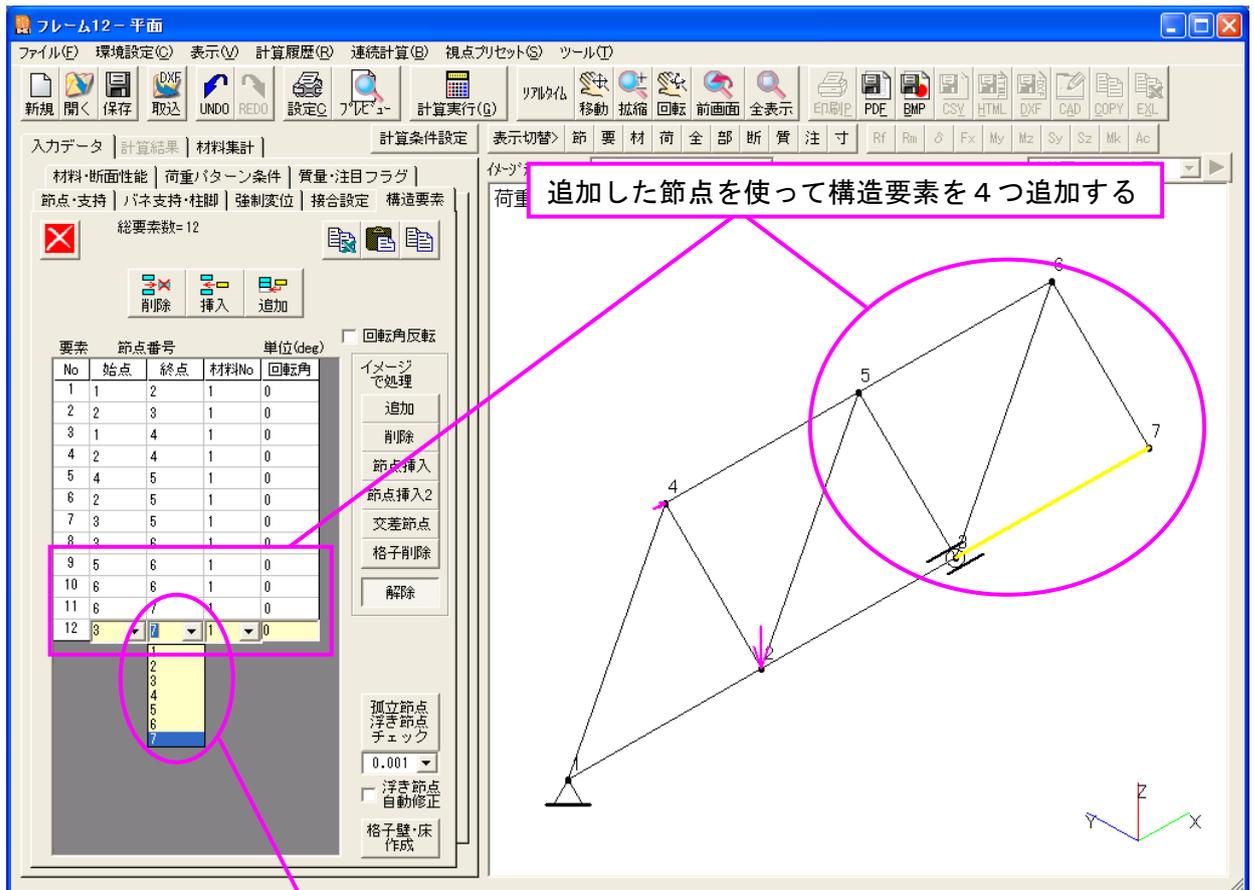
また視点プリセットを使わずに [回転] ボタンを押した状態でマウス左ボタンを押しながら水平方向にドラッグするとZ軸周りにイメージが3次元回転し、垂直方向にドラッグするとX軸周りに3次元回転するので任意の視点からの表示も可能です。

またこの状態でデータの入力や計算も可能ですが2次元表示になっていると後で説明する断面形状の表示が見えなくなったり奥行き方向の変形も分かりませんのでアイソメ方向での作業に慣れた方が良いでしょうと思います。

## ●STEP 2 (構造要素の追加)

[全表示] のデフォルトがアイソメの場合は [全表示] ボタンをクリックするか視点プリセットから [アイソメ] を選択して3次元回転をクリアしておきます。

次に [構造要素] のタブをクリックして構造要素を追加してみます。ここでも [追加] ボタンをクリックしてデータ入力ボックスを表示させ始終点の節点番号を選択して構造要素を4つ追加します。

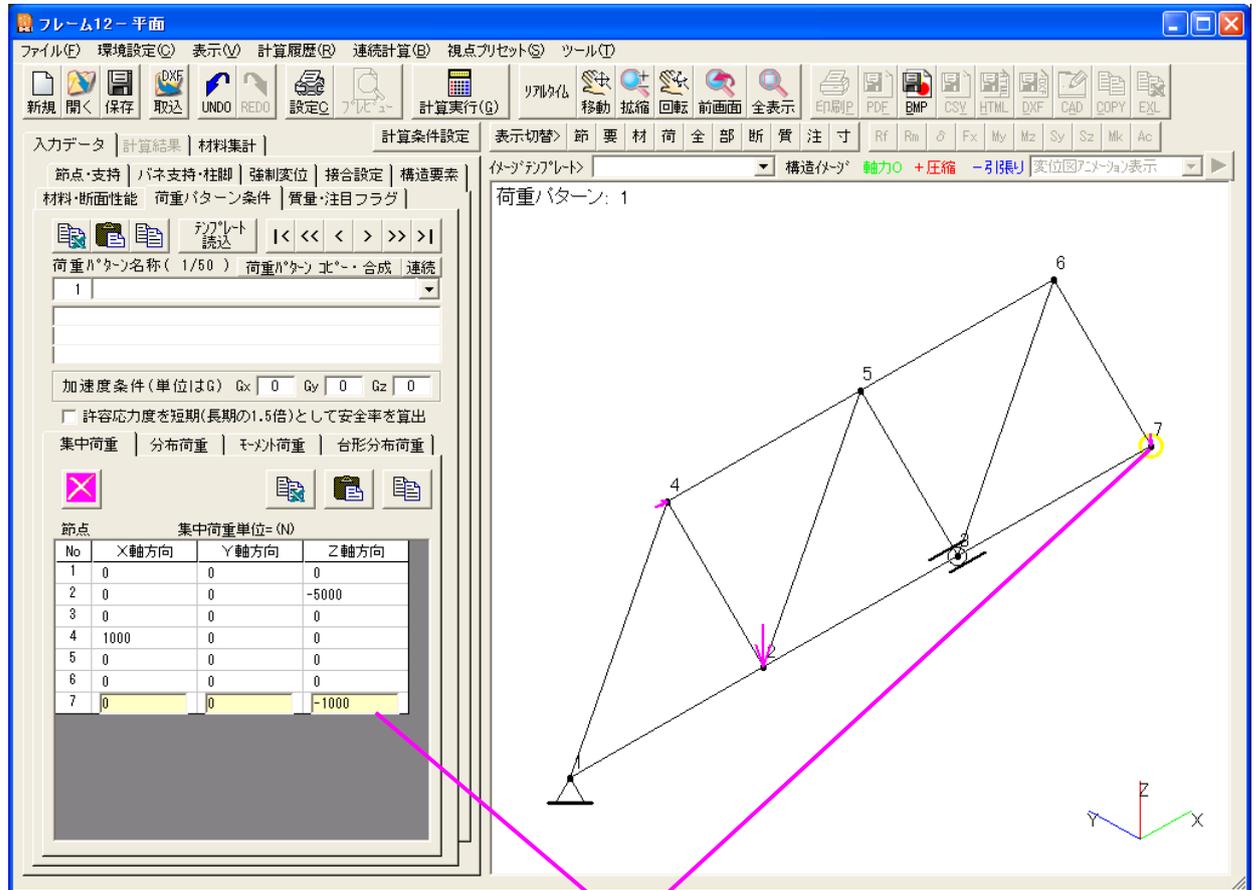


今までの構造の右側に新しく構造要素が追加されました。

### ●STEP 3 (荷重条件の追加)

さらに [荷重パターン条件] のタブを開いて集中荷重を追加してみます。

節点7の行をクリックしてデータ入力ボックスを表示してZ軸方向の荷重に-1000N (従来の垂直方向の荷重) を設定してみます。



The screenshot shows the 'フレーム12 - 平面' (Frame 12 - Plane) software interface. The main window displays a truss structure with nodes 1 through 7. Node 7 is highlighted with a yellow circle. A pink arrow points from the table below to node 7. The table shows the following data:

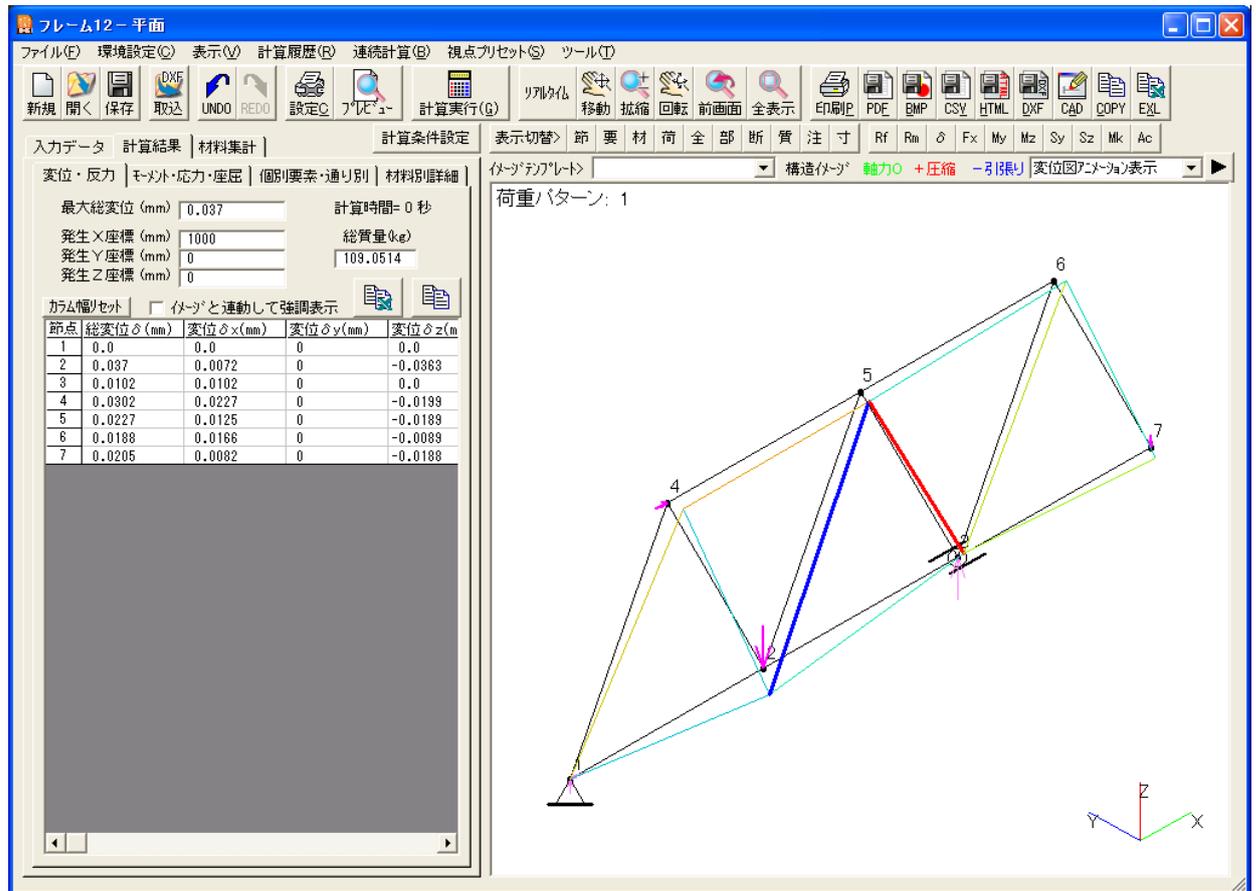
節点 No	X軸方向	Y軸方向	Z軸方向
1	0	0	0
2	0	0	-5000
3	0	0	0
4	1000	0	0
5	0	0	0
6	0	0	0
7	0	0	-1000

節点7に垂直方向 (Z軸マイナス方向) の集中荷重を設定する

荷重値を入力したら方向等に間違いがないか荷重イメージで確認してみてください。

#### ●STEP 4 (計算実行)

この条件で [計算実行] ボタンをクリックして計算してみます。



このように構造要素を追加するのも簡単にできるのが分かります。

なおこのデータはサンプルフォルダに右下に示すファイル名で入っていますので参考にしてみてください。

(Tutorial02.KP12)

---

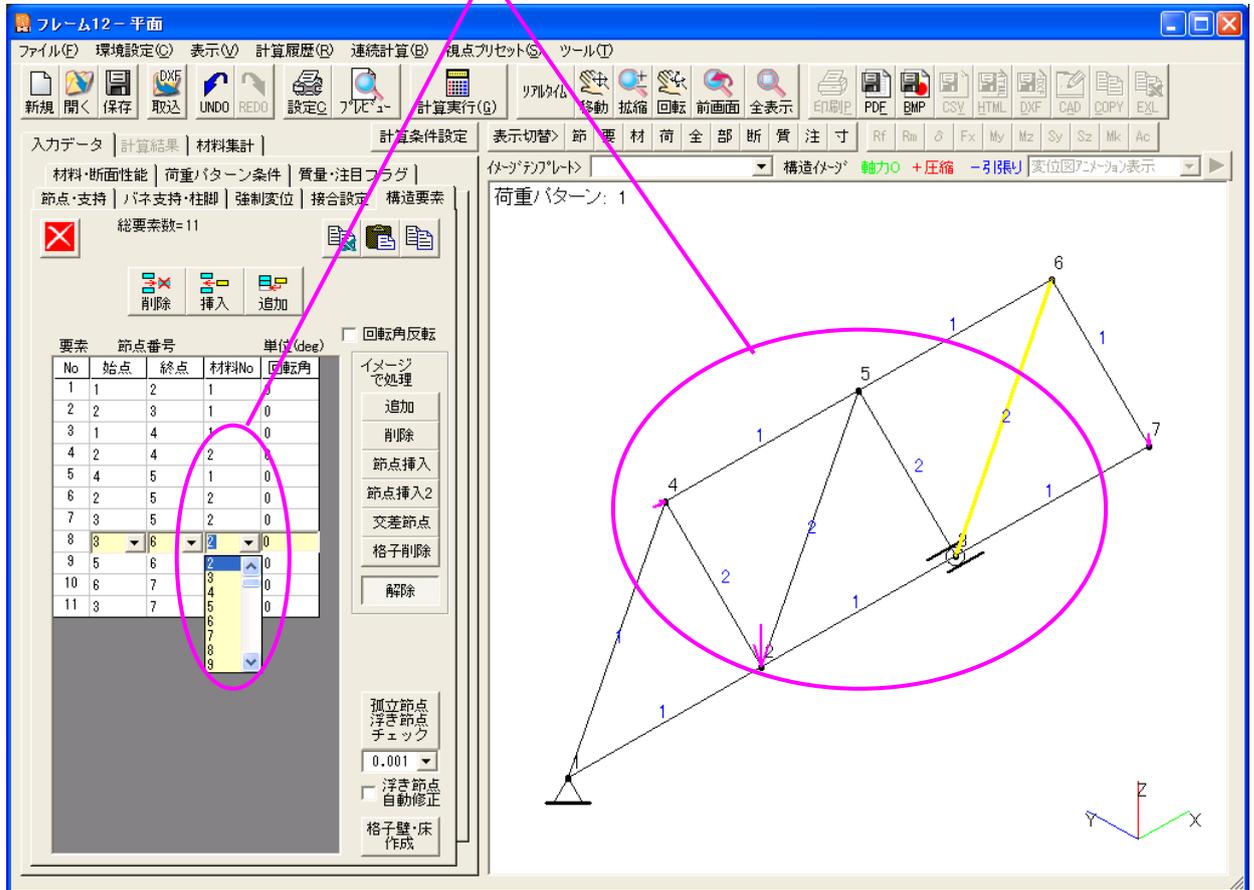
トラス構造の追加 終了



●STEP 2 (材料番号の変更)

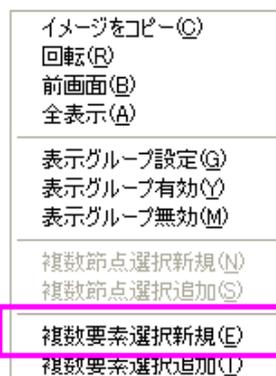
[構造要素] のタブをクリックして材料番号を変更してみます。材料番号を変更したい行をクリックしてデータ入力ボックスを表示させ材料番号のリストボックスで材料番号を変更してみます。

斜材のうち、内側の4本の材料番号を2に変更する



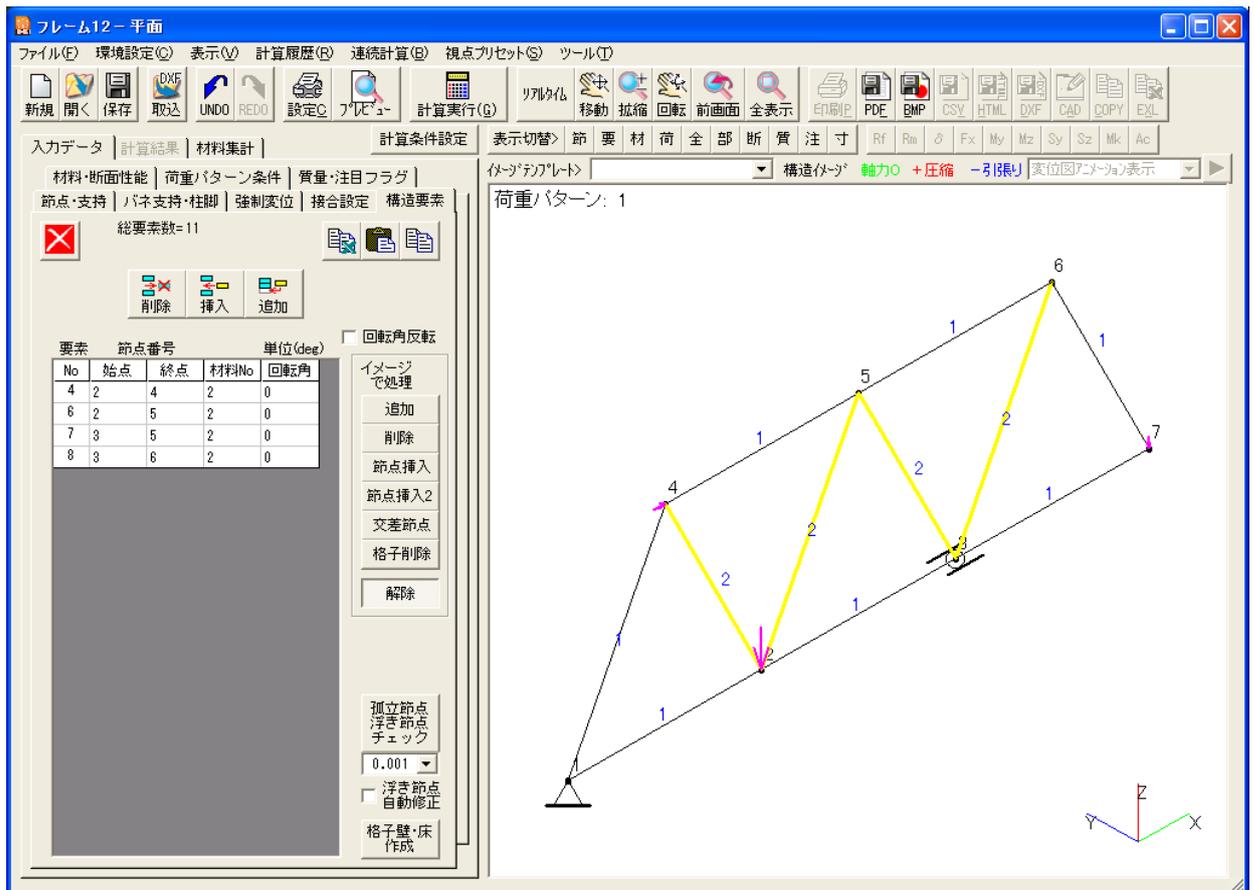
材料番号を変更するとイメージに表示されている材料番号も変わるのでどの要素の材料を変えたかが分かりやすくなっています。

ここで [フレーム構造解析 1 1] から [フレーム構造-平面] や [フレーム構造-立体] に追加された便利な機能を紹介しておきます。[フレーム構造-平面] や [フレーム構造-立体] のイメージ上でマウス右クリックすると次のポップアップが表示されます。



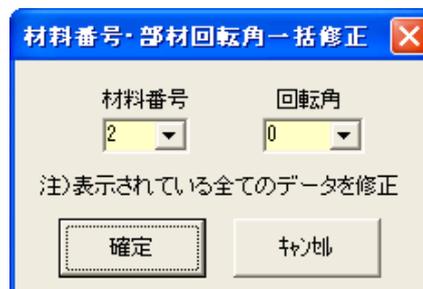
ここで [イメージをコピー] [前画面] [全表示] は [はりの計算] と同じですが [フレーム構造-平面] や [フレーム構造-立体] では [表示グループ\*\*] と [複数節点選択\*\*] と [複数要素選択\*\*] のメニューが追加されています。ここでは [構造要素] タブが開いていますので [複数節点選択\*\*] はグレーアウトして使えないようになっています。

[表示グループ\*\*] については後で説明しますのでここでは [複数要素選択新規] をクリックしてみます。一旦、構造要素の表示欄が空になりますので変更したい要素をイメージ上でマウス左クリックして選択していきます。ここでは先に材料番号2に変更した要素を選択してみます。選択した要素はハイライト表示されていきます。



このようにイメージ上で選択した要素のみ構造要素の表示欄に表示されるようになるので分かりやすく修正ができます。

さらにこの表示欄の上でマウス右クリックすると次に示す材料番号と部材回転角の一括修正ダイアログが表示されますので構造要素の表示欄に表示されている要素の設定を一括して修正することができます。



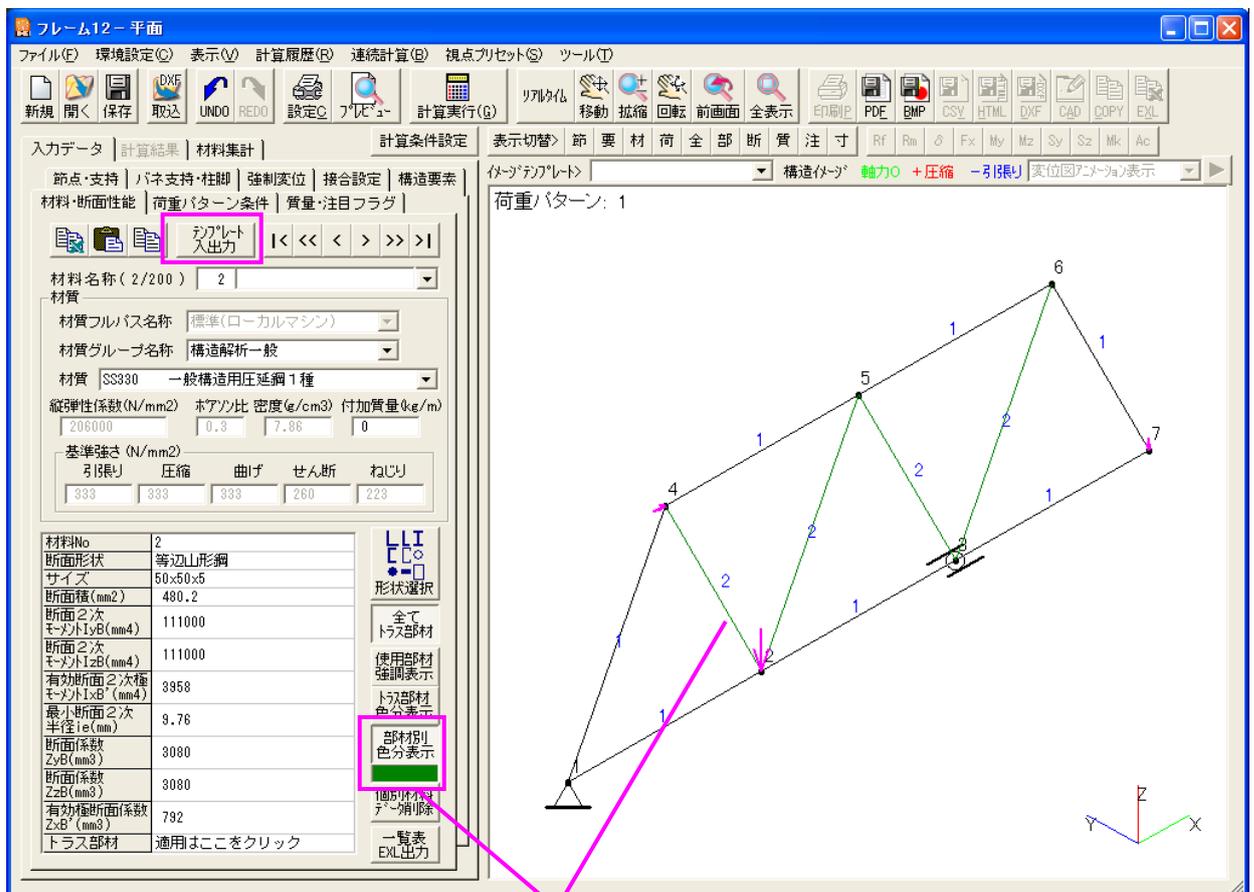
イメージ上でマウス右クリックすると複数要素選択は解除されます。なおポップアップの「複数要素選択追加」をクリックすると既に選択した要素に新しく別の要素を追加することができ、逆に既に選択済みの要素を選択すると選択の解除もできるようになっています。

この複数要素選択機能は同様に要素毎に設定する分布荷重の設定にも対応しています。また後で説明しますが先のポップアップではグレーアウトしていた複数節点選択機能も節点に関する設定タブが開いているときに使えるようになり、複数要素設定と同様の操作で修正したい節点を選択していくとその節点だけが表示欄に表示され、さらにこちらも一括ダイアログで一括して修正することも可能です。複数節点選択機能は「節点・支持」「集中荷重」「モーメント荷重」「質量・注目フラグ」の設定に対応しています。

### ●STEP 3（部材別色分け表示）

材料が2つになったので「フレーム構造解析 1 2」から追加された部材別色分け表示を試してみましょう。材料番号1はデフォルトの黒でしたが材料番号2には「暗い緑」を選択しています。

「材料・断面性能」タブを開いて部材別色分け表示ボタンを押すと構造イメージが設定された部材色で表示されます。

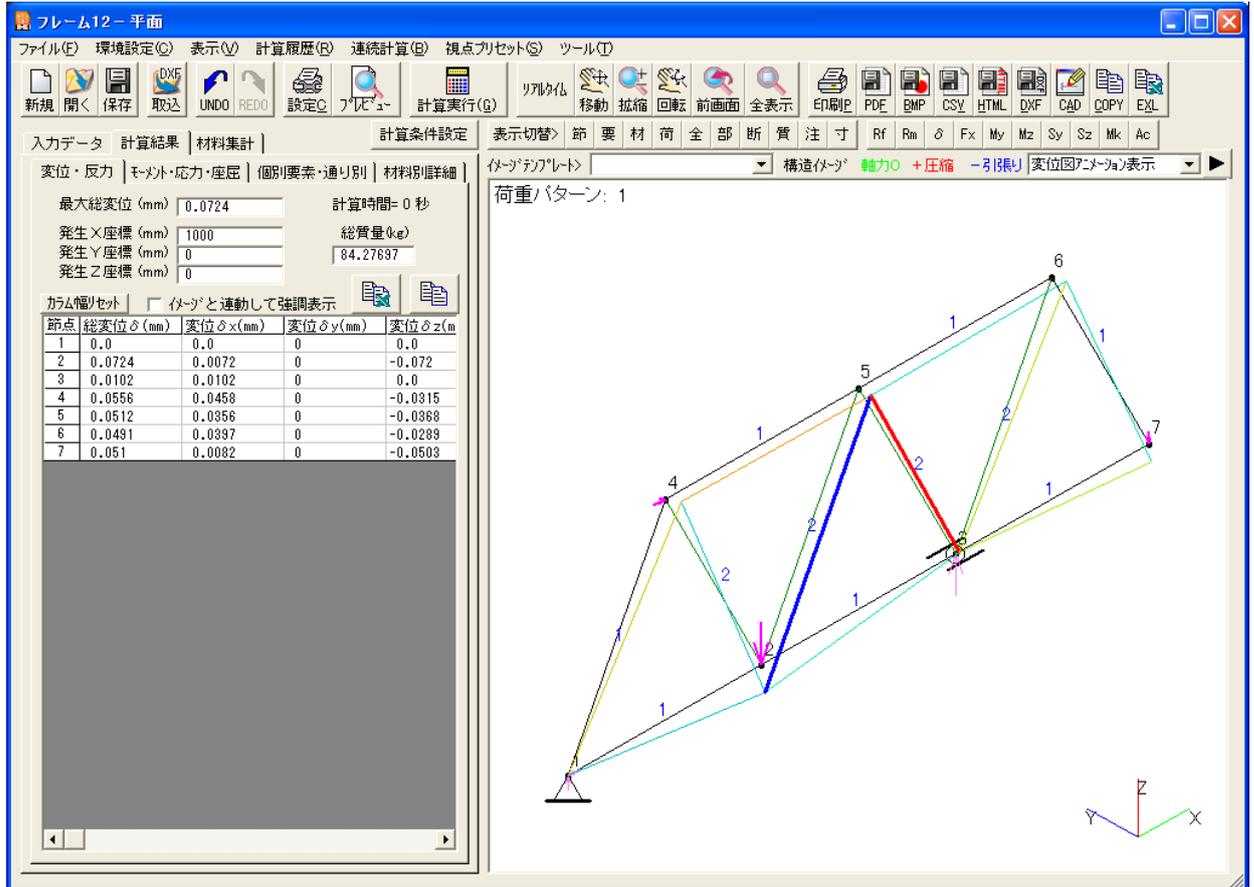


部材別色分け表示ボタンを押すと構造イメージの表示色が変わると共にボタンの下にカレントの材料番号の表示色が表示される

また部材表示色は [テンプレート入出力] ボタンをクリックして表示される「材料名称・部材色設定/テンプレート入出力」ダイアログで後からまとめて変更することもできます。この機能についての詳細は [フレーム構造-立体] のチュートリアルを参照してください。

#### ●STEP 4 (計算実行)

この条件で [計算実行] ボタンをクリックして計算してみます。



先ほどの結果と比較すると斜材に弱い材料を使っているのが全体にZ方向の変位が大きくなっているのが分かります。このように構造要素の一部の材料を変更するのも簡単にできるのが分かります。

なおこのデータはサンプルフォルダに右下に示すファイル名で入っていますので参考にしてみてください。

(Tutorial03.KP12)

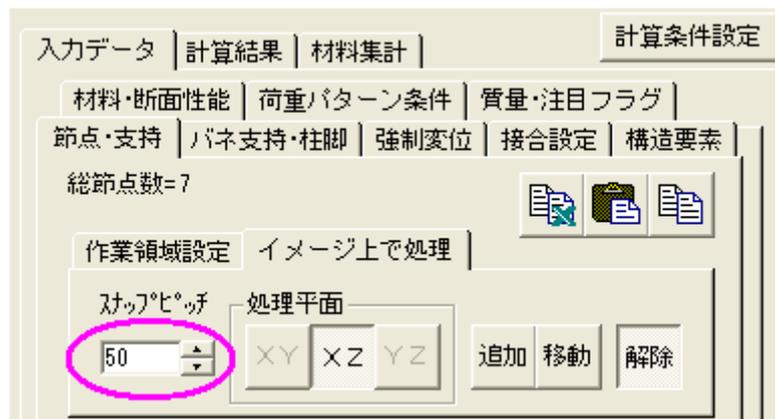
## ◇計算条件のイメージ上で編集

### ●STEP 1 (スナップピッチの設定)

節点条件や構造要素の設定はイメージ上でマウスを使って編集することができ、慣れてくると効率良く編集することができます。

スナップピッチを設定しておくイメージ上で節点の位置を編集するときにスナップピッチの倍数になるように座標が修正され座標値に端数が出ないようにになります。

では [節点・支持条件] タブの [イメージ上で処理] にあるスナップピッチを50にしておきます。



### ●STEP 2 (節点の移動)

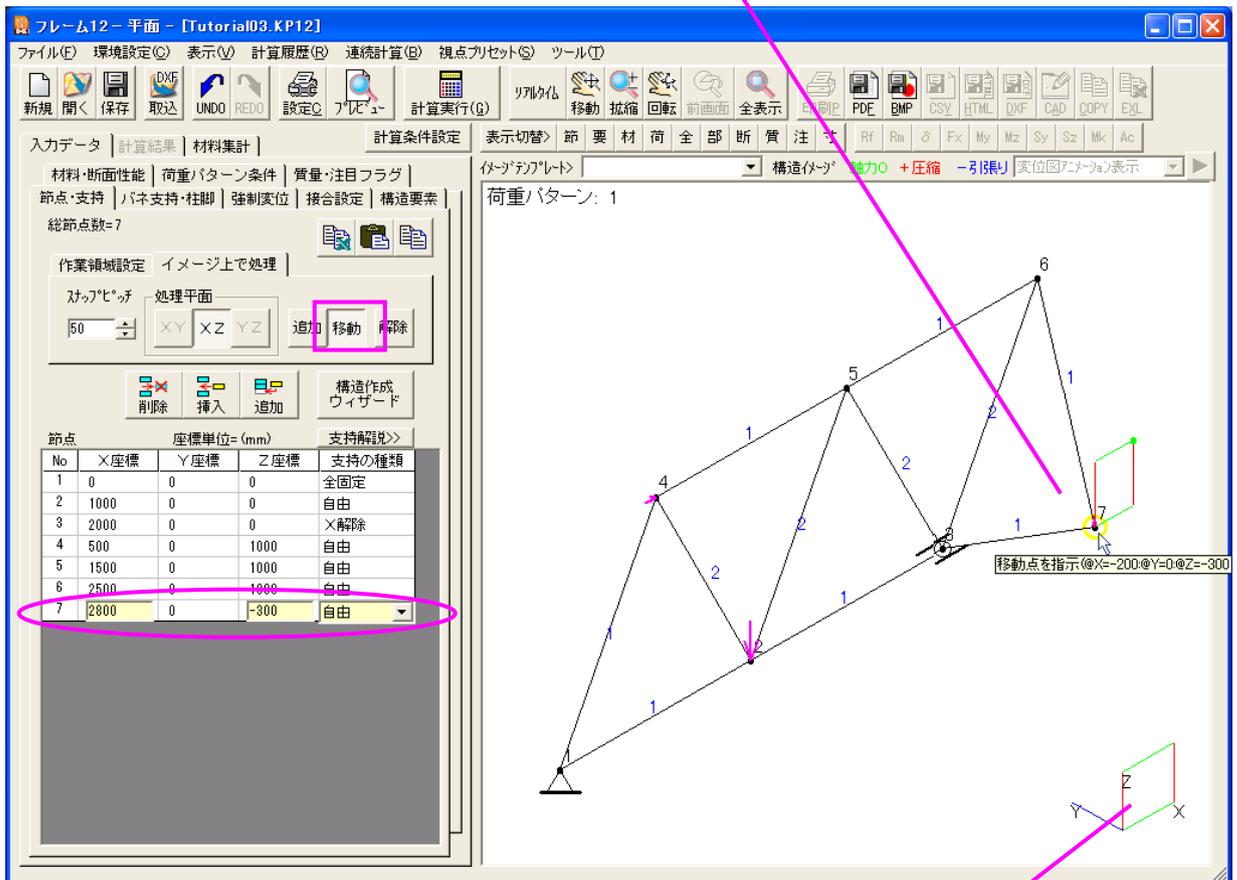
ではマウスを使ってイメージ上で節点の位置を移動してみましょう。同じタブの右側にある [移動] ボタンを押しておきます。

次にマウスをイメージ上の移動したい節点の上に持っていきます。節点を認識すると緑の丸が表示されるのでマウスの左ボタンをクリックします。

認識した節点番号のデータ表示欄にデータ入力ボックスが表示され、その状態でマウスを移動すると元の位置が基点となってそこからの相対距離がマウスアイコンの下に表示され、データ入力ボックスの座標値もリアルタイムで更新されます。

基点からの相対距離や座標値を確認して希望の位置でマウス左ボタンをクリックするその位置に節点が移動し、その節点につながっている構造要素も変形します。

マウスを動かすと元の位置からの相対距離と移動面を表したラバーバンドが表示される



全体座標にも作業中の面が四角で表示される

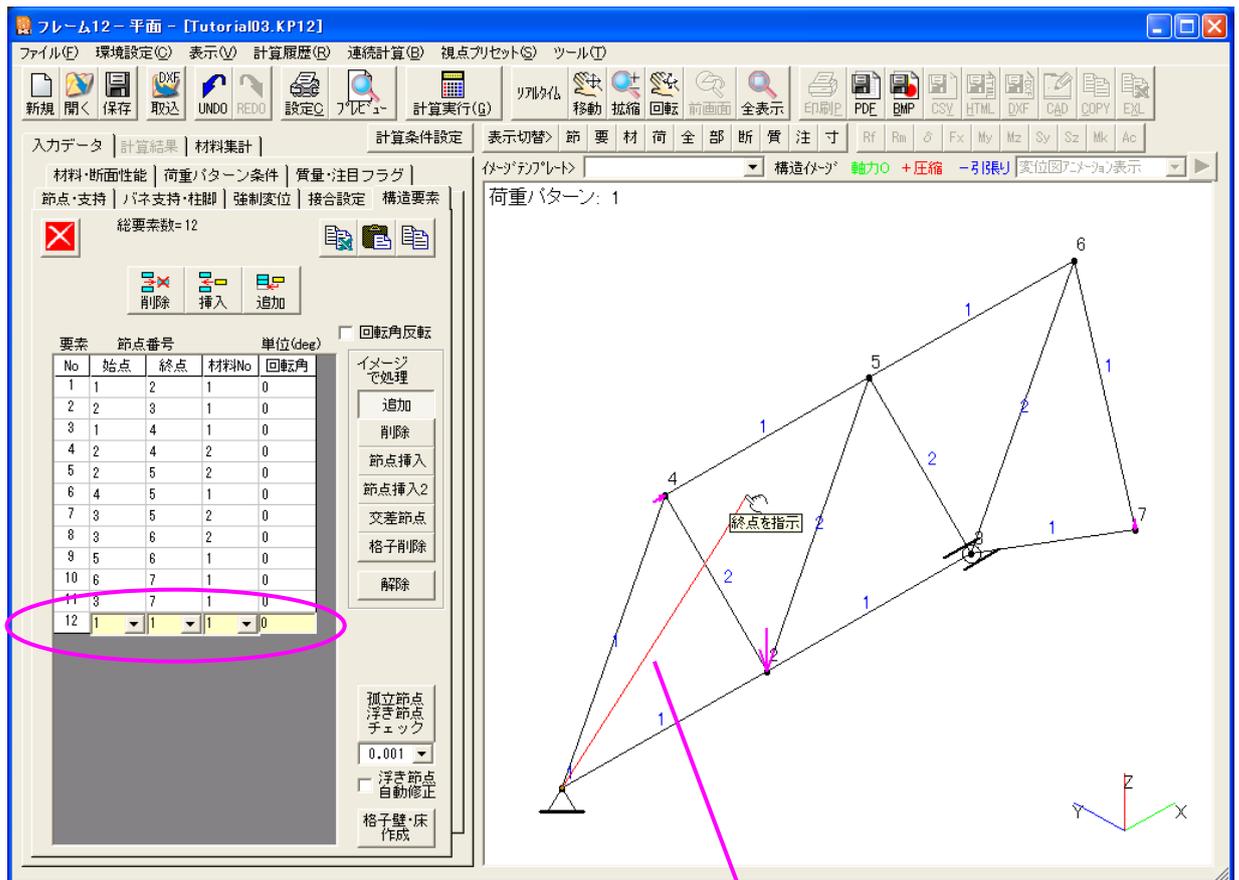
節点のイメージ上で処理には「移動」以外に「追加」がありますがこれも同じ操作で基点となる節点を指示するとそこからの相対距離が表示されるので希望の位置でマウス左クリックするとそこに節点が追加されます。

### ●STEP 3 (構造要素の追加)

続いてマウスを使ってイメージ上で構造要素を追加してみます。「構造要素」のタブを開いてイメージで処理の「追加」ボタンをクリックします。新しく追加する要素の始点となる節点の上（ここでは節点1とする）でマウスを持っていき緑の丸が表示されたらマウス左ボタンをクリックします。

節点を認識すると要素の数が1つ追加されてそこにデータ入力ボックスが表示されます。この時点では始終点の節点番号は認識した節点番号となっています。

その状態でマウスの ボタンを離してマウスを移動させると赤いラバーバンドが表示されます。

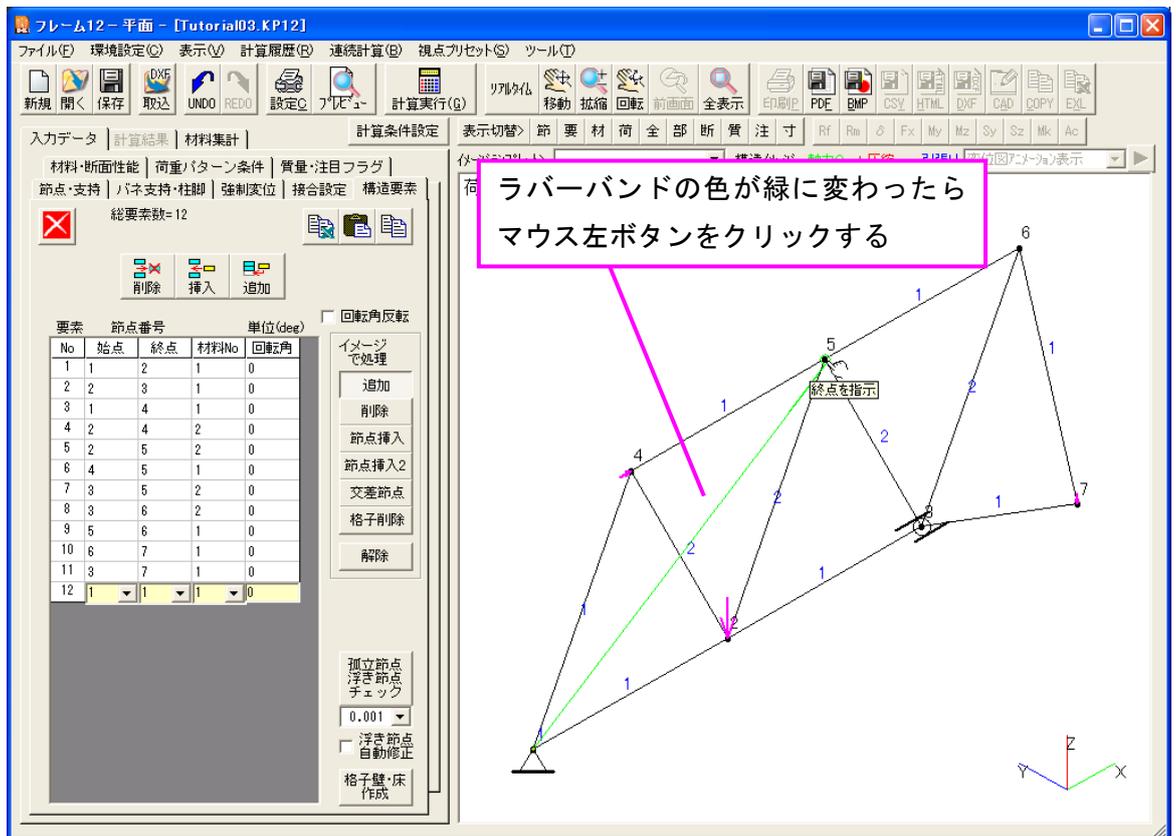


マウスのボタンを離れた状態でマウスを移動すると赤いラバーバンドが表示される

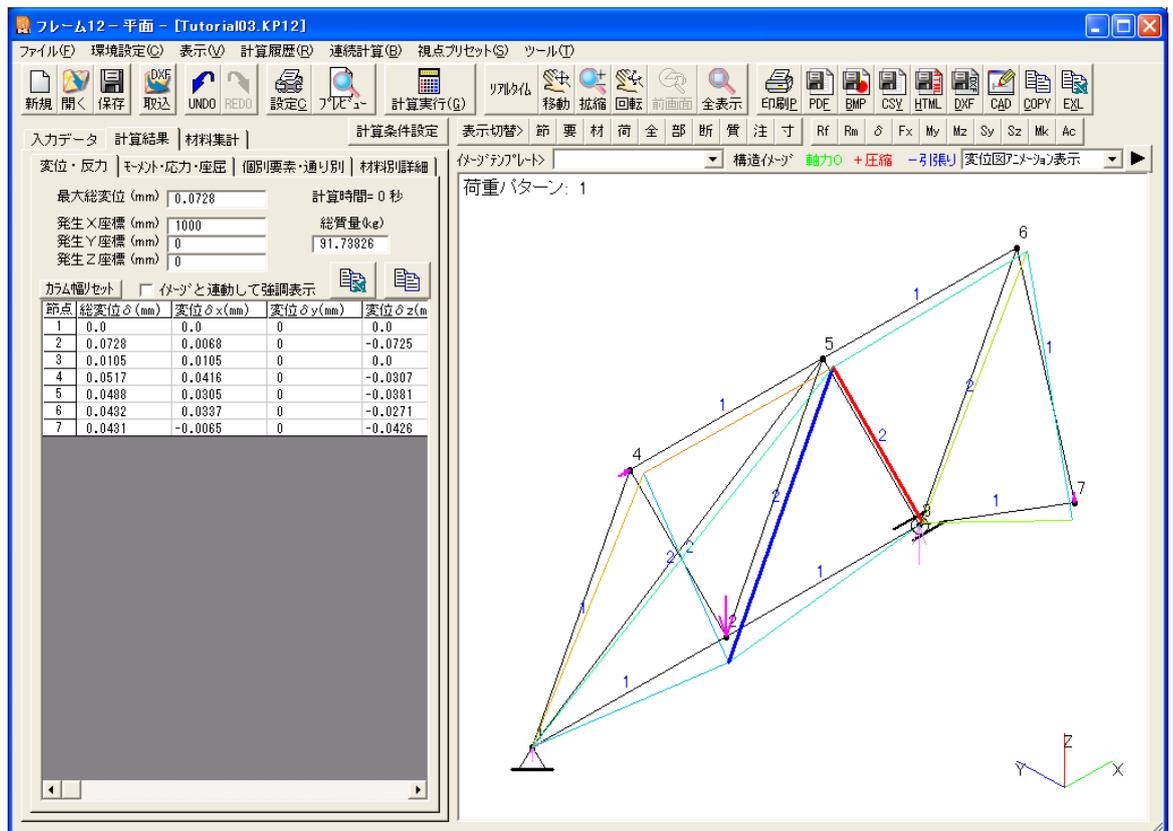
次に要素の終点となる節点の上（ここでは節点5とする）までマウスを移動していきます。終点の節点を認識するとラバーバンドの色が緑色に変わりますのでマウス左ボタンをクリックします。

これで構造要素が追加されます。なお従来の「構造解析6」の操作では始点の節点を指示したらマウス左ボタンを押したままドラッグして終点の節点の指示を行っていましたが「フレーム構造－平面」は始点の節点でマウス左クリック、マウスのボタンを一旦、離して移動し終点の節点でマウス左クリックの操作になっています。

構造要素のイメージで処理には「追加」以外に「削除」、「節点挿入」があります。「削除」ボタンが押されているときにマウスでピックした要素が削除され、「節点挿入」ではピックした要素の中間点に節点が追加され要素も一つ増えて追加された節点を介してつなぎ直されます。これらの操作も実際に試してみると簡単に分かります。



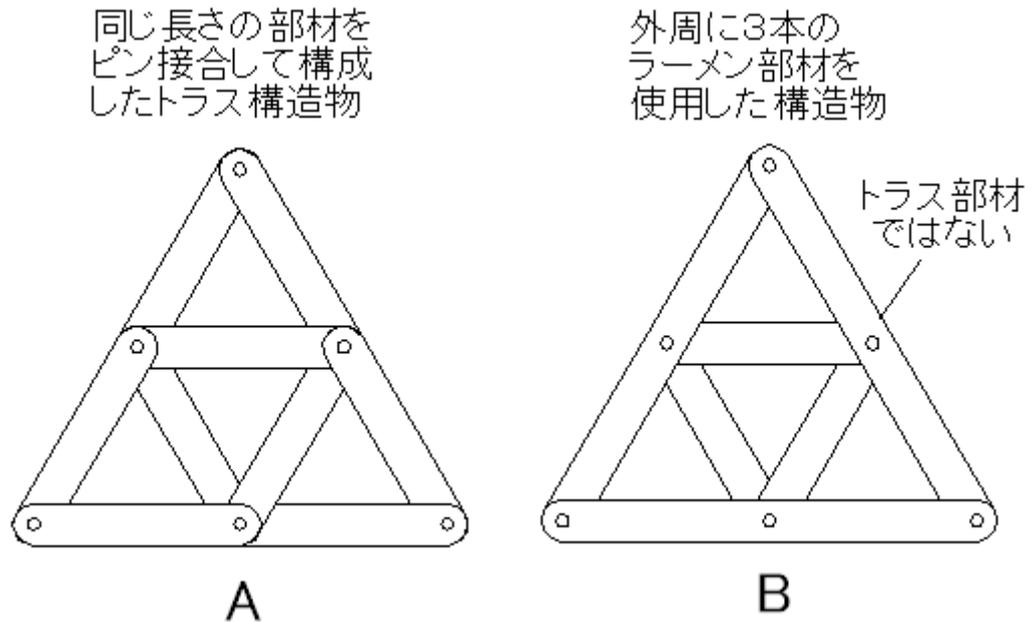
追加した要素の材料番号を2にして計算してみます。



以上のようにマウスを使ってイメージ上で計算条件を編集することが簡単にできます。  
イメージで編集する方法は新規に設定するときでも使えますので慣れておくと作業効率がアップできるでしょう。  
(Tutorial04. KP12)

## ◇トラス構造とラーメン構造について

今までは [材料・断面性能] のタブで [全てトラス部材] のボタンを押してトラス構造として計算してきました。次にラーメン構造の説明に進みますが、その前にトラス構造とラーメン構造の違いを説明しておきます。次のAとBの構造を見てください。



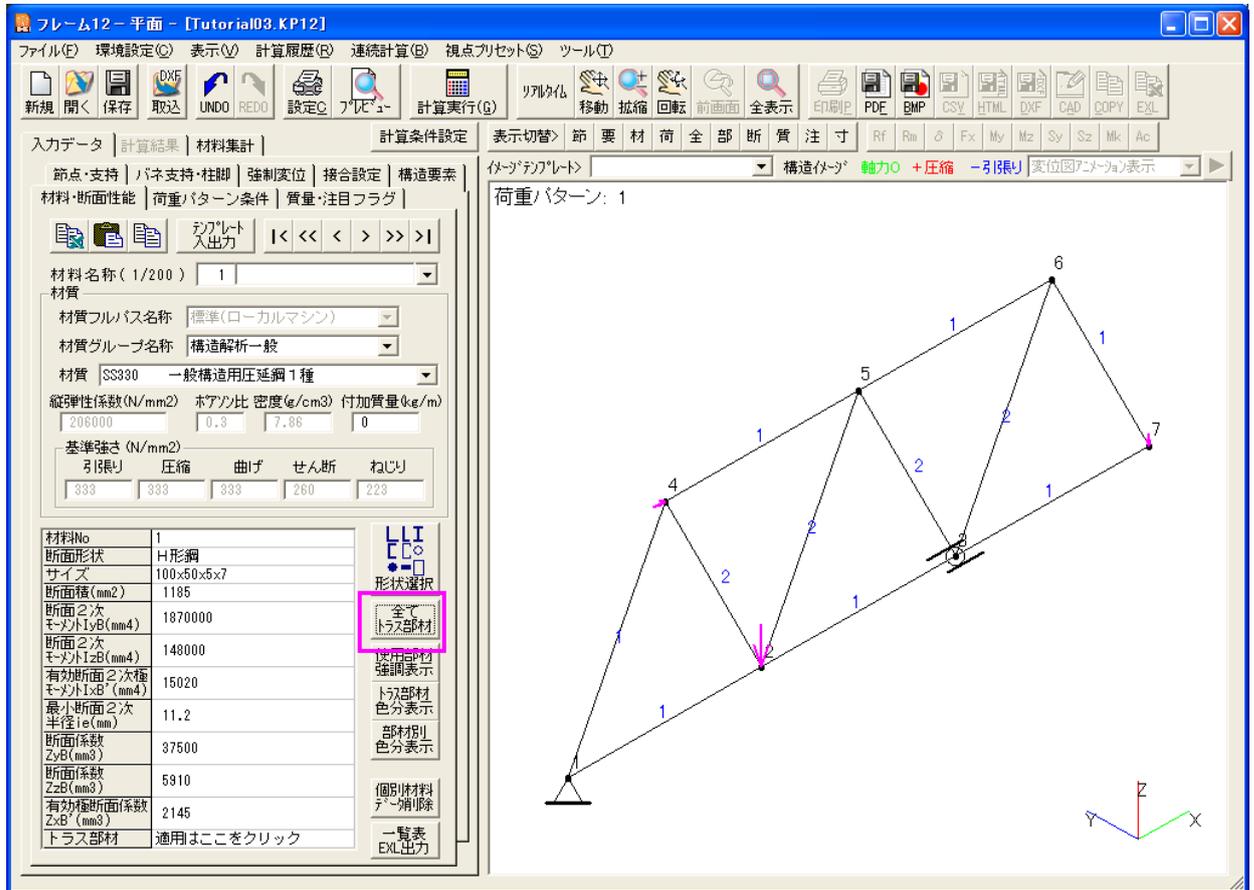
一般にはA、Bどちらもトラス構造といわれることが多いですが本来のトラス構造は両端が全てピン接合のAのような構造を言い、Bは外周の部材が1本の部材となっているのでラーメン部材（両端も剛接合）なり、そのラーメン部材の中間のピン穴があってトラス部材（両端がピン接合）が取り付けられたトラス部材とラーメン部材が混在した例となります。実際の構造物を良く見るとトラス構造のようでも後者のような構造になっている場合が多いと思います。

Aのような純粋なトラス構造で注意しなければいけない点は全ての要素がトラス部材で両端は全てピン接合になるので、三角形を基本とした構造にならないとグラグラで不安定な構造物ができてしまいエラーとなって計算できません。トラス部材を使う場合はイメージでは一本の柱のように見えても中間に節点があれば別々の部材が節点でピン接合しているものとなります。トラス部材の中間に荷重をかけるために節点を追加したらエラーになって計算できなくなるというのもトラス部材の中間に節点を設けると構造が不安定になってしまうため、部材の中間に荷重をかけるための節点を設ける場合はラーメン部材を使う必要があります。

またトラス部材には前述のように軸力しかかかりませんので曲げモーメントやせん断力もかからず断面の向きも関係ありませんがラーメン部材には曲げモーメントやせん断力がかかるので一般の鋼材のように断面の向きで強度が異なる材料の場合は断面の向き（＝部材座標と部材回転角の関係）が重要な設定項目になってきます。

では今までのトラス構造の計算例をBのようなトラス部材とラーメン部材が混在した例に変更してみましょう。

まず Tutorial03.KP12 を読み込んで [材料・断面性能] のタブを開き [全てトラス部材] のボタンを再度クリックして [全てトラス部材] を解除しておきます。



[全てトラス部材] を解除すると材料番号1と2の両方がラーメン部材となりますので [>] ボタンをクリックして材料番号2を表示します。

材料番号2を表示したら断面性能表示欄の一番下にあるトラス部材の行をクリックしてします。この行はクリックする毎に [トラス部材とする] > [ブレース材 (圧縮無効)] > [適用はここをクリック] > [トラス部材とする]・・・と変わりますので [トラス部材とする] を表示しておきます。なお [ブレース材] については後で説明します。

フレーム12 - 平面 - [Tutorial03.KP12]

ファイル(F) 環境設定(C) 表示(V) 計算履歴(H) 連続計算(B) 視点プリセット(S) ツール(T)

新規 開く 保存 取込 UNDO REDO 設定Q プレビュー 計算実行(G) リアルタイム 移動 拡張 回転 前画面 全表示 印刷P PDF BMP CSV HTML DXF CAD COPY EXL

入力データ | 計算結果 | 材料集計 | 計算条件設定 | 表示切替 | 節要 | 材荷 | 全部 | 断質 | 注寸 | Rf Rm δ Fx My Mz Sy Sz Mk Ac

節点・支持 | パネ支持・柱脚 | 強制変位 | 接合設定 | 構造要素 | 荷重パターン: 1

材料・断面性能 | 荷重パターン条件 | 質量・注目フラグ

材料名称(2/200) 2

材質 標準(ローカルマシン)

材質グループ名称 構造解析一般

材質 SS330 一般構造用圧延鋼 1種

縦弾性係数(N/mm<sup>2</sup>) 206000 ポアソン比 0.3 密度(g/cm<sup>3</sup>) 7.86 付加質量(kg/m) 0

基準強さ(N/mm<sup>2</sup>)

引張り	圧縮	曲げ	せん断	ねじり
333	333	333	260	223

材料No 2

断面形状 等辺山形鋼

サイズ 50x50x5

断面積(mm<sup>2</sup>) 480.2

断面2次モーメントIyB(mm<sup>4</sup>) 111000

断面2次モーメントIzB(mm<sup>4</sup>) 111000

有効断面2次モーメントIyB'(mm<sup>4</sup>) 3958

最小断面2次半径ie(mm) 9.76

断面係数ZyB(mm<sup>3</sup>) 3080

断面係数ZzB(mm<sup>3</sup>) 3080

有効断面係数ZyB'(mm<sup>3</sup>) 792

トラス部材 トラス部材とする

形状選択

全てトラス部材

使用部材強調表示

トラス部材色分表示

部材引込色分表示

個別部材削除

一覧表 EXL出力

ここをクリックする

材料番号2を表示する

ではこれで計算してみましょう。

フレーム12 - 平面 - [Tutorial03.KP12]

ファイル(F) 環境設定(C) 表示(V) 計算履歴(H) 連続計算(B) 視点プリセット(S) ツール(T)

新規 開く 保存 取込 UNDO REDO 設定Q プレビュー 計算実行(G) リアルタイム 移動 拡張 回転 前画面 全表示 印刷P PDF BMP CSV HTML DXF CAD COPY EXL

入力データ | 計算結果 | 材料集計 | 計算条件設定 | 表示切替 | 節要 | 材荷 | 全部 | 断質 | 注寸 | Rf Rm δ Fx My Mz Sy Sz Mk Ac

変位・反力 | モーメント・応力・座屈 | 個別要素・通り別 | 材料別詳細 | 荷重パターン: 1

最大曲げモーメント(N・mm) 142500 1 発生

最大曲げ応力(N/mm<sup>2</sup>) 3.8 1 要素

最小曲げ応力安全率 87.63 1 No

最大せん断力(N) 278.6 1 発生

最大せん断応力(N/mm<sup>2</sup>) 0.2351 1 要素

最小せん断応力安全率 1106 1 No

詳細表示

かま幅/セット (軸力・応力は+が圧縮)

要素	節点	材料	曲げモーメントMyB	曲げ応力σyB	σyB安全率
1	1	1	-142500	-3.8	87.63
1	2	1	136100	3.63	91.72
2	2	1	136100	3.63	91.72
2	3	1	-104300	-2.782	119.7
3	1	1	-64370	-1.717	114.0
3	4	1	37870	1.01	323.8
4	2	2	トラス部材	-	-
4	4	2	トラス部材	-	-
5	2	2	トラス部材	-	-
5	5	2	トラス部材	-	-
6	4	1	37870	1.01	323.8
6	5	1	1129	0.0301	1106.0
7	3	2	トラス部材	-	-
7	5	2	トラス部材	-	-
8	3	2	トラス部材	-	-
8	6	2	トラス部材	-	-
9	5	1	1129	0.0301	1060.0
9	7	1	-13110	-0.3495	952.8
10	6	1	-13110	-0.3495	952.8
10	7	1	-29090	-0.7758	429.2
11	3	1	-104300	-2.782	119.7
11	7	1	29090	0.7758	429.2

計算が終了したら[モーメント・応力・座屈]のタブを開いて曲げモーメントを見てください。

材料番号 1 の要素には曲げモーメントが発生してラーメン部材であることが分かります。  
また材料番号 2 の要素にはトラス部材と表示されています。

このように材料番号毎にトラス部材にするかどうかの設定ができますのでラーメン部材とトラス部材が混在した構造物でも簡単に計算できるのが分かると思います。

この例はラーメン部材とトラス部材の混在した計算例を示したものでラーメン部材を使う上で重要な断面の向きの設定については次から簡単なラーメン構造の例として門形ラーメンを新規に作っていきその中で説明していきます。

なおこのデータはサンプルフォルダに右下に示すファイル名で入っていますので参考にしてみてください。

(Tutorial05.KP12)

---

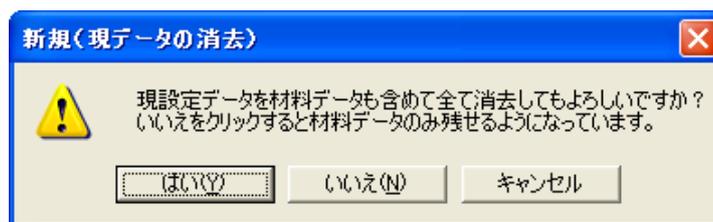
トラス構造とラーメン構造について 終了

#### ◇簡単なラーメン構造の計算

##### ●STEP 1 (作業領域設定)

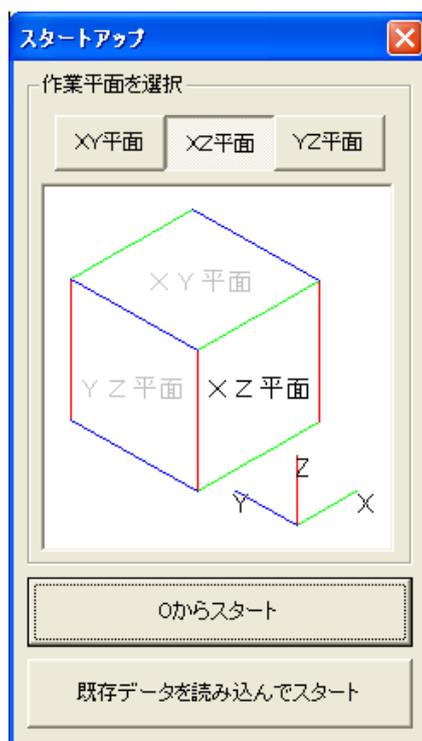
ここではトラス構造で説明したイメージを使った処理で新規にラーメン構造を設定していきます。

既存の設定が残っている場合は[新規]ボタンをクリックすると次のメッセージが表示されますので[はい]をクリックして現設定データを材料データも含めて全て消去しておきます。



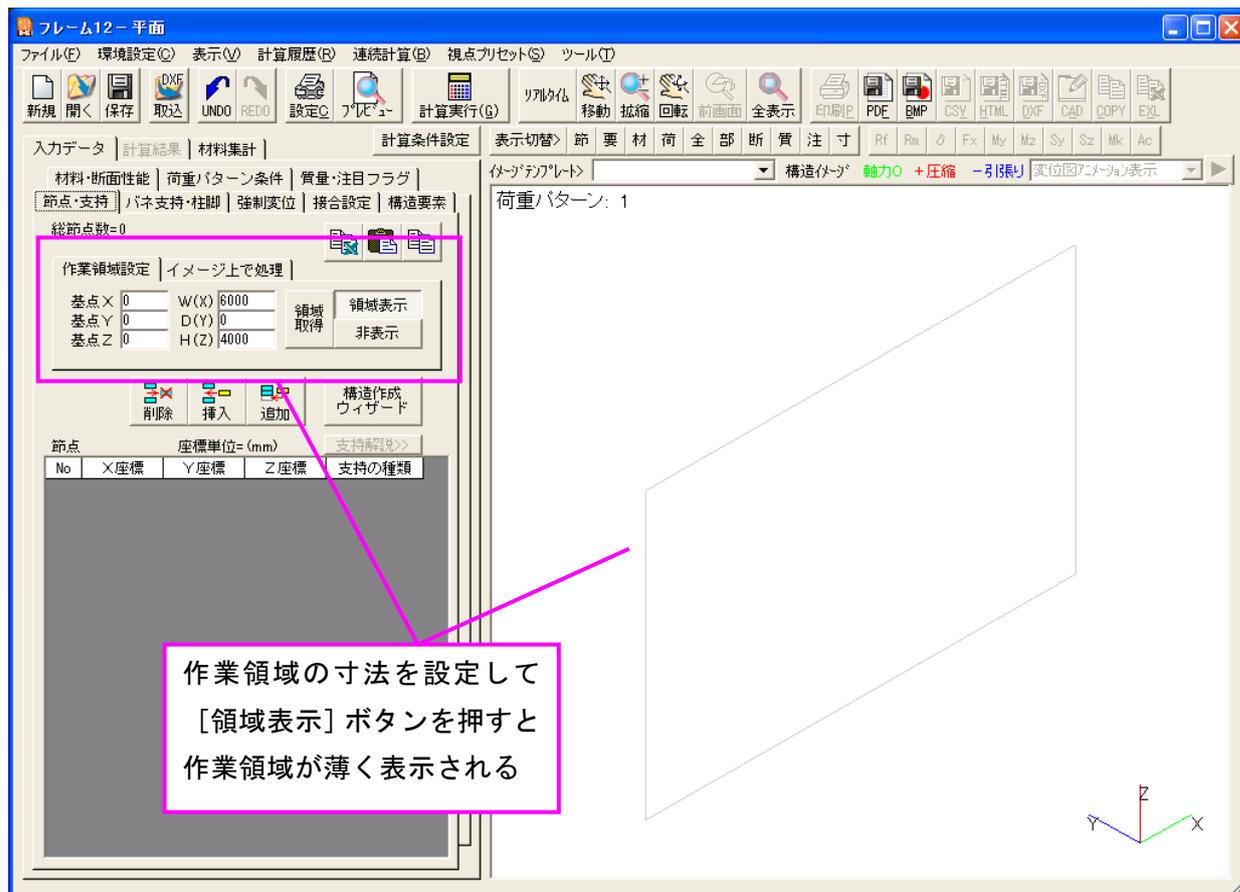
ここで[いいえ]ボタンをクリックすると材料データのみ残せるようになっていますので材料に変更がない場合は[いいえ]をクリックします。既存のデータと同じ材料データを使う場合は一旦そのデータを読み込んでから[新規] > [いいえ]で材料データを残してから作業すると材料データを再設定する必要がなく効率的に作業が行えます。特に使っている材料データの数が多く場合は便利なので覚えておくと良いでしょう。

[キャンセル]ボタン以外をクリックすると次のスタートアップメニューが表示され作業平面の変更が可能になっています。



コマンドを新規に起動した場合もこのスタートアップメニューが表示されますので作業平面に [XZ平面] を選択し [0からスタート] ボタンをクリックします。

次に [節点・支持条件] のタブにある [作業領域設定] タブを開きます。今から作成する門形ラーメンは幅 6 m、高さ 4 m を考えていますので作業領域の W (幅) に 6000, D (奥行き) は 0、H (高さ) に 4000 を入力します。なおこの単位は節点座標と同じ単位になっています。作業領域の基点は 0, 0, 0 のままで [領域表示] ボタンを押して設定した領域を表示しておきます。



次に [イメージ上で処理] のタブを開いてスナップピッチに500を入力しておきます。では実際に節点をイメージ上で設定してみましょう。

## ●STEP 2 (節点・支持条件の設定)

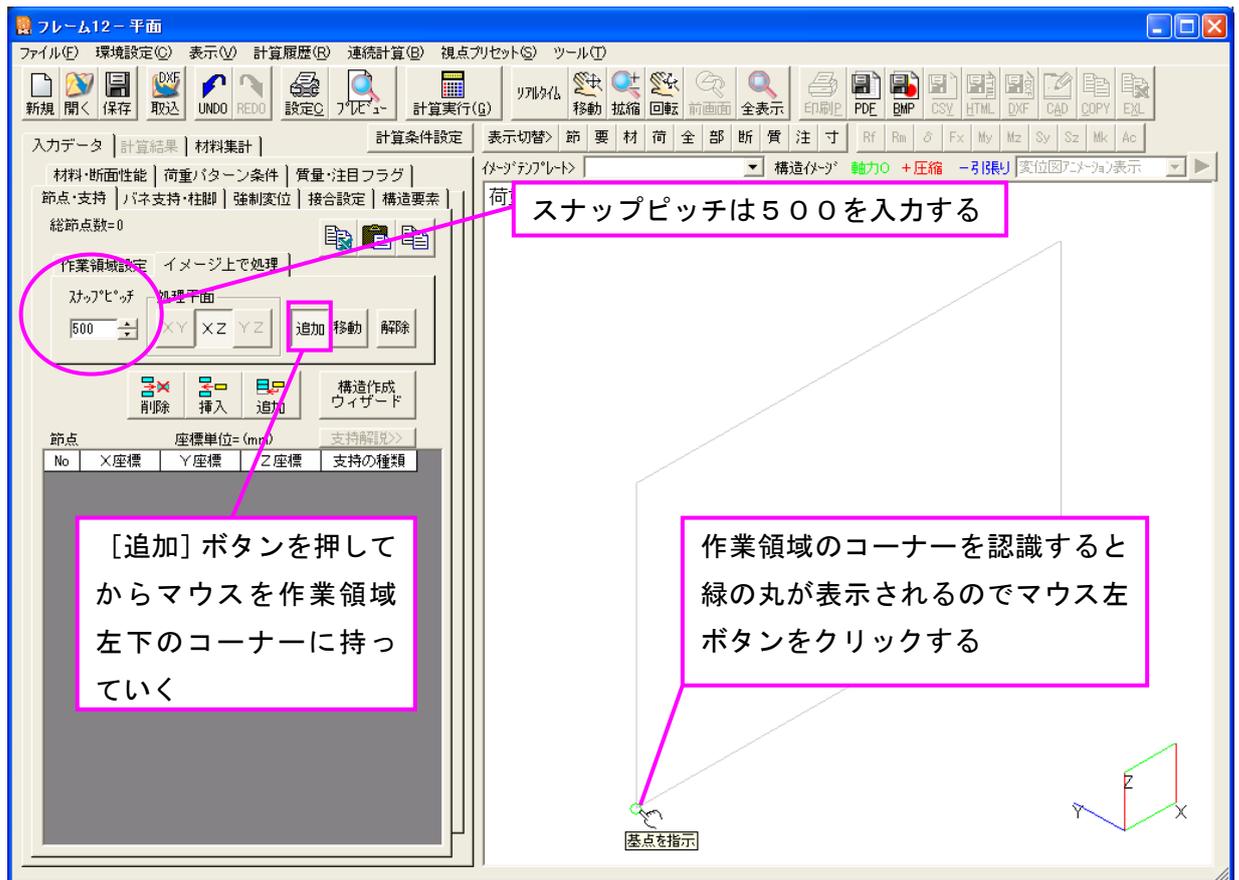
続いてマウスを使ってイメージ上で節点・支持条件を設定していきます。

[イメージ上で処理] のタブを開きこのタブにある [追加] ボタンを押しておきます。

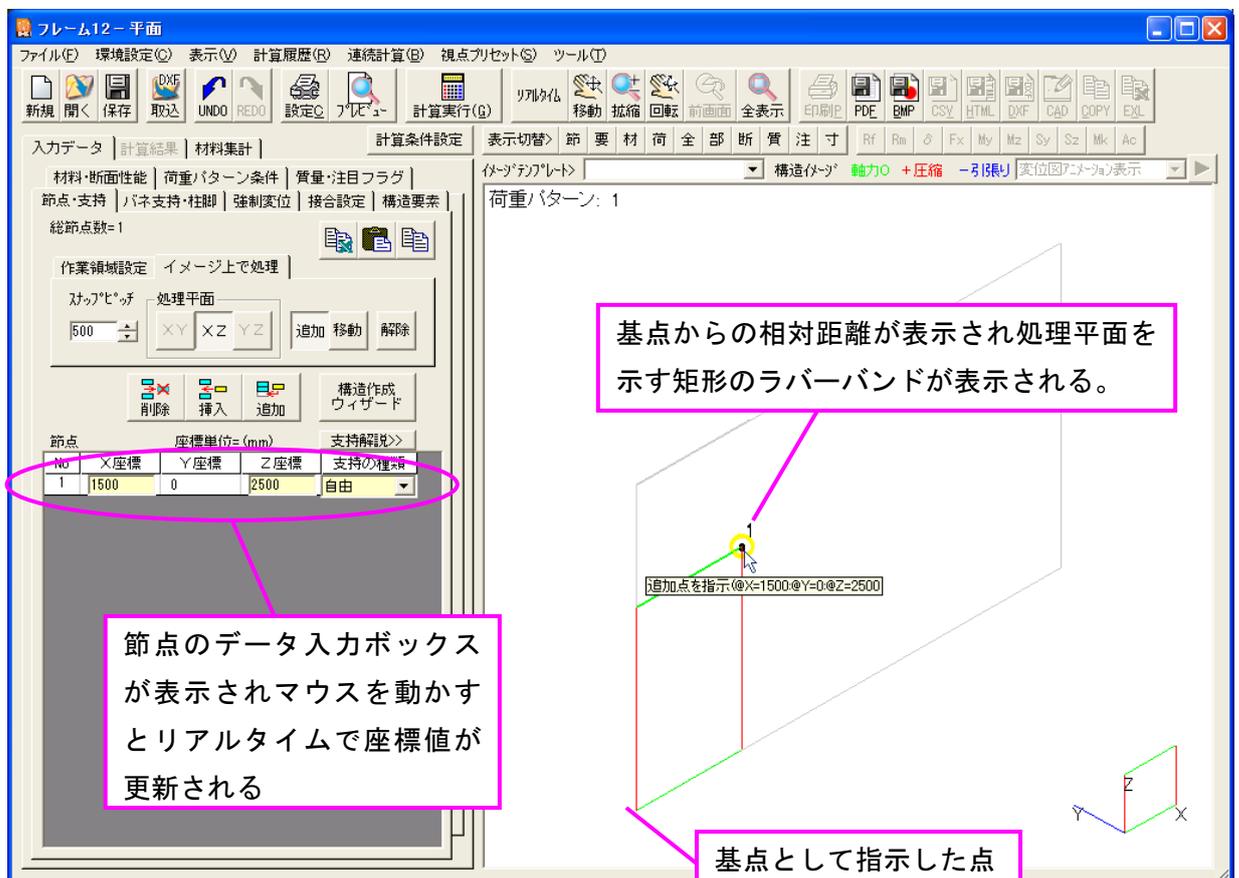
次にマウスをイメージ上に持っていき基点を指示します。基点は既存の節点か作業領域が表示されている場合は作業領域の各コーナーを取得することができます。

新規で既存の節点がない場合は作業領域のコーナーを基点としますので左下のコーナーを基点として取得します。

なおこのコーナーが作業領域の基点にもなっています。



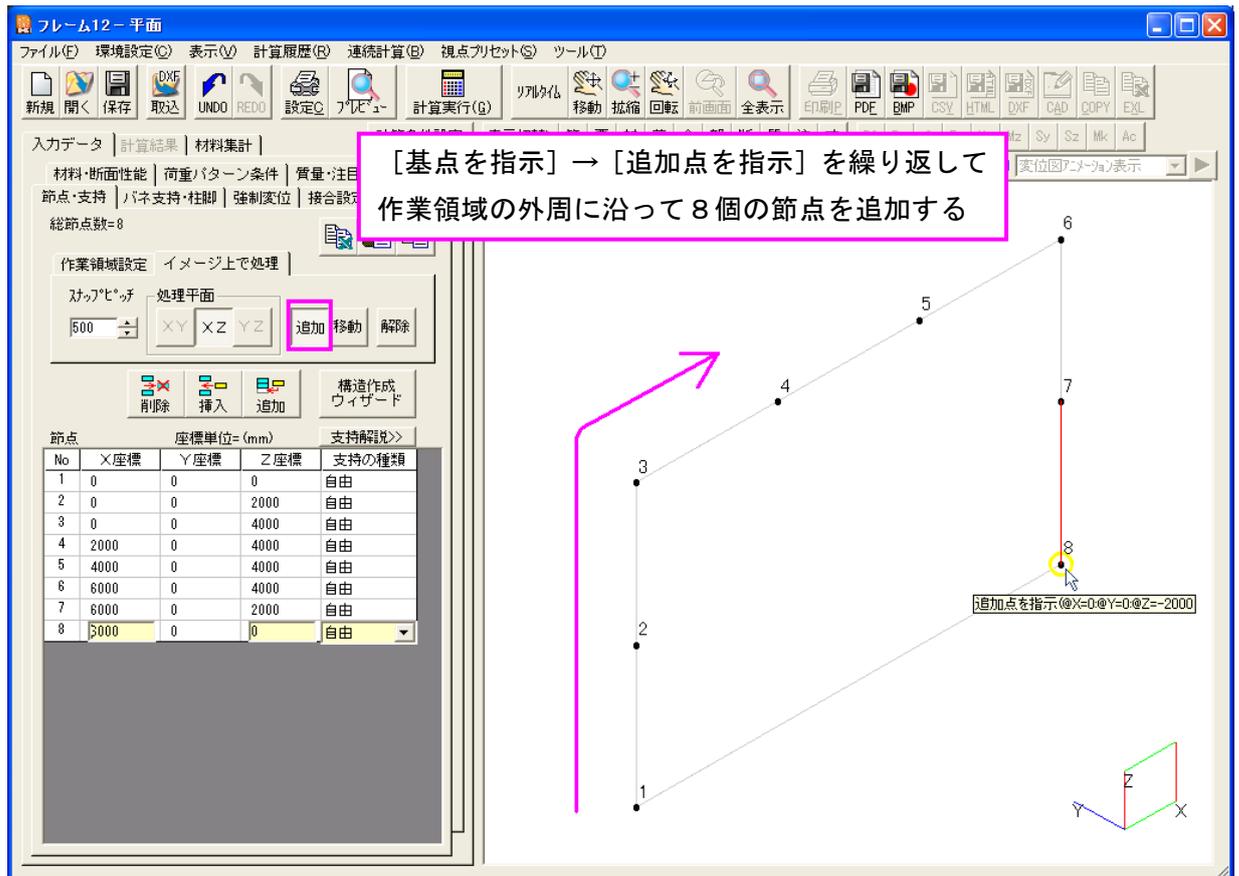
基点として取得可能な点（ここでは作業領域のコーナー）を認識すると緑の丸が表示されますのでマウス左ボタンをクリックするとそこが基点となります。



基点を指示したら一旦マウス左ボタンを離してマウスを移動させると基点から処理平面を示す矩形のラバーバンドが表示され、マウスアイコンの下に基点からの相対距離が表示されます。

また節点のデータ表示欄にはデータ入力ボックスが表示されマウスを動かすとリアルタイムで座標値が更新されます。

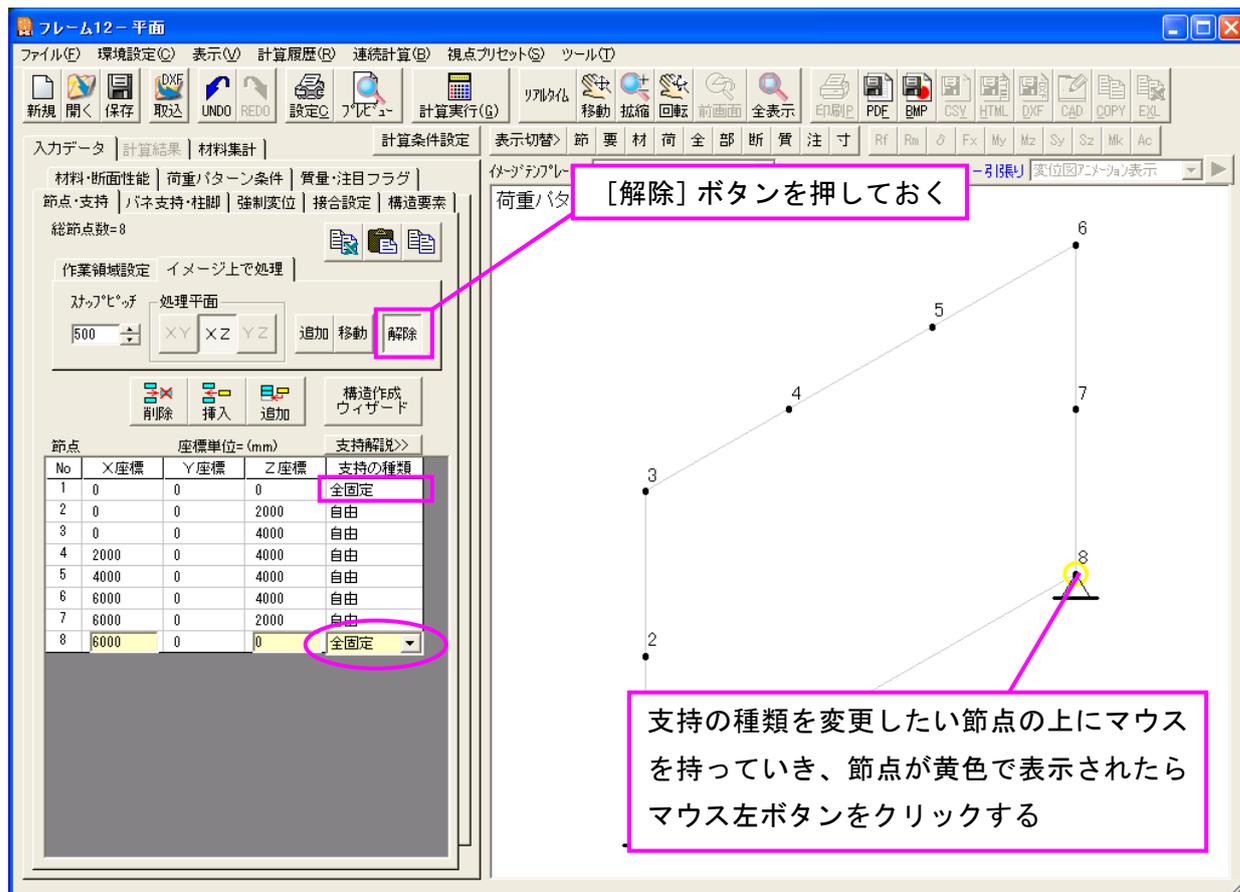
ここでは基点として指示した点に節点を追加したいので基点と同じ点を指示します。



同様の操作で [基点を指示] → 相対距離、座標値を確認して [追加点を指示] を繰り返して節点を指示していきます。当初の予定では幅6m、高さ4mの門形ラーメンでしたので外周に沿って2m間隔で8個の節点を設定します。

節点を追加したら [イメージ上で処理] のタブにある [解除] ボタンを押しておきます。イメージ上でマウス右ボタンでも解除できます。

次に支持の種類も選択しておきますがこれもイメージ上でマウスを節点の上に持っていき節点の●イメージが黄色で表示された状態でマウス左ボタンをクリックするとデータ表示欄のその節点の行にデータ入力ボックスが表示されます。

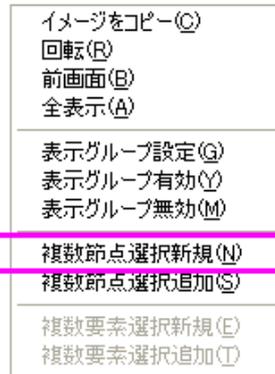


マウスで節点をクリックしてデータ入力ボックスを表示させた場合は支持の種類のリストボックスにフォーカスが移っているのでキーボードの上下の矢印キーやマウスのホイールを回しても支持の種類を選択・変更ができるようになっています。

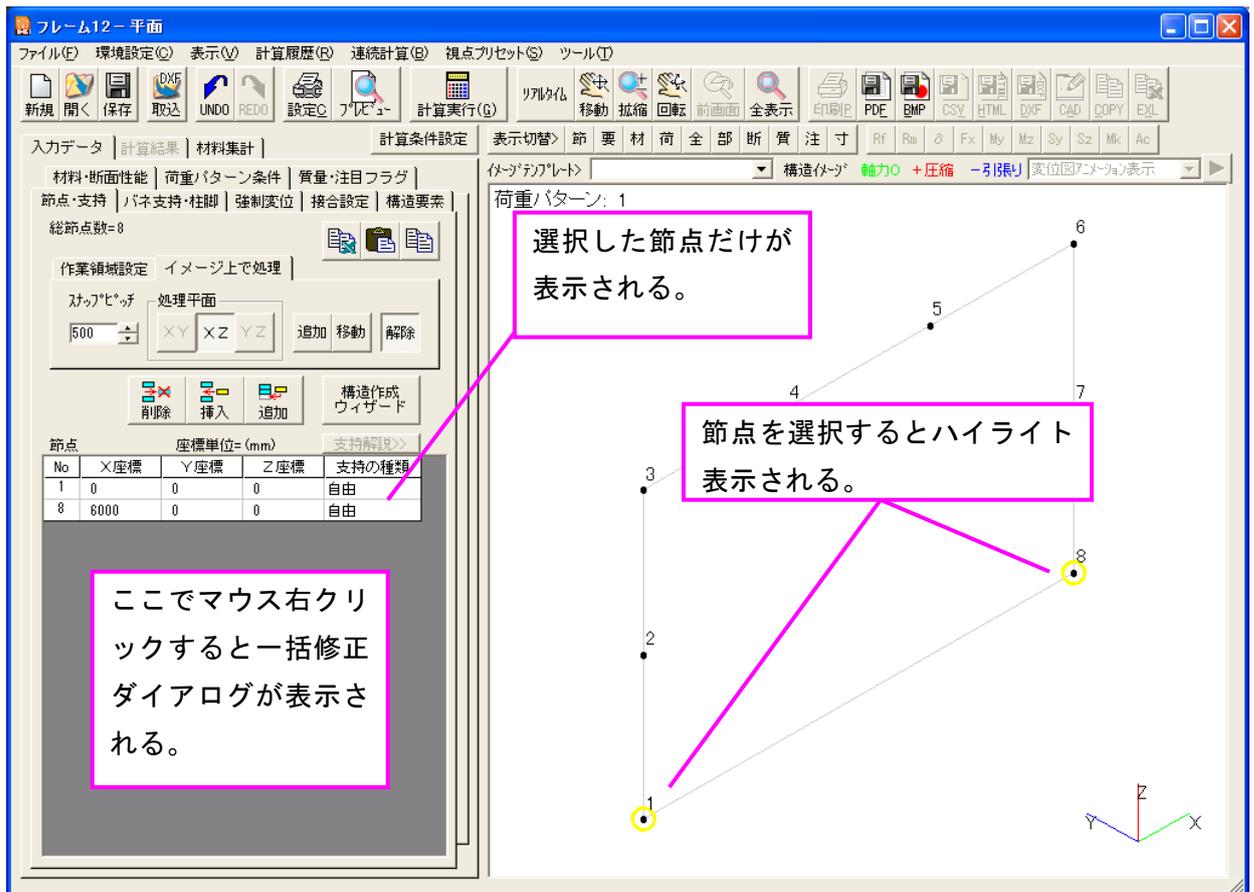
ここでは節点1と節点8の支持の種類に「全固定」の支持条件を設定します。なおラーメン部材の場合の「全固定」は回転も含めて全て固定されるようになります。トラスのようにピン固定したい場合は「ピン支持」を選択してください。

このように「節点・支持条件」の設定では作業領域を活用することによりマウスだけで作業ができるようになっており、マウスの操作に慣れれば効率的な作業が可能になります。

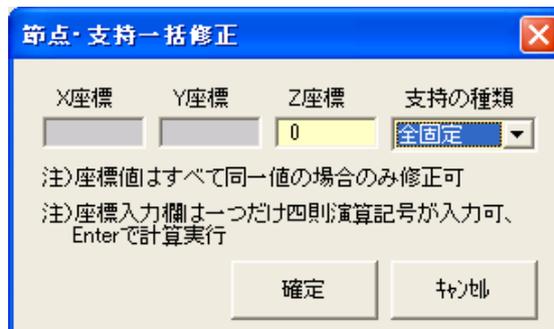
また「フレーム構造解析11」から追加された複数節点選択機能を使って支持条件を設定することもできます。イメージ上でマウス右クリックしてポップアップしたメニューから「複数節点選択新規」をクリックします。



次にまだ支持条件を設定する前の状態で節点1と節点8をマウス左ボタンで選択したものを示します。選択された節点はハイライト表示され、その節点だけが設定欄に表示されます。



ここで節点・支持条件の設定欄でマウス右クリックすると次に示す一括修正ダイアログが表示されます。



ここで支持の種類に「全固定」を選択して「確定」ボタンをクリックすると節点1と節点8に全固定の支持条件が設定されます。

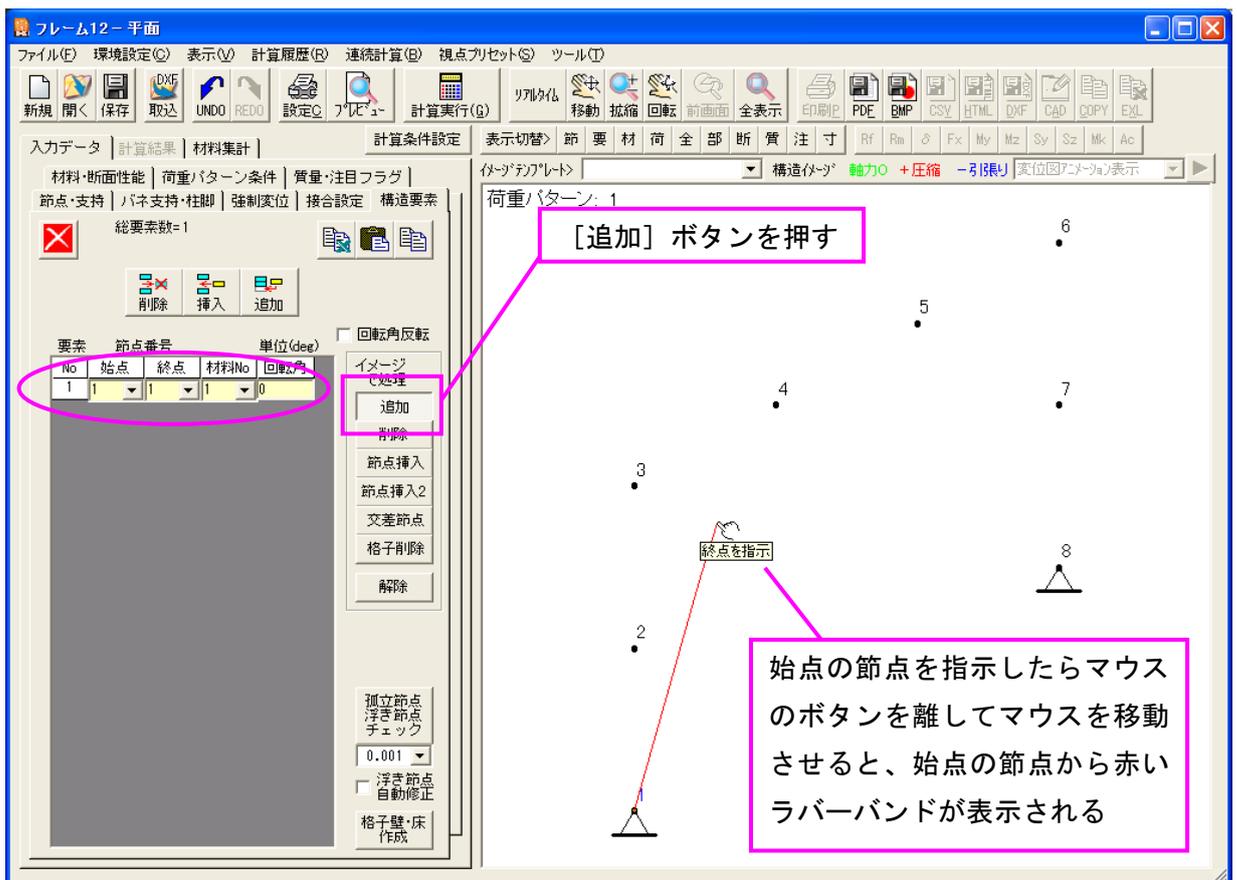
今回は節数が少ない例なので一つ一つ設定してもあまり手間は変わりませんが節点数が多い場合はこちらの方が効率的に作業できると思いますので試してみてください。

イメージ上でマウス右クリックすると複数節点選択は解除されます。なおポップアップの「複数節点選択追加」をクリックすると既に変更した節点に新しく別の節点を追加することができ、逆に既に選択済みの節点を選択すると選択の解除もできるようになっています。複数節点選択機能は「節点・支持」以外にも節点単位に設定する「集中荷重」「モーメント荷重」「質量・注目フラグ」でも同様に使えます。

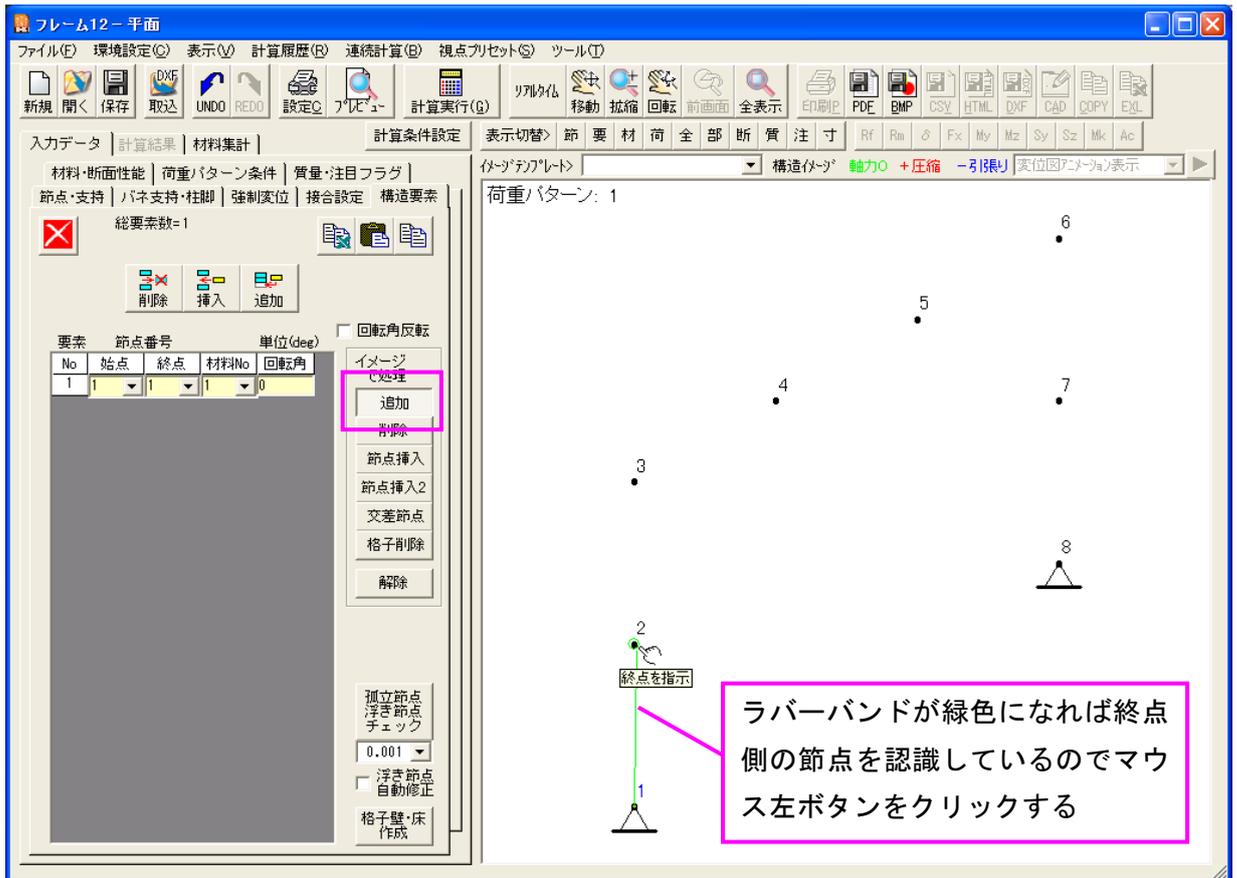
### ●STEP 3（構造要素の設定）

次にマウスを使ってイメージ上で構造要素を設定していきます。「構造要素」のタブを開いてイメージで処理の「追加」ボタンを押しておきます。

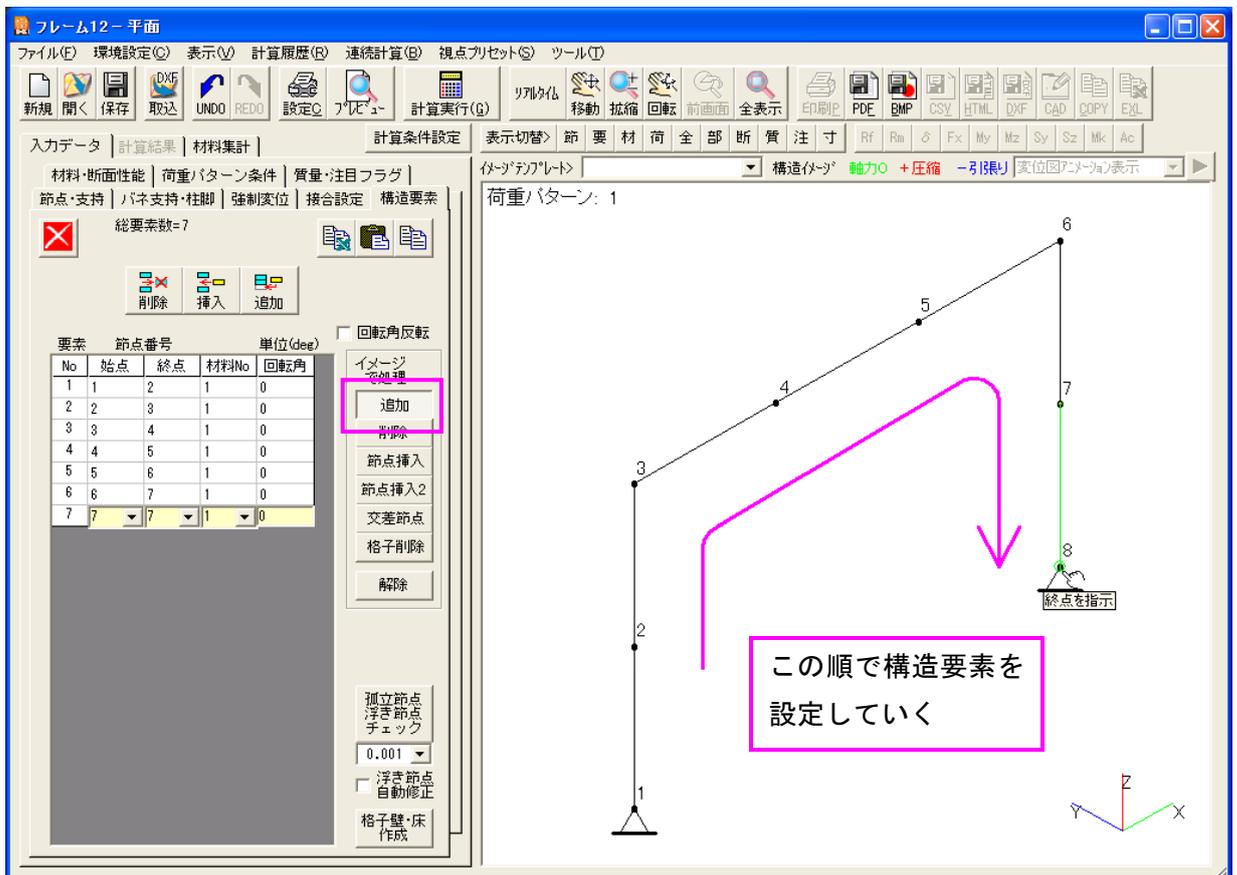
続いて節点1の上にマウスを持っていき緑の丸が表示されたらマウス左ボタンをクリックします。



節点を認識すると構造要素のデータ入力ボックスが表示され始終点の節点番号に1が入ります。始点の節点を指示したらマウスのボタンを離してマウスを動かすと始点の節点からマウスに向かって赤いラバーバンドが表示されますので終点となる節点2の上にマウスを移動します。



節点2に緑の丸が表示されラバーバンドの色が緑色に変わったら終点側の節点2を認識していますのでその状態でマウス左ボタンをクリックします。これで節点1-2に構造要素が設定されました。同様の操作で2-3、3-4、・・・と構造要素を設定していきます。



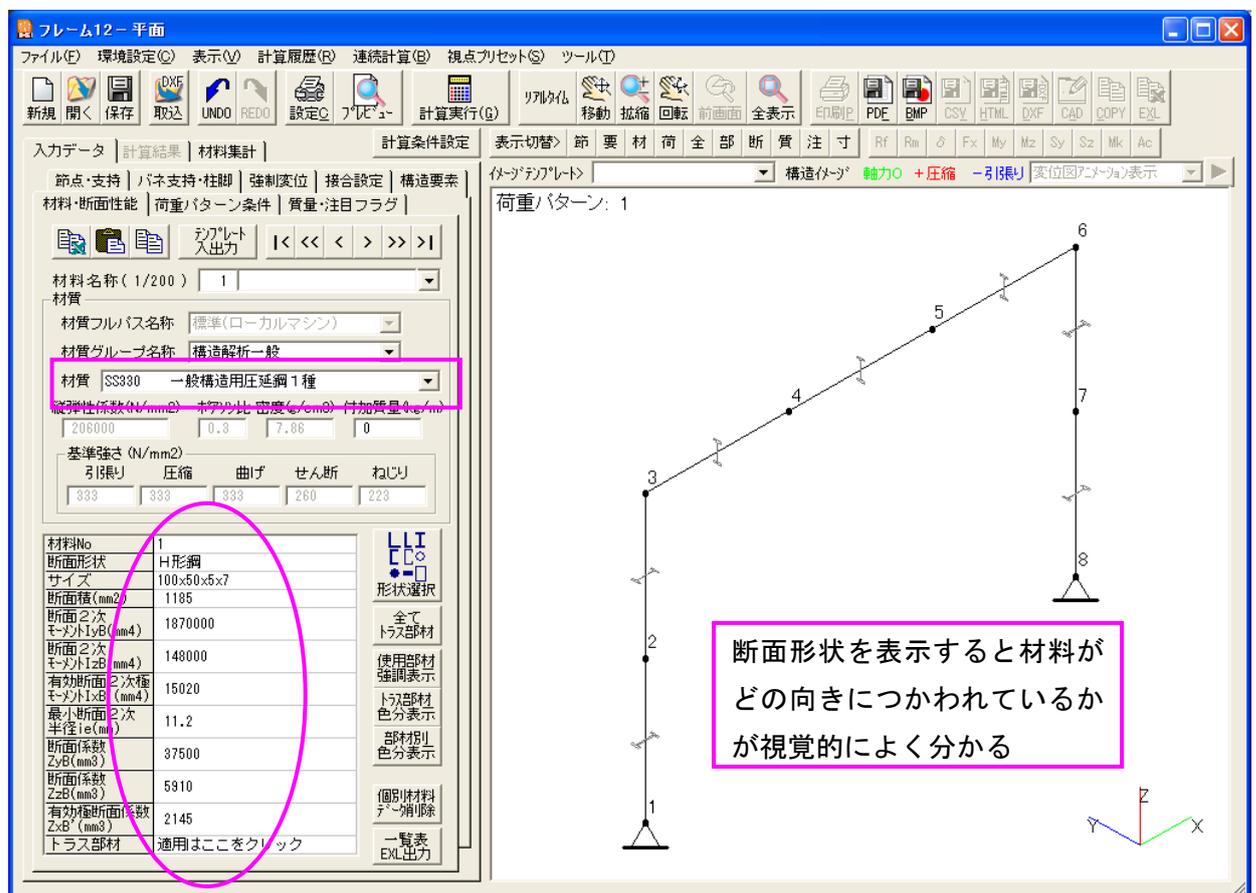
構造要素を設定する際は必ずしもこの順でなくてもかまいませんが最初に間違っ節点1-3に要素を設定してしまうとイメージでは節点2は要素上にあるように見えてしまいますがこの要素とは離れた独立した節点として扱われますので注意が必要です。

[孤立節点・浮き節点チェック] ボタンをクリックするとイメージ上は要素上にあっても離れている(浮いている)節点をチェックすることができますので必要に応じてチェックしてみてください。

#### ●STEP 4 (その他の設定と計算結果)

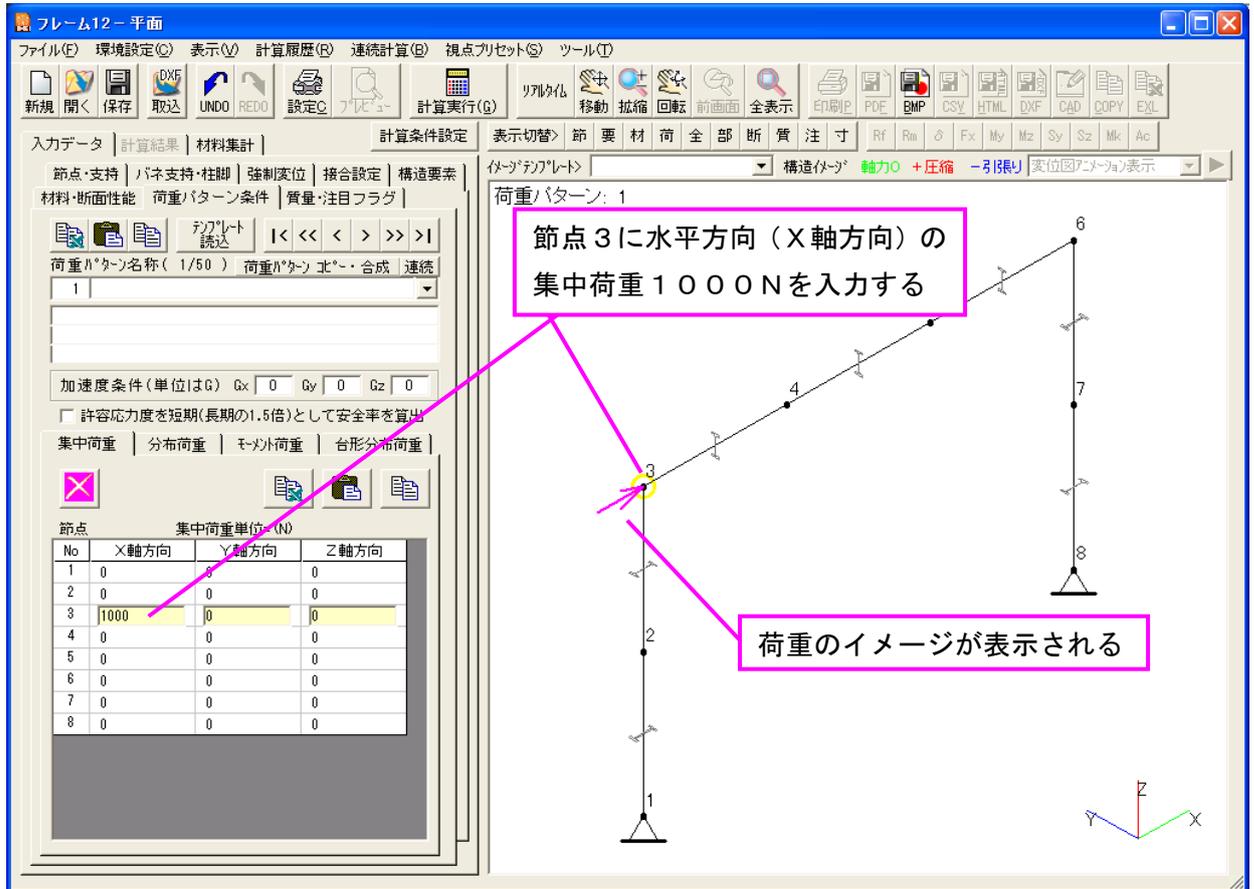
次に[材料・断面性能]のタブを開いて使用する材質、断面形状を選択します。材質はデフォルトの[SS330]とし断面形状にもトラス構造と同じ[H形鋼]を選択しておきます。

形状選択の操作についてはトラス構造の説明を参照してください。



トラス構造のところでも説明しましたがラーメン部材には曲げモーメントやせん断力がかかるので断面の向きが重要な設定項目になります。この例では作業平面が[XZ平面]なので部材回転角がデフォルトの0°で従来の“使用する向き”でいうと[X(縦)]になります。プルダウンメニューの[表示] > [断面形状] > [自動縮尺]を選択して断面形状を表示してみます。イメージ表示枠の上にある[断]ボタンでも断面形状の表示を切り換えることができクリックする毎に[自動縮尺] > [縮尺無し] > [非表示] > [自動縮尺]・・・というように表示が切り替わっていきます。

次に [荷重パターン条件] のタブを開きさらに [集中荷重] のタブで集中荷重を設定してみます。



集中荷重を設定したい節点の行をクリックしてデータ入力ボックスを表示させて集中荷重を入力します。

従来の2次元の [構造解析6] では荷重の方向を“垂直方向”や“水平方向”としていましたが [フレーム構造 - 平面] では全体座標系で表示されています。作業平面が [XZ平面] では従来の“垂直方向”は全体座標のZ軸マイナス方向となり、“水平方向”はX軸方向となります。

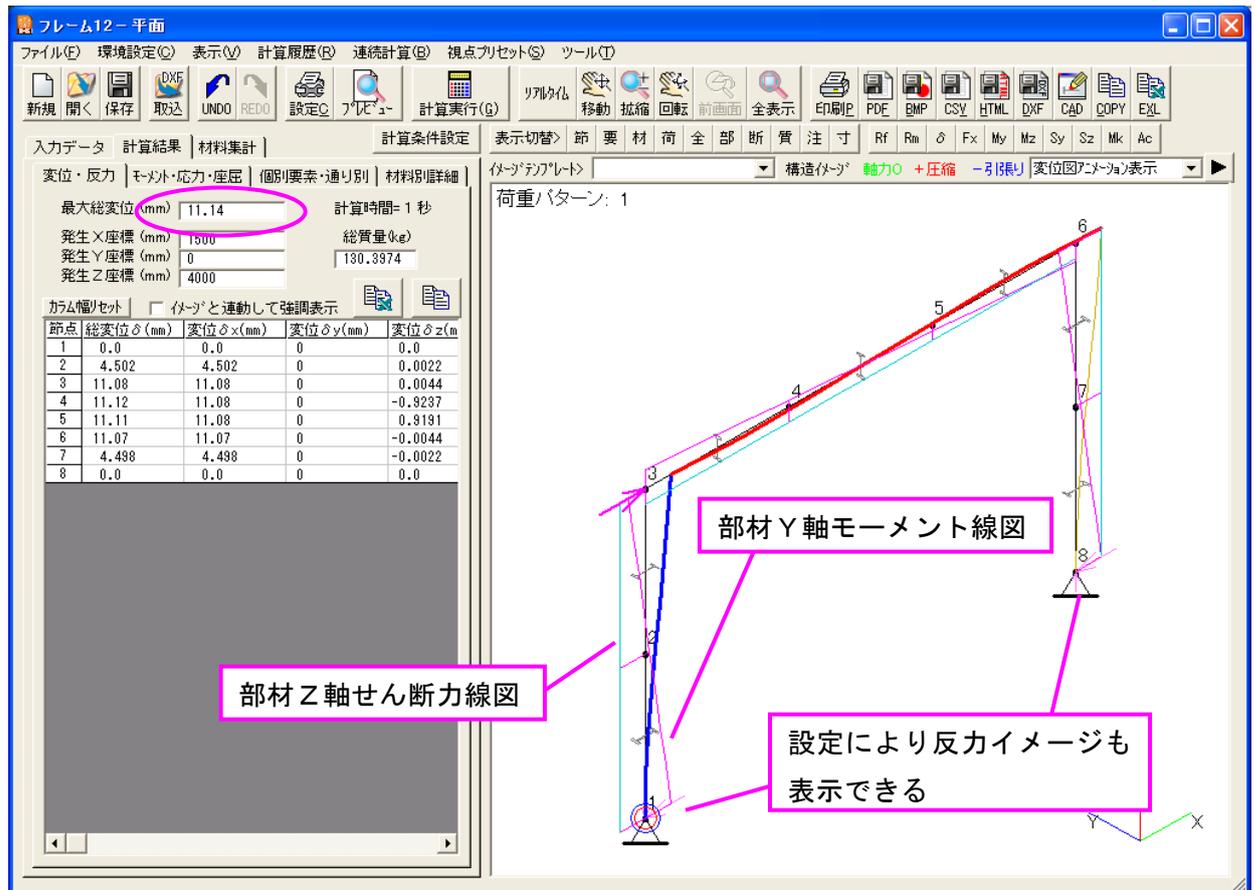
ここでは節点3に水平荷重としてX方向に1000Nをかけてみます。

加速度条件は全て0としてこの条件で [計算実行] ボタンを押して計算してみましょう。

また計算が終了したらプルダウンメニューの [表示] から [部材Y軸モーメント線図] [部材Z軸せん断力線図] をチェックしてこれらの線図も表示してみます。

なお [フレーム構造解析10] からイメージ表示枠の上にある [My] ボタンでも [部材Y軸モーメント線図] が表示でき、クリックする毎にモーメントの値を表示したり、単位を付けて表示することもできるようになっています。

同様にここにあるボタンは計算を実行すると使えるようになり、それぞれのボタンの意味は [Rf] は反力、[Rm] は反モーメント、[δ] は変位、[Fx] は軸力、[M\*] は部材 \* 軸モーメント、[S\*] は部材 \* 軸せん断力、[Mk] はそれぞれの計算結果に項目を付けて表示、[Ac] は表示している計算結果のクリアで、これらのボタンでイメージ表示をワンタッチで切り替えることができ、さらに計算結果もイメージ中に表示できるようになっています。



トラス構造で説明したのと同様に各節点の変位や支持点の反力の計算結果が表示されるとともにイメージにも変形した構造のイメージが表示されます。またイメージ表示条件の設定により支持点に反カイメージも表示できるようになっています。

モーメント線図は軸周り、せん断力線図は軸方向が基準となるのでXZ平面にこれらの線図を表示する場合は基準となる部材座標が異なりますので注意してください。

またトラスと同様に変形した形状はさらに軸力によって色分けされるようになっています。具体的な曲げモーメントや軸力の値、応力値などは[モーメント・応力・座屈]のタブをクリックすると表示されますので各自で確認してみてください。

イメージに表示されている断面形状を見ると2本の柱の向きは荷重の方向に対して曲がりにくい向きに使われていることが分かります。この計算例の最大総変位は約11mmとなっていますが柱の断面の向きを変えたら最大変位がどうなるか次で試してみましょう。

なおこのデータはサンプルフォルダに右下に示すファイル名で入っていますので参考にしてみてください。

(Tutorial06.KP12)

◇断面の向きを変更してみよう。

[入力データ]のタブを開きさらに [構造要素] のタブを開き、分かりやすいように要素番号を表示しておきます。要素番号の表示はプルダウンメニューの [環境設定] → [イメージ表示条件設定] で設定しますがプルダウンメニューの [表示] → [要素番号] をチェックしたりイメージ表示枠の上の [要] ボタンをクリックしても表示させることができます。

ここで要素 1, 2, 6, 7 の部材回転角 (回転角と表示されているカラム、単位は d e g ) を  $90^\circ$  にします。

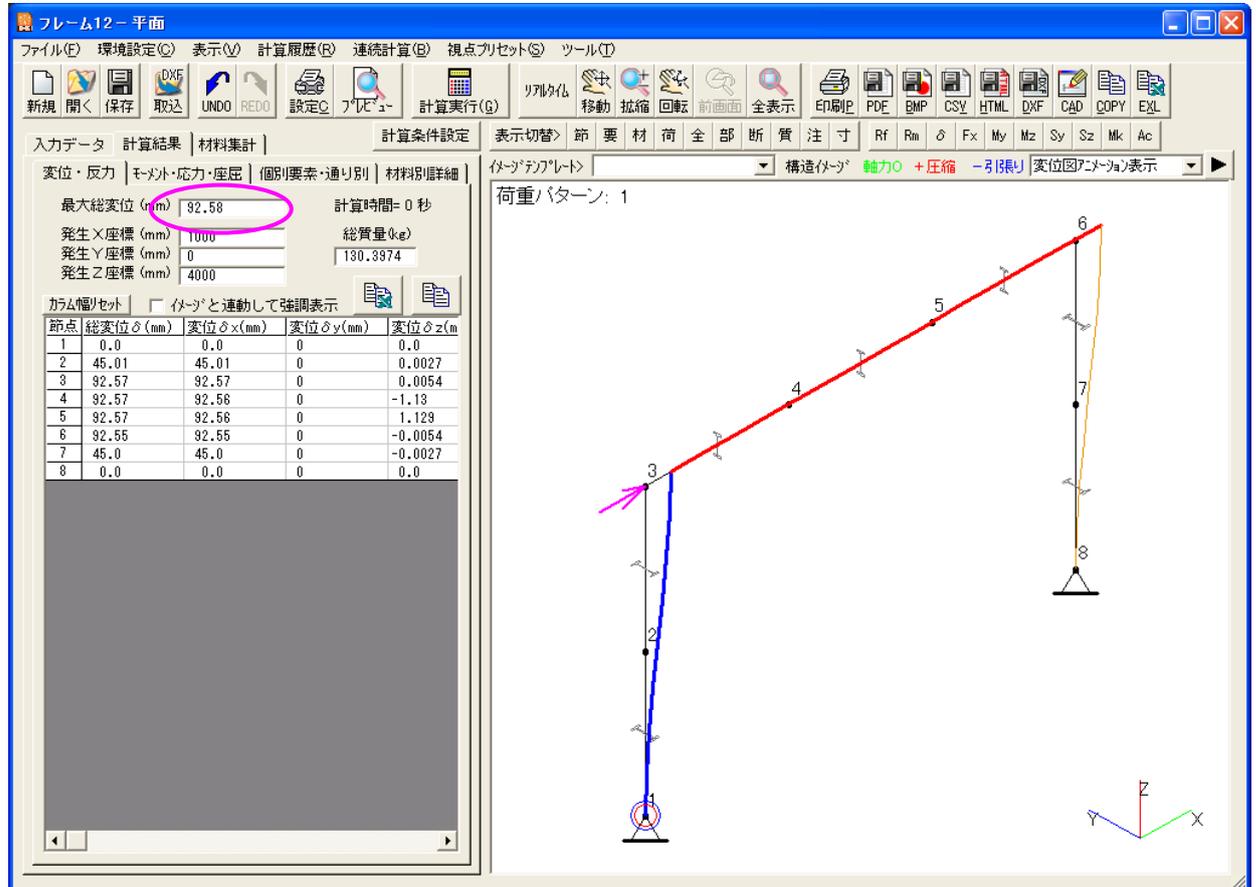
イメージ上で要素をクリックするかデータ表示欄をクリックするとデータ入力ボックスが表示されますのでそこで部材回転角を入力していきます。部材回転角を入力するとリアルタイムでイメージの断面形状も回転するようになっています。

要素 No	始点	終点	材料 No	回転角
1	1	2	1	90
2	2	3	1	90
3	3	4	1	0
4	4	5	1	0
5	5	6	1	0
6	6	7	1	90
7	7	8	1	90

要素 7 の部材回転角にも  $90$  を入力します。作業平面が [X Z 平面] なので部材回転角を  $90^\circ$  とした柱の部分の要素 1, 2, 6, 7 の断面の向きは従来の [構造解析 6] の “使用する向き” でいうと [Y (縦)] になります。水平の梁の部分の断面向きは従来の [構造解析 6] の “使用する向き” でいうと [X (縦)] のままになっていますので [構造解析 6] では断面形状は同じでも向きの違う 2 つの材料を設定して柱と梁で材料番号を分ける必要がありました。

[フレーム構造－平面] では部材回転角を使って断面の向きを設定するので断面形状が同じであれば断面の向きが異なっても使用する材料は1つで設定が可能になっています。

ではこの設定で計算を実行してみましょう。



2本の柱を荷重方向に対して曲がりやすい向きに回転させたため最大総変位が回転前の約11mmから約93mmと8倍以上の変位が発生したことが分かります。

ここまでの計算例は従来の[構造解析6]でも可能でしたが部材の向きが0°でも90°でもなく斜めを向いている場合はどうなるでしょうか？この条件では従来の[構造解析6]では解析できず[立体構造解析]で解析する必要がありました。

では柱の部材回転角を60°に変更してみましょう。

トラス構造のところで説明していますが垂直の部材の部材回転角 $0^\circ$  は部材Z軸が全体座標のX軸マイナス方向となり、回転角は部材X軸方向に向かって右ねじ方向が+となります。

部材X軸方向は始点節点から終点節点に向かう軸方向となります。ここで要素1, 2は全体座標のZ軸プラス方向（上向き）が部材X軸方向となっていますが要素6, 7はZ軸マイナス方向（下向き）が部材X軸方向となっていますので同じ部材回転角 $60^\circ$ としても断面の向きが異なりますので注意してください。

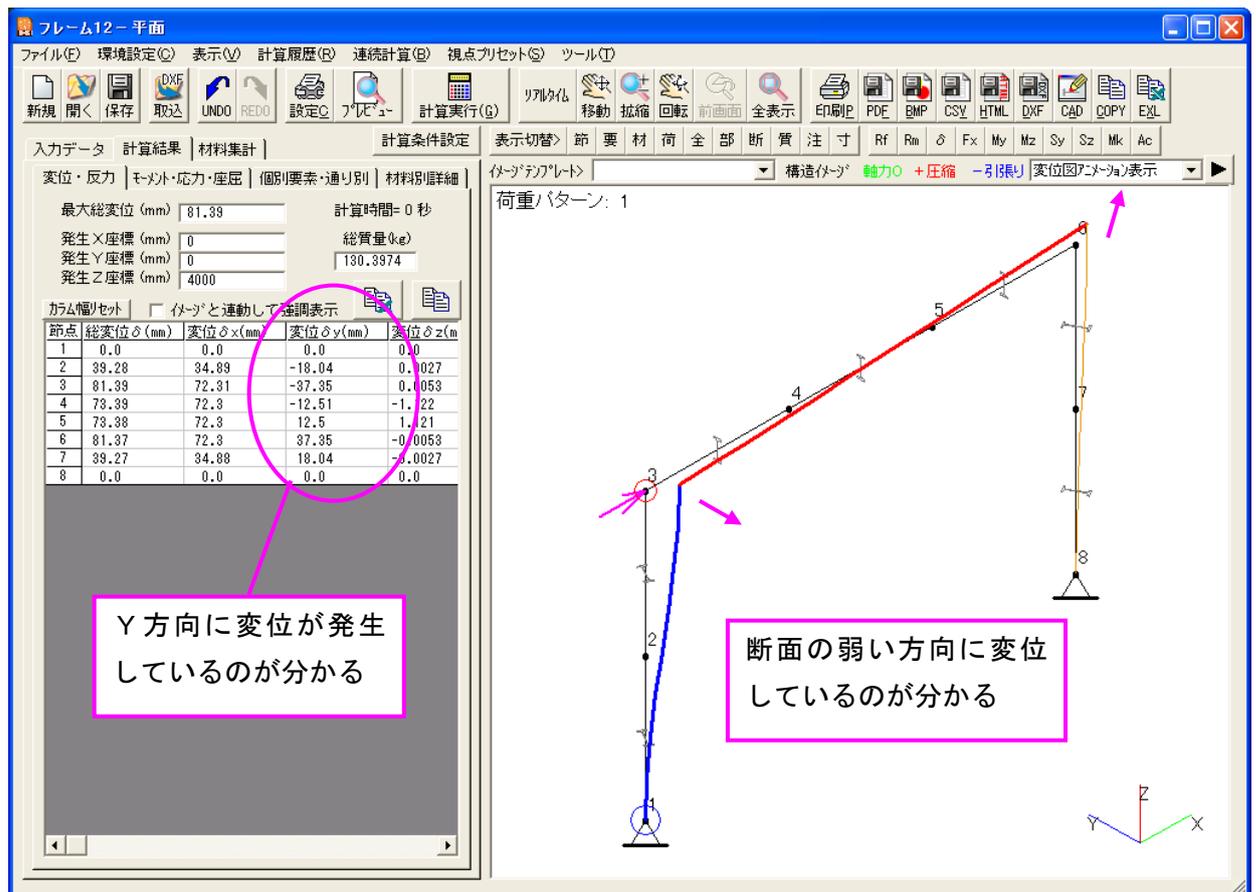
要素6では節点6→7方向が部材X軸方向となるので要素1, 2とは回転する方向が逆になる

要素No	始点	終点	材料No	回転角
1	1	2	1	60
2	2	3	1	60
3	3	4	1	0
4	4	5	1	0
5	5	6	1	0
6	6	7	1	60
7	7	8	1	0

要素1, 2, 6, 7の部材回転角に $60^\circ$ を入力していく

節点2→3方向が部材X軸方向となるので回転角が+の右ネジ方向に $60^\circ$ 回転している

では要素1, 2, 6, 7の部材回転角を $60^\circ$ にして計算してみます。



構造は [X Z 平面] の 2 次元で作られており荷重も X 方向にしかかけていませんが柱の部材回転角を  $60^\circ$  としたため断面の弱い方向が基準軸以外の斜め方向になり、構造としてはその方向へ変形しやすくなるので結果として Y 方向にも変位が発生しています。

この例では X 方向にしか荷重をかけていませんが [フレーム構造 - 平面] では節点座標以外の荷重条件や加速度条件は作業平面でない方向にも設定することが可能ですので部材回転角に関係なく 3 次元の変形が発生する条件でも解析できるようになっています。

この部材座標と部材回転角は従来の 2 次元の [構造解析 6] には無かった考え方なので分かりにくい面もあるかも知れませんが 3 次元の [フレーム構造 - 立体] でも全く同じ考え方で部材を設定していくのでここで理解しておけば 3 次元に移行しても違和感無く作業できると思います。また [フレーム構造解析 12 / 3D] のチュートリアルではさらに事例を増やして部材座標と部材回転角の関係を解説していますのでそちらも参照してください。

なおこのデータはサンプルフォルダに右下に示すファイル名で入っていますので参考にしてみてください。

(Tutorial07.KP12)

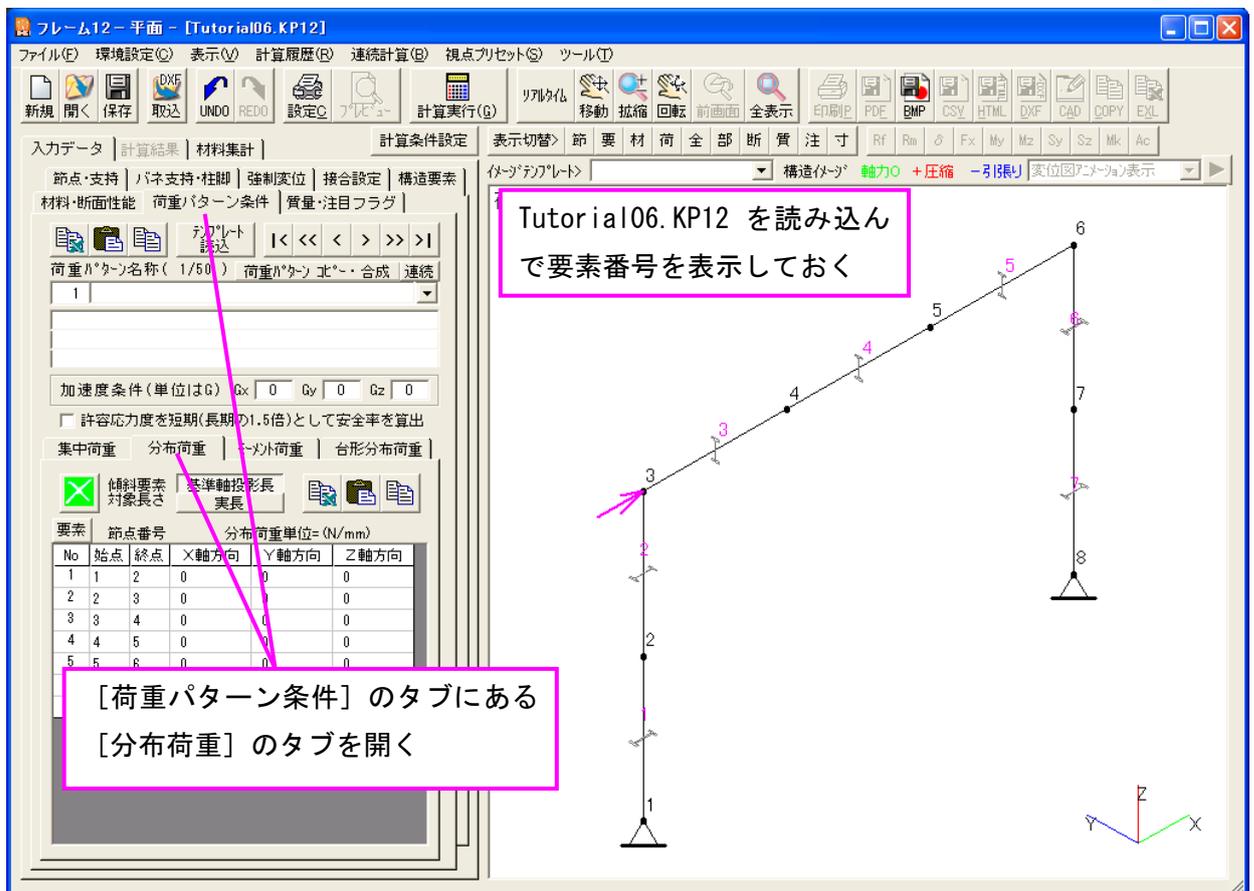
◇分布荷重をかけてみよう。

●STEP 1 (要素番号の表示)

ラーメン部材では曲げの影響も考慮できるので分布荷重もかけることもできます。部材を回転させて設定が分かりにくくなっている場合は元に戻すか Tutorial06.KP12 を読み込んでおいてください。

分布荷重は要素単位で設定するので要素番号を表示しておくとう分かりやすいです。基本的にイメージの表示条件はプルダウンメニューの [環境設定] → [イメージ表示条件設定] で設定しますが既にいろいろと操作してきたようにプルダウンメニューの [表示] → [要素番号] をチェックしたりイメージ表示枠の上の [要] ボタンをクリックしても表示させることができます。

また分布荷重は [荷重パターン条件] タブの [分布荷重] タブで設定しますのでそこを開いておきます。



このタブにある傾斜要素対象長さの [基準軸投影長] と [実長] の選択は傾斜している要素にかけた分布荷重がどの長さを対象としているかの選択になります。

極端な例として垂直 (Z方向) の柱に垂直方向の分布荷重を設定した場合、[基準軸投影長] を選択すると基準軸の X 軸あるいは Y 軸の柱の投影長はどちらも 0 なので要素にかかる総荷重は分布荷重 × 投影長 (= 0) で総荷重も 0 になってしまいます。[実長] を選択すると総荷重 (= 分布荷重 × 柱の長さ) が垂直方向にかかるようになります。

## ●STEP 2 (分布荷重の設定)

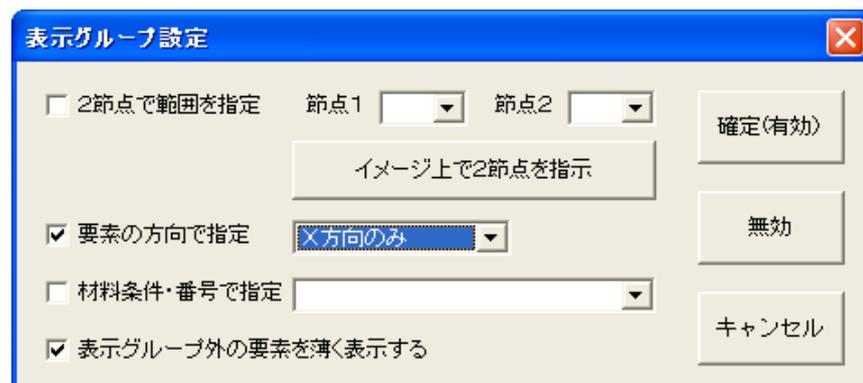
分布荷重のデータ表示欄で分布荷重をかけたい要素の行をクリックするとデータ入力ボックスが表示されますので分布荷重を入力します。

ここでは下向きに分布荷重をかけたいので要素3, 4, 5のZ軸方向の入力欄に-1 (N/mm)を入力します。1つの要素分の長さは2000mmなので要素全体としては2000Nの下向きの荷重がかかることになり、構造全体としては6000Nの荷重となります。

[フレーム構造解析12]では分布荷重のように要素単位に設定するものは先に説明した[複数要素選択機能]が便利ですが今回は水平のほりにだけに分布荷重をかけるのでここでは[表示グループ機能]を使ってみたいと思います。イメージ上で右クリックして次のポップアップを表示します。



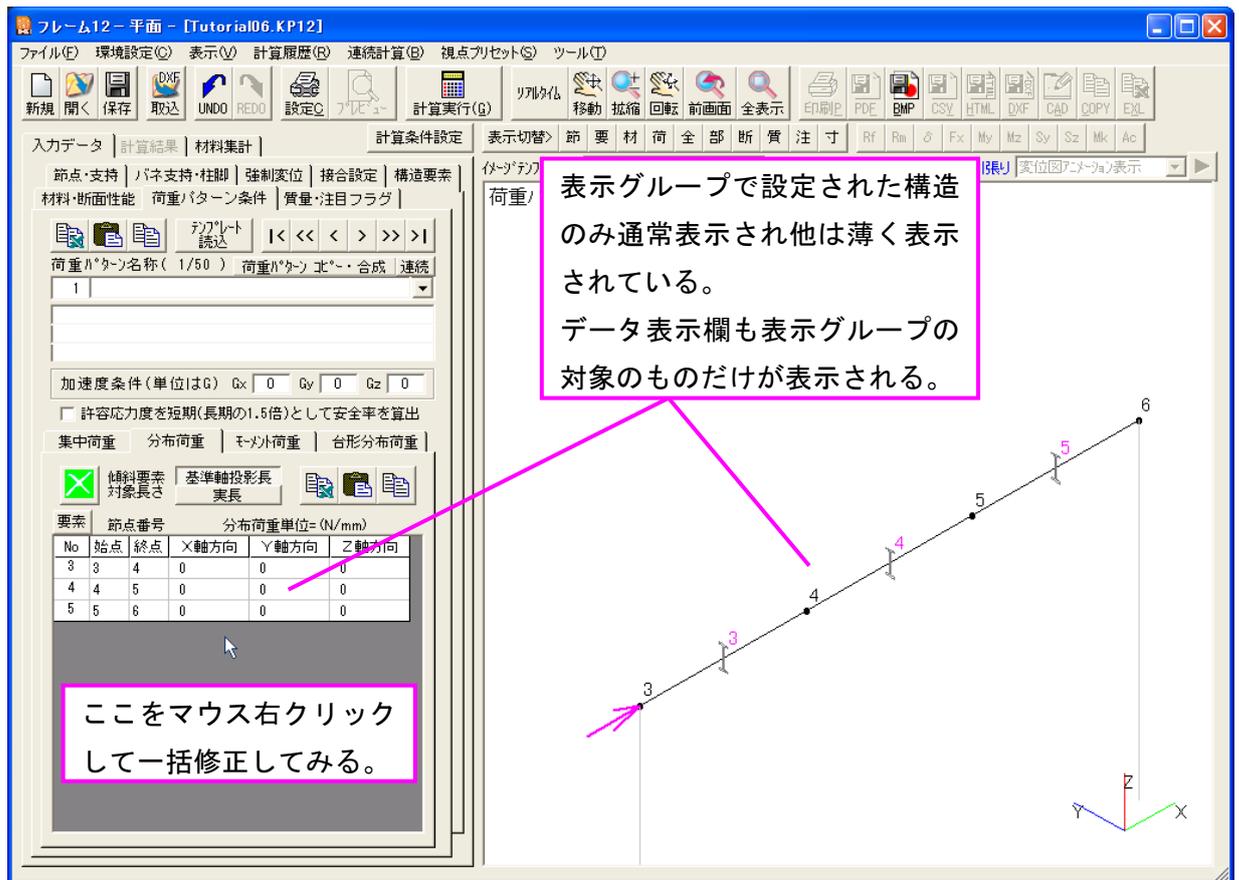
ここで[表示グループ設定]をクリックすると次の表示グループ設定ダイアログが表示されます。



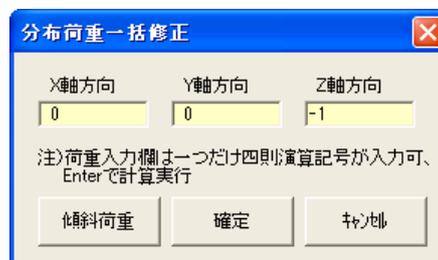
2節点で範囲を指定したい場合は節点1、節点2を選択するとその範囲に含まれる構造が表示グループとなります。イメージ上で2節点を指示して範囲を決めることもできます。

要素の方向で指定したい場合はプルダウンから方向を選択します。今回はX方向のほりに分布荷重をかけるので“X方向のみ”を選択します。材料条件・番号で指定することもできます。“表示グループ外の要素を薄く表示する”をチェックしておく则全体の構造が分かりやすくなります。この条件で[確定(有効)]ボタンをクリックします。

なお左端のチェックが未チェックの場合は節点や要素方向、材料条件等が選択されていても表示グループの対象とはなりませんので注意してください。



ここで分布荷重のデータ表示欄の上でマウス右クリックすると次に示す一括修正ダイアログが表示されますのでZ軸方向を-1とします。



これで[確定]すると表示グループの対象となった要素のみに分布荷重が設定されます。なお今回は関係ありませんがここで[傾斜荷重]をクリックすると次に示す傾斜荷重ウィザードが表示され作用面を選択し荷重値と角度からX Y Zの各方向の分力を求めることができます。



フレーム12 - 平面 - [Tutorial06.KP12]

ファイル(F) 環境設定(C) 表示(V) 計算履歴(R) 連続計算(B) 視点プリセット(S) ツール(T)

新視 開く 保存 取込 UNDO REDO 設定C アプレジャー 計算実行(G) リアルタイム 移動 拡張 回転 前画面 全表示 印刷P PDF BMP CSV HTML DXF DAD COPY EXL

入力データ | 計算結果 | 材料集計 | 計算条件設定 | 表示切替 | 節要 | 材荷全部 | 断質注寸 | Rf Rm δ Fx My Mz Sy Sz Mk Ac

節点・支持 | パネ支持・柱脚 | 強制変位 | 接合設定 | 構造要素  
材料・断面性能 | 荷重パターン条件 | 質量・注目フラグ

傾斜要素対象長さ 基準軸投影長実長

要素	節点番号	分布荷重単位=(N/mm)			
No	始点	終点	X軸方向	Y軸方向	Z軸方向
1	1	2	0	0	0
2	2	3	0	0	0
3	3	4	0	0	-1
4	4	5	0	0	-1
5	5	6	0	0	-1
6	6	7	0	0	0
7	7	8	0	0	0

分布荷重のイメージが表示される

イメージをコピー(C) 回転(R) 前画面(B) 全表示(A) 表示グループ設定(G) 表示グループ有効(Y) 表示グループ無効(M) 複数節点選択新規(N) 複数節点選択追加(S) 複数要素選択新規(E) 複数要素選択追加(I)

表示グループ無効をクリックしてすべての構造を表示しておく

下向きはZ軸マイナス方向なので要素3, 4, 5のZ軸方向に-1を設定する

今回は表示グループの機能を使って一括で設定しましたがデータ表示欄をクリックしてデータ入力ボックスを表示して要素毎に入力してもかまいません。分布荷重の入力欄に値を入力すると分布荷重のイメージが表示されますので間違いがないか確認しておきます。

なお従来の「構造解析6」の「ラーメン構造解析」では分布荷重は垂直分布荷重と水平分布荷重、および要素直交方向分布荷重で入力していましたが「フレーム構造-平面」では要素直交分布荷重はありません。

要素直交分布荷重は要素に対して直交方向に分布荷重をかけるもので主に斜めの部材への設定を目的としていましたが「フレーム構造-平面」では分布荷重も3次元で入力できるようになったことと前述の「傾斜要素対象長さ」の設定が追加されより設定の自由度が上がっているため廃止しています。

### ●STEP 3 (計算実行)

この条件で [計算実行] ボタンをクリックして計算してみます。

この例ではカラム幅を変更して変位と反力を表示しているが、元に戻したい場合は [カラム幅リセット] ボタンをクリックする

部材 Y 軸モーメント線図

部材 Z 軸せん断力線図

Z 軸の反力の合計は 6000 N となり分布荷重で発生する荷重値の合計と一致する

節点	変位 $\delta_x$ (mm)	変位 $\delta_y$ (mm)	変位 $\delta_z$ (mm)	反力 $F_x$ (N)	反力 $F_z$ (N)
1	0.0	0	0.0	337.0	2733
2	1.806	0	-0.0224		
3	11.09	0	-0.0448		
4	1.08	0	-15.63		
5	11.07	0	-13.79		
6	11.06	0	-0.0535		
7	7.394	0	-0.0268		
8	0.0	0	0.0	-1337.0	3267

ここでは部材 Y 軸モーメント線図と部材 Z 軸せん断力線図を表示するようにしていますが分布荷重のかかっている要素 3, 4, 5 では [はりの計算] と同様にせん断力線図が直線的に変化し、曲げモーメント線図が曲線になっているのが分かります。なおモーメントの正負は機械学会の取り決めでデフォルトとしていますが業界等により正負が逆の場合もありますので、イメージ表示条件でモーメントを反転させて表示することもできるようになっています。

データ表示欄はカラム幅を変更して変位と反力の両方が見えるようにしています。Z 軸方向の反力の合計は 6000 N となり、先ほど計算した分布荷重で発生する荷重値と同じになっているのが分かります。このようにカラム幅を変更して元に戻したい場合はデータ表示欄の左上にある [カラム幅リセット] ボタンをクリックしてください。

また従来ダイアログの幅を広げてもイメージ表示枠だけが広がる仕様でしたが [フレーム構造解析 1 2] からは設定により計算結果表示枠も広げられるようになっています。ダイアログ幅を広げていくと右上に何を優先して広げるかの選択リストボックスが表示されます。

計算結果タブを開いたときに計算結果表示欄とイメージ表示枠の幅をどのように広げるかの処理を選択してください

計算結果表示欄を最優先して広げる

イメージ表示枠を最優先して広げる

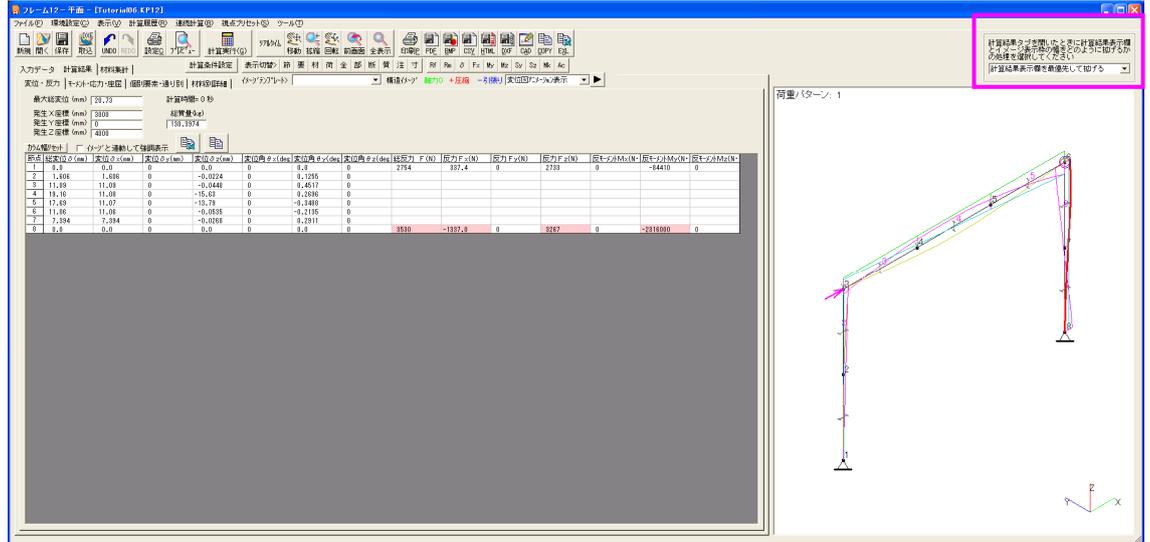
イメージ表示枠をやや優先して広げる

イメージ表示枠と計算結果表示欄を同等

計算結果表示欄をやや優先して広げる

計算結果表示欄を最優先して広げる

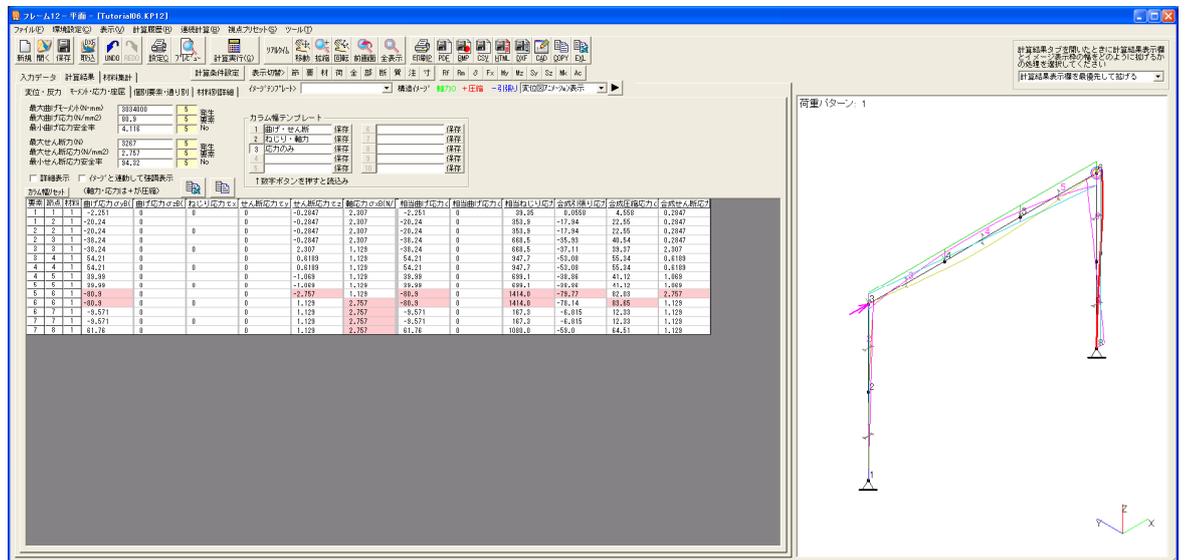
次に示したものは「計算結果表示欄を最優先して拡げる」を選択したものになります。



ディスプレイの解像度によりませんが「変位・反力」タブの全ての計算結果を同時に見ることもできます。また「モーメント・応力・座屈」タブでは計算結果の項目が多いので全てを同時に見ることはできませんが、次に示すカラム幅テンプレート機能でカラム幅の設定を保存して読み込むことができるようになっています。



ここで特定の計算結果だけを表示できるようなカラム幅の設定をしておくことでそれだけを計算結果表示欄に表示でき計算結果の確認が容易にできます。次に示したものは応力値のみを表示する設定のものになります。



カラム幅テンプレートの使い方は希望のカラム幅に設定したら保存したい番号のテンプレートのタイトルを入力して [保存] ボタンをクリックするとそのカラム幅とタイトルがその番号に保存され、その番号の数字ボタンを押すと保存した設定が読み込まれます。なおカラム幅を狭くすると拡げるのが難しいときがありますのでその場合は一旦、[カラム幅リセット] ボタンをクリックしてやり直してください。

なお [個別要素・通り別] タブおよび [材料別詳細] タブの計算結果のカラム幅は [モーメント・応力・座屈] と同じ設定が使われるようになっています。

分布荷重の説明に戻りますが、通常の分布荷重は要素単位に一定の値として設定していくので三角分布荷重や等変分布荷重をかけたい場合は次で説明する台形分布荷重を使って設定します。

なおこのデータはサンプルフォルダに右下に示すファイル名で入っていますので参考にしてみてください。

(Tutorial08.KP12)

---

分布荷重をかけてみよう 終了

◇台形分布荷重を使ってみよう。

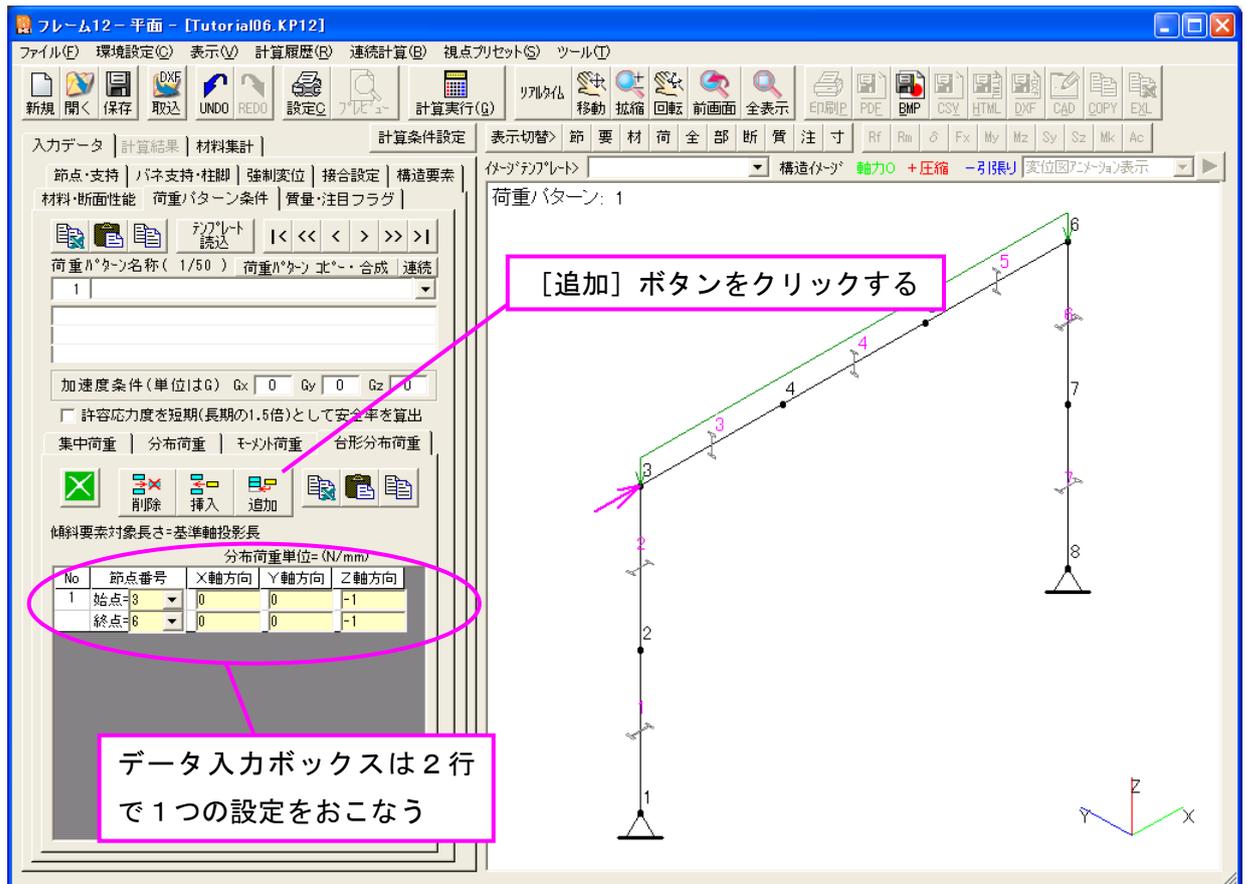
●STEP 1 (分布荷重の削除)

引き続き作業している場合は先に分布荷重を削除しておきますので [荷重パターン条件] タブの [分布荷重] タブを開きます。ここで分布荷重の入力と同じようにデータ入力ボックスを表示して荷重値に0を入力しても良いのですが [分布荷重] タブの左上にある [×] ボタンで全て削除することができます。これは他のタブにある色違いの [×] ボタンも同じです。



●STEP 2 (台形分布荷重の設定)

次に [荷重パターン条件] タブの [台形分布荷重] タブを開きます。台形分布荷重は節点支持条件や構造要素と同様に [追加] ボタンでデータ入力ボックスを表示して設定していきます。



台形分布荷重のデータ入力ボックスは2行になっていて上段で始点側節点と始点側の荷重値を設定し、下段で終点側節点と終点側の荷重値を設定します。荷重値は始点と終点で異なってもかまわないので台形分布荷重や三角分布荷重の設定ができるようになっています。

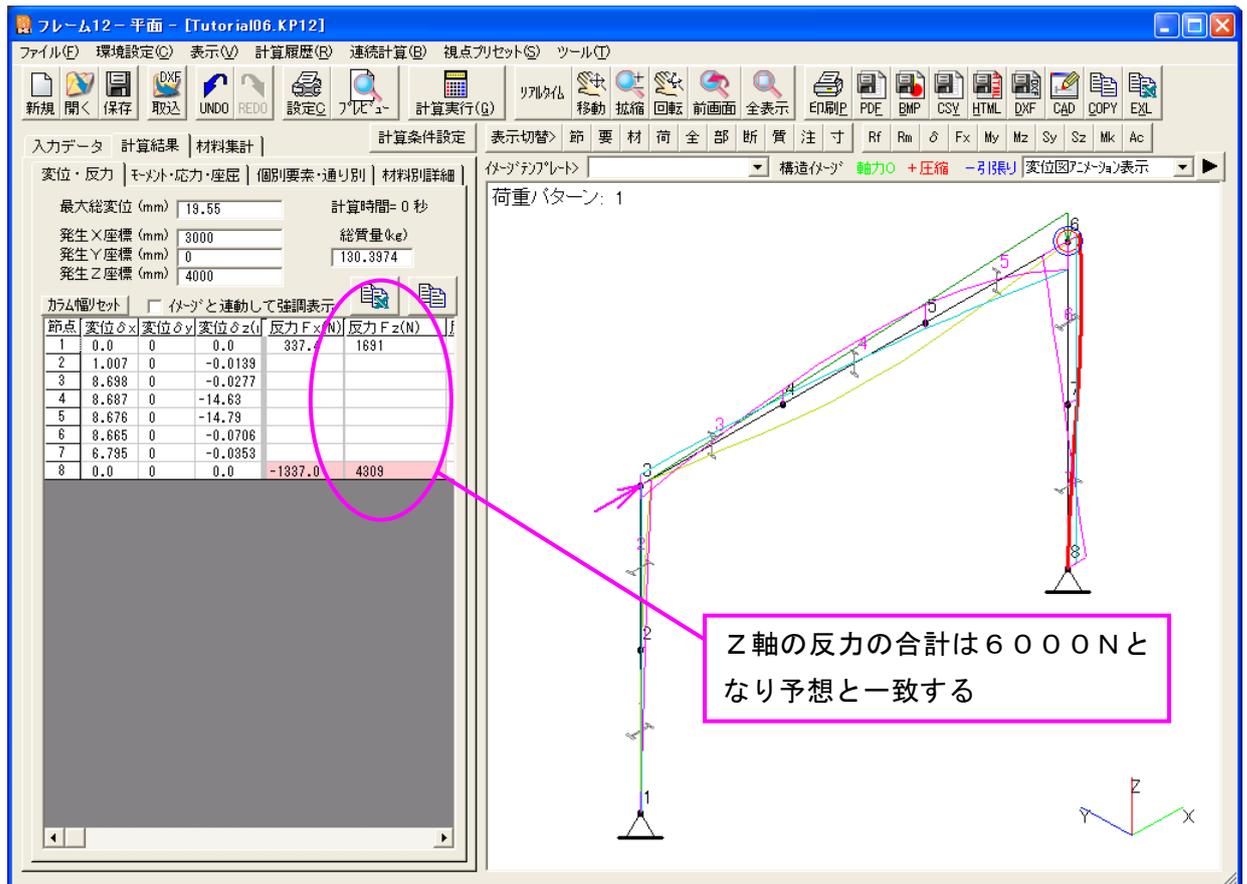
ここでは始点側節点に3、終点側節点に6を選択しZ軸方向の荷重値をそれぞれ-1として先の分布荷重と同じ条件になるようにして計算してみましょう。

計算結果は先ほどの分布荷重の例と同じになりますので各自で確認しておいてください。

### ●STEP 3 (三角分布荷重の計算)

では始点側のZ軸方向荷重値を0、終点側のZ軸方向荷重値を-2にして三角分布荷重にして計算してみましょう。

この三角分布荷重による荷重値の合計は先ほどの分布荷重の例と同じになるはずですがどうでしょうか。



先ほどと同様にZ軸の支持点反力を見てみると節点8の反力が大きくなり節点1が小さくなりましたZ軸方向の反力の合計は6000Nとなり、予想と同じ結果になっています。

台形分布荷重は選択した始終点の節点間に作用させるのでこのように三角分布荷重や等分布荷重にも利用できますが、原理としては始終点の節点間にある節点をピックアップして荷重を分配していますので途中で要素が途切れていてもその長さを含めた分布荷重がかかってしまいます。要素の有無等のチェックは有りませんので台形分布荷重を設定する場合は十分注意して設定してください。

台形分布荷重を使ってみよう 終了

## ◇トラス部材の追加

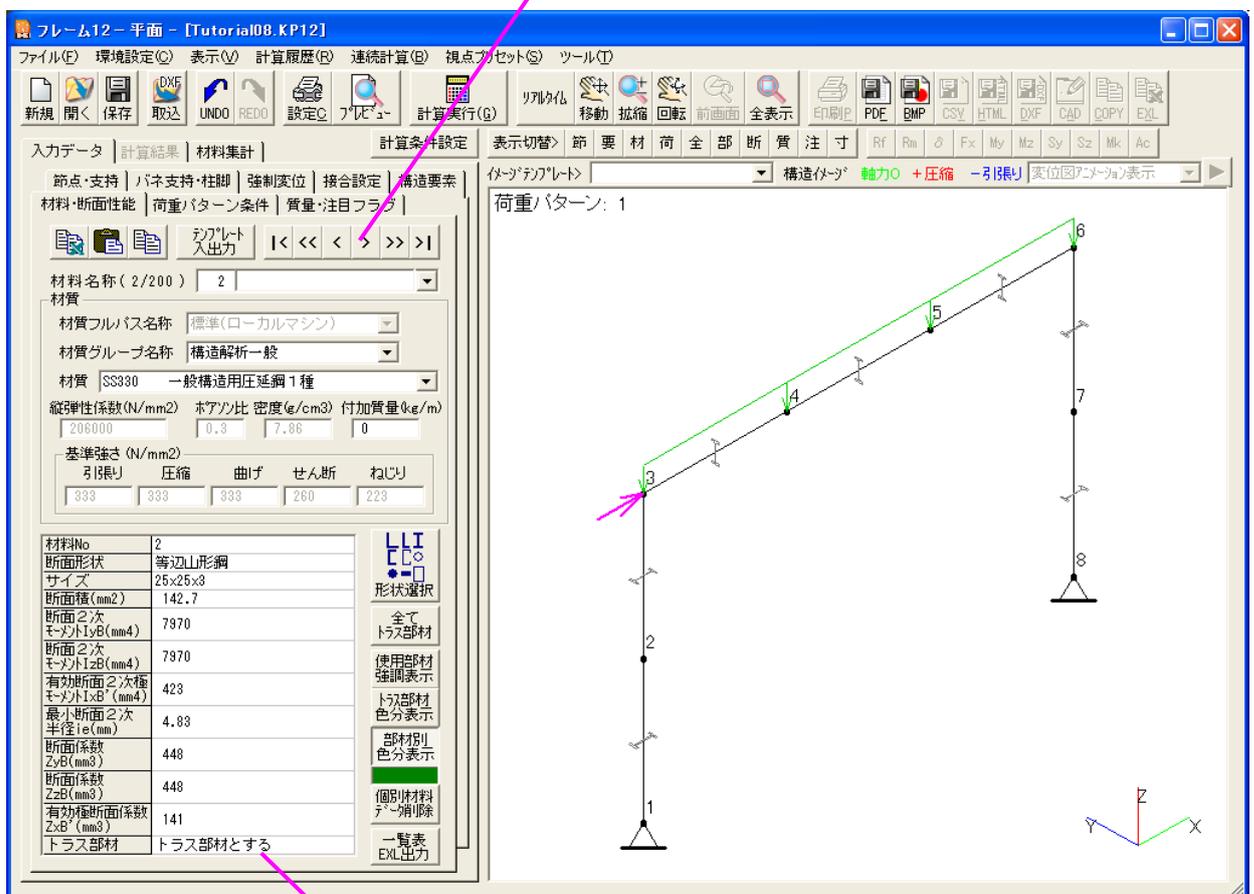
### ●STEP 1 (材料の設定)

[トラス構造とラーメン構造について] で説明したようにラーメン部材とトラス部材が混在する構造は多く見られます。両端をピン接合としたトラス部材の設定方法も説明していますがこの門形ラーメンの例でもトラス部材を追加してみましょう。先の分布荷重をかけた状態から説明しますので台形分布荷重を削除して分布荷重の設定を元に戻すか Tutorial08.KP12 を読み込んでおいてください。

まず [入力データ] のタブからさらに [材料・断面性能] のタブを開き材料条件の設定欄を表示します。ここで [ > ] ボタンをクリックして材料番号を2として [材料選択] ボタンをクリックして別の材料を設定します。ここでは等辺山形鋼の 25x25x3 を選択しています。また必要に応じて材質も設定しておきます。[フレーム構造解析 1 2] から追加された部材色については前回と同様に [暗い緑] を選択しておきます。

ここで材料設定欄にあるトラス部材の項目の [適用はここをクリック] と表示されている欄をクリックすると表示が [トラス部材とする] に変わりその材料はトラス部材として扱われるようになります。

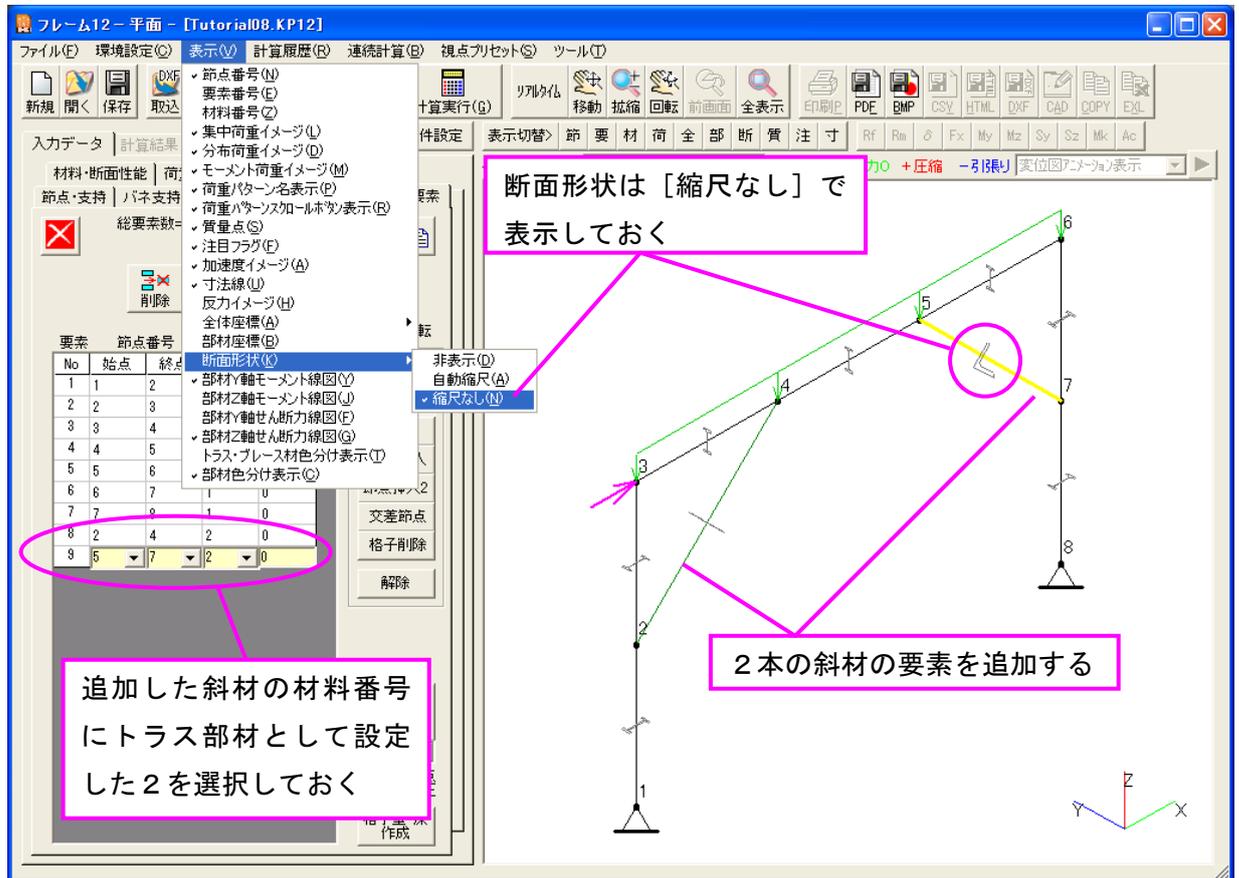
このボタンで材料番号を2に進めてから断面形状を選択する



ここをクリックして [トラス部材とする] を表示させておく

## ●STEP 2 (トラス部材の適用)

次に「構造要素」のタブをクリックしてトラス部材とする構造要素を追加します。まず「追加」ボタンをクリックしてデータ入力ボックスを表示させ始終点の節点番号を選択し、材料番号はトラス部材として設定した2を選択して2本の斜材を追加します。イメージ上で処理の「追加」で構造を追加してから材料番号を変更してもかまいません。



追加したトラス部材は断面2次モーメントが小さいので断面形状を表示しても「自動縮尺」では断面形状も小さくなってしまい形状や向きが確認しにくいので、その場合は「縮尺なし」を選択すると断面2次モーメントに関係なく同じ大きさに断面形状が表示されるようになります。

なお断面形状の表示条件はイメージ表示条件設定ダイアログやイメージ表示枠の上の「断」ボタンをクリックしても切り換えることができます。

### ●STEP 3 (計算実行)

ではこの条件で [計算実行] ボタンをクリックして計算してみます。

要素	節点	材料	曲げモーメントMyB	座屈荷重Fcr	座屈安全率
1	1	1	829200	75530.0	29.57
1	2	1	-910400	75530.0	57.82
2	2	1	-910400	75530.0	57.82
2	3	1	-153900	75530.0	121.5
3	3	1	-153900	75530.0	121.5
3	4	1	458700	75530.0	40.4
4	4	1	458700	75530.0	40.4
4	5	1	-432700	75530.0	****
5	5	1	-432700	75530.0	****
5	6	1	193000	75530.0	109.9
6	6	1	193000	75530.0	109.9
6	7	1	-1584000	75530.0	21.92
7	7	1	-1584000	75530.0	21.92
7	8	1	2155000	75530.0	21.92
8	2	2	トラス部材	845.8	0.4792
8	4	2	トラス部材	845.8	0.2168
9	5	2	トラス部材	845.8	0.2168
9	7	2	トラス部材	845.8	0.2168

追加した斜材はトラス部材なので曲げモーメントが発生していないことがイメージの曲げモーメント線図から分かります。またこの斜材にはイメージの色から圧縮力がかかっていることも分かります。

そこで [モーメント・応力・座屈] ボタンをクリックして座屈安全率を見てみるといずれも1以下でほぼ間違いなく座屈して曲がってしまうだろうと考えられます。したがってもっと強度のある材料に変更する必要があることが分かります。なおこの座屈安全率は1以上なら座屈しないかというそうではなく、部材の取付状態や荷重のかかり方で1以上でも座屈することが十分考えられますので実際の構造物の状況を考慮して判断する必要があります。

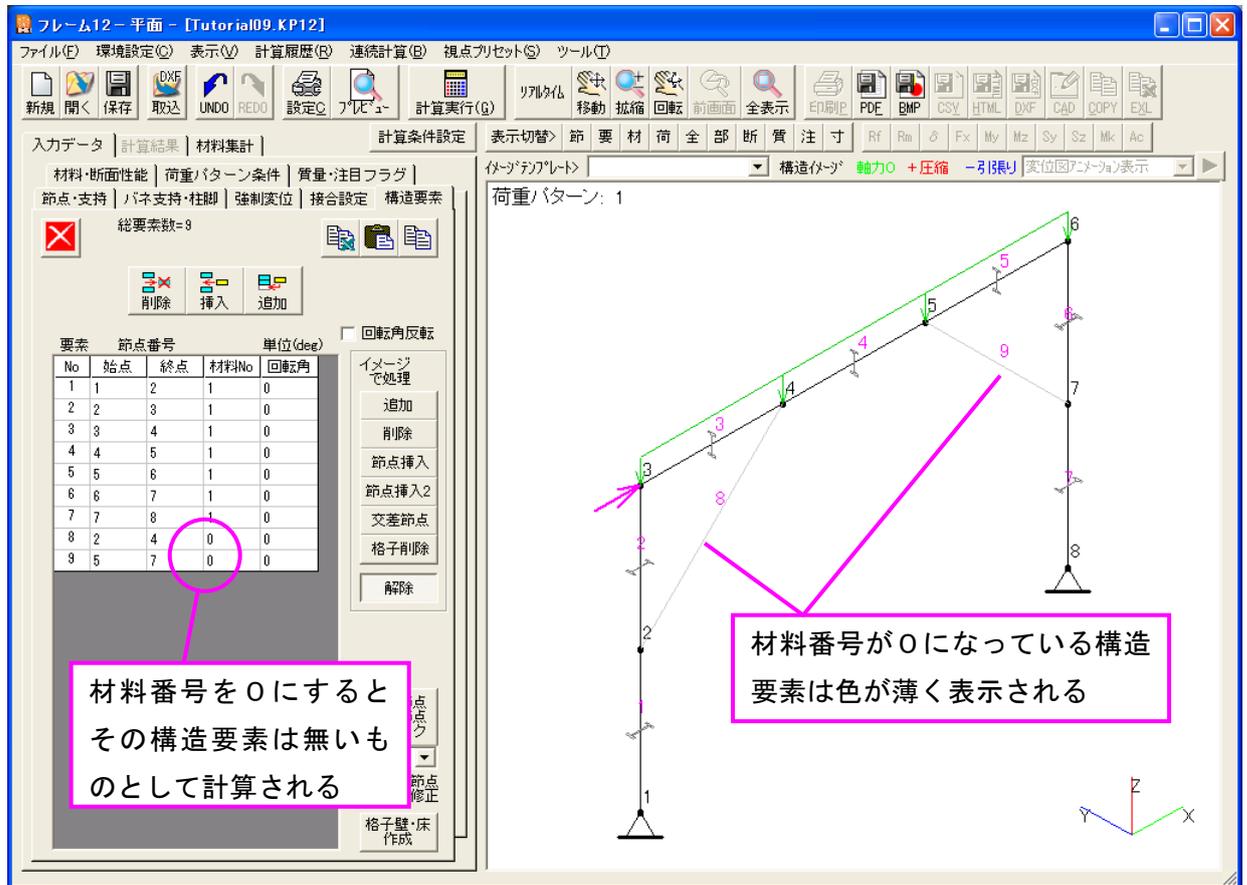
また曲げ応力についても材料の基準強さを基にした安全率が表示されますがこれも1つの目安として、構造物が持つ、持たないの判断は設計者自身が実際の構造や使用する材料、荷重のかかり方等を総合的に考えて判断してください。

なおこのデータはサンプルフォルダに右下に示すファイル名で入っていますので参考にしてみてください。

(Tutorial09.KP12)

#### ●STEP 4 (構造要素を無効にする)

この例のような斜材の有無による影響を比較したいときにいちいち構造要素を追加したり削除したりするのは面倒です。そのような場合に材料番号を0とするとその部材は無いものとして扱われる便利な機能があります。



材料番号を0にした部材はイメージ上では薄く表示されるのでどの部材を無効にしているのかがすぐに分かるようになっています。これで計算した結果は斜材を追加する前と同じになりますので試してみてください。

#### ●STEP 5 (ブレース材を使ってみる)

今回、追加した斜材には圧縮力がかかっているため座屈する可能性があり強度的には補強の機能を果たしません。計算上はそれなりの圧縮力を受けていることとなります。一方、軸力が引張りになっていれば座屈は発生しませんので引張り強度さえあれば補強の機能を果たすことができます。このような状況をより正確に計算したい場合は従来の「構造解析6」では一度計算して部材の軸力から圧縮力がかかればその材料番号を0の無効部材にして再度計算する必要があり、「立体構造解析3」からは材料にブレース材という設定を行うことで自動的にこの処理を行う機能がありました。

「フレーム構造-平面」にもこの機能が付けられていますので試してみましょう。

まず追加した斜材の材料番号が0になっていれば2に戻しておきます。また分布荷重がかかっていると先に計算したように両方の斜材に圧縮力がかかってしまうので分布荷重は全て削除しておきます。分布荷重を削除するにはデータ入力ボックスを表示して0を入力しても良いですが「分布荷重」タブに左にある「×」ボタンをクリックすると簡単に全て削除することができます。これは他のタブにある「×」ボタンも同じです。

続いて [材料・断面性能] のタブを開き材料番号2を表示し、トラス部材の行をさらにクリックして [ブレース材(圧縮無効)] を表示しておきます。

要素番号を非表示にして材料番号を表示しておく

材料番号2のここをクリックして [ブレース材(圧縮無効)] を表示しておく

材料No	2
断面形状	等辺山形鋼
サイズ	25x25x3
断面積(mm <sup>2</sup> )	142.7
断面2次モメントIyB(mm <sup>4</sup> )	7970
断面2次モメントIzB(mm <sup>4</sup> )	7970
有効断面2次モメントIxB'(mm <sup>4</sup> )	423
最小断面2次半径Ie(mm)	4.83
断面係数ZyB(mm <sup>3</sup> )	448
断面係数ZzB(mm <sup>3</sup> )	448
有効断面係数ZxB'(mm <sup>3</sup> )	141
トラス部材	ブレース材(圧縮無効)

ではこの条件で計算してみましょう。

こちらのブレース材は軸力が引張りなのでトラス部材として有効になっている

こちらのブレース材は最初の計算で軸力が圧縮になるので無効部材として再計算されている

要素	節点	材料	曲げモーメントMyB(N・mm)	軸力Fx×B(N)	軸力Fy×B(N)
1	1	1	-979500	-368.8	-0.3096
1	2	1	245600	-368.8	-0.3096
2	2	1	245600	478.6	0.4039
2	3	1	-220100	478.6	0.4039
3	3	1	-220100	1239.0	1.04
3	4	1	737000	1239.0	1.04
4	4	1	737000	387.5	0.327
4	5	1	3321	387.5	0.327
5	5	1	3321	387.5	0.327
5	6	1	-730400	387.5	0.327
6	6	1	-730400	366.8	0.3096
6	7	1	44560	366.8	0.3096
7	7	1	44560	366.8	0.3096
7	8	1	819500	366.8	0.3096
8	2	2	トラス部材	-1198.0	-8.378
8	4	2			
9	5	0	無効部材	0.0	0.0
9	7	0			

ブレース材を使っている2本の斜材で要素8（節点2-4）の軸力は引張り（マイナスが引張り）なのでトラス部材として有効になっているが要素9（節点5-7）は一度目の計算で軸力が圧縮になるので材料番号が自動的に0になり無効部材として再計算されるようになっています。

さらに材料番号を最初から0にしてしまうとその部材は無いものとして扱われるので総重量もその部材が無いときの重量となっていますが、ブレース材に設定した場合は最初の計算時に総重量が計算されるので再計算の時に無効部材が発生しても重量は変わりません。

このように使い方によっては便利なブレース材ですが圧縮力の大きなものから順に無効部材にしていくので条件によっては2~5回程度計算することがあり構造要素の数が多いと計算に時間がかかってしまいます。

なおこのデータはサンプルフォルダに右下に示すファイル名で入っていますので参考にしてみてください。

(Tutorial10.KP12)

---

トラス部材の追加 終了

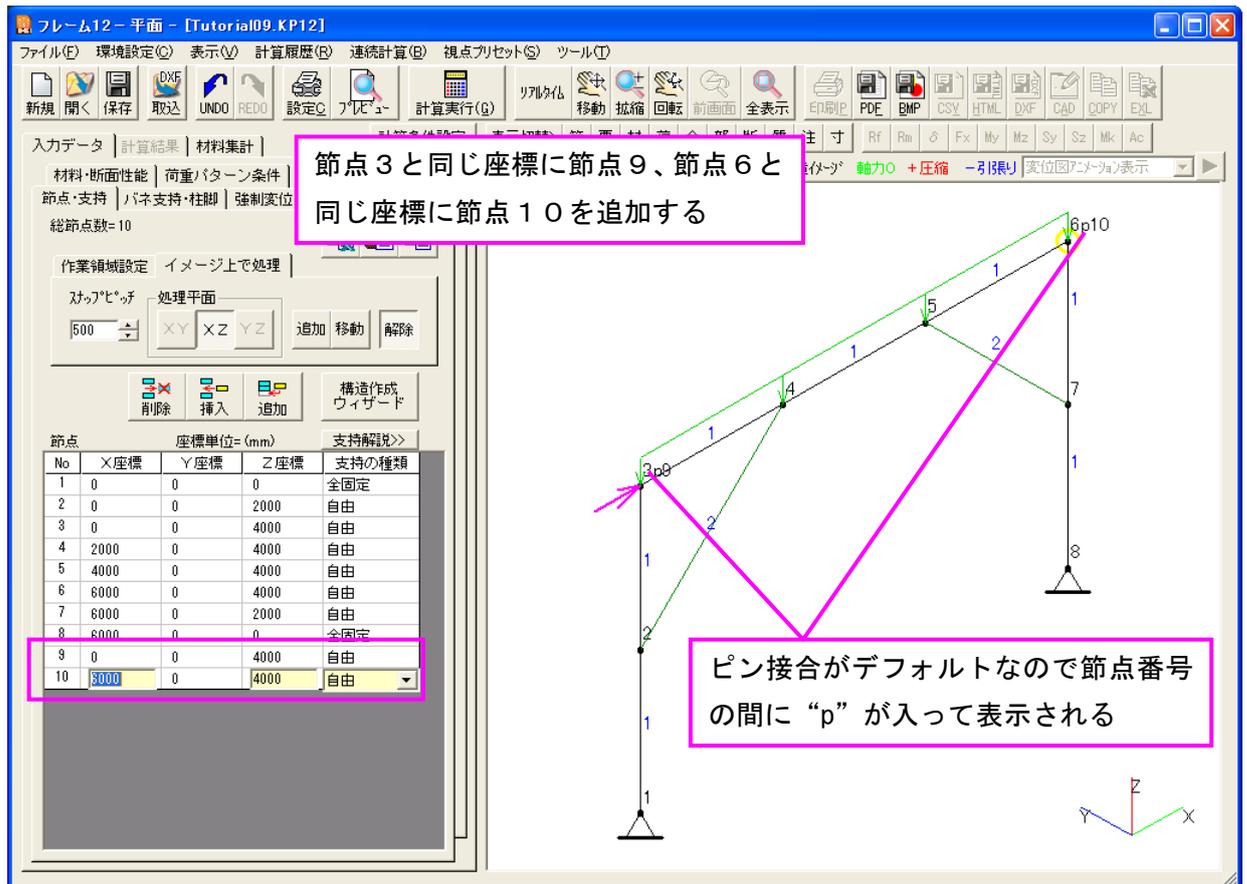
#### ◇ピン接合について

解析対象の構造によってはラーメン部材の接合部をピン接合にしたい場合も出てきます。両端がピン接合ならトラス部材を使えば良いのですが前の例で節点3と6をピン接合にして後は剛接合のままにしておきたいということもあると思います。

従来の[構造解析6]の[ラーメン構造解析]ではワンタッチでピン接合にすることはできませんでしたのでトラス部材を組み合わせることで近似的にピン接合を設定していましたが[立体構造解析3]には接合設定という機能があり設定により要素の一方をピン接合にしたり剛接合にしたりできる機能がありました。

[フレーム構造-平面]にもこの機能が付けられていますので試してみましょう。まず分布荷重を削除する前のTutorial09.KP12を読み込んでおきます。

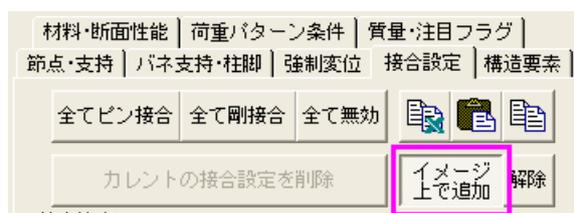
接合設定を使うには同じ座標に2つの節点を設定しますので節点3と同じ座標に節点9、節点6と同じ座標に節点10を追加します。同じ座標に簡単に節点を追加する方法は元の節点のところをクリックしてデータ入力ボックスを表示してから[追加]ボタンをクリックすると同じ条件で節点が追加されますので試してみてください。



接合設定のデフォルトはピン接合となっていますので何も設定しなくてもイメージの節点番号に3 p 9、6 p 10と“p”が入って表示されます。これで節点3と9、節点6と10がピン接合された（実際には3次元なのでボールジョイントをイメージしてもらうと良い）こととなります。後は要素をどの節点につなぐかということとなります。

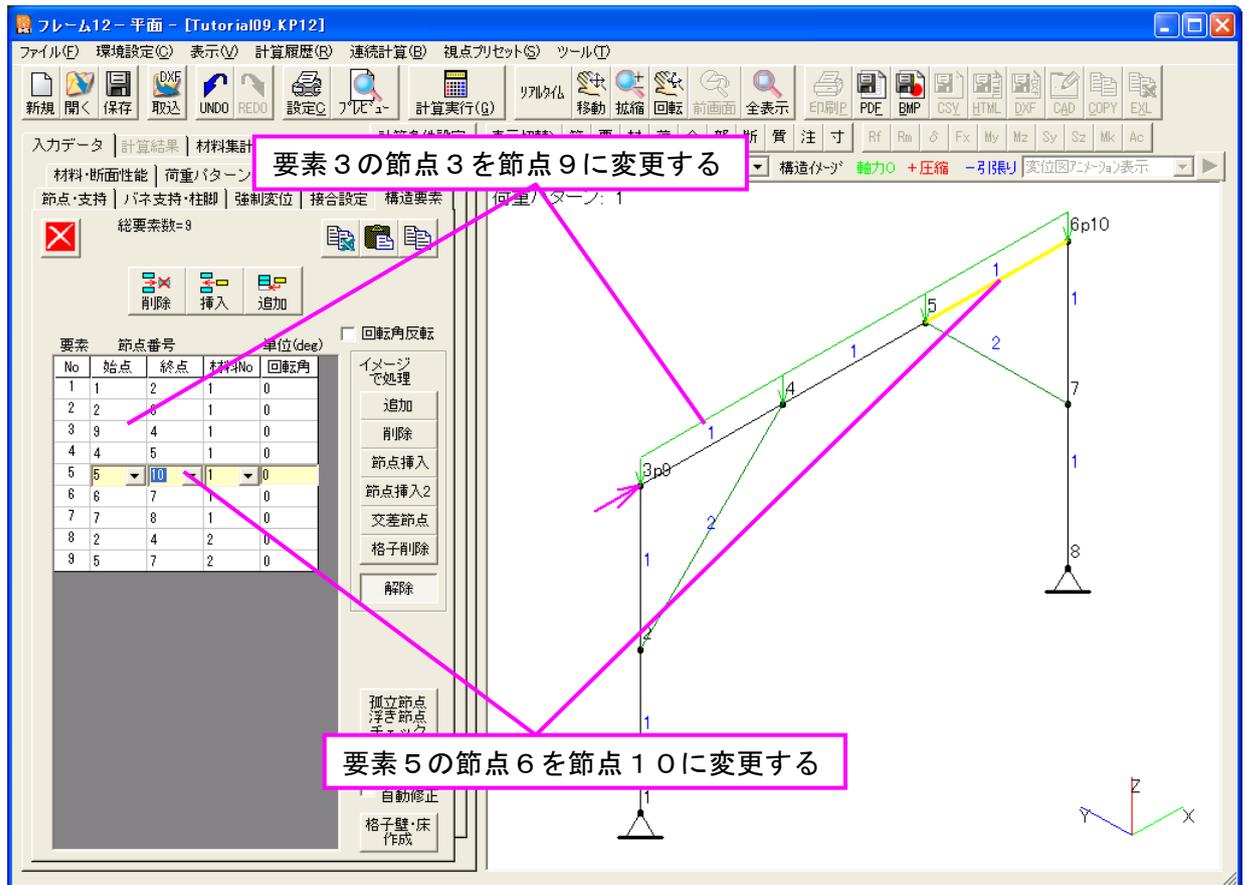
例えば現設定では要素2は節点2-3、要素3は節点3-4と節点3を介してつながっていますので要素2と3は剛接合になっていますが、要素3を節点9-4とすれば節点3と9がピン接合なので結果として要素2と要素3がピン接合となります。では[構造要素]のタブを開いて要素をつなぎ直してみます。

なお[フレーム構造解析12]では[接合設定]タブに[イメージ上で追加]と[解除]のボタンが追加されており、[イメージ上で追加]ボタンを押してからイメージ上で接合設定にしたい節点をマウスで指示すると新たに節点を作成され簡単に接合設定を追加できるようになっています。イメージ上での操作が終わったら[解除]ボタンを押しておきます。

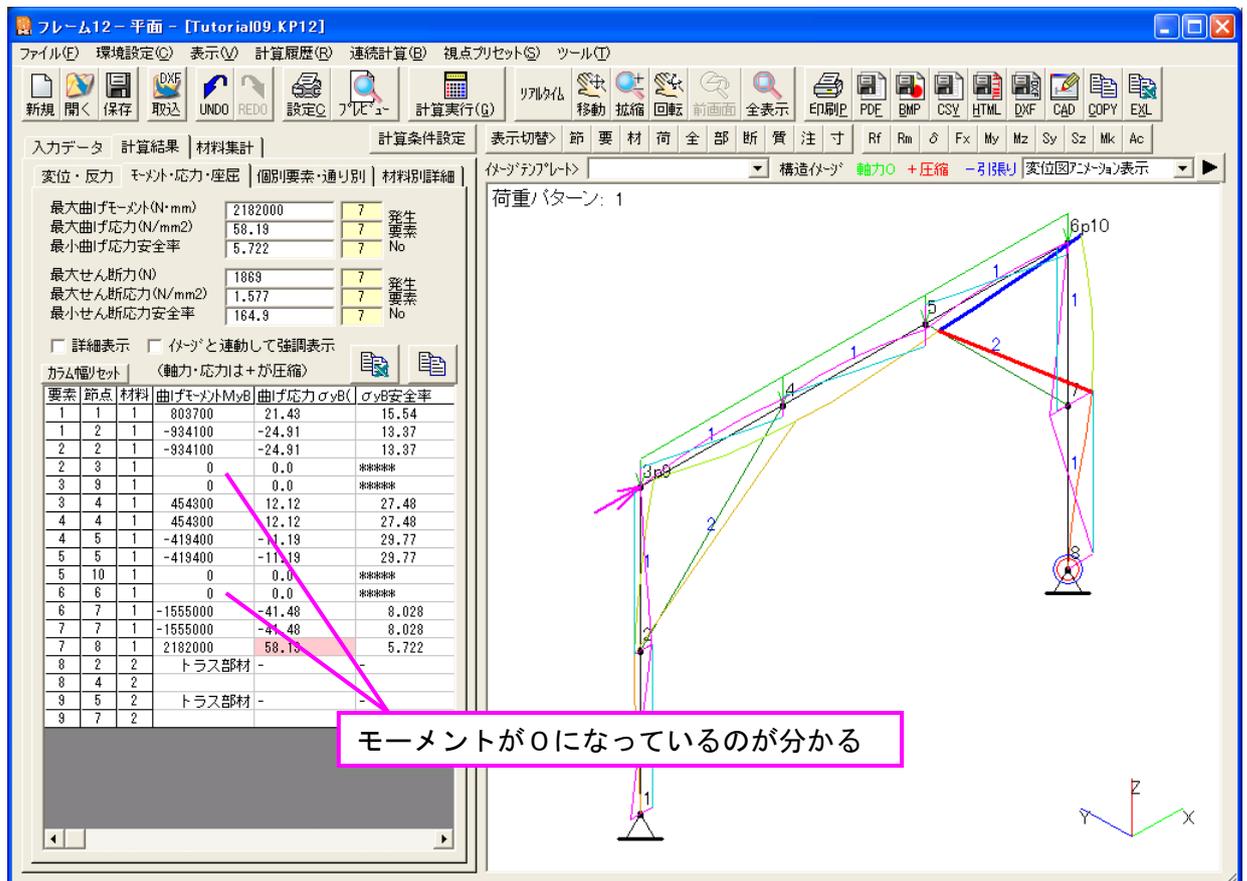


ただしこの機能は接合設定の追加だけで要素のつなぎ直しは自動ではできませんので[構造要素]のタブで行ってください。

ここでは要素3の節点3を節点9に、要素5の節点6を節点10にしていますが要素2や要素6の節点を変更してもかまいません。



ではこの条件で計算してみましょう。



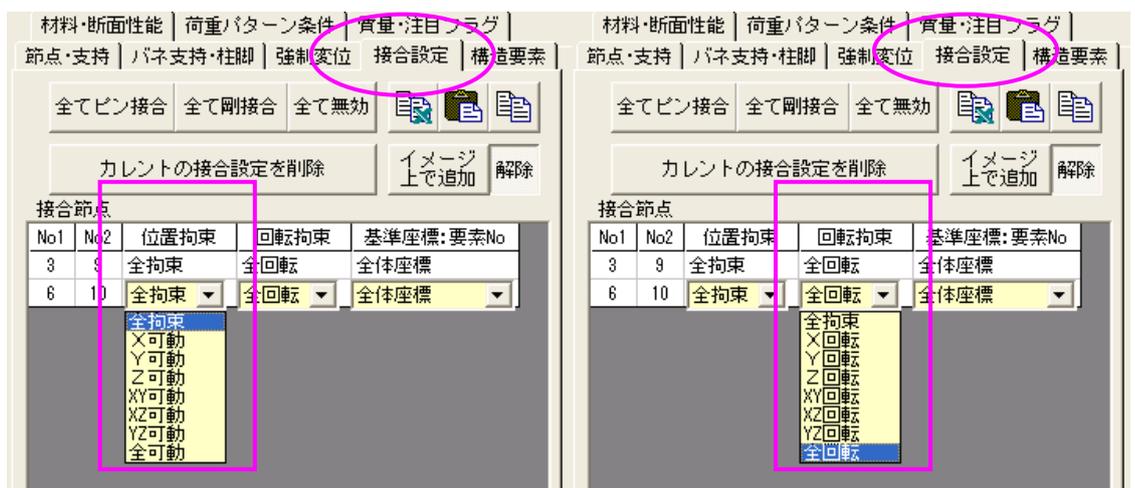
〔モーメント・応力・座屈〕タブを開いてY軸周りの曲げモーメント $M_y$ を確認してみると要素2の節点3側と要素3の節点9側の曲げモーメントが0となっており、要素5の節点10側と要素6の節点6側の曲げモーメントも0となっているのが分かります。

なお接合設定によるピン接合は自動で内部的にトラス部材を設定してピン接合を近似しているため誤差によりモーメントの値が0にならないで僅かに値が発生する場合がありますが他の曲げモーメントの値と比べて問題になるような誤差ではありません。

なおこのデータはサンプルフォルダに右下に示すファイル名で入っていますので参考にしてみてください。

(Tutorial11.KP12)

では〔入力データ〕タブの〔接合設定〕のタブを開いて設定を見てみましょう。接合設定が表示されている行をクリックすると位置拘束、回転拘束、基準座標を選択するリストボックスが表示されますのでここで接合条件を選択します。

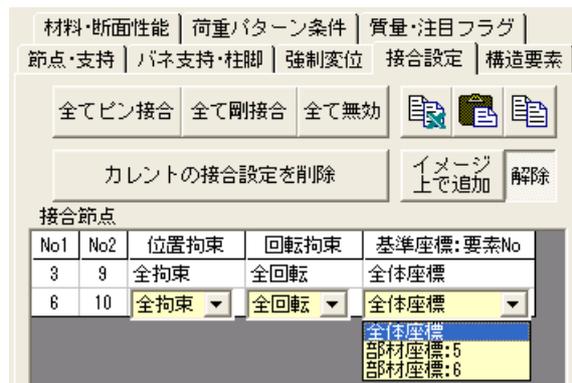


従来は〔ピン接合〕〔剛接合〕〔接合無効〕の3種類の選択でしたが〔フレーム構造解析10〕から位置拘束と回転拘束に分けて、さらに3軸方向でそれぞれ個別に設定できるようになり、基準座標も選択できるので大幅に自由度が上がっています。

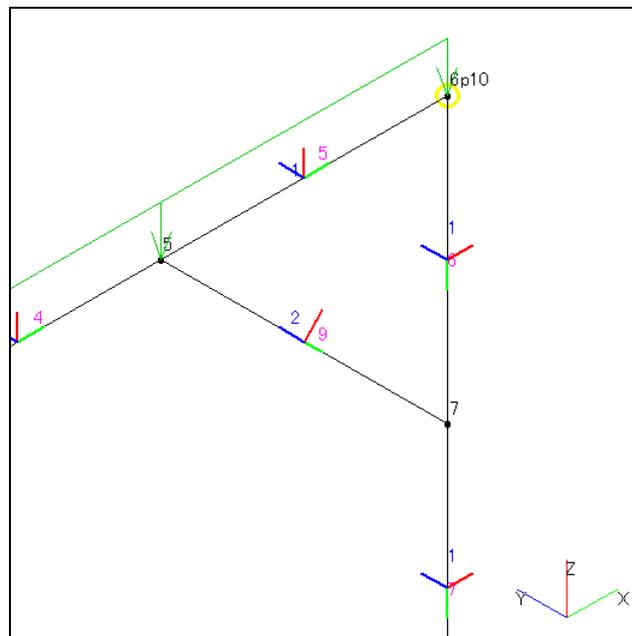
従来の〔ピン接合〕は位置拘束が〔全拘束〕、回転拘束が〔全回転〕となり、〔剛接合〕にする場合はどちらも〔全拘束〕、〔接合無効〕にするには位置拘束を〔全可動〕、回転拘束を〔全回転〕とします。なお接合条件がが〔ピン接合〕でも〔剛接合〕にも相当しない場合はイメージの節点番号の間には“s”が入って表示されるようになっています。

位置拘束で〔\*可動〕あるいは〔\*\*可動〕というのは\*で示される軸方向に動くことができる（逆に残りの軸方向の位置が拘束される）ことで、回転拘束の〔\*回転〕あるいは〔\*\*回転〕は\*で示される軸回りに回転できる（逆に残りの軸回りの回転は拘束される）こととなります。

基準座標で [全体座標] を選択すると先に \* で示した 3 軸の X Y Z 方向は全体座標と同じ方向となります。次にこのリストボックスを開いた例を示します。



ここでは [全体座標] 以外に [部材座標 : 5]、[部材座標 : 6] が表示されています。[部材座標 : \*] の \* はこの接合設定の位置に端点がある要素の要素番号となります。たとえばここで [部材座標 : 6] を選択すると要素 6 の部材座標が位置拘束・回転拘束の基準座標となります。



上の部材座標を表示した図から基準座標を [部材座標 : 6] にした場合は部材座標の Z 軸と全体座標の X 軸が同じ方向となりますので、例えば [部材座標 : 6] の時の位置拘束で [Z 可動] とは [全体座標] の時の [X 可動] と同じ拘束条件となります。

今回の例は [全体座標] のままで特に問題があるものではありませんが傾斜している要素の途中に接合設定がある場合は傾斜要素の部材座標を使う方が分かりやすくなります。状況に応じて使い分けてください。

また接合条件はタブ上のボタンで全ての接合条件をまとめて変更したりすることもできます。試しに [全て剛接合] のボタンをクリックしてから計算してみましょう。[全て剛接合] のボタンをクリックすると位置拘束と回転拘束が [全拘束] に変わります。

フレーム12 - 平面 - [Tutorial11.KP12]

ファイル(F) 環境設定(C) 表示(V) 計算履歴(B) 連続計算(B) 視点リセット(S) ツール(T)

新規 開く 保存 取り込 UNDO REDO 設定C アニメー 計算実行(G) リアルタイム 移動 拡大 回転 前画面 全表示 印刷P PDF BMP CSV HTML DXF CAD COPY EXL

入力データ 計算結果 材料集計 計算条件設定 表示切替 節 要 材 荷 全 部 断 質 注 寸 Rf Rm δ Fx My Mz Sy Sz Mk Ac

変位・反力 モーメント・応力・座屈 個別要素・通り別 材料別詳細

最大総変位 (mm) 4.892 計算時間= 0 秒  
 発生X座標 (mm) 6000 総質量(kg) 136.7423  
 発生Y座標 (mm) 0  
 発生Z座標 (mm) 2500

加幅幅セット  イメージと連動して強調表示

節点	変位δx	変位δy	変位δz	反力Fx(N)	反力Fz(N)
1	0.0	0	0.0	889.8	2554
2	-1.295	0	-0.0209		
3	2.544	0	-0.0316		
4	2.539	0	-4.095		
5	2.524	0	-2.753		
6	2.531	0	-0.0339		
7	4.718	0	-0.0282		
8	0.0	0	0.0	-1870.0	3446
9	2.544	0	-0.0316		
10	2.531	0	-0.0339		

イメージプレビュー 構造イメージ 軸力O +圧縮 -引張り 変位図アニメーション表示

荷重パターン: 1

接合設定があると接合節点間の伝達力や伝達モーメントが表示される

接合節点		<input type="checkbox"/> イメージと連動して強調表示	総伝達力 TrF	TrFx(N)	TrFy(N)
No1	No2	接合条件			
3	9	剛接合	1447	-621.7	0
6	10	剛接合	1123	-888.7	0

接合設定が設定されていると [変位・反力] タブの下に接合節点間の伝達力および伝達モーメントの計算結果が表示されます。今回は全て剛接合としているので伝達モーメントが発生していますがピン接合の場合は伝達モーメントが0になりますので試してみてください。

また全てを剛接合とした場合は節点9と節点10を追加する前と同じ条件になりますが、ピン接合と同様に自動で内部的に構成した要素を使っていますので接合条件を剛接合にした場合も若干の誤差は発生する場合があります。

なお接合設定の目的は要素の一方のみをピン接合する場合やピン接合と剛接合の差を簡単に比較してみる等の用途を考えた機能で内部的な要素が増えますのでトラス部材で代用できる場合はトラス部材を使ってください。

ピン接合について 終了

## ◇その他の新機能

〔フレーム構造－平面〕は〔フレーム構造－立体〕をベースに2次元の構造しか作れないように制限したような構成になっています。このチュートリアルは主に従来の〔構造解析6〕の〔トラス構造解析〕や〔ラーメン構造解析〕のチュートリアルで説明していたものを〔フレーム構造－平面〕で説明したものに変わっていますので〔フレーム構造－平面〕の全ての機能を説明できていません。

〔構造解析6〕と比べて便利になったと思われる主な機能は既に説明した〔断面形状表示〕〔ブレース材〕〔接合設定〕がありますがそれ以外にも〔バネ支持〕〔強制変位〕、はりの計算で説明した〔材質グループ機能〕や〔計算履歴機能〕、それ以外にも〔荷重パターン条件機能〕〔材料設定数が24から200〕〔材料番号毎に材料名称を付けて管理〕〔材料集計〕〔個別要素詳細〕〔材料別詳細〕などがあります。

〔フレーム構造解析7〕から比べると〔UNDO・REDO機能の充実〕〔連続計算機能〕〔視点プリセット〕〔荷重イメージの自動拡縮等イメージ表示の改良〕などがあります。これらは元々〔フレーム構造－立体〕用に開発した機能なので一通りは〔フレーム構造－立体〕のチュートリアルを見てもらったほうが分かりやすいと思います。

〔フレーム構造解析8〕から比べると〔台形分布荷重〕〔節点質量〕〔注目フラグ〕〔接合設定伝達力の表示〕〔加速度イメージの表示〕〔反カイメージの表示〕〔簡易寸法線 機能〕〔柱脚支持（回転ばね）〕〔エクセルのシート出力〕などがあります。

〔フレーム構造解析9〕から比べるとイメージ表示条件の設定項目を大幅に増やしイメージ中に計算結果の値を表示できるようになったり、接合設定の自由度が増え、荷重パターン条件の設定数も20から50に増えコメントも付けられるようになっています。また簡易寸法線のデータが保存できるようになったりと、きめ細かな操作性が向上しています。

〔フレーム構造解析10〕から比べると〔クローン起動〕〔アニメーションAVIファイル作成機能〕〔表示グループ設定機能〕〔複数節点選択機能〕〔複数要素設定機能〕〔入力データ一括修正機能〕〔傾斜荷重ウィザード〕等の機能が充実しています。また等辺山形鋼とみぞ形鋼を背中合わせにした“W山形鋼”と“Wみぞ形鋼”の断面データが追加されています。

〔フレーム構造解析11〕から比べると〔ダイアログを上げた場合に計算結果表示欄を上げる機能〕〔最近使った...〕〔部材色分け表示〕〔エクセル出力のイメージ貼り付け機能〕、後で説明しますが〔データ検索機能〕、〔フレーム構造－立体〕で説明しますが〔イメージ付き材料一覧表エクセル出力〕〔荷重パターンの連続コピー〕等の機能が追加されています。

これらは元々〔フレーム構造－立体〕用に開発した機能なので〔フレーム構造－平面〕のチュートリアルでは説明できていない機能もあり、一通りは〔フレーム構造－立体〕のチュートリアルを見てもらったほうが分かりやすいと思います。

また [フレーム構造解析 1 2 / 2 D] では [フレーム構造解析 1 2 / 3 D 動解析] が新規起動時より 1 5 日間の期間制限版の体験版 (機能制限はありません) が使えますので [フレーム構造解析 1 2 / 3 D] や [フレーム構造解析 1 2 / 3 D 動解析] のチュートリアルを参照しながら実際にどの程度のことのできるのか試してみると良いでしょう。

[フレーム構造 - 立体] の操作や設定の考え方は [フレーム構造 - 平面] と共通のものが多くですので無駄になることはないと思います。是非この機会に 3 次元の構造解析を試してみてください。

---

その他の新機能 終了

## 断面性能計算

〔フレーム構造解析 1 2 / 2 D〕の「フレーム構造－平面」では構造自体は 2 次元しか作れませんが荷重条件は 3 次元で入力でき計算結果も 3 次元の「フレーム構造－立体」と同じものが求められるようになっていました。計算結果が 3 次元になるとねじりの影響も考慮しないといけませんので従来 2 次元と 3 次元で別になっていた断面性能計算を〔フレーム構造解析 7〕から平面、立体共用として一つのコマンドにしました。

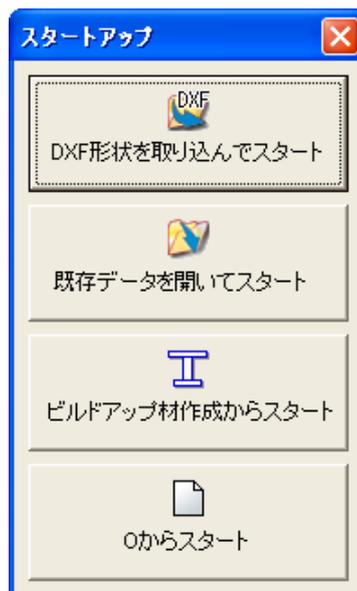
したがって〔フレーム構造解析 1 2 / 2 D〕の「断面性能計算」は従来 of 立体用断面性能計算と同様に通常の断面性能とねじり強度に関する有効断面 2 次極モーメント、有効極断面係数が有限要素法を用いて求められるものになっています。また解析データを断面登録することにより〔フレーム構造解析 1 2〕の 2 D、3 D 両方で使用できる断面データを作成することができます。

また単独では従来 of 立体用断面性能計算と同様にねじりモーメントがかかったときのせん断応力の分布やねじり角なども計算することができます。

なお断面が 2 つ以上に分かれている形状などは有限要素法では計算ができませんので〔構造解析 6〕以前で使っていた線積分方式でも計算ができるようにしています。ただし線積分方式ではねじり強度に関する断面性能の精度良くありませんので通常は有限要素法を使ってください。

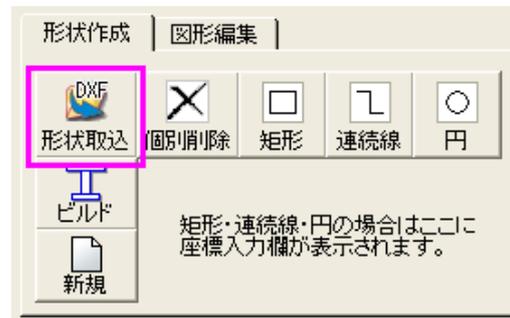
### ◇サンプルデータを取り込んで計算してみよう

まず解析したい形状を D X F ファイルから取り込みます。起動時にはスタートアップダイアログが表示されますので〔D X F 形状を取り込んでスタート〕をクリックします。



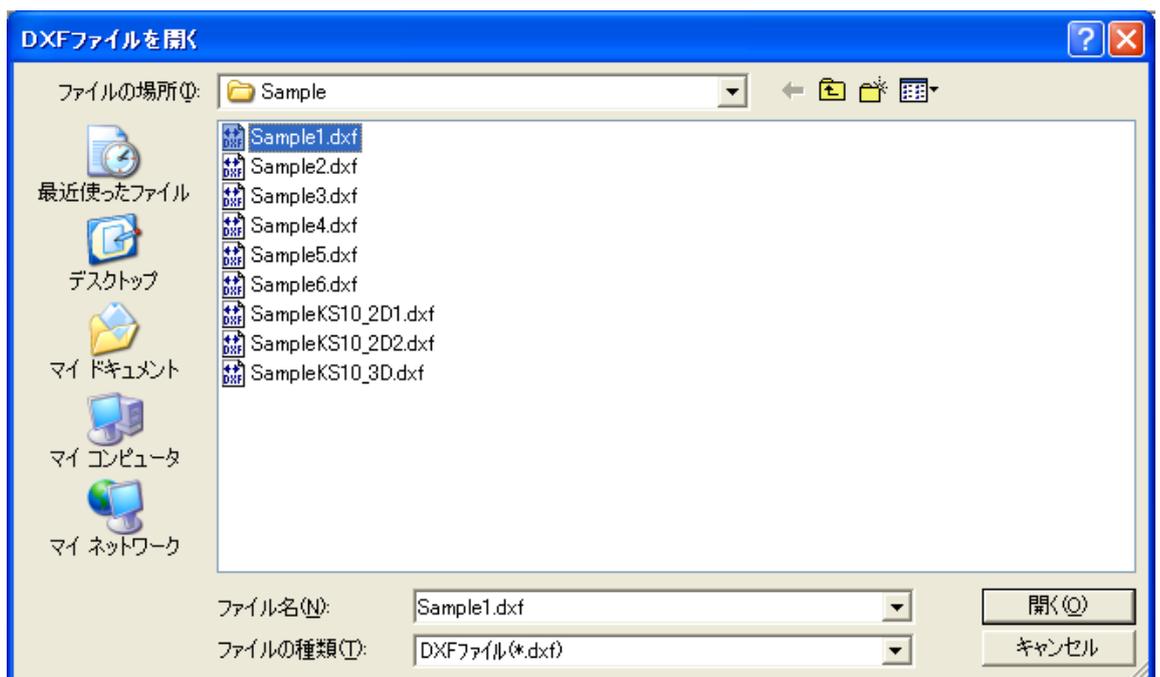
〔フレーム構造解析 1 2〕では後で説明する形状作成機能により断面性能計算だけで形状が作成できるようになりましたのでスタートアップダイアログに〔0からスタート〕が追加されています。

起動後にDXFファイルを取り込む場合も [フレーム構造解析 1 2] から [形状作成] タブに移動した [形状取込] ボタンかプルダウンメニューの [ファイル] > [DXF 形状データの取込] をクリックします。

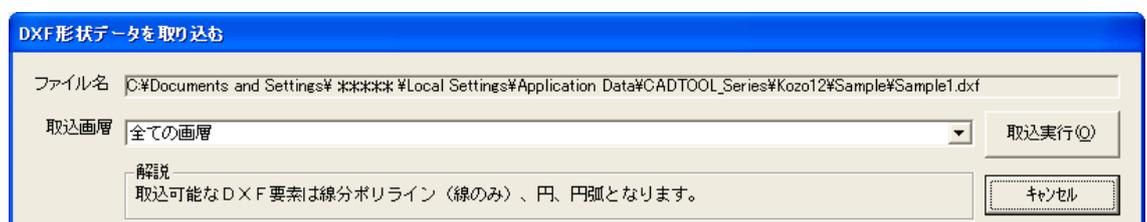


DXF 形状取込を実行すると次に示すファイル選択ダイアログが表示され、作業フォルダの下の¥Sample フォルダがデフォルトで選択されていますので、そこにある [Sample1.DXF] を選択して [開く] ボタンをクリックします。

ファイル選択ダイアログの画面はWindows のバージョンによって異なりますが基本的な操作はWindows 標準のファイル選択と同じになっています。

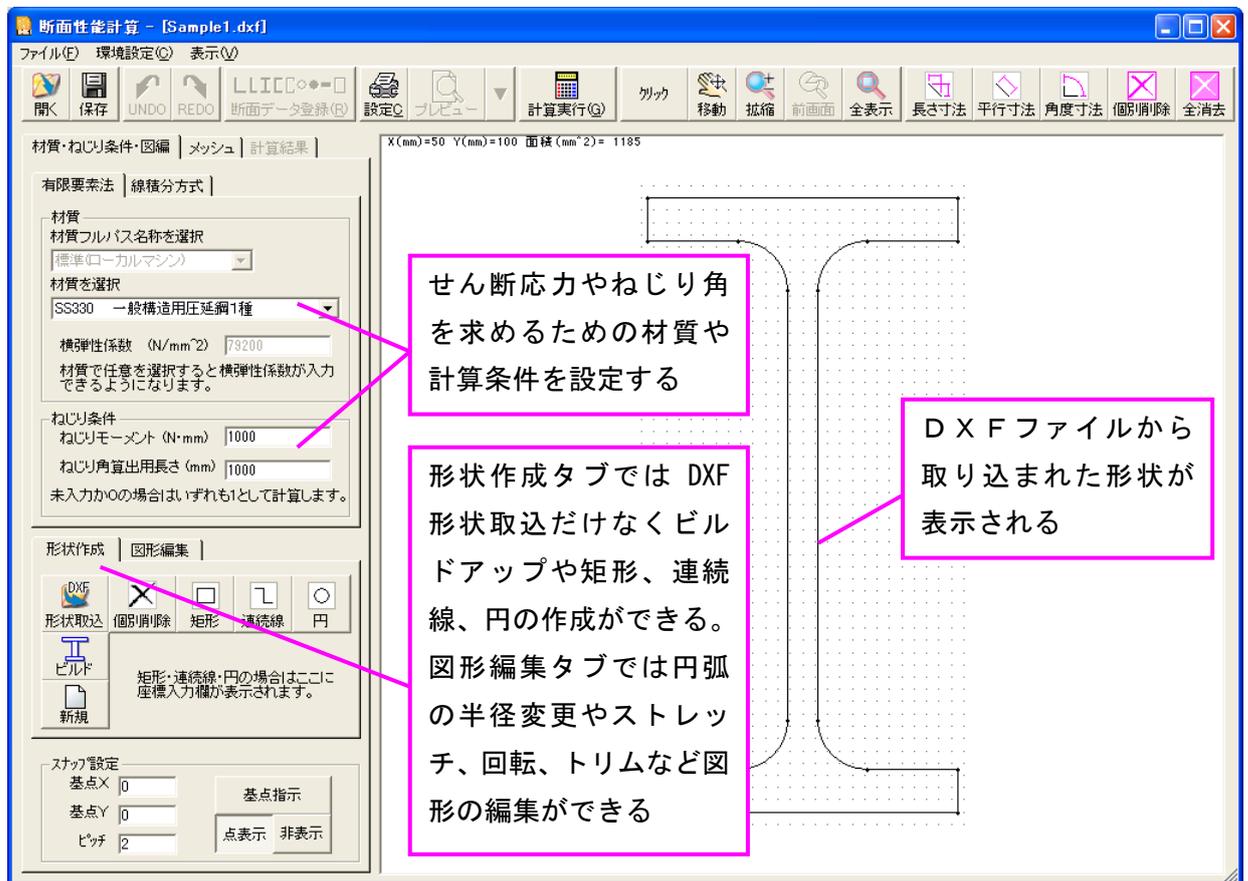


DXFファイルを選択して開くと次に示すDXF形状データ取込ダイアログが表示されます。ここには選択したファイルのフルパスも表示されるので作業フォルダのパスを確認してみてください。



取込画層のリストボックスには[全ての画層]以外にDXFファイルにある画層が登録されていますので特定の画層から形状データを取り込みたい場合はリストボックス右の▼ボタンをクリックして選択してください。

ここで[取込実行]ボタンをクリックすると選択したDXFファイルが取り込まれ、その形状が表示されるとともにイメージ枠左上には取り込んだ形状のXY寸法と面積が表示されます。



取り込んだ形状が有限要素法で計算可能な場合は[有限要素法]のタブがデフォルトで開いていて計算方法は有限要素法となり、ここで[線積分方式]のタブを選択すると線積分方式で計算できるようになります。

[線積分方式]については後で説明し、ここでは有限要素法での計算方法について続けて説明していきます。なお取り込んだ形状が有限要素法で計算できない場合は[線積分方式]のタブが開き[有限要素法]のタブは使えないようになります。

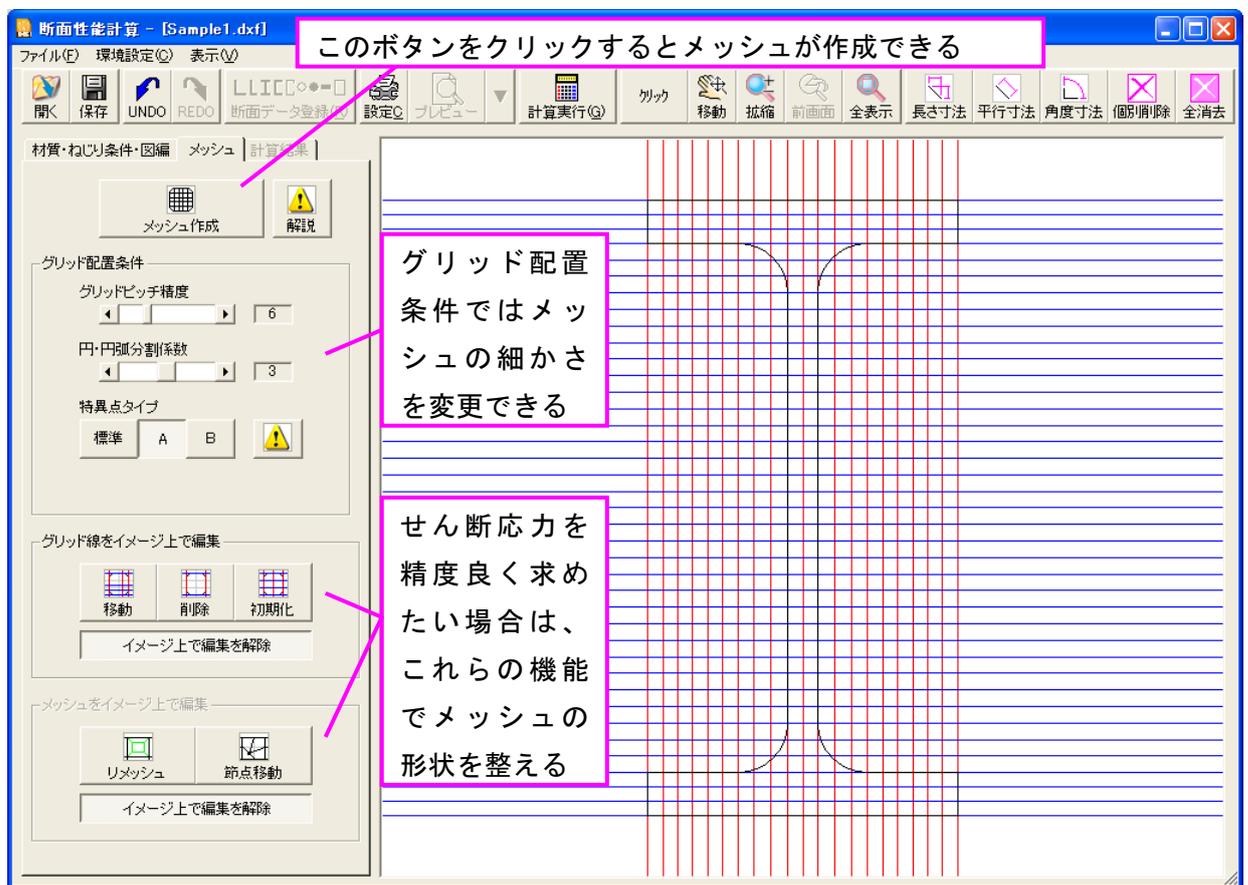
[フレーム構造解析 1 1] からDXFファイルから形状を取り込んでから円弧の半径を変更したり図形をストレッチする、回転角を入力して回転するなどの従来機能の他、形状作成タブで矩形や連続線、円の作成ができ、それらから断面形状を仕上げるために図形編集にトリム機能が追加されています。またストレッチや形状作成の作業用にスナップ点が表示できますがスナップ設定で非表示にしたり基点やピッチを変更することができます。

また[有限要素法]タブにある材質とねじり条件の設定はフレーム構造解析用断面データを作成するには必須ではありません。断面データを作成するだけの場合はデフォルトのまま作業を進めてかまいません。

軸の設計などでせん断応力やねじり角を求めたい場合は材質を選択してねじりモーメントとねじり角算出用長さを入力しておきます。

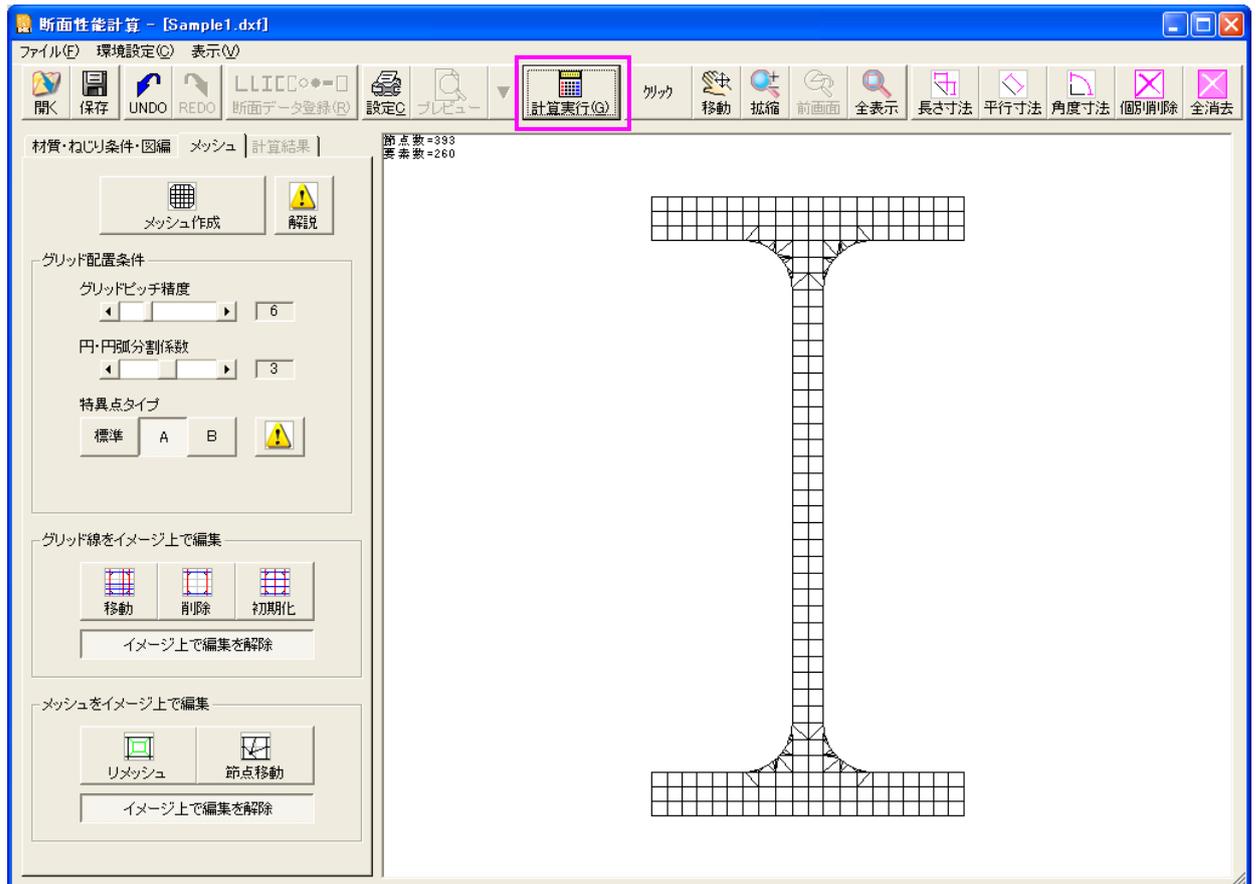
次に有限要素法を使って計算するため [メッシュ作成] タブをクリックしてメッシュを作成します。

有限要素法ではメッシュがせん断応力等の計算結果の精度に影響するのでせん断応力を精度良く求めたい場合はグリッド配置条件だけでなくグリッド線をイメージ上で編集したり、作成したメッシュを編集してメッシュの形状を整える必要がありますがフレーム構造解析用の断面データを求めるレベルではそれほど大きな影響は受けないのであまり神経を使う必要はありません。

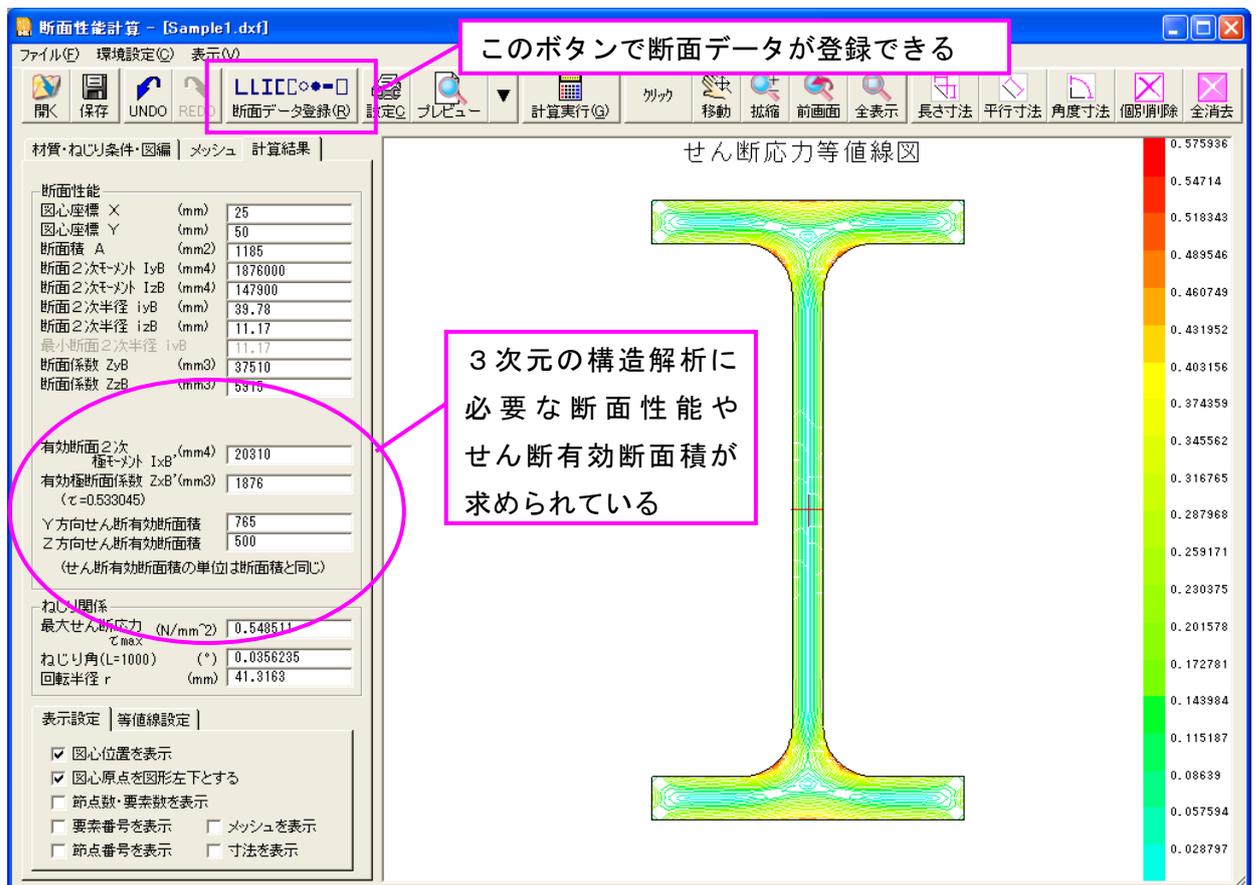


なお [フレーム構造解析 1 1] から形状編集、メッシュをイメージ上で編集、寸法線のそれぞれにあった UNDO ボタンを廃止し、他のコマンドと同様にダイアログ左上の UNDO・REDO ボタンに機能を統合してより使いやすくなっています。

ではグリッドピッチ精度を 6、円・円弧分割係数を 3 としてメッシュを作成します。



メッシュが作成できたら [計算実行] ボタンをクリックして計算を実行します。計算が終了すると [計算結果] のタブが開き断面性能とねじり関係の計算結果が表示されます。またイメージにはせん断応力等値線図が表示され応力分布が分かるようになっています。



せん断有効断面積は各方向の平均板厚の80%以上の厚みのある部分を積算して求めています。この例では平均板厚はY方向（水平）で11.85、Z方向（垂直）で23.7なのでせん断有効面積の精算対象としてY方向は上下のフランジ部、Z方向は中央のウェブ部となります。

形状によってはこの方法でせん断有効断面積が取得できないことも考えられますがせん断有効断面積は後で説明する断面データ登録時に編集することも可能なので必要に応じて手計算等で求めて登録してください。

[表示設定][等値線設定]の各タブでは表示条件を設定することができます。設定を変更するとリアルタイムに表示が変わっていきますのでいろいろと試してみてください。

“塗り潰し”をチェックして“赤青反転”で注目している応力を赤く表示されるようにすると応力分布がより見やすく表示することができます。

断面性能の単位等は後で説明するプルダウンメニューの[環境設定]で設定できるようになっています。

サンプルデータを取り込んで計算してみよう 終了

◇求めた断面性能を登録して[フレーム構造解析]で使ってみよう

ここで求められた断面性能は登録して[フレーム構造解析12]の断面データとして使うことができます。その場合は[断面データ登録]ボタンをクリックします。

ファイル名、形状名称、サイズを入力する

登録内容(単位はmm系)	
ファイル名	H_Kou_Sample
形状名称	H鋼サンプル
サイズ	100x50
断面積(mm <sup>2</sup> )	1185
断面2次モーメントIyB(mm <sup>4</sup> )	1876000
断面2次モーメントIzB(mm <sup>4</sup> )	147900
有効断面2次極モーメントWpB'	20310
最小断面2次半径(mm)	11.17
断面係数ZyB(mm <sup>3</sup> )	37510
断面係数ZzB(mm <sup>3</sup> )	5915
有効極断面係数ZxwB'	1876
Y方向せん断有効断面積	765
Z方向せん断有効断面積	500

このボタンで登録する

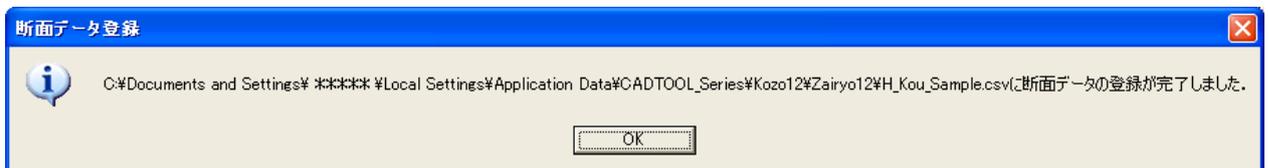
せん断有効断面積の値は編集が可能

これをチェックすると断面表示用のDXFファイルも登録できる

〔フレーム構造解析 1 2〕の断面データフォルダはデータファイル管理機能で複数のパス設定が可能になっており、例えば断面形状グループ毎にフォルダを作ってフォルダ分けして管理するかサーバーに断面形状データフォルダを作って共用することができるようになっていきます。

この機能を使って複数の断面形状データフォルダが設定されている場合には、先に登録先の断面形状フォルダ名称を選択しておきます。設定がない場合は作業フォルダの下の¥Zairyo12がデフォルトとなり登録先の断面形状フォルダ名称には〔標準(ローカルマシン)〕が薄く表示されて変更ができないようになっています。またその下には登録先のフォルダにある断面形状データのファイルが一覧表示されるようになっています。

ここでファイル名、形状名称、サイズを入力して〔登録〕ボタンをクリックすると自動的に登録先の断面形状フォルダに登録されます。



登録が完了すると断面データのフルパスを含むメッセージが表示されます。この例は作業フォルダの下の¥Zairyo12に登録したものになります。

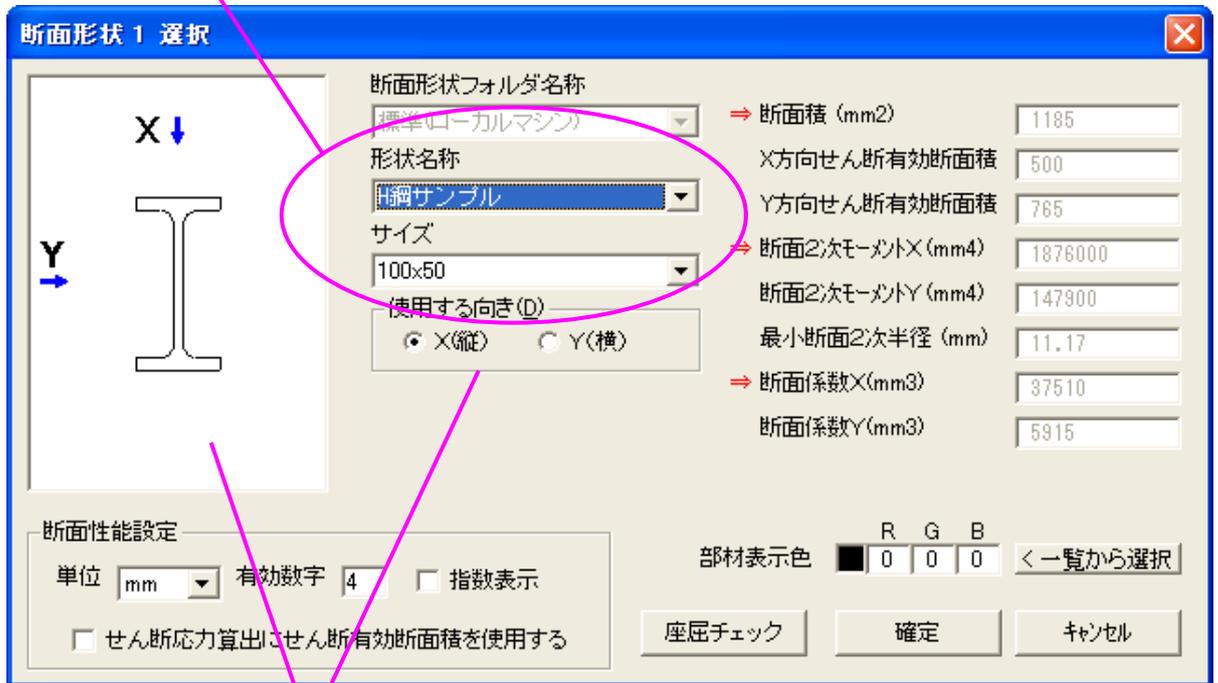
また先述のようにせん断有効断面積も自動で求められていますが自動でうまく取得できていない場合は必要に応じて値を編集してください。

では「はりの計算」の断面形状選択ダイアログで登録されたかどうか確認してみましょう。断面データは各コマンドの起動時に読み込まれますが〔フレーム構造解析 1 2〕ではコマンド起動中でも更新できるようになっていますので「はりの計算」が起動中の場合は環境設定の〔断面データ更新〕をクリックしてください。「はりの計算」が起動していない場合は起動してください。

「はりの計算」が起動したら〔材料・断面性能〕のタブにある〔形状選択〕ボタンをクリックして断面形状選択ダイアログを表示して形状名称から先ほど登録した〔H形鋼サンプル〕があるかどうか探してみてください。

正常に登録できていれば形状名称のリストに「H形鋼サンプル」がありますのでそれを選択するとさらにサイズのリストに登録した「100x50」が選択されて表示されます。

登録した断面データが直ぐに使えるようになっている



はりの計算は使用する向きを選択するのではりの計算用のイメージも登録される

このように断面性能計算で計算した結果は「フレーム構造－立体」も含めてすぐに「フレーム構造解析12」で使えるようになっています。また今回のように新規の材料としてではなく既存の材料データに追加することもできます。これは次で説明します。

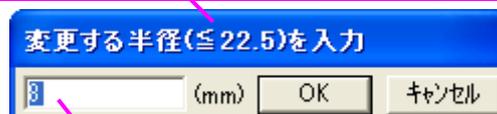
求めた断面性能を登録して「フレーム構造解析」で使ってみよう 終了

#### ◇図形編集機能を使って形状を変更してみよう

##### ●STEP 1 (半径変更機能)

半径変更機能では円と円弧の半径を変更することができます。「半径変更」ボタンを押した状態で円や円弧の図形を指示し、図形の色が緑色に変わった状態でマウス左ボタンをクリックすると変更したい半径を入力するダイアログが表示されます。

変更可能な最大半径が表示されている



変更したい半径を入力する、半径0も入力できる

半径入力ダイアログには変更可能な最大半径が表示されていますのでそれを参考に変更したい半径を入力して「OK」ボタンをクリックすると円や円弧の半径が変更されます。

0を入力することも可能で半径を0とするとその円や円弧は削除され、円弧の場合は前後の線分が繋がられます。円弧の前後に線分がない場合は円弧の角度が90°の場合のみ半径の変更ができるようになっています。

また角度のある2線分の角にマウスを持っていき2線分が同時に緑色に変わった状態でマウス左ボタンをクリックすると円や円弧と同様に半径入力ダイアログが表示され半径を入力すると2線分の上に円弧を作成することもできます。

ここでは左側の2ヶ所のスミRの円弧を8から16に変更してみます。

## ●STEP 2 (ストレッチ機能)

ストレッチ機能では[ストレッチ] ボタンを押した状態でストレッチしたい図形を対角で指示してからストレッチ基準点、ストレッチ点を指示すると、指示した範囲の図形をストレッチ基準点からストレッチ点まで伸ばしたり縮めたりすることができます。

範囲指定の対角を指示する場合は任意の点が選択できますがストレッチ基準点、ストレッチ点はスナップ点のみが指示対象となります。またストレッチ基準点、ストレッチ点は対角で指示した範囲とは関係ない場所で指示が可能ですので伸縮距離が分かりやすいところを使うと良いでしょう。ストレッチで伸ばしてスナップ点の範囲を越えた場合は[全表示]で伸ばした図形のところまでスナップ点が表示されるようになります。

対角で指示した矩形にかかっている図形が伸縮対象となりますが円弧がかかっている場合はストレッチできませんので注意してください。

ストレッチは任意の方向にできますが通常は水平か垂直方向へのストレッチが多いと思われます。斜めにストレッチしたくない場合は“ストレッチ方向を水平・垂直とする”のチェックボックスをチェックしておいてください。またストレッチ点を指示するとき基準点との相対距離がマウスのところに表示されますのでそれを参考に決められた寸法にストレッチが可能です。

ここでは中央のウェブを幅5mmから15mmとし、上下のフランジ部の左側の板厚を7mmから15mmに変更してみます。なお[フレーム構造解析11]から図形編集機能も共通のUDNO・REDO機能に対応しており回数の制限なく元に戻したり、そのやり直しをすることができるようになっています。

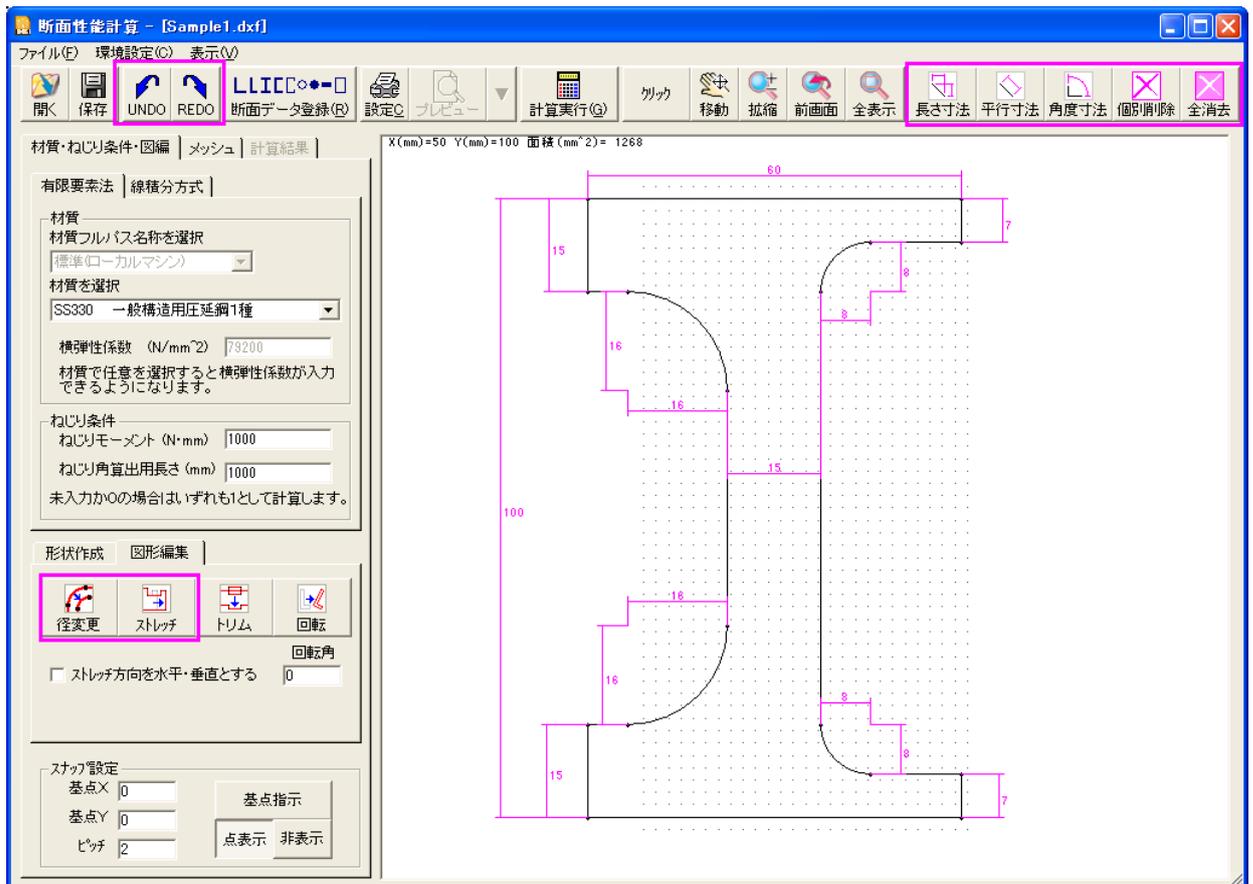
では正確に図形編集できたかどうか確認のため次の簡易寸法機能で寸法線を入れてみます。

### ●STEP 3 (簡易寸法機能)

記入できる寸法の種類としては[長さ寸法] (水平・垂直寸法)、[平行寸法] [角度寸法] の3種類となります。操作方法としてはまず記入したい寸法のボタンを押してマウスをイメージ上に持っていきます。寸法記入時もマウスアイコンが指差しアイコンに変わり何を指示するかがマウス横に表示されますのでその指示に従って寸法引出点を指示していきます。

操作途中でやり直したい場合は[ESC]キーで一つ前の操作に戻り、またマウス右クリックすると寸法処理が解除されます。角度寸法以外は3点、角度寸法は4点を指示すると寸法線が表示されます。

では前で説明した半径編集機能とストレッチ機能で編集した図形に寸法を入れてみます。



寸法を記入後にストレッチすると寸法も自動で更新されるのでストレッチしたい部分に先に寸法を入れておいても良いでしょう。簡易寸法機能の右端の[全消去]ボタンをクリックすると確認メッセージが表示され[はい]をクリックすると全ての寸法データが消去されます。

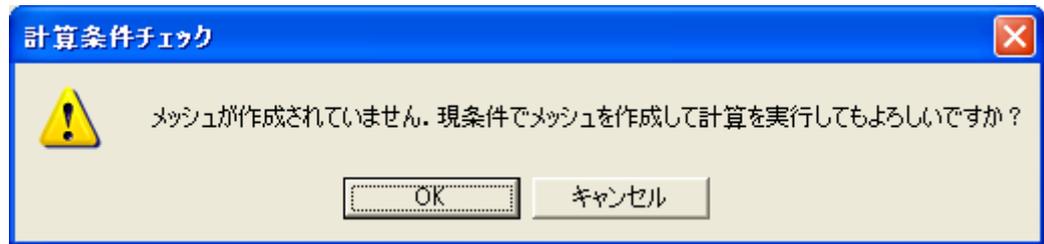
簡易寸法機能も[フレーム構造解析 1 1]から共通のUDNO・REDO機能に対応しており[個別削除]や[全消去]を含めて回数の制限なく元に戻したり、そのやり直しをすることができるようになっています。

また簡易寸法は種類に関係なく最大30箇所まで記入できます。

図形編集機能の[トリム]と[回転]は後で説明します。

◇図形編集した形状で断面性能を計算してみよう

ではこの形状で断面性能を計算してみましょう。まだメッシュを作成していませんが [計算実行] ボタンをクリックしてみます。すると次のメッセージが表示されます。



ここで [OK] ボタンをクリックすると現在のメッシュ作成条件でメッシュを作成してから続けて計算を実行します。

断面性能		
図心座標 X	(mm)	27.07
図心座標 Y	(mm)	50
断面積 A	(mm <sup>2</sup> )	2628
断面2次モーメント IyB	(mm <sup>4</sup> )	3321000
断面2次モーメント IzB	(mm <sup>4</sup> )	412300
断面2次半径 iyB	(mm)	35.55
断面2次半径 izB	(mm)	12.53
最小断面2次半径 iyB	(mm)	12.53
断面係数 ZyB	(mm <sup>3</sup> )	66420
断面係数 ZzB	(mm <sup>3</sup> )	12520
断面係数 ZyB'	(mm <sup>3</sup> )	66420
断面係数 ZzB'	(mm <sup>3</sup> )	15230
有効断面2次モーメント IxB	(mm <sup>4</sup> )	230000
有効断面係数 ZxB' (α=0.099806)	(mm <sup>3</sup> )	10120
Y方向せん断有効断面積		1621
Z方向せん断有効断面積		1500
(せん断有効断面積の単位は断面積と同じ)		

非対称形状の場合は断面係数が各軸2つ表示されますが断面データとしては強度的に不利な（応力が大きくなる）小さい方の断面係数が登録されます。

では [断面データ登録] ボタンをクリックして断面の登録ダイアログを表示してみます。

同じ断面データファイル（CSVファイル）に追加する場合は形状名称には先に登録したものが使われるので未入力とする

登録内容(単位はmm系)	
ファイル名	H_Kou_Sample.csv
形状名称	
サイズ	100x60x15x15x7
断面積(mm <sup>2</sup> )	2628
断面2次モーメントIyB(mm <sup>4</sup> )	3321000
断面2次モーメントIzB(mm <sup>4</sup> )	412300
有効断面2次極モーメントIxB'	230000
最小断面2次半径(mm)	12.53
断面係数ZyB(mm <sup>3</sup> )	66420
断面係数ZzB(mm <sup>3</sup> )	12520
有効極断面係数ZxB'	10120
Y方向せん断有効断面積	1621
Z方向せん断有効断面積	1500

これをチェックすると断面形状選択ダイアログに表示されるイメージをファイル毎に変更して登録することができる

ここでは先ほど登録した断面データに今回のデータを追加してみます。断面形状フォルダのファイル一覧から先ほど登録した [H\_Kou\_Sample.csv] を選択すると登録内容のファイル名に選択したファイル名が表示されます。既存の断面データに追加する場合は形状名称には先に登録したものが使われるので形状名称は未入力とします。サイズは登録した形状が分かるようなものにしておきます。

“イメージファイル名にサイズを追加” をチェックしておくで [フレーム構造解析 1 2] の断面形状選択ダイアログで表示されるイメージのファイルをサイズ毎に変更して登録でき、サイズを変更するとその断面データを登録したときのイメージが表示されます。

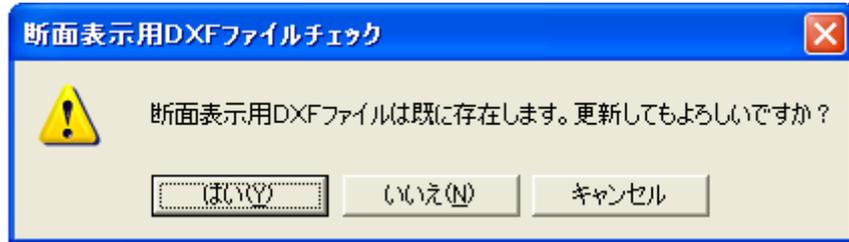
では [登録] ボタンをクリックして登録してみます。まず既存の断面データに追加する場合は確認のメッセージが表示されます。

同名ファイルチェック

同名のファイルがあります。データを追加する場合は形状名称は更新されません。データを追加してもよろしいですか?

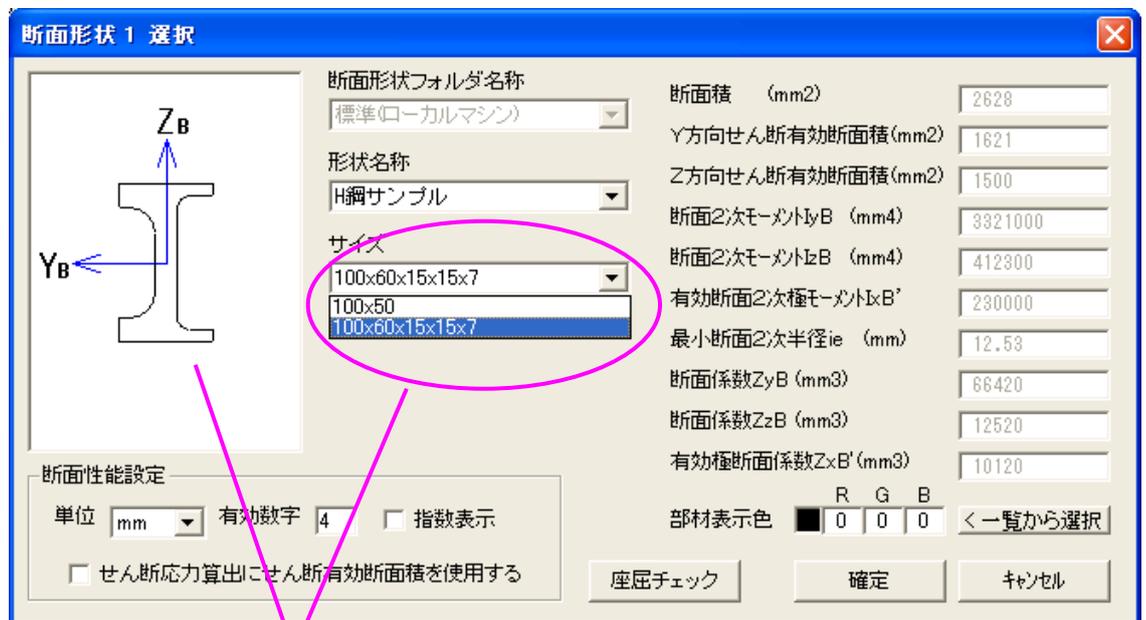
OK キャンセル

ここで [OK] をクリックすると次に断面表示用のDXFファイルを更新するか確認のメッセージが表示されます。



ここは「はい」をクリックして今回の形状を断面表示用DXFファイルとして更新します。ただし今回は断面データの追加の説明を兼ねているので既存の断面データに追加してみましたが先に登録した形状と相似形状ではないので本来は新しいファイル名で断面データを登録した方が良くも知れません

では「フレーム構造－平面」の断面形状選択ダイアログで登録した形状を表示してみます。



新しく追加したサイズが表示されイメージもサイズ毎のものが表示されている

断面データファイル (CSVファイル) は同じなので形状名称は先に登録した「H形鋼サンプル」を選択します。サイズのリストを開くと新しく追加したサイズが表示されそれを選択すると左のイメージも変更されているのが分かります。

以上のように「フレーム構造解析 1 2 / 2 D」の「断面性能計算」では図形編集機能によりDXFファイルで形状を変更しなくても簡単な形状変更はコマンドの中ででき、その断面データを計算して登録して「フレーム構造解析 1 2」の各コマンドで使うことができるようになっています。

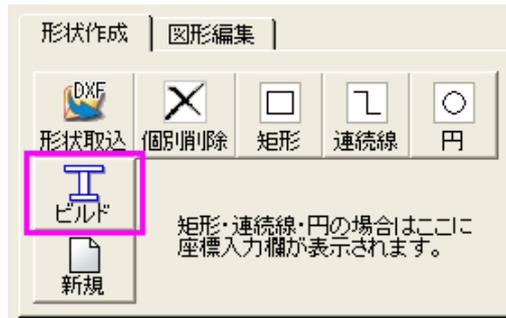
なおこのデータはサンプルフォルダに右下に示すファイル名で入っていますので参考にしてみてください。

(Tutorial01.KD12)

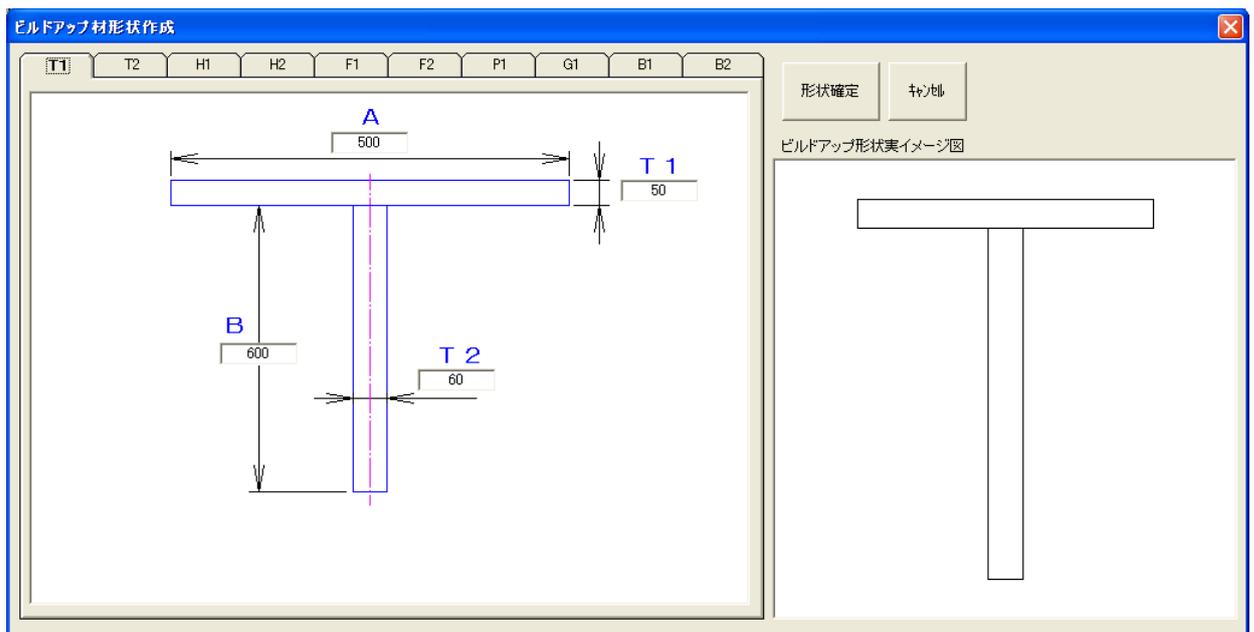
◇ビルドアップ材形状を作成して断面性能を計算みよう。

ビルドアップ材とは平鋼等を溶接して任意の大きさで作成するビルドH形鋼やビルドT形鋼、ボックス形状等になります。基本的には単純な形状ですがそれでも従来はD×Fファイルを作成して取り込む必要がありましたが〔フレーム構造解析12/2D〕の〔断面性能計算〕では寸法を入力するだけでビルドアップ材の形状を作成して断面性能計算ができるようになりました。

ビルドアップ材形状を作成するにはスタートアップで〔ビルドアップ材作成からスタート〕ボタンをクリックするか、次に示す〔ビルド〕ボタンをクリックします。



続いてビルドアップ材形状作成ダイアログが開きますので作成したい形状をタブで選択します。



上記の〔T1〕は左右対称のT形になりますが〔T2〕タブでは同じT形でも左右の長さが違う非対称のものが作成できます。このように全部で10種類の形状が作成できますのでどのような形状ができるかタブを開いて確認してみてください。

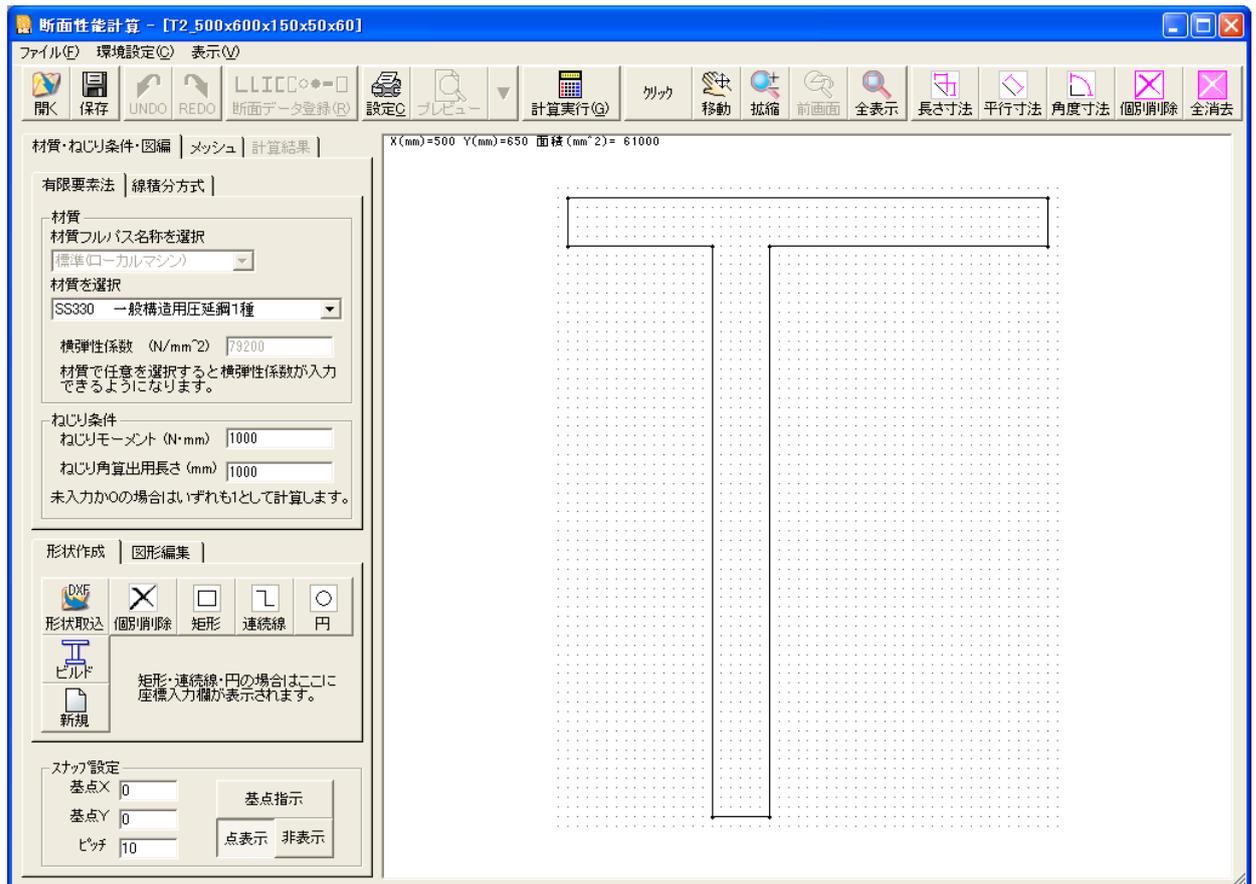
このタブに表示されている形状は寸法入力の参考図になり寸法記号の所に寸法値を入力するとリアルタイムで右側のビルドアップ形状実イメージ図が変わっていきます。入力した寸法が良ければ〔形状確定〕ボタンをクリックします。

ここでは非対称T形の〔T2〕タブを開き、寸法はデフォルトのまま〔形状確定〕ボタンをクリックします。

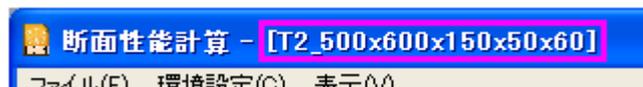
既に取り込んだ形状がある場合は次に示すメッセージが表示されます。



ここではビルドアップ材形状を取り込みますので [OK] ボタンをクリックすると次に示すようにビルドアップ材形状が取り込まれます。

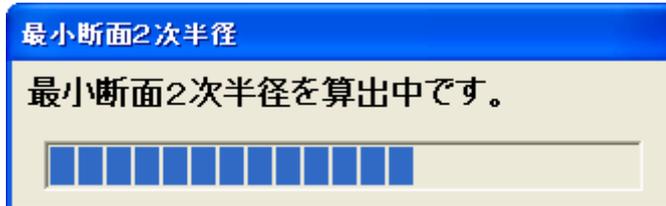


またタイトルバーにはビルドアップ材のタイプ (タブの記号) と寸法値から構成したサイズが表示されるようになっています。



後の操作はDXF形状を取り込んだときと同じでメッシュを作成して計算を実行し、必要に応じて形状データを登録します。

またこのような上下左右が非対称の形状で主軸が傾いている形状の場合は断面性能を計算した後に次に示すメッセージが表示されて最小断面2次半径を計算するようになっています。



計算が終了すると次に示すように断面性能に最小断面2次半径も表示されます。

断面性能

図心座標 X (mm)	208.7
図心座標 Y (mm)	433.2
断面積 A (mm <sup>2</sup> )	61000
断面2次モーメント IyB (mm <sup>4</sup> )	2644000000
断面2次モーメント IzB (mm <sup>4</sup> )	6039000000
断面2次半径 iyB (mm)	208.2
断面2次半径 izB (mm)	99.5
最小断面2次半径 ivB (mm)	94.96
断面係数 ZyB (mm <sup>3</sup> )	6103000
断面係数 ZzB (mm <sup>3</sup> )	2073000
断面係数 ZyB' (mm <sup>3</sup> )	12190000
断面係数 ZzB' (mm <sup>3</sup> )	2894000
有効断面2次モーメント IxB (mm <sup>4</sup> )	64190000
有効断面係数 ZxB' (mm <sup>3</sup> ) (τ=0.000932)	1073000
Y方向せん断有効断面積	24980
Z方向せん断有効断面積	38990
(せん断有効断面積の単位は断面積と同じ)	

ねじり関係

最大せん断応力 τ <sub>max</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	0.00121201
ねじり角(L=1000) (°)	0.00001127
回転半径 r (mm)	230.734

表示設定 | 等値線設定

- 図心位置を表示
- 図心原点を図形左下とする
- 節点数・要素数を表示
- 要素番号を表示
- メッシュを表示
- 節点番号を表示
- 寸法を表示

さらに計算結果には最大・最小の断面2次半径と主軸の傾きも出力されます。

印刷 | 150% | 印刷設定 | PDF出力 | PDF設定

図心座標 X (mm)	208.7
図心座標 Y (mm)	433.2
断面積 A (mm <sup>2</sup> )	61000
断面2次モーメント IyB (mm <sup>4</sup> )	2644000000
断面2次モーメント IzB (mm <sup>4</sup> )	6039000000
断面2次半径 iyB (mm)	208.2
断面2次半径 izB (mm)	99.5
断面係数 ZyB (mm <sup>3</sup> )	6103000
断面係数 ZzB (mm <sup>3</sup> )	2073000
断面係数 ZyB' (mm <sup>3</sup> )	12190000
断面係数 ZzB' (mm <sup>3</sup> )	2894000
有効断面2次モーメント IxB (mm <sup>4</sup> )	64190000
有効断面係数 ZxB' (mm <sup>3</sup> )	1073000
Y方向せん断有効断面積 (mm <sup>2</sup> )	24980
Z方向せん断有効断面積 (mm <sup>2</sup> )	38990
最大断面2次半径 iuB (mm)	210.3
最小断面2次半径 ivB (mm)	94.96
主軸の傾き (°)	-9.1

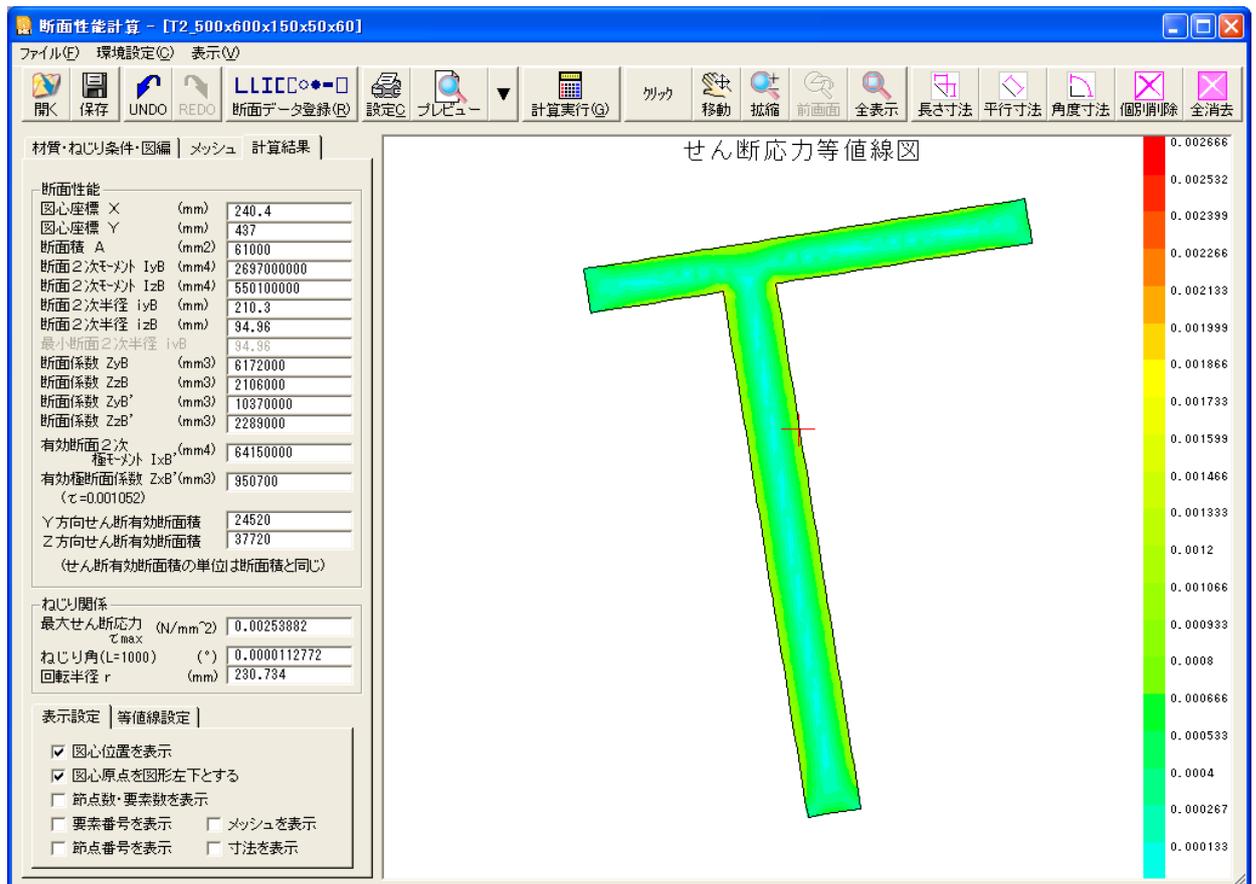
材質 SS330 一般構造用圧延鋼

横弾性係数 (N/mm <sup>2</sup> )	79200
ねじりモーメント (N・mm)	1000
ねじり角算出用長さ (mm)	1000
最大せん断応力 τ <sub>max</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	0.00121201
ねじり角(L=1000) (°)	0.00001127
回転半径 r (mm)	230.734
図心座標基準	図形左下を原点

この主軸の傾きの符号を変えたものが図形編集の回転角に入ります。



このまま [回転] ボタンをクリックすると主軸方向が水平・垂直方向になるように形状が回転して主軸回りの断面性能を計算することもできます。



なお最小断面2次半径を求める計算は内部的に形状を回転させて求めていますので主軸の傾きは最大で±0.3°程度の誤差が出ることがあります。

ビルドアップ材形状を作成して断面性能を計算みよう 終了

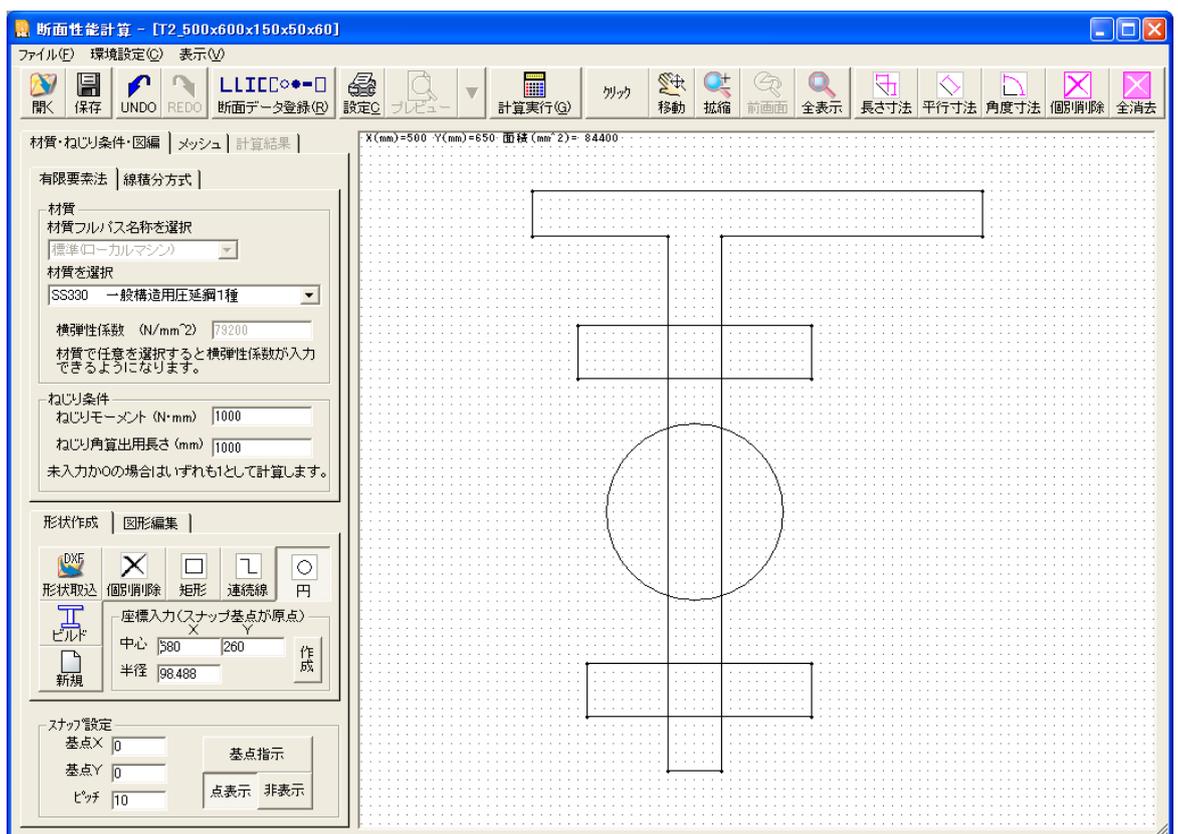
◇形状作成機能を使ってみよう。

[フレーム構造解析 1 1] から形状作成機能が追加され [矩形] [連続線] [円] を作成することができます。形状作成機能を使って新規に作成することもできますし既存の形状に追加することもできます。ここでは先ほどのビルドアップ材に形状を追加してみましよう。UNDOボタンで回転前の形状に戻るか [ビルド] ボタンで [T 2] 形状を作成しておきます。

次に「形状作成」タブにある「矩形」ボタンをクリックするとその下に座標入力欄が表示されます。ここに矩形の対角点の座標を入力して右の「作成」ボタンをクリックすると矩形が作成されます。またマウスをイメージ上に持っていくとリアルタイムでその座標値が表示されますのでそれを確認しながらイメージ上で対角点を指示しても矩形を作成することができます。



次に適当に2つの矩形と1つの円をマウスを使って追加したものを示します。連続線も座標入力とマウス指示のどちらでも作成が可能です。



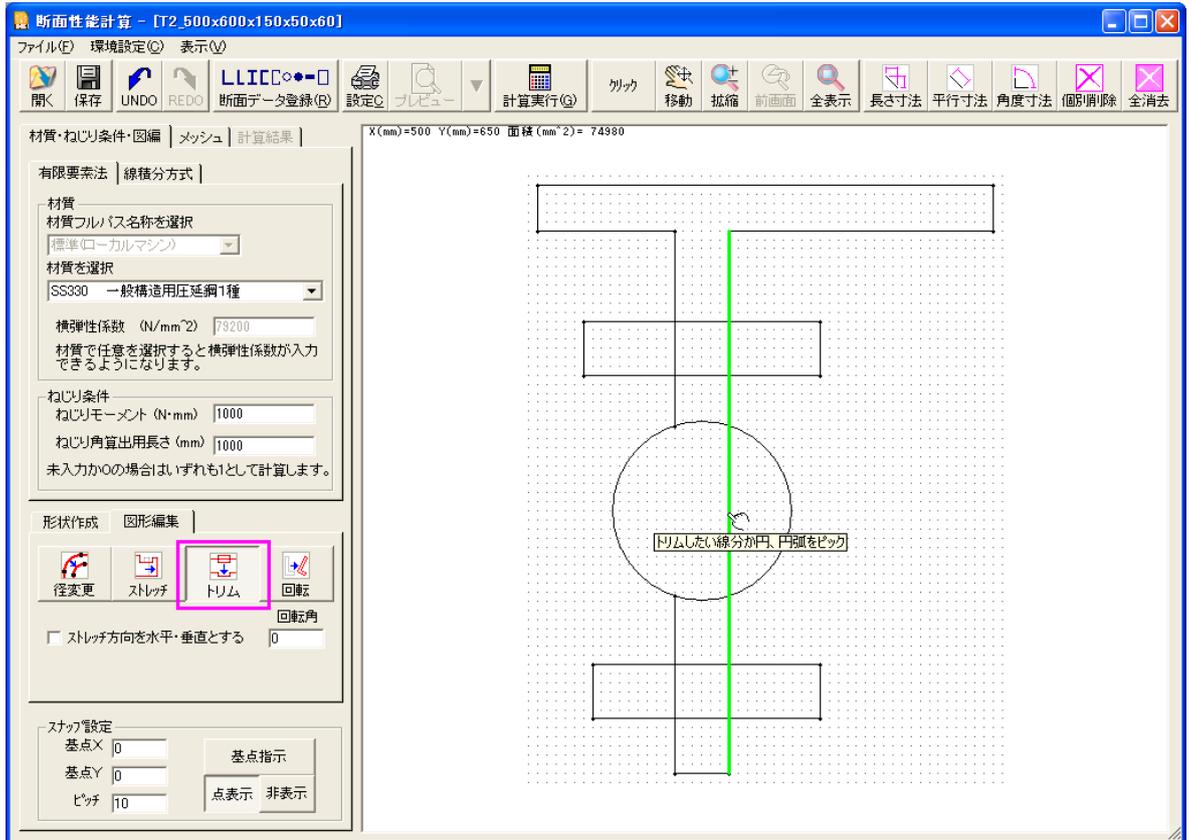
このままでは外周が一筆書きになっていないのでメッシュの作成はできません。そこで「フレーム構造解析 1 1」から「図形編集」タブに追加されたトリム機能を使って一筆書きに上げていきます。

トリムの機能として、

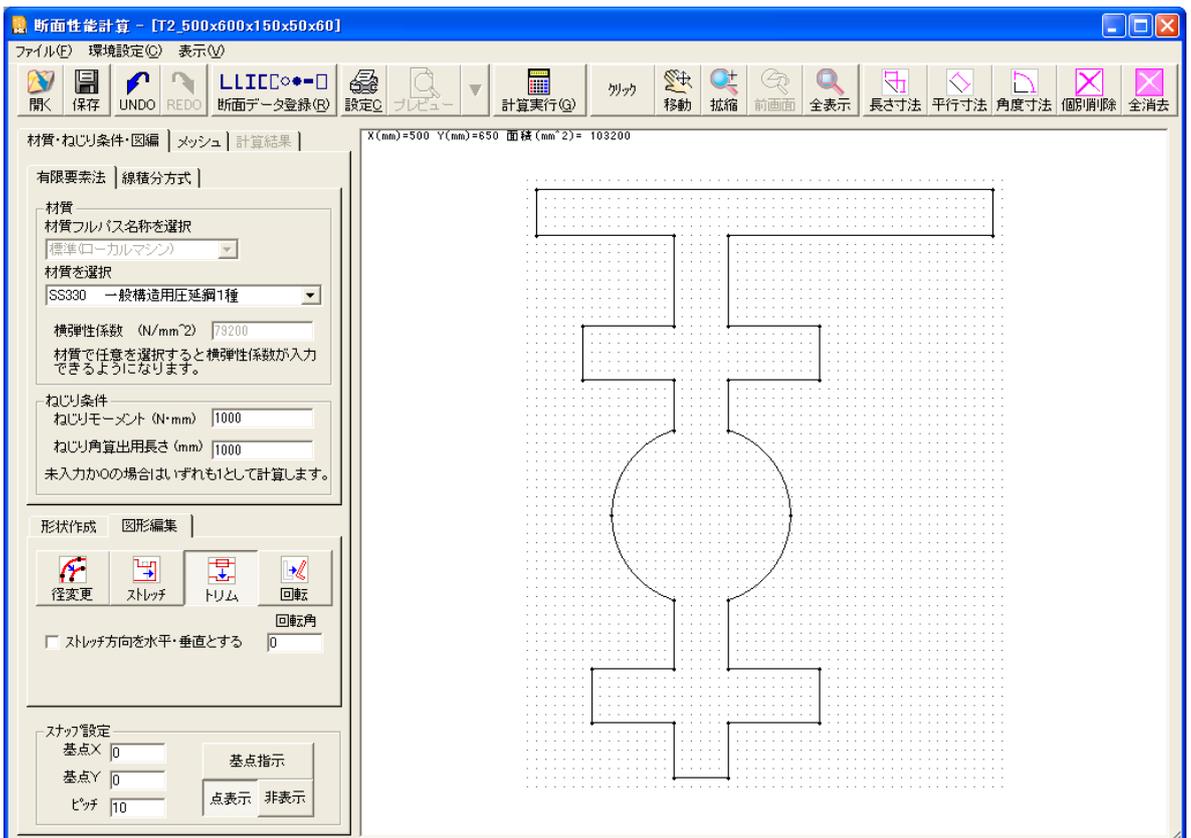
- ・ 指示した図形の両側に交差する他の図形がある場合は両側の交点に囲まれる図形の範囲を切り取ります。
- ・ 指示した図形の片側に他の図形がある場合は図形のない側の端点から他の図形との交点までの図形を切り取ります。

・指示した図形に交差する図形がない場合は指示した図形を削除します。

では [トリム] ボタンを押してマウスをトリムしたい線分か円、円弧に持っていきます。図形要素を認識すると緑で太く表示されますのでそれで良ければクリックします。

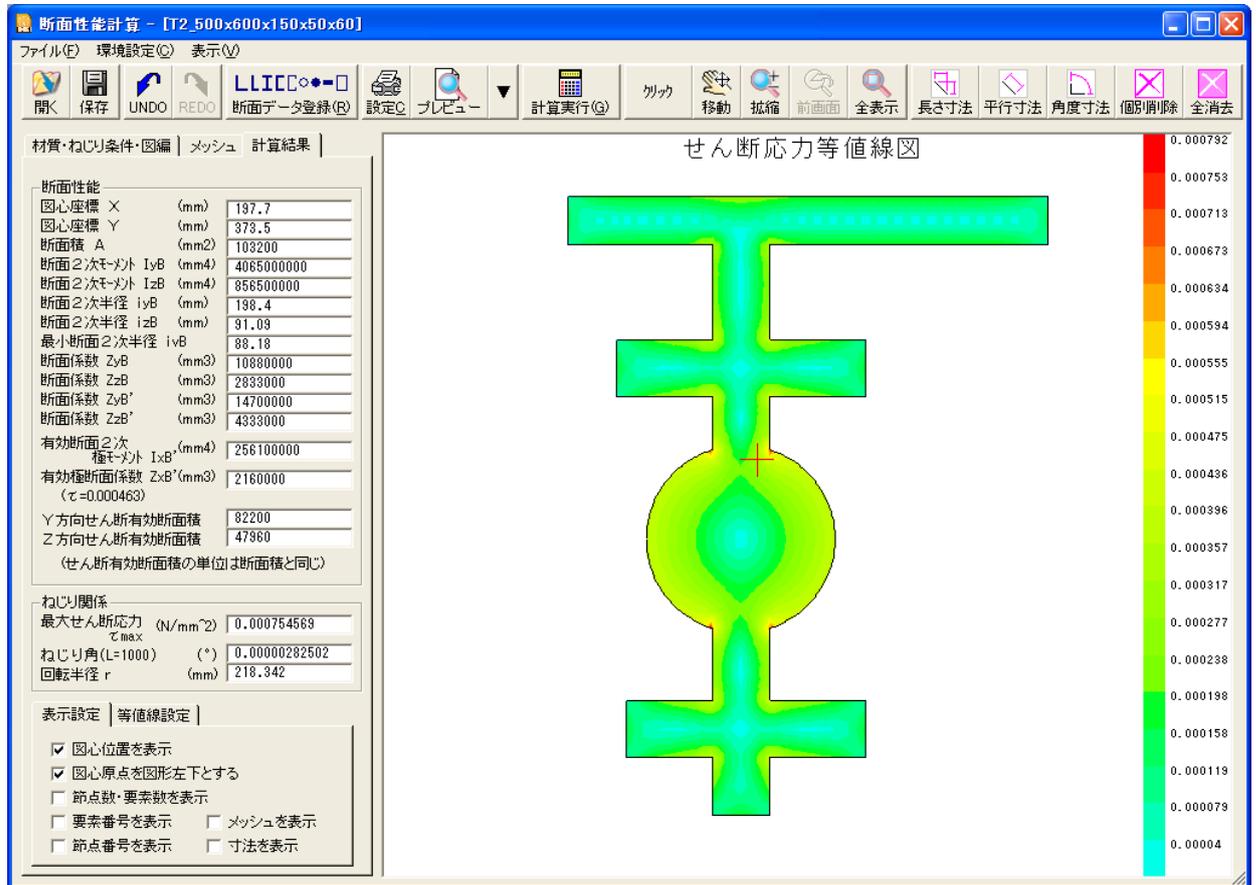


上記の例は既に円と交差する左側の線分をトリムしてこれから右側の線分をトリムするところです。同様の操作で不要な線分や円弧をトリムしていき次に示す一筆書きの形状にします。

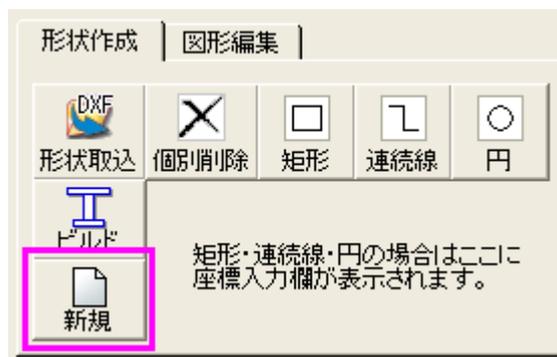


トリム機能も [フレーム構造解析 1 1] から共通のUDNO・REDO機能に対応していますので間違った図形を削除してしまってもすぐに元に戻してやり直しができます。

では [計算実行] ボタンをクリックしてデフォルトの条件でメッシュを作成して計算してみます。



上記の例はビルドアップ材に形状作成機能で形状を追加したものになりますが [形状作成] タブにある [新規] ボタンをクリックすると全ての図形が消去されますので、0から形状を作成していくこともできます。



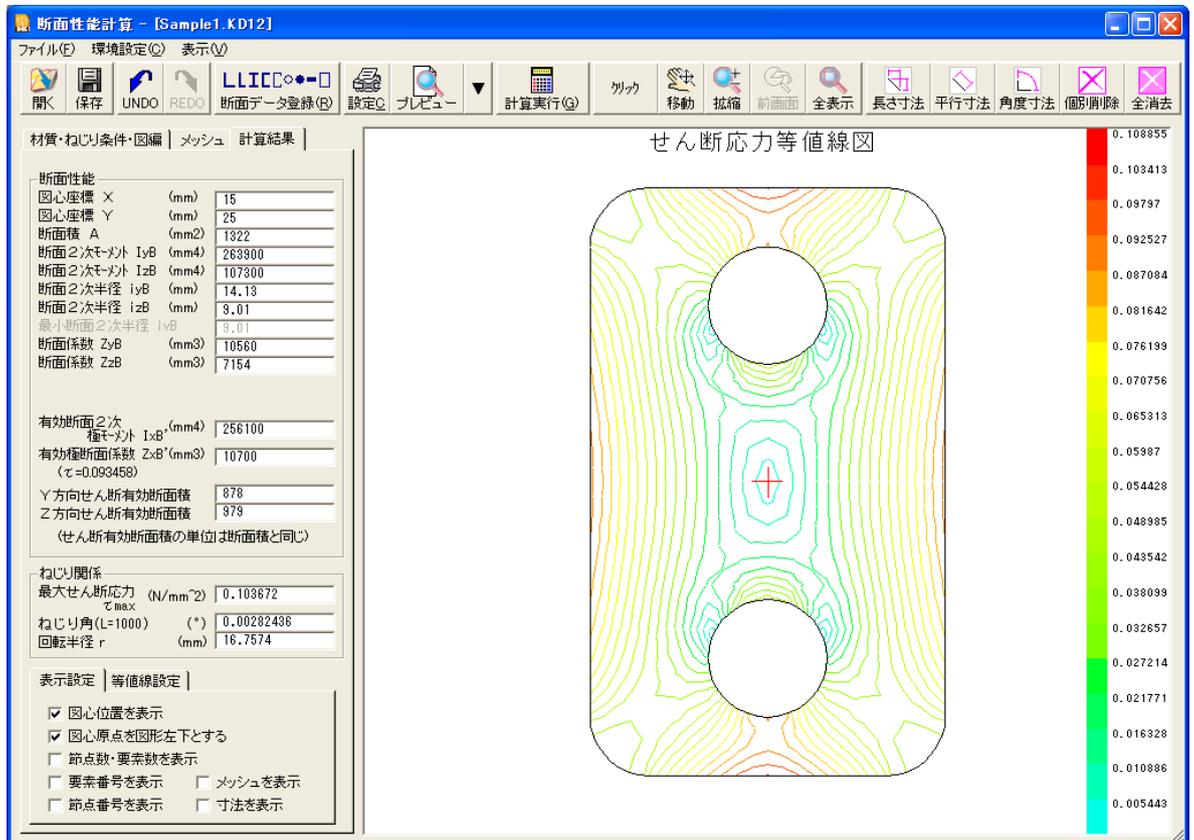
作りたい断面のポンチ絵を描いて寸法を入れておき、座標入力を使って作成していくと正確な断面形状を作成することができます。いろいろと試してみてください。

◇独自のデータ形式で断面性能計算を活用してみよう。

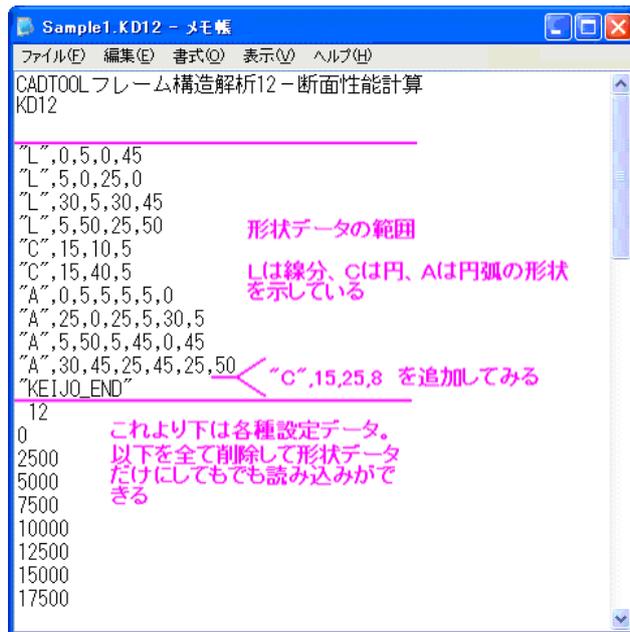
断面性能計算に使う断面形状は基本的にはD×F形式としています。しかし取り込んだ形状を独自の形式で保存して後から活用することもできます。ここでもサンプルデータを読み込んでみましょう。

[既存形状データ読み込み] ボタンをクリックすると既存形状データの選択ダイアログが表示されます。基本的にはD×F断面形状取込と同じですが拡張子が KD12 のものが対象となります。またファイルの種類を変更すると [フレーム構造解析 1 1] 以前のデータも読み込みできます。

では作業フォルダの下の¥Sampleにある Sample1.KD12 を取り込み、D×Fファイルを読み込んだ時と同様にメッシュを作成して計算を実行します。

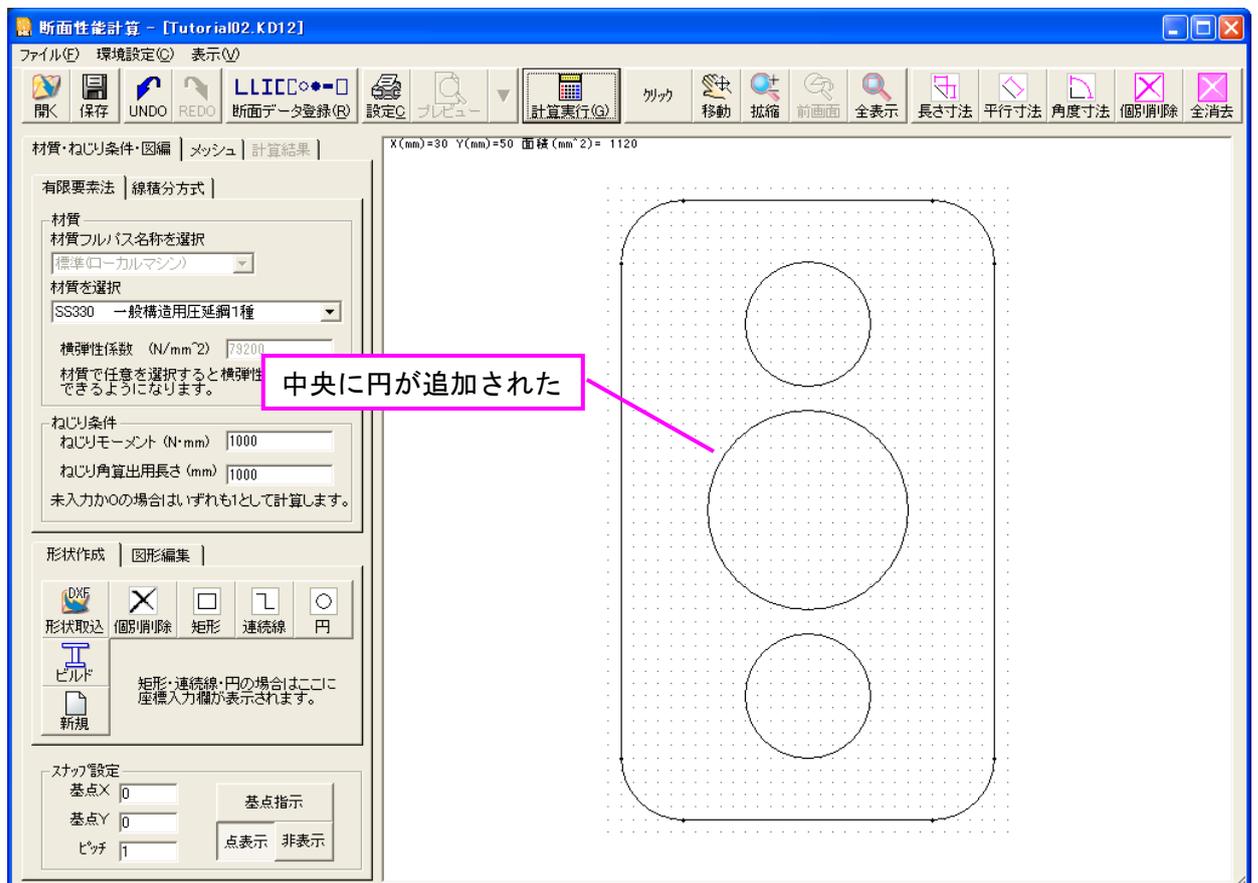


このデータファイルはテキスト形式になっていますのでメモ帳で開いてみましょう。



断面性能計算の形状データは“KEIJO\_END”までの行になりこのような単純なフォーマットになっています。詳細はマニュアルを参照してもらおうとして中間部の“L”とか“C”、“A”で始まる行が形状を表しています。

ここでは円データを追加して名前を変えて保存してみます。次にそのデータを読み込んでみましょう。ただし拡張子が txt のままでは読み込めませんので保存ファイル名は Tutorial02.KD12 とします。



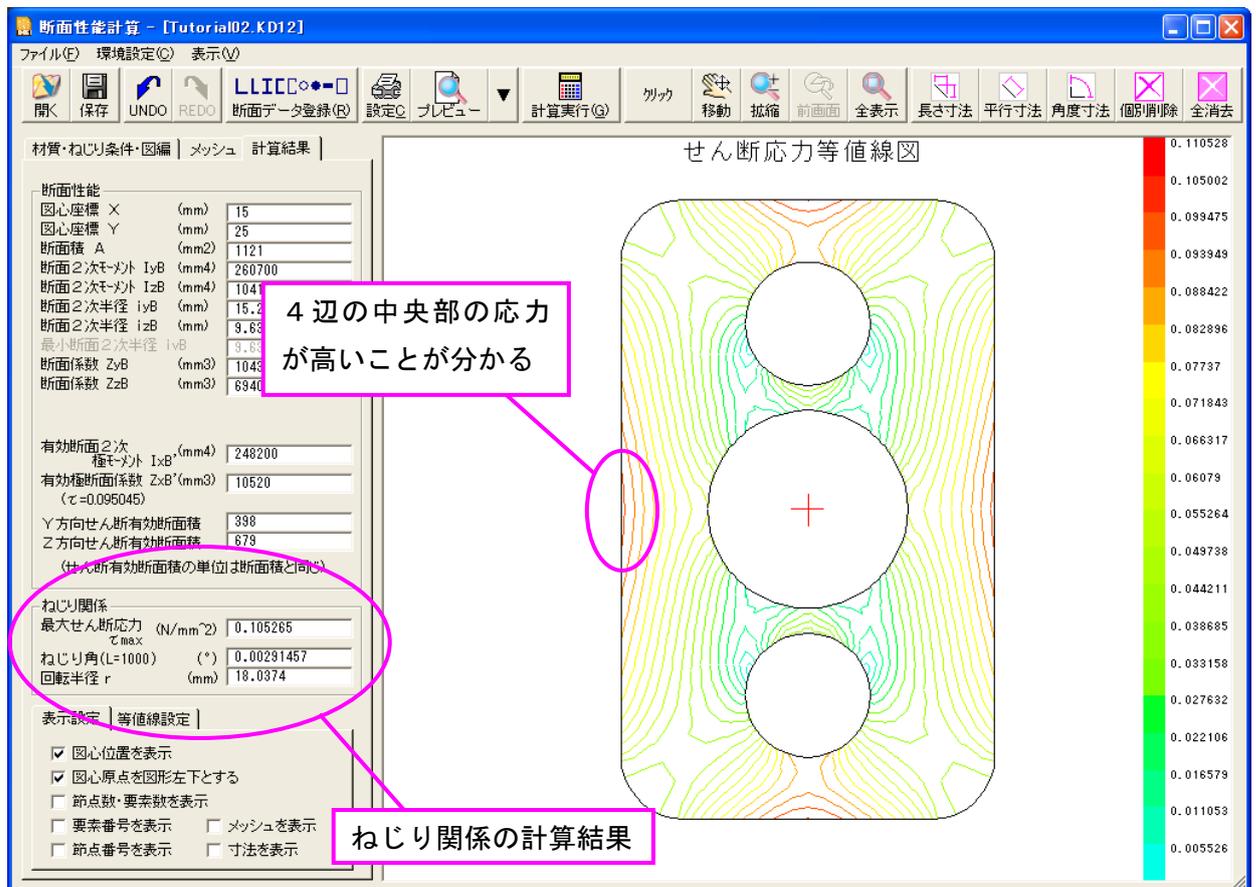
このように断面の中央に円が追加されました。“KEIJO\_END”以降の行を削除しておけば形状データだけを読み込むこともできますので、このデータファイルを活用すればD×F出力のできるCADが無くてでも断面形状を手作りすることや表計算ソフトのマクロなどを使っていろいろな断面形状を作成することもできると思います。

なお先に説明したように [フレーム構造解析 11] から形状作成機能が追加され既存の形状に新しく図形を追加したりCADを使わずに新規に形状を作成することもできるようになりました。このような円の追加も形状作成機能でできるようになっています。

独自のデータ形式で断面性能計算を活用してみよう 終了

#### ◇ねじり関係の計算結果を見てみよう

断面性能計算ではねじり関係の計算結果も表示されます。[材質・ねじり条件・図編] タブで入力したねじりモーメントとねじり角算出長さから読み込んだ断面形状ねじり角が求められます。



その他、最大せん断応力や回転半径の計算結果も表示され、イメージにはせん断応力等値線図が表示されています。

画面操作関係のボタンが押されていない状態でマウスをイメージ上に持っていくとその部分のせん断応力が表示されるようになっていきますので各自で確認してみてください。

(Tutorial02.KD12)

---

ねじり関係の計算結果を見てみよう 終了

◇せん断応力の計算精度を向上させるには

[フレーム構造解析 1 2] の断面性能計算でせん断応力を求めるのに有限要素法を使っています。有限要素法の特徴として計算結果の絶対値の精度はメッシュの細かさだけでなくメッシュの形状にも影響されることがあります。

メッシュの編み目の一つが有限要素法の 要素となりますが周辺の要素に比べて極端に小さい要素や細長い要素ができているとその部分の計算結果の信頼性はあまりありません。

絶対値が低い部分では問題がありませんが、例えば応力集中を起こして応力値が高い部分とか注目している部分にこのような要素がある場合はメッシュの形状を整えて絶対値の精度を向上してやる必要があります。

[フレーム構造解析 1 2] の断面性能計算にもグリッド線編集機能やメッシュ編集機能がありこれらを使ってメッシュの形状を整えることができますが、本コマンドの本来の目的はフレーム構造解析用の断面データの作成なのでせん断応力を精度良く求めるためのコマンドではありません。

したがって本チュートリアルでもこの部分については簡単な説明しか載せませんが本コマンドの有限要素法による計算部分はCAD TOOL FEM8をベースに作られており、FEM8のチュートリアルではメッシュの形状を整えて計算精度を向上させる方法を詳しく解説しています。FEM8の体験版でもそのチュートリアルを見ることは可能なので興味のある方はそちらを参照してみてください。

●STEP 1 (グリッド線編集機能を使ってみよう)

まず精度良く計算したい注目部分を拡大しておきます。ここでは要素形状の元になるグリッドを移動してこの部分の要素の形状を整えてみます。

[メッシュ] タブをクリックして [グリッド線をイメージ上で編集] の [移動] ボタンを押してからイメージ上で移動したいグリッドの上にマウスを持っていきます。グリッド線が緑色に変わったらマウス左ボタンを押したまま移動先までドラッグします。

最初のうちは適当に移動してメッシュを作成してみてもどのようなメッシュができるのか確認してください。なれてくればグリッド線をうまく移動して極端に細長い要素や小さい要素がない比較的整ったメッシュが作成されるようになります。グリッド線を削除した方がよい場合もありますのでそれも試してみてください。

## ●STEP 2 (メッシュ編集機能を使ってみよう)

メッシュ編集機能には [リメッシュ] と [節点移動] の 2 つがあります。[リメッシュ] はメッシュを構成している要素を分割してさらに細かいメッシュを作成する機能で、[節点移動] は節点を移動してメッシュの形状を変形できる機能です。ここでは [節点移動] を使ってさらにメッシュの形状を整えてみましょう。

[メッシュ] タブの [メッシュをイメージで編集] タブを開き [節点移動] ボタンを押しておきマウスをイメージ上に持っていきます。マウス近くの節点を認識するとそこに緑の○が表示されますので移動したい節点を認識したらマウス左ボタンを押したままドラッグします。ドラッグ中はマウスの動きに付いて緑の○が移動するとともにメッシュもリアルタイムで変形します。移動後のメッシュ形状に問題がない位置であれば変形したメッシュは緑色で表示されマウス左ボタンを離すとその位置でメッシュが固定されます。

変形したメッシュが赤く表示されている場合は移動後のメッシュ形状に不具合ある場合でその状態でマウス左ボタンを離すと節点は元の位置に戻ってしまいます。なおメッシュ形状の不具合とはメッシュが凹んだ四角形となる場合で四角形 8 節点アイソパラメトリック要素では辺上に節点がある三角形までは計算できますが凹んだ四角形には対応していません。

さらに節点移動を使って周辺の細長い三角形のメッシュ形状も整えおきましょう。

なお [節点移動] ボタンが押された状態で同じタブにある [元に戻す] ボタンをクリックすると最大 10 操作前まで [節点移動] の操作を元に戻すことができます。また [元に戻す] ボタンをクリックした場合は [やり直し] ボタンが使えるようになり元に戻した処理を 1 回だけやり直すことができます。

有限要素法の精度にはメッシュ形状だけでなくメッシュの細かさも影響します。解析したい要素全体に細かくメッシュを作成れば精度も良くなりますが計算時間がかかるようになります。

本コマンドで使っている四角形 8 節点アイソパラメトリック要素は基本的には精度が高いので応力の変化が少ない場所まで細かくメッシュを作成する必要はありませんが グリッド精度を上げてメッシュを作成すると精度が必要ない場所にも細かいメッシュができてしまいます。そこで全体のメッシュは粗めに作成してリメッシュ機能で部分的に メッシュを細かくする方法を紹介します。

[メッシュ]タブの[メッシュをイメージで編集]タブを開き[リメッシュ]ボタンを押しておきマウスをイメージ上に持っていきます。要素の中心近くにマウス持っていくとリメッシュ後の形状が緑色で表示されますので、形状を確認して良ければマウス左ボタンをクリックするとリメッシュが確定します。

通常は認識した要素を一回り小さく縮小して中心に配置し、その周囲に4つの要素を新しく作成します。なお外周に面した要素の場合は外周近くにマウスを持っていくと外周に面した辺上に節点を2つ発生させて認識した要素をそこに縮小して配置し、周囲に3つの要素を新しく追加することもできます。後者のリメッシュは外周部に節点が増えるので応力集中が外周で発生している場合の解析に有利なリメッシュ形状ですが作成条件が限られるのでメッシュ形状によっては選択できない場合があります。

メッシュの形状が整っている場合はリメッシュしても応力値や応力分布はあまり変化しません。これは四角形8節点アイソパラメトリック要素の精度の高いため必要以上に細かくメッシュを作成する必要はありません。またメッシュの細かさよりメッシュ形状の影響が大きいのでメッシュ形状を整える方が重要と言えます。

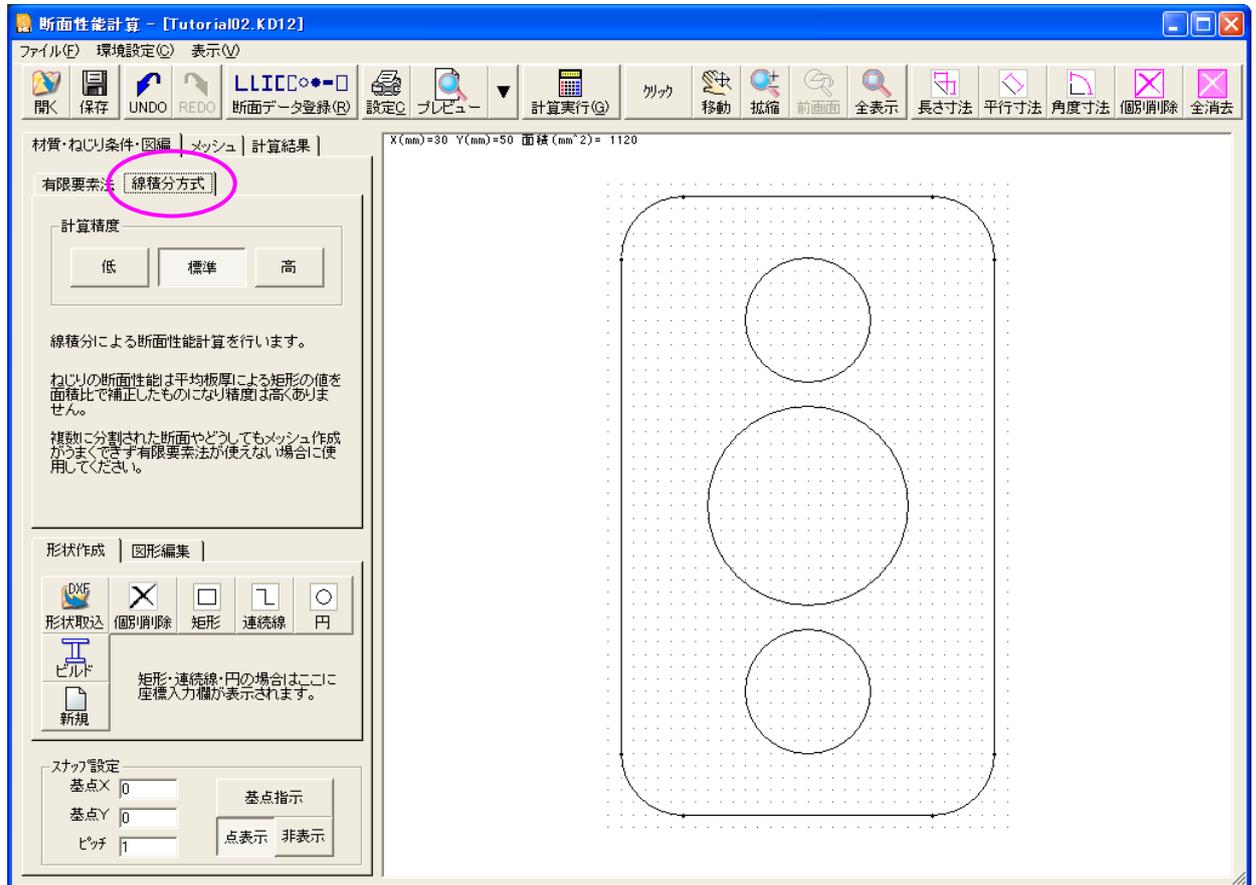
なお[節点移動]と[リメッシュ]も [フレーム構造解析 1 1] から共通のUNDO・REDO機能に対応していますので共通のUNDO・REDOボタンで元に戻したりそのやり直しが簡単にできるようになっています

---

せん断応力の計算精度を向上させるには 終了

## ◇線積分方式で計算してみよう

ここでは計算方法を線積分方式にして断面性能を求めてみましょう。先ほどの穴の開いた断面を使用しますのでデータを変更している場合は Tutorial02.KD12 を読み込んでおき、計算方式のタブで「線積分方式」を選択します。



線積分方式は左側から微少な幅の垂直線を仮想して断面形状との交点を取得し、断面部分に相当する部分の垂直線の断面性能を取得して順次その垂直線を右側に移動しながら断面全体に積算していく方式になります。計算精度はその垂直線の幅を変更するもので「高」にすると垂直線の幅がより小さくなり曲線部の精度が向上しますが積算に時間がかかるようになります。

また線積分は上記のような計算方法で断面形状とは垂直線との交点のみが取得できれば良く、断面形状が複数の部分に分割されていたり、極端な例では断面形状の垂直線が欠けているなど、有限要素法では計算できない断面形状でも計算できます。

一方、ねじり関係の断面係数は有限要素法に比べてかなり大雑把な近似計算になりますので有限要素法で計算できるものは有限要素法を使ってください。

では「計算実行」ボタンをクリックして計算してみます。

計算中は左から青い垂直線で断面が埋められていきその進行が分かるようになっています。この時に断面以外の部分が埋められていたり逆に断面部分が埋められない場合は形状データに何らかの不具合がありますので形状データを確認してください。

次に計算結果を有限要素法と比較してみます。

線積分方式

材質・ねじり条件・図編   メッシュ   計算結果		
断面性能		
図心座標 X	(mm)	15
図心座標 Y	(mm)	25
断面積 A	(mm <sup>2</sup> )	1120
断面2次モーメント IyB	(mm <sup>4</sup> )	260700
断面2次モーメント IzB	(mm <sup>4</sup> )	104100
断面2次半径 iyB	(mm)	15.25
断面2次半径 izB	(mm)	9.841
最小断面2次半径 ivB		9.841
断面係数 ZyB	(mm <sup>3</sup> )	10430
断面係数 ZzB	(mm <sup>3</sup> )	6943
有効断面2次極モーメント IxB' (mm <sup>4</sup> )		
		111800
有効極断面係数 ZxB' (mm <sup>3</sup> )		
		6004
Y方向せん断有効断面積		
		398
Z方向せん断有効断面積		
		679
(せん断有効断面積の単位は断面積と同じ)		

有限要素法

材質・ねじり条件・図編   メッシュ   計算結果		
断面性能		
図心座標 X	(mm)	15
図心座標 Y	(mm)	25
断面積 A	(mm <sup>2</sup> )	1121
断面2次モーメント IyB	(mm <sup>4</sup> )	260700
断面2次モーメント IzB	(mm <sup>4</sup> )	104100
断面2次半径 iyB	(mm)	15.25
断面2次半径 izB	(mm)	9.836
最小断面2次半径 ivB		9.836
断面係数 ZyB	(mm <sup>3</sup> )	10430
断面係数 ZzB	(mm <sup>3</sup> )	6940
有効断面2次極モーメント IxB' (mm <sup>4</sup> )		
		248200
有効極断面係数 ZxB' (mm <sup>3</sup> ) ( $\tau=0.097376$ )		
		10270
Y方向せん断有効断面積		
		398
Z方向せん断有効断面積		
		679
(せん断有効断面積の単位は断面積と同じ)		

線積分の計算精度は〔標準〕で有限要素法はグリッドピッチ精度3、円・円弧分割係数も3で計算した例となります。

これからどちらの計算方法でも通常の断面性能はほぼ同じ数値が求められているのが分かります。一方、ねじり関係の有効断面2次極モーメントと有効極断面係数は有限要素法の値の約半分の値になっており、線積分方式ではねじり関係の断面性能は精度が良くありません。ただし建築関係等の一般的な構造物では全体の強度に対するねじり剛性の影響はそれほど大きくないと推測され、ねじり剛性は考慮しない構造解析ソフトもあるくらいなので線積分による値を使っても実用上は問題ないレベルではないかと考えられます。

線積分方式は〔構造解析6〕以前の2次元用の解析に使っていたもので当初はねじり関係の断面性能は求められませんでした。〔フレーム構造解析8〕以降は線積分方式でも前述のように大雑把で誤差も大きいですが桁数的に同レベルの近似計算ができるようになりました。有限要素法が使える断面形状であればあえて線積分方式を使う必要はありませんがこれにより有限要素法が使えない断面形状でも対応できるようになりました。

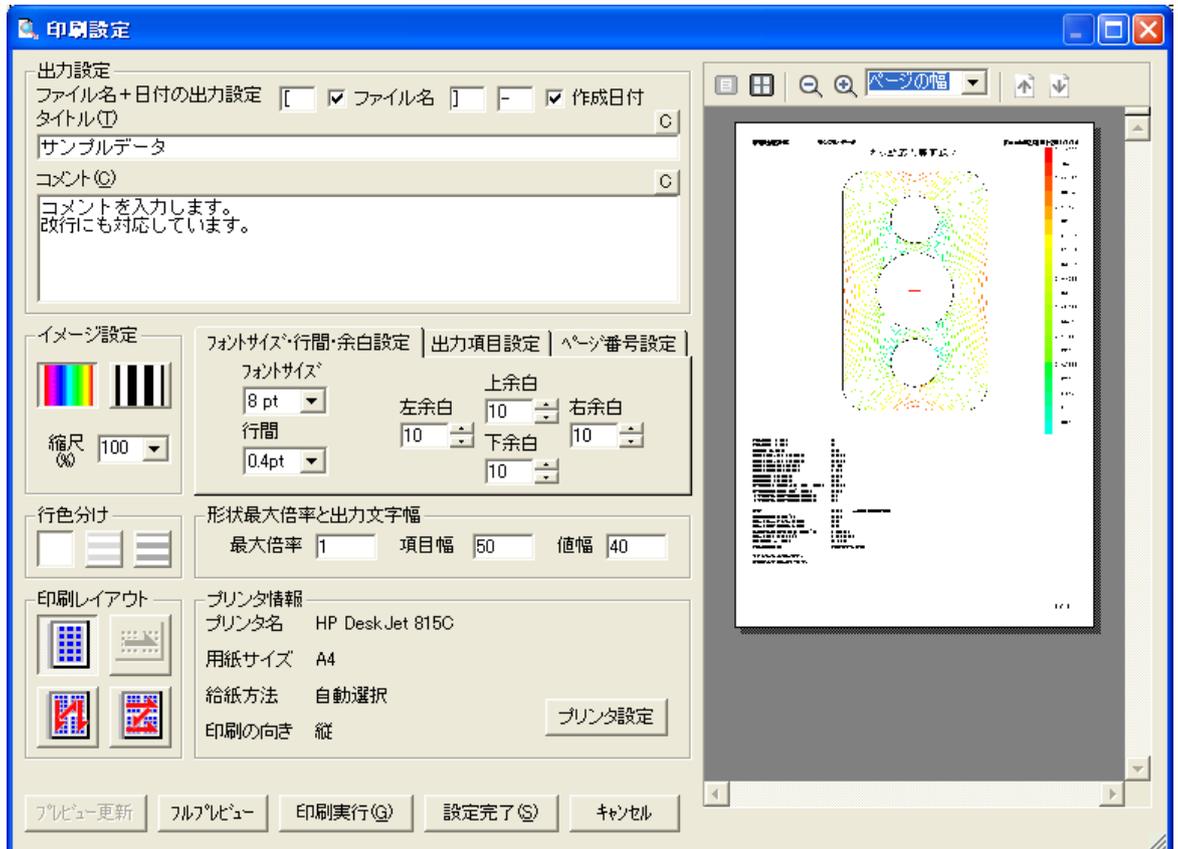
なお断面データの登録や次で説明する出力等の基本的な操作方法はどちらの計算方法でも同じです。

## ◇計算結果を出力してみよう

計算を実行すると各種出力ボタンや出力関係のプルダウンメニューが使えるようになります。

### ●STEP 1 (印刷設定)

計算実行後にプルダウンメニューの [環境設定] > [印刷設定] か、ダイアログの [設定] ボタンをクリックすると右側に計算書のプレビューが表示された印刷設定ダイアログが表示され、印刷レイアウトやプリンタを選択して計算書を印刷することができます。



基本的には [はりの計算] で説明した印刷設定と同じですが断面性能計算では出力項目が少ないので出力テンプレートの設定は無く、形状最大倍率と出力文字幅をここで設定します。計算書に印刷される断面形状が用紙より小さい場合は原寸 (倍率=1) で印刷されますが断面形状が用紙より大きい場合には自動的に用紙に納まるように縮小 (倍率<1) されます。用紙より大きい類似の断面形状の計算結果を比較するときに計算書のイメージが自動で縮尺されるため倍率が半端にずれて断面形状の大きさを把握しにくい場合があります。その場合に最大倍率を比較したい断面形状の中で最も小さいもの以下に設定することにより同じ倍率で断面形状のイメージを印刷することができるようになります。

その他の操作については [はりの計算] を参照してください。

### ●STEP 2 (プレビュー)

[プレビュー] ボタンをクリックすると計算書のプレビューが表示されます。これは印刷設定ダイアログにある [フルプレビュー] ボタンをクリックした場合と同じです。

プレビューは計算結果も見やすく表示されるので計算結果の確認にも利用できます。また画面上のボタンでここから印刷やPDF出力することも可能で、印刷設定ダイアログやPDF出力ダイアログの画面に切り換えることもできます。

### ●STEP 3 (その他の出力)

その他の出力ボタンはダイアログのスペースの関係で[▼]ボタンをクリックすると表示されるようになっています。



[印刷] ボタンをクリックすると次に示すプリンタ名が表示された確認メッセージが表示され [OK] ボタンをクリックすると直ちに計算書の印刷を実行します。これは計算書の印刷設定が完了している場合使うと便利です。

[PDF] ボタンをクリックすると印刷設定ダイアログと同様のプレビューが表示されたPDF出力設定ダイアログが表示されます。PDF出力設定では出力するPDFファイルにセキュリティをかけることができ、パスワードや権限の設定が可能です。[出力実行] ボタンをクリックするとパスワードを設定している場合は再度パスワードの確認ダイアログが表示されますのでパスワードを入力して [OK] ボタンをクリックします。入力したパスワードに間違いがないかパスワードを使わない場合には [現データ保存] と同様のダイアログが開きますのでファイル入力して出力します。PDF出力の場合も拡張子は自動で付きますので入力不要です。

[BMP] ボタンをクリックするとイメージをBMP形式の画像ファイルとして出力することができます。

[CSV] ボタンをクリックすると計算結果をCSV形式のテキストファイルとして出力します。

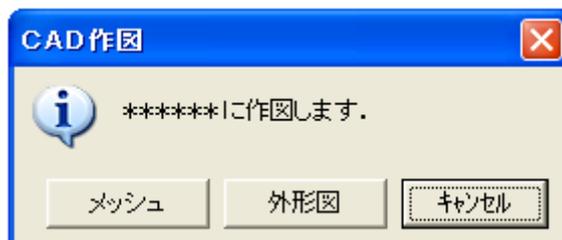
[HTML] ボタンをクリックすると画像ファイルとHTML形式のテキストファイルをセットで出力し、インターネットエクスプローラ等のウェブブラウザでイメージと設定データ、計算結果を表示することができます。

なおCSV出力とHTML出力では計算書と同様にデータ保存時のファイル名と出力時の作成日付を出力することができますので必要に応じて設定しておきます。ただしHTML出力時にはファイル名と日付の間の区切り文字に“<>”は使えませんので注意してください。

[DXF] ボタンをクリックするとイメージ図形をDXF形式で出力することができます。以上のファイル出力の場合も後で説明する [現データ保存] と同様のダイアログが表示されますので出力先を選択してファイル名を入力して出力します。この場合も拡張子はそれぞれのファイル形式に応じたものが自動で付けられますのでファイル名に拡張子を付ける必要はありません。

### ●STEP 4 (CAD出力)

CAD通信設定が設定している場合はCADにイメージ図形を直接作図することができます。[CAD] ボタンをクリックすると次に示す確認メッセージが表示されます。



ここで [メッシュ] ボタンをクリックするとメッシュをCADで作図することができ [外形図] ボタンをクリックすると外形図のみがCADで作図されます。外形図では図形編集で編集した形状は出力できますがメッシュ編集で外形の節点を移動した場合には外形図では移動後の形状は出力されませんので必要に応じて [メッシュ] で出力してください。DXF出力でも同様のダイアログが表示され外形図かメッシュを選択できるようになっています。CAD作図やDXF出力では必要に応じて環境設定の [CAD・DXF出力設定] で画層名や色を設定しておいてください。

#### ●STEP 5 (コピーとエクセルに貼り付け)

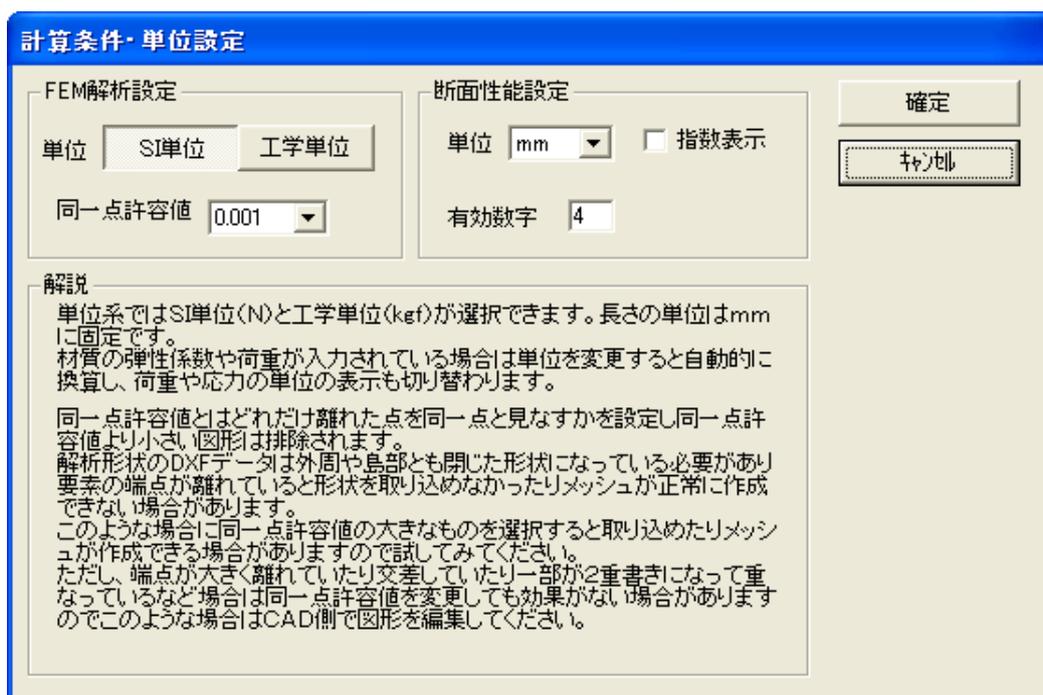
[COPY] ボタンをクリックすると設定データと計算結果をクリップボードにコピーします。[EXL] ボタンをクリックすると設定データと計算結果をクリップボードにコピーした後にエクセルを起動してクリップボードのデータを自動で貼り付けることができます。

計算結果を出力してみよう 終了

#### ◇環境設定を確認してみよう

#### ●STEP 1 (単位・同一点許容値設定を見てみよう)

プルダウンメニューの [環境設定] > [計算条件・単位設定] をクリックすると次のダイアログが表示されます。解説もありますので必要に応じて参照してください。



ここではSI単位と工学単位の切り替えができるようになっています。

また解析形状は図形同士のつながりをチェックして外周要素や島部を判断していますがCADやDXFコンバータの仕様により図形要素の端点が正確につながっていない場合があります。また形状読み込み時やメッシュ作成時にエラーとなる場合があります。

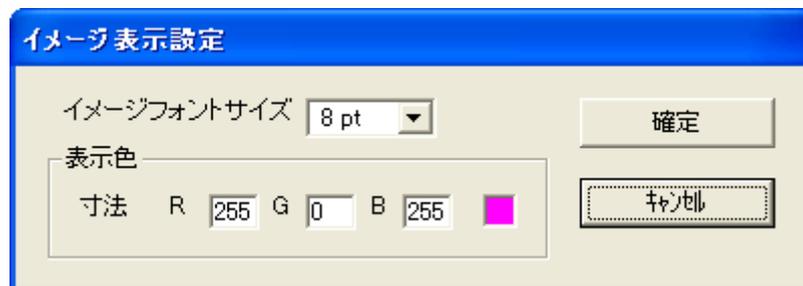
同一点許容値はどこまで離れた点を同一点と判断するかを選択するもので、大きな値を選択すると端点が微妙に離れている図形でもつながっていると判断し、多少不備のある形状データでも正常に読み込めたりメッシュが作成できたりする場合があります。ただし同一点許容値を変更しても正常に読み込めない場合やメッシュが正常に作成できない場合もあります。

特に最近の例として3次元モデルからDXFコンバートして作成したデータで一見すると特に問題が無い形状に見えるのですが拡大すると外形線の端点がつながっていなかったり微少な線分が他の線上にのって二重書きになっているような場合が多くみられますので、その場合はCAD側でチェックして図形の端点をつなげたり不要な線分を削除してください。

断面性能設定では断面性能の単位、有効数字、指数表示にするかしないかの設定ができます。

#### ●STEP 2 (イメージ表示設定を見てみよう)

プルダウンメニューの[環境設定] > [イメージ表示設定] をクリックすると次のダイアログが表示されます。



[フレーム構造解析 8] 以降はダイアログのサイズを大きくしたので環境によってはイメージ中の文字が小さく見にくい場合があると考えられるのでイメージ中の文字のフォントサイズを3段階(8, 10, 12pt)に設定することができるようになっています。

また寸法についてはRGBでの表示色を設定できるようになっています。RGBとは赤、緑、青の色の強さをそれぞれ0~255の範囲で指定して色を設定する方法で、設定した色は右側の口に表示されますのでそれを参考に必要に応じて変更してください。

#### ●STEP 3 (計算書印刷設定を見てみよう)

プルダウンメニューの[環境設定] > [計算書印刷設定] は先述の[印刷設定] ボタンをクリックしたのと同じですのでそちらを参照してください。

#### ●STEP 4 (CAD・DXF出力設定を見てみよう)

プルダウンメニューの[環境設定] > [CAD・DXF出力設定] をクリックすると次のダイアログが表示されます。



ここではCAD通信設定や出力図形の画層と色の設定を行います。  
コマンド選択メニューが起動したままの状態でもCAD通信設定を変更しても、再度コマンド選択メニューからコマンドを起動するとコマンド選択メニューのCAD通信設定に戻ってしまいますので恒久的に変更したい場合はコマンド選択メニューのCAD通信設定を変更してください。

---

環境設定を確認してみよう 終了

#### ◇材質データについて

〔断面性能計算〕の材質データは〔フレーム構造解析12〕共通の材質データファイル（材質フルパス名称が〔標準（ローカルマシン）〕の場合は作業フォルダに入っているKZT\_MAT12.GSV）を使って縦弾性係数とポアソン比から横弾性係数を求めて使っています。

〔断面性能計算〕の場合は材質グループに関係なく全ての材質が読み込まれリストから選択できるようになりますが〔断面性能計算〕では基準強さは関係なく前述のように縦弾性係数とポアソン比のみ使いますので標準の材質データ（材質グループとしては〔構造解析一般〕）の範囲から選択すれば良いでしょう。

---

材質データについて 終了

## データ検索（NEW）

◇データ検索の概要について。

〔フレーム構造解析12〕では新たにデータ検索の機能が追加されています。2Dでははりの計算用、フレーム構造－平面用がそれぞれあります。データ検索は解析の本体プログラムとは別に起動するもので〔フレーム構造解析7〕から〔フレーム構造解析12〕までバージョンを指定（複数指定も可）してフォルダを選択して検索し該当データをイメージ付きで一覧表示するものです。

このデータ検索は旧バージョン（Ver7～Ver11）をお持ちのユーザーで過去に作ったはりや構造データを流用したい場合にどのフォルダに保存したか、どういうファイル名で保存したか忘れてしまった場合に効率的に探し出すことを主な目的と考えています。

設定によりサブフォルダも含めて検索することができるので広範囲を検索できますがサブフォルダを含める場合は全てのサブフォルダが検索対象となりますので階層が深い場合は検索時間がかかるので注意が必要です。

検索されたデータはファイル名か更新日付で並び変えができ、表示されたイメージをダブルクリックするとバージョンに関係なく〔フレーム構造解析12〕のコマンドで開くことができます。旧バージョンのデータを本体プログラムの既存データから開く場合はファイルの種類でバージョンを指定してやる必要がありますのでデータ検索を使うとこの点でも効率良く作業ができます。

◇はりの計算用データ検索

コマンド選択メニューから〔データ検索 はりの計算〕をクリックすると次のダイアログが表示されます。

データ検索 はりの計算

検索フォルダー: \_\_\_\_\_

検索対象: 全て Ver7 Ver8 Ver9 Ver10 Ver11 Ver12

並び変え: ファイル名 更新日付 昇順 降順

サブフォルダーを含める

フォルダー参照

|<<< < > >>>|

新規検索

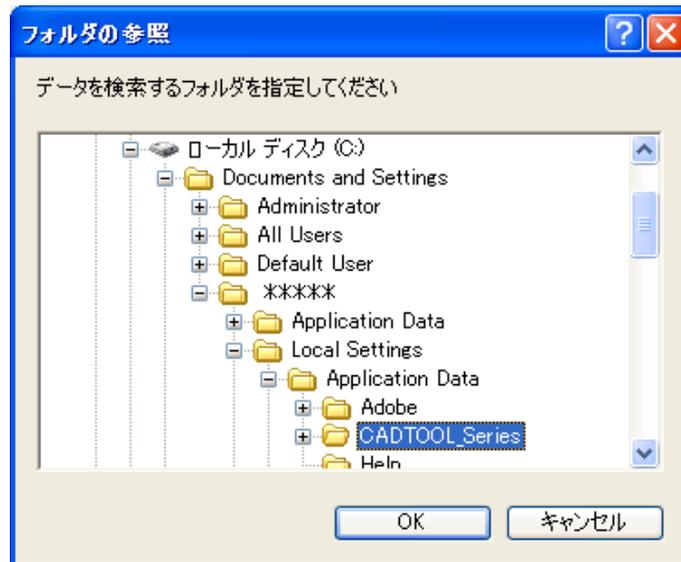
新規検索を実行してください

ファイル名	出力タイトル	更新日付	全長

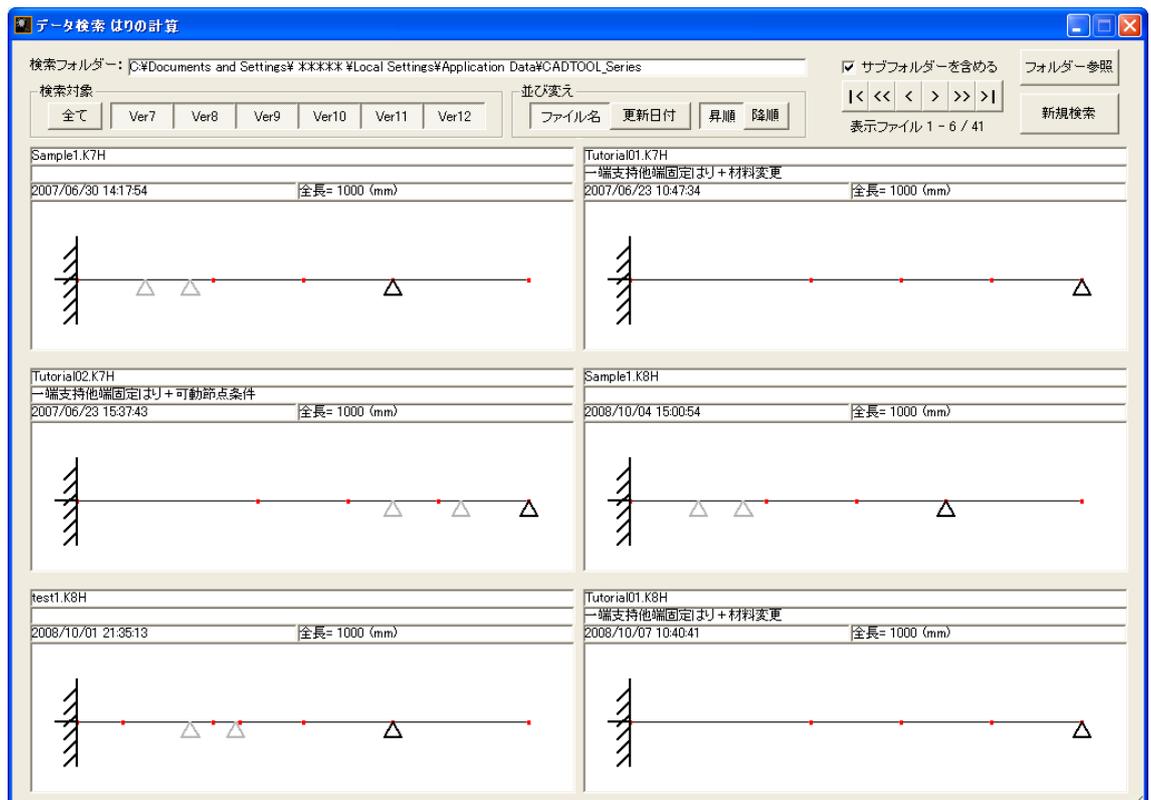
ファイル名	出力タイトル	更新日付	全長

ファイル名	出力タイトル	更新日付	全長

ここで右上の [フォルダ参照] ボタンをクリックするとフォルダの参照ダイアログが表示されますので検索したいフォルダを選択して [OK] ボタンをクリックします。



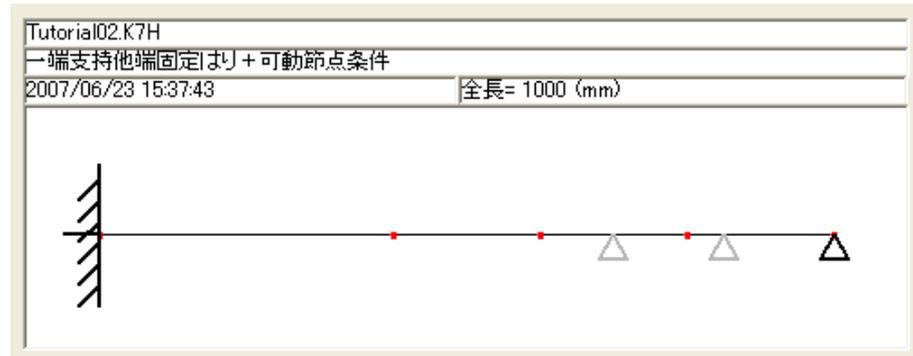
検索対象は [全て] ボタンで Ver7 から Ver12 の全てのボタンが押された状態とし、“サブフォルダを含める” をチェックして [新規検索] ボタンをクリックします。



[新規検索] ボタンの左側に“表示ファイル 1 - 6 / 41”と表示されていますがこれは検索されたデータが41個あり、現在表示しているデータが1から6という意味になります。

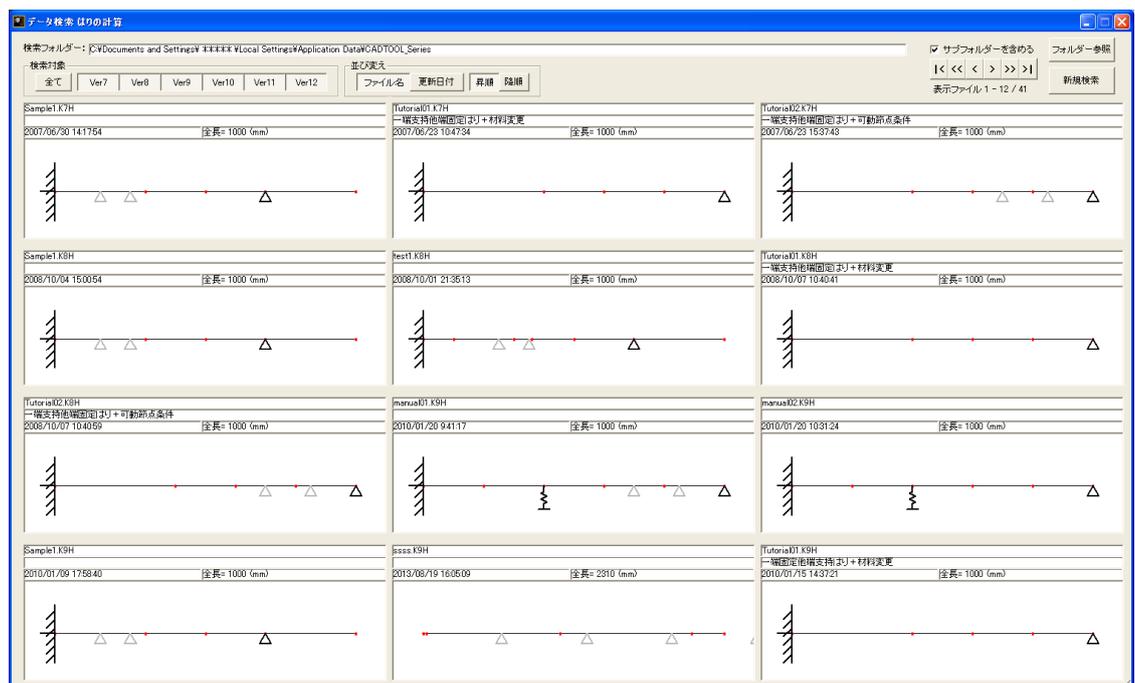
また表示ファイルの上にページスクロールボタンがあり [ < ] [ > ] ボタンでデータを一つずつ、[ << ] [ >> ] ボタンでページ毎（この例では6個毎）に前後に移動でき、[ | < ] [ > | ] で最初や最後に移動することができます。

はりの計算用データ検索では一つのデータ表示枠に上からファイル名、出力タイトル、更新日付、全長が表示されます。



はりイメージには可動節点条件を含む節点と支持イメージが表示され、荷重イメージは表示されません。

最小のダイアログサイズでは前に示したように2列3行で6個のデータを表示しますがディスプレイの解像度が高い場合にダイアログを拡げていくと、次に示すように最大3列4行の12個のデータが表示できます。

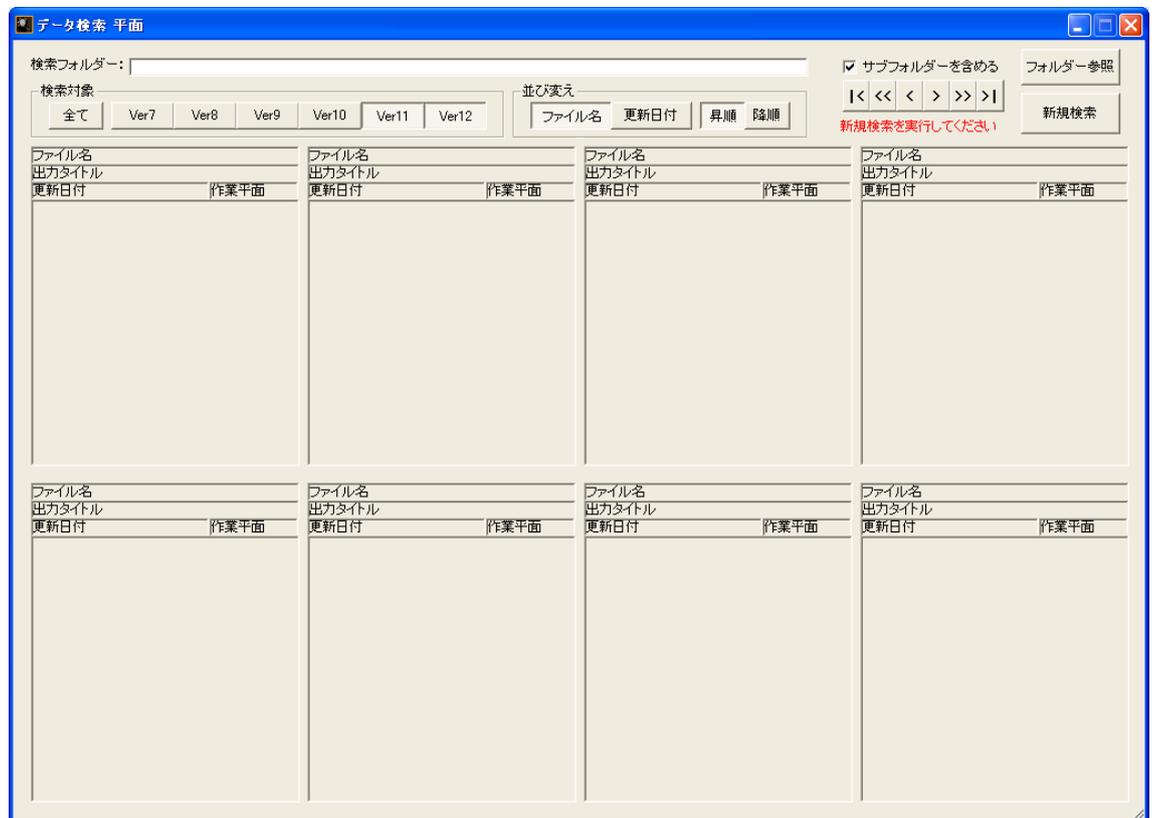


検索対象の設定欄では検索したいバージョンのボタンを押しますがいくつか押された状態で [全て] ボタンをクリックすると全てのバージョンボタンが押された状態となり、この状態で [全て] ボタンをクリックすると全てのバージョンボタンが解除されます。また検索対象を変更すると検索内容が解除されますので再度、新規検索が必要となります。

ここではリイメージをダブルクリックするとデータのバージョンに関係なく [フレーム構造解析 1 2] のはりの計算で開くことができますので試してみてください。

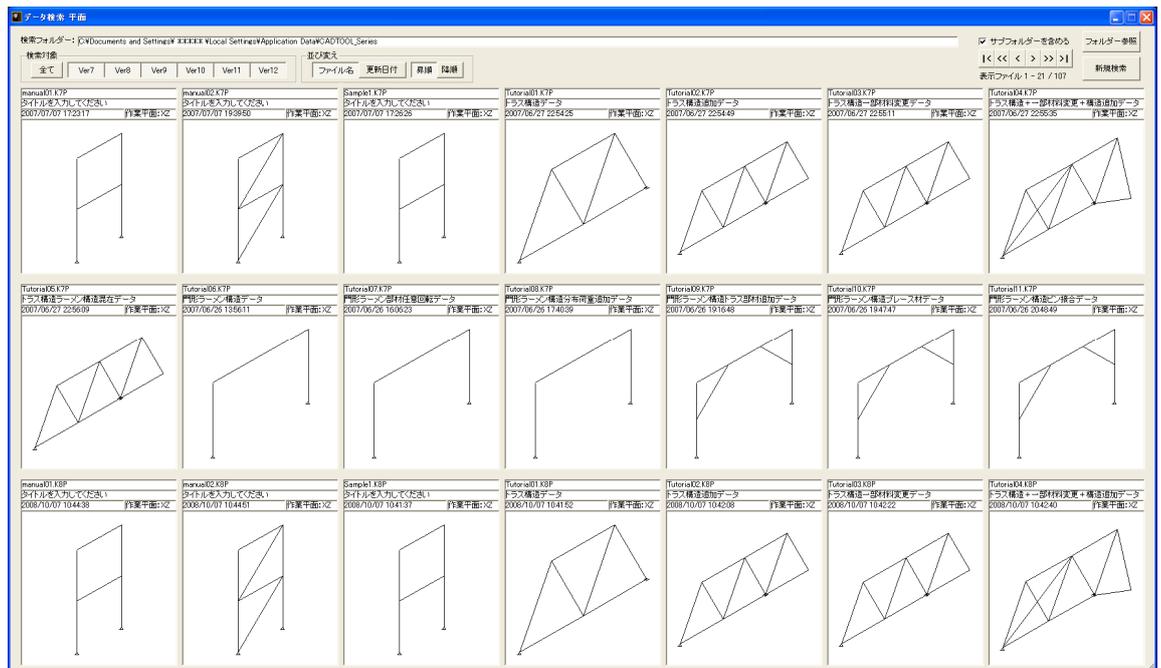
#### ◇フレーム構造－平面用データ検索

コマンド選択メニューから [データ検索 平面] をクリックすると次のダイアログが表示されます。



基本的な操作ははりの計算用と同じですがデータ表示欄の大きさが異なるので最小のダイアログサイズでは4列2行で8個のデータを表示し、ダイアログを拡げていくと最大7列3行の21個のデータが表示できるようになります。

でははりの計算用と同様に全てのバージョンを検索対象とし検索フォルダを設定して新規検索してみます。



この例ではダイアログを拡げて最大の21個表示としています。また個々のデータ表示欄でははりの全長に変わって作業平面が表示されるようになっています。

はりの計算用と同様にページスクロールボタンでデータを前後に移動し目的のデータが見つかったら構造イメージをダブルクリックすればバージョンに関係なく「フレーム構造解析12」のフレーム構造-平面で開くことができます。

従来は旧バージョンのデータから目的のデータを探し出すのは結構面倒な作業でしたが「フレーム構造解析12」で追加されたデータ検索機能を使うと視覚的に分かりやすく探し出すことができ、そのイメージをダブルクリックすることでデータバージョンに関係なく「フレーム構造解析12」のコマンドで開くことができるようになっています。

開いたデータはそのまま保存すれば「フレーム構造解析12」のデータとして保存できますので過去のデータを流用した解析が効率良くできるようになります。旧バージョンのデータをお持ちの方は是非ご活用してみてください。

---

データ検索 終了

## データファイル管理

◇材質・断面データを開いてみよう。

### ●材質データファイル

[フレーム構造解析 1 2] では OS に関係なくユーザーフォルダの下に下記に示すパスの作業フォルダを作ってそこにデータファイル等をコピーして使うようになっています。

WindowsXP では下記のパスが作業フォルダになります。

C:\Documents and Settings\\*\*\*\*\Local Setting\Application Data\CADTOOL\_Series\Kozo12

WindowsVista 以降、Windows 7、8 では下記のフォルダが作業フォルダになります

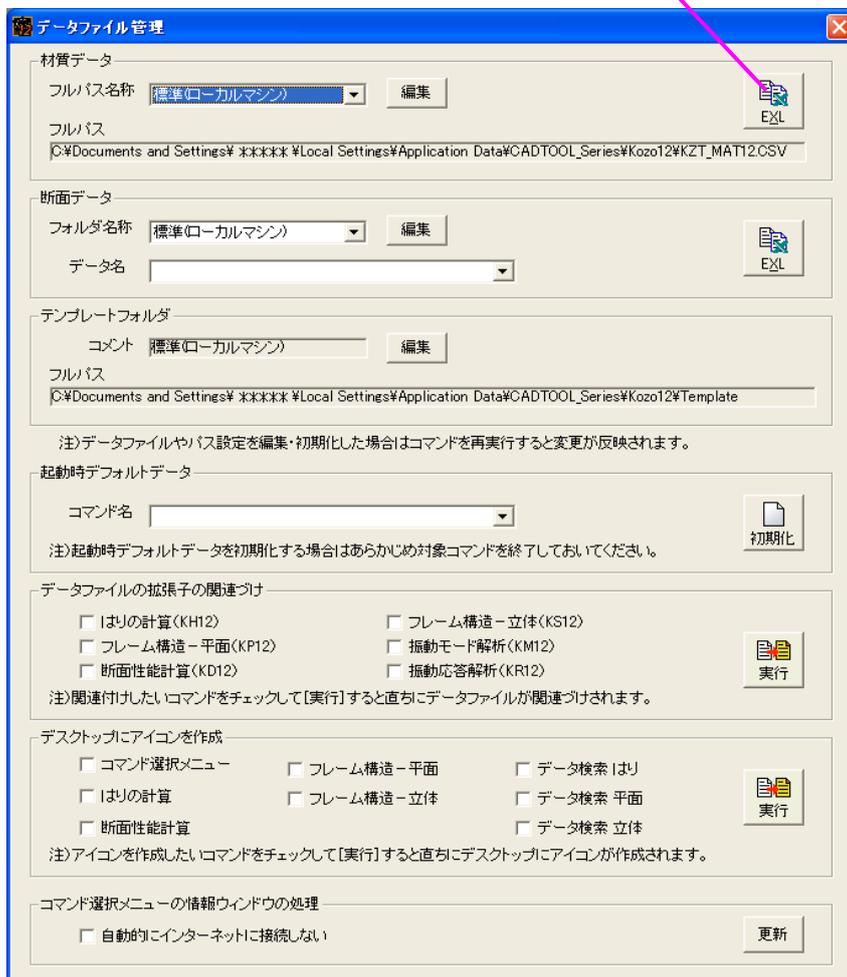
C:\Users\\*\*\*\*\AppData\Local\CADTOOL\_Series\Kozo12

ここで\*\*\*\*の部分はログオンユーザー名になりますのでユーザー毎に変わってきます。

材質データファイルはデフォルト（フルパス名称は [標準（ローカルマシン）]）では上記の作業フォルダに入っている KZT\_MAT12.CSV になり代表的な材質があらかじめ登録してありますがユーザー側でも任意に編集、追加ができるようにしています。

このファイルは CSV 形式のテキストファイルなので表計算ソフトで読み込んで編集できます。また [フレーム構造解析 1 2] ではコマンド選択メニューのデータファイル管理コマンドを使って開くこともできます。データファイル管理を起動すると次のダイアログが開きますので材質データのエクセルで開くボタンをクリックします。

この [EXL] ボタンをクリックするとエクセルで開くことができる



またここには材質データファイルのフルパスも表示されるようになっていますがこのデータファイル管理を使えばフォルダを意識しないで材質データを開くことができます。

[フレーム構造解析12]の材質データと断面データは[フレーム構造解析7~11]と同じフォーマットになっていますので[フレーム構造解析7~11]で編集・追加したデータはそのまま使えますが、材質データは[フレーム構造解析10]から鉄骨構造関係を大幅に増やしていますので古いバージョンのデータを使う場合は必要な行のみコピーすると良いでしょう。材質データは前述の作業フォルダ、断面データは作業フォルダの下の¥Zairyo12となりますが[フレーム構造解析12]のデータファイル管理でそれぞれのパス設定を行うことで元のフォルダにおいたまま参照することもできるようになっています。この機能は主にクライアントサーバシステムでの運用を考えたものなので詳細についてはマニュアルを参照してください。

The screenshot shows an Excel spreadsheet titled 'Microsoft Excel - Kzt\_mat12.csv'. The spreadsheet contains a table of material properties. Two sections are highlighted with pink borders:

- Material Group 1 (材質グループ1):** Rows 1-34. It includes general information (rows 1-3), headers (row 4), and specific material data for various steel and aluminum grades (rows 5-34).
- Material Group 2 (材質グループ2):** Rows 35-80. It includes general information (rows 35-37), headers (row 38), and specific material data for various steel grades (rows 39-80).

グループ名	構造解析一般										
安全率用張	基準強さ										
コメント	構造解析標準デフォルトデータ										
種類	記号	縦弾性係数	ポアソン比	密度 ρ (g/cm <sup>3</sup> )	引張り f (N/mm <sup>2</sup> )	圧縮 f (N/mm <sup>2</sup> )	曲げ f (N/mm <sup>2</sup> )	せん断 f (N/mm <sup>2</sup> )	ねじり f (N/mm <sup>2</sup> )		
一般構造用	SS330	206000	0.3	7.86	333	333	333	260	223		
一般構造用	SS400	206000	0.3	7.86	402	402	402	314	269		
一般構造用	SS490	206000	0.3	7.86	490	490	490	382	328		
冷間圧延鋼	SPPC	206000	0.3	7.86	275	275	275	215	184		
機械構造用	S25C	206000	0.3	7.86	441	441	441	344	295		
機械構造用	S45C	206000	0.3	7.86	569	569	569	444	381		
アルミニウム	A1100-O	69000	0.33	2.71	88	88	88	69	59		
アルミニウム	A1100-H	69000	0.33	2.71	127	127	127	99	85		
ジュラルミン	A2017-O	72000	0.33	2.79	226	226	226	176	151		
ジュラルミン	A2017-T4	72000	0.33	2.79	402	402	402	314	269		
グループ名	鉄骨構造(長期)										
安全率用張	長期許容応力度										
コメント	建築系鉄骨構造長期参考データ										
種類	記号	縦弾性係数	ポアソン比	密度 ρ (g/cm <sup>3</sup> )	引張り f (N/mm <sup>2</sup> )	圧縮 f (N/mm <sup>2</sup> )	曲げ f (N/mm <sup>2</sup> )	せん断 f (N/mm <sup>2</sup> )	ねじり f (N/mm <sup>2</sup> )		
一般構造用	SS400 t ≤	206000	0.3	7.86	156	156	156	90.4	90.4		
一般構造用	SS400 t >	206000	0.3	7.86	143	143	143	82.7	82.7		
一般構造用	SS490 t ≤	206000	0.3	7.86	183	183	183	105	105		
一般構造用	SS490 t >	206000	0.3	7.86	170	170	170	98.1	98.1		
一般構造用	SS540	206000	0.3	7.86	250	250	250	144	144		
建築構造用	SN400 t ≤	206000	0.3	7.86	156	156	156	90.4	90.4		
建築構造用	SN400 t >	206000	0.3	7.86	143	143	143	82.7	82.7		
建築構造用	SN490 t ≤	206000	0.3	7.86	216	216	216	125	125		
建築構造用	SN490 t >	206000	0.3	7.86	196	196	196	113	113		
一般構造用	STKR490 t	206000	0.3	7.86	216	216	216	125	125		
一般構造用	STKR490 t	206000	0.3	7.86	196	196	196	113	113		
一般構造用	SSC400 t ≤	206000	0.3	7.86	156	156	156	90.4	90.4		
一般構造用	SWH400 t ≤	206000	0.3	7.86	156	156	156	90.4	90.4		
建築構造用	SUS304A	193000	0.3	7.93	156	156	156	90.4	90.4		
建築構造用	SUS316A	193000	0.3	7.98	156	156	156	90.4	90.4		
建築構造用	SUS304N2	193000	0.3	7.93	216	216	216	125	125		

なお〔フレーム構造解析7〕から材質グループの機能が追加され材質データファイルのフォーマットがVer3以前の材質データと異なりますので注意してください。

カラムAの“グループ名”をキーとして次にカラムAに“グループ名”が出てくるまでが1つの材質グループとなり、標準の材質データには2つの材質グループがあります。“グループ名”の右のカラムが材質グループの名称となり材質グループのリストボックスに表示されるものです。“グループ名”の行を1行目として2行目は安全率用の強さの名称となりダイアログの表示や出力項目として使われます。3行目は材質グループのコメントになり材質グループのリストボックスにマウスを置くと表示され、計算結果にも出力されます。4行目からは従来の材質データと同じで4行目は項目行5行目から材質データとなりますので、ここの数値を変更したり同じ形式で新しい材質を追加したりして編集することができます。

〔フレーム構造解析7～9〕では材質グループが3つあり材質グループ2と3は材質を同じにして許容応力度を長期と短期で分けていたのですが〔フレーム構造解析10〕から荷重パターン条件の安全率算出区分で長期と短期を切り替えられるので長期のみとなっています。また〔フレーム構造解析10〕以降の材質データでは鉄骨構造用の材質グループ2を大幅に増やし板厚による区分もしています。これは「鋼構造設計基準—許容応力度設計法—(日本建築学会)」のデータを参考に作成していますが必要に応じて追加や編集をしてください。

材質グループは最大で10グループまで追加できますのでユーザーの仕様に応じた基準強さを設定した材質グループを作成することでユーザー仕様の安全率の表示も可能になりますが運用にあたっては十分注意して行ってください。このデータファイルの編集にあたっては注意点もありますのでマニュアルを参照しながら行ってください。

#### ●断面データファイル

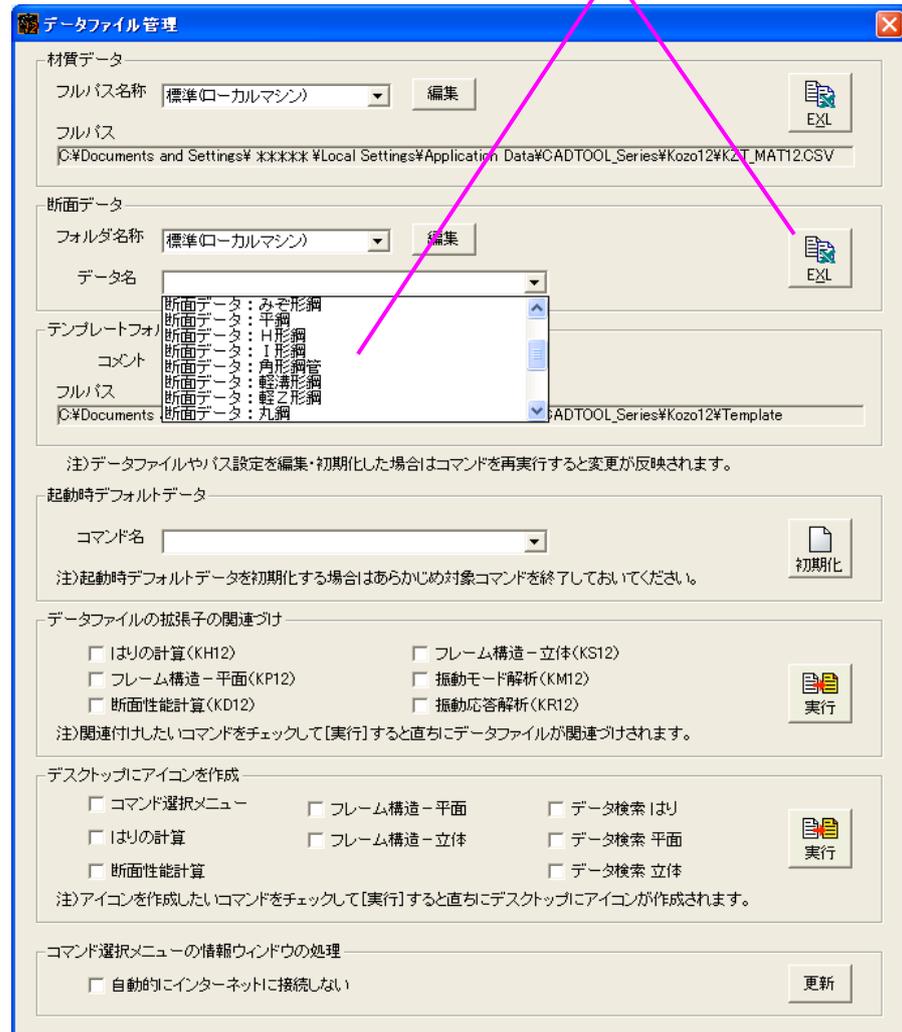
断面データにも代表的な断面性能があらかじめ登録してありますが材質データと同様にユーザー側でも任意に編集、追加ができるようにしています。

そのデータファイルはデフォルトでは前述の作業フォルダの下の¥Zairyol2にある\*\*\*.CSVと\*\*\*.BMP、\*\*\*.DXFになります。拡張子がCSVのファイルに断面性能データ、BMPは断面形状選択ダイアログに表示される断面形状イメージとなっていてKZT\_\*\*\*.BMPがはりの計算用でそれ以外が立体用となっています。

\*\*\*.DXFはイメージに表示される断面形状用で1つの断面形状に対応したファイルが1つあります。断面形状表示用のDXFファイルは必須ではありませんが前述のように断面形状を表示させると部材座標や回転角が分かりやすいので新規に登録する場合も作っておくと良いでしょう。

断面データも材質データと同様にデータファイル管理から開くことができます。

開きたい断面データを選択して [EXL] ボタンをクリックする



例としてH形鋼の断面データをエクセルで表示してみます。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	H形鋼										
2	サイズ	断面積A	IyB	IzB	Iv	ZyB	ZzB	Ix'	Zx'	Ay	Az
3	100x50x5x7	1185	1870000	148000	11.2	37500	5910	15017	2145	630	430
4	100x100x6x8	2159	3780000	1340000	24.9	75600	26700	40181	5023	1504	504
5	125x60x6x8	1669	4090000	291000	13.2	65500	9710	28328	3541	864	654
6	125x125x8.5x9	3000	8390000	2930000	31.3	134000	46900	70645	7838	2133	696
7	148x100x6x9	2635	10000000	1500000	23.9	135000	30100	57960	6440	1692	780
8	150x75x5x7	1785	6660000	495000	16.6	88800	13200	22817	3260	980	680
9	150x150x7x10	3965	16200000	5630000	37.7	216000	75100	114863	11486	2860	910
10	175x90x5x8	2290	12100000	975000	20.6	138000	21700	37345	4668	1360	795
11	175x175x7.5x11	5142	29000000	9840000	43.7	331000	112000	176799	16073	3685	1071
12	194x150x6x9	3811	26300000	5070000	36.5	271000	67600	85572	9508	2592	1056
13	198x99x4.5x7	2269	15400000	1130000	22.4	156000	22900	28227	4032	1323	828
14	200x100x5.5x8	2667	18100000	1340000	22.4	181000	26700	44338	5542	1512	1012
15	200x200x8x12	6353	47200000	16000000	50.2	472000	160000	260437	21703	4608	1408
16	200x204x12x12	7153	49800000	17000000	48.8	498000	167000	336384	28032	4608	2112
17	244x175x7x11	5549	60400000	9840000	42.1	495000	112000	180665	16424	3696	1554
18	248x124x5x8	3199	34500000	2550000	28.2	278000	41100	51992	6499	1904	1160
19	250x125x6x9	3697	39600000	2940000	28.2	317000	47000	77454	8606	2142	1392

材質データと同様にここの数値を変更したり同じ形式で新しいサイズを追加したりして編集することができます。編集が完了したらCSV形式で上書き保存すれば次回のコマンド起動時から編集内容が反映します。ただし編集ミスや不用意にカンマ(,)を使うとデータが正常に読み込めなくなりコマンドが起動しなくなることもありますので注意して作業してください。

また断面形状フォルダにあるCSVファイルは全て断面データとして扱うので新規の断面も手動で追加することができますがDXFファイルで断面形状があれば断面性能計算コマンドで断面データを追加することができます

なお断面データを編集する場合や新規に断面データを追加する場合の詳細についてはマニュアルを参照してください。

---

材質・断面データを開いてみよう 終了

#### ◇テンプレートフォルダについて

テンプレートフォルダには印刷設定ファイルや動解析の加速度テンプレート等のデータファイルがコピーされます。[フレーム構造解析12]では前述の作業フォルダの下の¥Templateフォルダがデフォルトになっています。

ここの[編集]ボタンをクリックするとテンプレートフォルダを任意に設定することができますがこの機能もクライアントサーバーシステムでの運用を考えたものなので詳細についてはマニュアルを参照してください。

---

テンプレートフォルダについて 終了

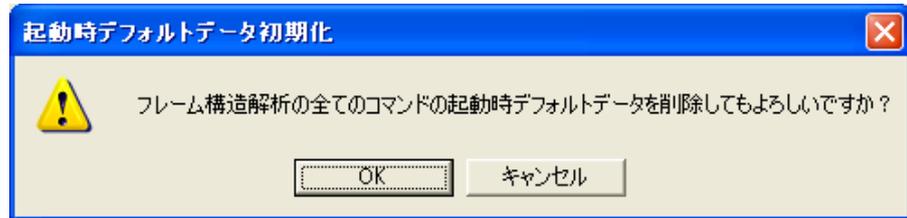
#### ◇起動時デフォルトデータについて

[フレーム構造解析12]のコマンドはプルダウンメニューの[ファイル]>[終了]でコマンドを終了するとダイアログの設定内容やダイアログの表示位置、大きさ等を起動時デフォルトデータファイルに保存してコマンドを終了し、次回起動時に終了した状態を再現できるようになっています。

コマンド起動時には自動的にこのファイルを読み込みますので万一この起動時デフォルトデータファイルが壊れてしまうとエラーが発生して起動できなくなる場合があります。

このファイルは“\*.MNU”でコマンド終了時に前述の作業フォルダに自動的に作成されるので起動時の不具合が発生したら削除してしまえば良いのですが多くのファイルから目的のファイルを探し出して削除するのも面倒ですし、間違えて必要なファイルを削除してしまったり大変です。

そこでデータファイル管理の起動時デフォルトデータで削除したいコマンドを選択して[初期化]ボタンをクリックするとそのコマンドのデフォルトデータを削除することができます。また「フレーム構造解析の全てのコマンド」を選択して[初期化]ボタンをクリックすると次に示すメッセージが表示されます。



ここで [OK] ボタンをクリックすると全てのコマンドの起動時デフォルトデータを一括して削除することもできます。

起動時デフォルトデータのファイルはインストール時にはコピーされずコマンド終了時に新規に作成されていくファイルなので起動時デフォルトデータを全て削除するとインストール直後の状態に近くなります。もし動作がおかしくなったときは再インストールする前に起動時デフォルトデータを全て削除してみると直る場合がありますので万一そのような状況になりましたら試してみてください。

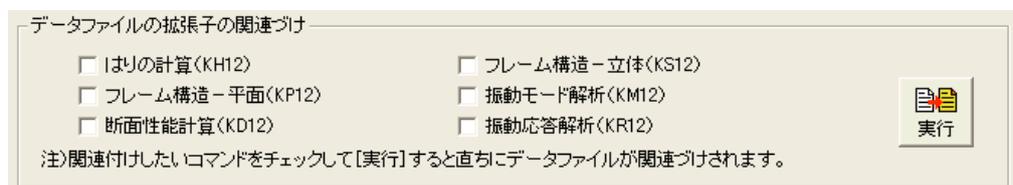
逆に起動時デフォルトデータは作業フォルダに新規に作られるファイルなのでアンインストールしても自動では削除されません。アンインストールして直ぐに同じフォルダに再インストールしても起動時デフォルトデータが残ったままとなり不具合が解消されない場合もありますのでアンインストールしたら一旦、作業フォルダも削除してから再インストールしてください。

---

#### 起動時デフォルトデータについて 終了

#### ◇データファイルの拡張子の関連づけについて

[フレーム構造解析 1 2] ではデータファイルの拡張子とコマンドを関連づけることができるようになり、データファイルをエクスプローラ等でダブルクリックするとそのデータ用のコマンドが起動してデータも自動的に読み込まれるようになります。



データファイルの拡張子の関連づけを行いたい場合は対象とするコマンドにチェックを付けてから [実行] ボタンをクリックします。逆に関連づけを解除したい場合はチェックを外してから [実行] ボタンをクリックします。

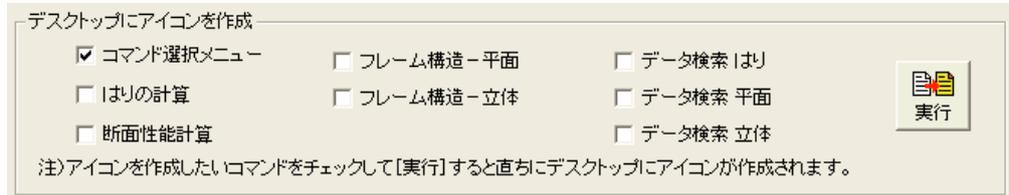
関連づけを行うとデータファイルのアイコンが各コマンドのアイコンに変更されますが環境によってはパソコンを再起動しないと反映しないこともありますので注意してください。

---

#### データファイルの拡張子の関連づけについて 終了

## ◇デスクトップにアイコンを作成

[フレーム構造解析 1 2] ではインストール時にコマンド起動メニューのアイコンをデスクトップに作成することができますが、ここで動解析以外のコマンドのアイコンを作成することができます。



デスクトップにアイコンを作成したい場合は対象とするコマンドにチェックを付けてから [実行] ボタンをクリックします。逆にアイコンを削除したい場合はチェックを外してから [実行] ボタンをクリックします。

使用頻度の高いコマンドはアイコンを作っておくと直ぐに起動できて便利です。

---

デスクトップにアイコンを作成 終了

以上で、[フレーム構造解析 1 2 / 2 D] のチュートリアルは終了です。

注) (Tutorial\*\*. K\*12) はサンプルデータとして作業フォルダの下の¥Sample ディレクトリにコピーされています。