

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。

「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。

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。

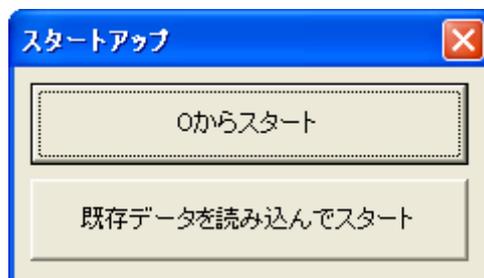
さらに [サポート情報] タブを開くと発売元のキャデナス・ウェブ・ツー・キャド株式会社のホームページやCADTOOL／ISOTOOLの製品紹介のURLなどが確認できます。

フレーム構造－立体

◇門形ラーメンの計算

●STEP 1（節点・支持条件の設定）

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。



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

起動時はメインのタブが「入力データ」で入力タブが「節点・支持」となっています。ここで「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、座標を入力して支持条件を選択していきます。

他の設定も含めてデータ入力ボックスの基本的な動作としてはWindowsの標準の機能を使ってキーボードの「Tab キー」を押すと右のデータ入力ボックスにフォーカスが移動し、「Shift+Tab キー」で左にフォーカスが移動します。また「Enter キー」を押すとデータ入力ボックスが下の行に移動し「Shift+Enter キー」で上の行に移動するようになっています。

さらに節点・支持条件のデータ入力ボックスでは最下行にある場合に「Enter キー」を押すと新しく行を追加してそこにデータ入力ボックスが移動するようになっています。

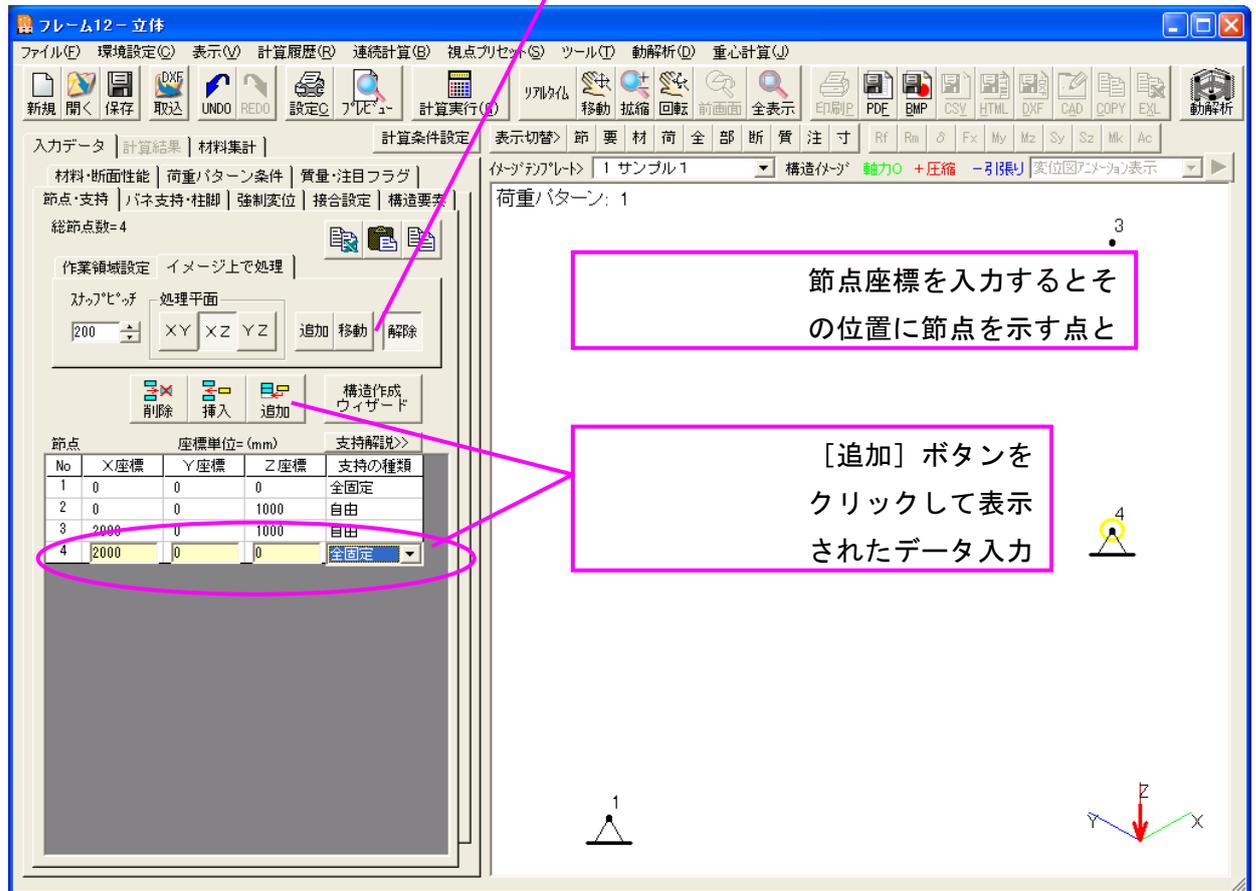
また座標のデータ入力ボックスにフォーカスがある場合には「Ctrl+C キー」で座標値をコピーしてフォーカスを移動してから「Ctrl+V キー」で別の座標のデータ入力ボックスに貼り付けることもできます。

支持条件のリストボックスにフォーカスがある場合は上下矢印キーやマウスのホイールでも選択できます。

これら機能を使えばキー操作だけで設定していくことができます。もちろん「追加」ボタンを押して新しい行を追加してもかまいません。

ここでは4つの節点を設定し2カ所を全固定の支持条件とします。

イメージ上での処理のための作業領域はひとまず非



次に [材料・断面性能] のタブをクリックして材料の選択に進みます。

●STEP 2 (材料条件の設定)

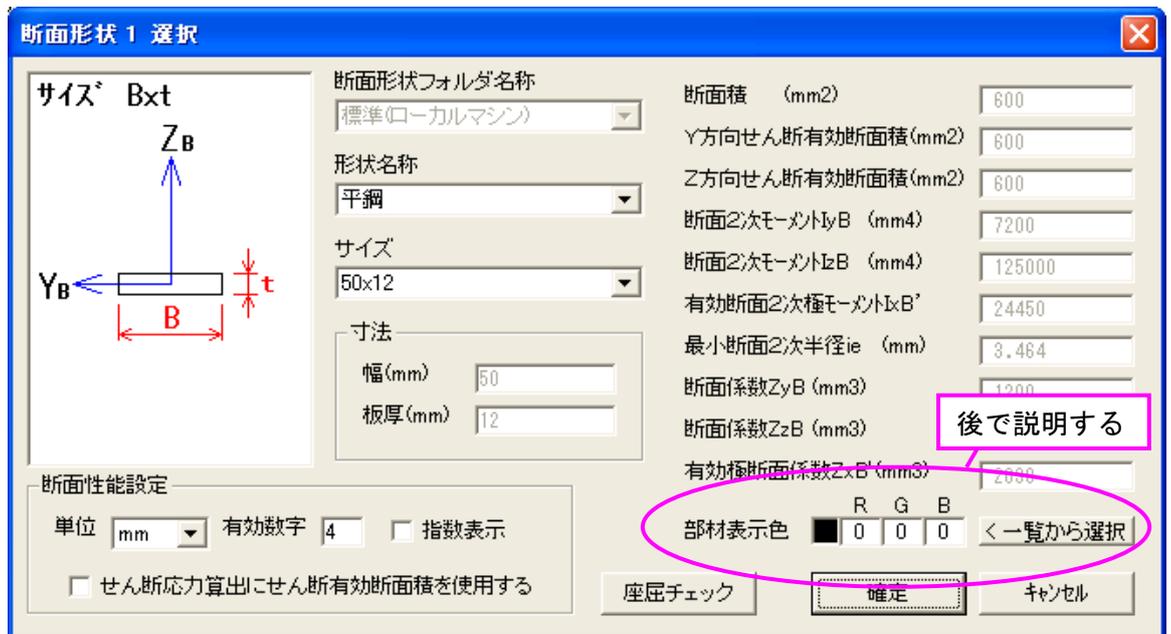
まず設定したい材料番号をスクロールボタン  かその下のリストボックスで選択しますがここではデフォルトの1のままとします。なお材料は最大200まで設定できるようになっており、材料番号毎に材料名称が設定できるようになっていますので使う材料の種類が多い場合は材料名称を設定しておくとい良いでしょう。材料名称を設定しておくリストボックスに材料番号と一緒に表示されますのでどのような材料でどの部分に使う材料なのかが分かるような材料名称を付けておくとい便利です。

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な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。ここでは断面の向きが計算結果に大きく影響するように平鋼の50×12を選択してみます。



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。

選択した断面形状の断面性能が表示されますので確認してそれで良ければ確定ボタンをクリックします。すると材料No.1のところに選択した断面形状の断面性能が表示されます。

材料No	1	 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 部材別色分表示 個別材料データ削除 一覧表EXL出力
断面形状	平鋼	
サイズ	50x12	
断面積(mm ²)	600	
断面2次モーメントIyB(mm ⁴)	7200	
断面2次モーメントIzB(mm ⁴)	125000	
有効断面2次モーメントIx [*] (mm ⁴)	24450	
最小断面2次半径ie(mm)	3.464	
断面係数ZyB(mm ³)	1200	
断面係数ZzB(mm ³)	5000	
有効極断面係数ZxB [*] (mm ³)	2098	
トラス部材	適用はここをクリック	

なお [フレーム構造解析 1 2] から材料番号毎に部材表示色を設定して構造イメージを色分け表示できるようになっており、個々の表示色は断面形状選択ダイアログの右下の RGB 入力欄で設定することができます。また表示色を一覧から選択したりまとめて部材表示色を設定する方法もありますので詳細は後で説明します。

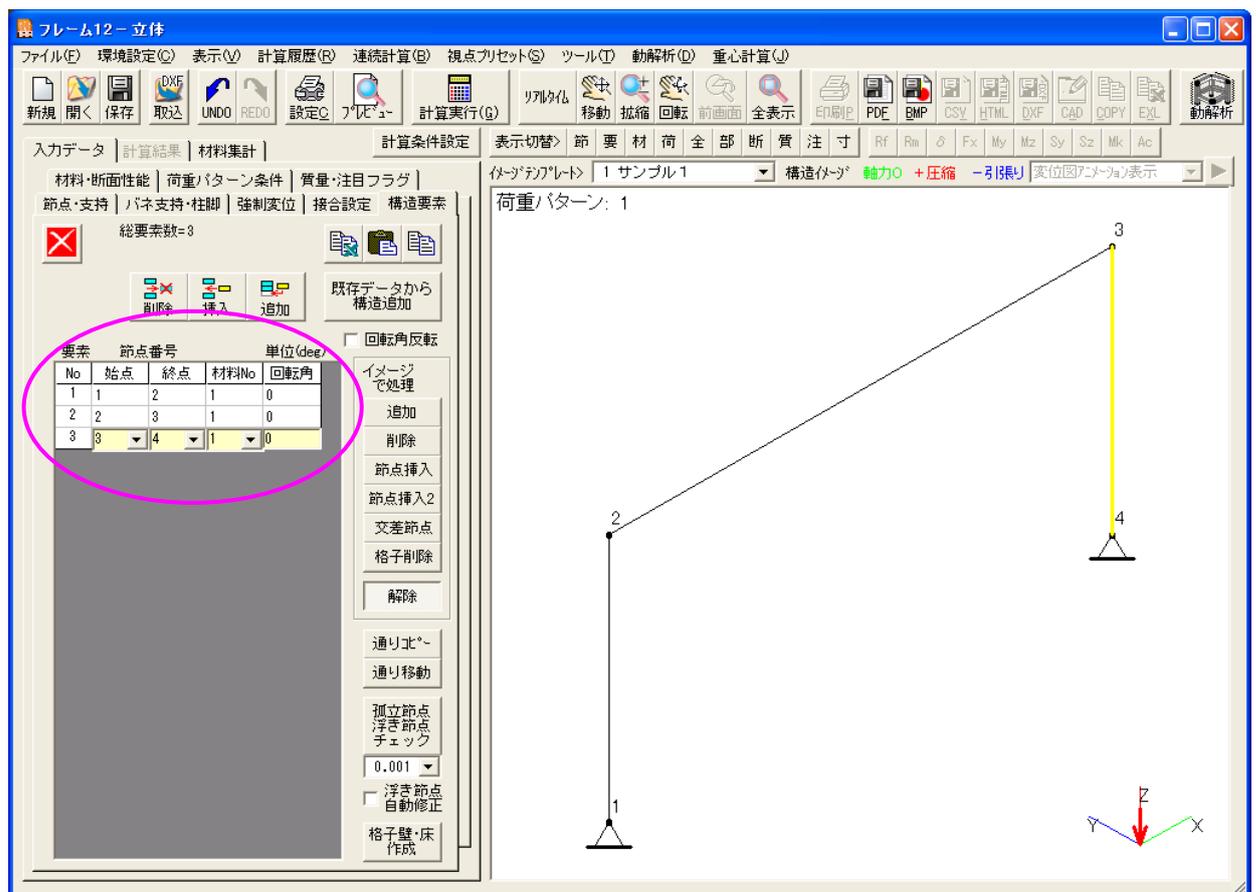
次に [構造要素] のタブをクリックして要素を設定します。

● STEP 3 (構造要素の設定)

節点と同様に [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のでリストボックスから始点節点と終点節点を選択します。材料番号は先ほど設定した 1 のままにしておき、部材回転角も 0 のままにしておきます。ここでも [Tab キー] や [Enter キー] でデータ入力ボックスのフォーカスや行の移動ができ最下行で [Enter キー] を押すと自動的に新しく行を作ってそこにデータ入力ボックスが移動します。

また節点と同様に [追加] ボタンを押しても行末に新しく行を追加してそこにデータ入力ボックスを移動させます。

ここでは 1-2, 2-3, 3-4 の 3 つの要素を設定します。



要素が設定されると構造イメージに要素が表示されますので確認してください。良ければ [荷重パターン条件] のタブをクリックして荷重条件を設定します。

●STEP 4 (集中荷重の設定)

荷重パターン条件では最大50の荷重パターン番号毎に集中荷重、分布荷重、モーメント荷重を設定することができ、荷重パターン番号毎に荷重パターンの名称も設定できるようになっています。詳細な機能は後で説明しますが同じ構造で荷重条件だけ変えて計算したい場合に便利な機能になっています。

ここではデフォルトの荷重パターンは1のままで節点2にX軸方向の荷重を100Nかけてみます。設定欄の節点2の行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荷重値を入力します。

加速度条件は全て0にしておく

この条件で計算を実行する

節点	集中荷重単位= (N)		
No.	X軸方向	Y軸方向	Z軸方向
1	0	0	0
2	100	0	0
3	0	0	0
4	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。

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

荷重を設定すると構造イメージにも荷重のイメージが表示されます。また加速度条件も荷重パターン毎にここで設定できるようになっています。デフォルトはGzが-1(重力に相当)になっていますがとりあえず全て0にしておきます。

この条件で「計算実行」ボタンをクリックして計算を実行してみます。

●STEP 5 (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。

最大変位は約 5 mm と覚えておこう

The screenshot shows the software interface with the '計算結果' (Calculation Results) tab selected. The '変位・反力' (Displacement/Reaction) sub-tab is active, displaying the following data:

最大総変位 (mm)	計算時間= 0 秒
4.98	
発生 X 座標 (mm)	500
発生 Y 座標 (mm)	0
発生 Z 座標 (mm)	1000
総質量 (kg)	18.864

Below this, a table shows nodal displacements:

節点	総変位 δ (mm)	変位 δ x (mm)	変位 δ y (mm)	変位 δ z (mm)
1	0.0	0.0	0	0.0
2	4.917	4.917	0	0.0002
3	4.916	4.916	0	-0.0002
4	0.0	0.0	0	0.0

The main window displays a 3D model of a structure under load, with a callout box stating '変形した形状が表示される' (Deformed shape is displayed). The structure is shown in its original state (blue) and deformed state (red). A coordinate system (X, Y, Z) is visible at the bottom right.

ここに計算結果が表示されるのでタブを切り替えて確認しておく

計算は瞬時に完了して [計算結果] のタブに切り替わり [節点の変位・反力] のタブが表示されます。ここに最大総変位など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。

変位や反力の表示欄を横にスクロールしたり [モーメント・応力・座屈] のタブをクリックして他の計算結果も見ておいてください。またこの例の最大総変位が約 5 mm というのを覚えておいてください。

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.KS12)

◇部材座標を理解しよう。

●STEP 1 (門形ラーメンの面を移動させて計算してみよう)

最初にXZ面に作った門形ラーメンをYZ面に移動させてみて計算結果を比較してみましょう。

[入力データ] タブをクリックして [節点・支持] タブを表示します。ここでXとYの座標を入れ替えてみましょう。

梁がY-Z面に移動したのが分かる

荷重もXとYを入れ替えて向きを直しておく

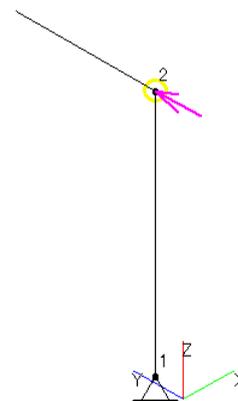
節点	座標単位=(mm)			支持種類
No	X座標	Y座標	Z座標	
1	0	0	0	全固定
2	0	0	1000	自由
3	0	2000	1000	自由
4	0	2000	0	全固定

節点3, 4のX座標とY座標を入れ替える

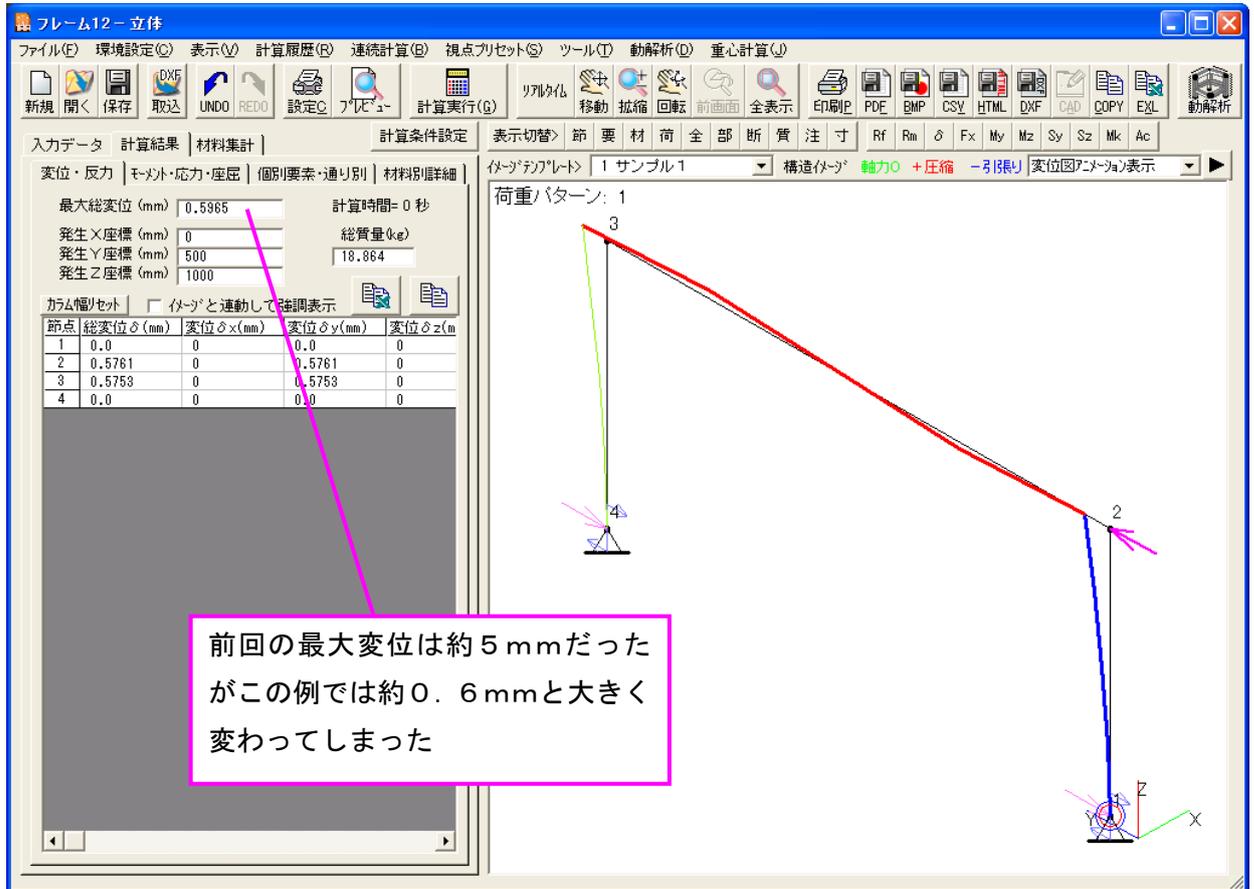
構造のイメージは直ちに更新され門形ラーメンがYZ面に移動したことが分かります。

続いて荷重パターン条件のタブを開き、集中荷重の向きも変更しておきましょう。

節点	集中荷重単位=(N)		
No	X軸方向	Y軸方向	Z軸方向
1	0	0	0
2	0	100	0
3	0	0	0
4	0	0	0



この条件で計算してみましょう。XとYが入れ替わっただけのように見えますが最初のものと
同じ結果になるでしょうか？

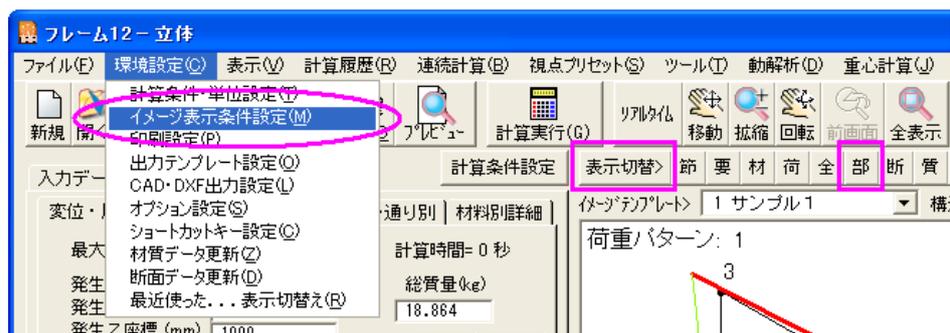


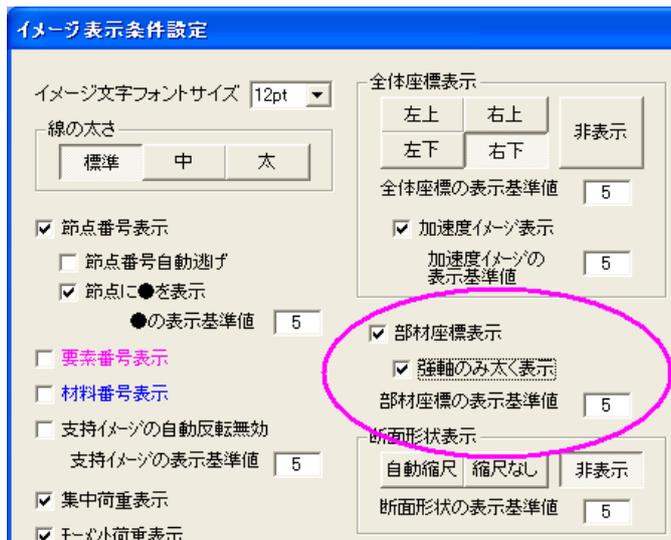
最大総変位がさきほどの約 5 mm から約 0.6 mm と大きく変わってしまいました。

● STEP 2 (部材座標を表示してみよう)

この原因は部材の向きにあります。わかりやすいようにプルダウンメニューの [環境設定] > [イメージ表示条件設定] をクリックしてイメージ表示条件設定ダイアログを開いて部材座標を表示する設定に変更してみましょう。

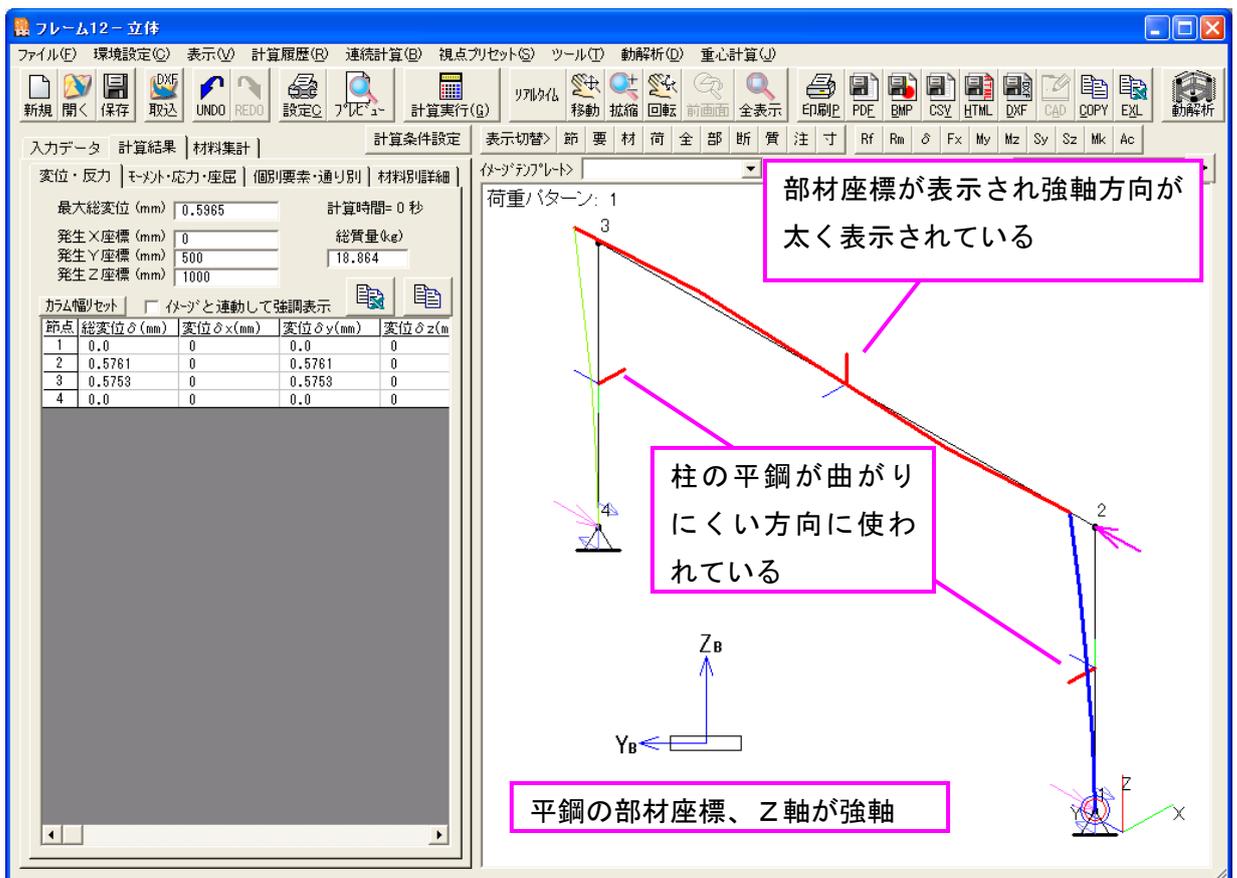
なおイメージ左上の [表示切替] ボタンをクリックしても同じダイアログを開くことができます。さらにその右にある [部] のボタンをクリックすると部材座標のみ [表示] > [強軸のみ太く表示] > [非表示] をワンタッチで切り換えることもできます。





ここでは強軸のみ太く表示もチェックしておきます。

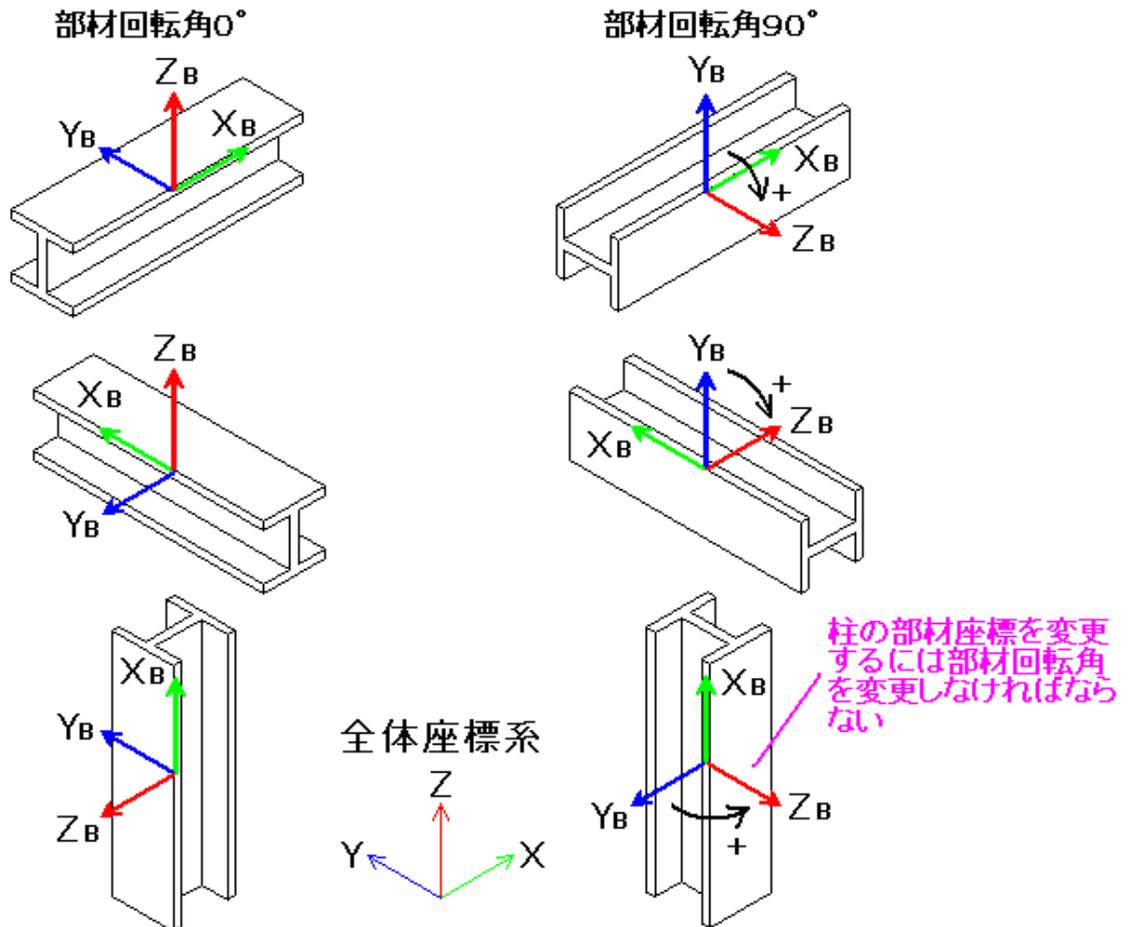
イメージ表示条件設定を変更して [確定] ボタンをクリックすると各構造要素の中央に部材座標が表示されます。



部材座標は要素の中央に表示され赤がZB となります。平鋼断面の部材座標と要素の部材座標を見ると2本の柱には曲がりにくい方向に部材が使われているのが分かります。

なお [CAD TOOL フレーム構造解析] では断面 2 次モーメントの大きい軸を強軸としています。また断面 2 次モーメントは軸回りの値で設定していますので、このように平鋼では部材座標の Z 軸が強軸となります。曲がりにくい方向とは 90° 異なりますので注意してください。

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。



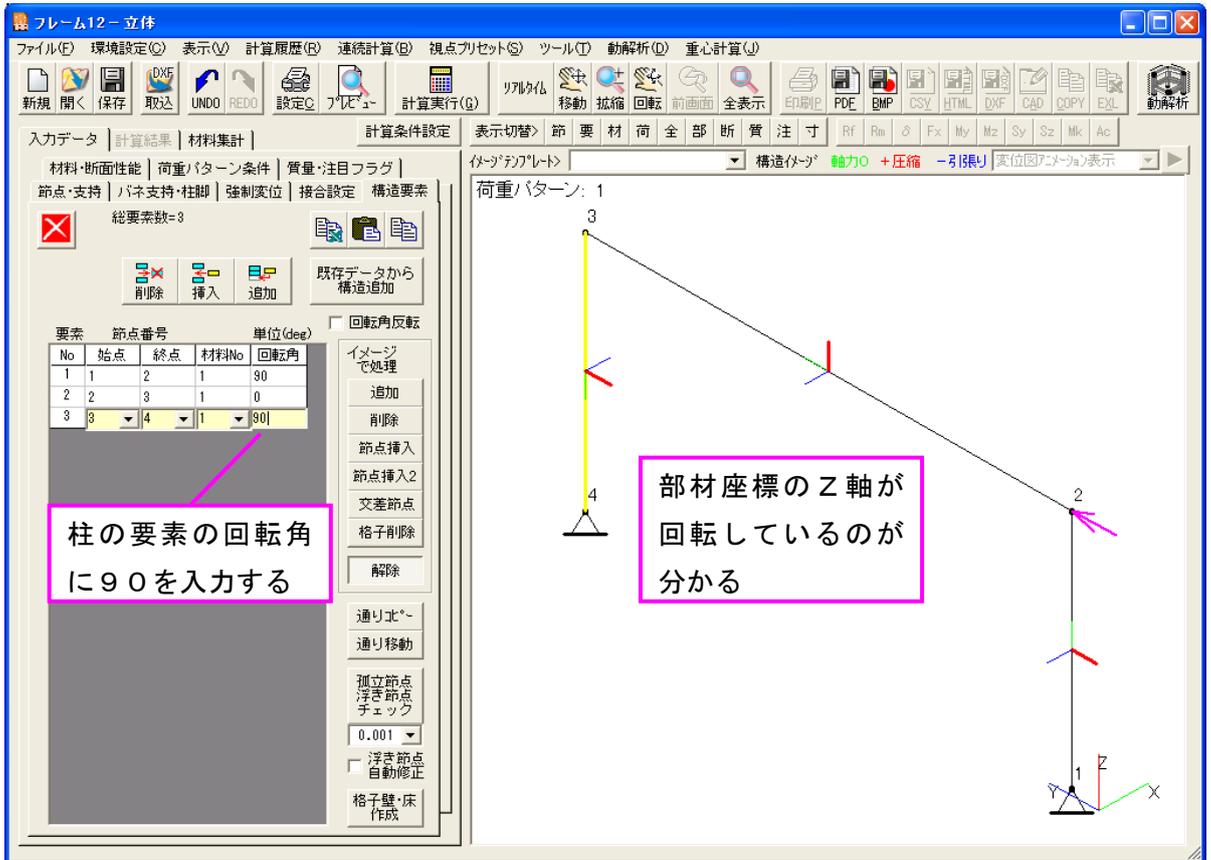
部材回転角が 0 のデフォルト条件では垂直以外の部材は Z_B が上方方向に向くように配置されます。

したがって梁の部材は XZ 面の場合も YZ 面の場合も同じになります。部材が垂直の場合は Y_B が全体座標の Y 軸方向に配置されますので最初の XZ 面の場合には柱が曲がりやすい方向に配置されていたのが分かります。節点の座標を変えても柱の部材の方向は変わりませんので YZ 面にしたときは柱の平鋼が曲がりにくい方向で使われていました。

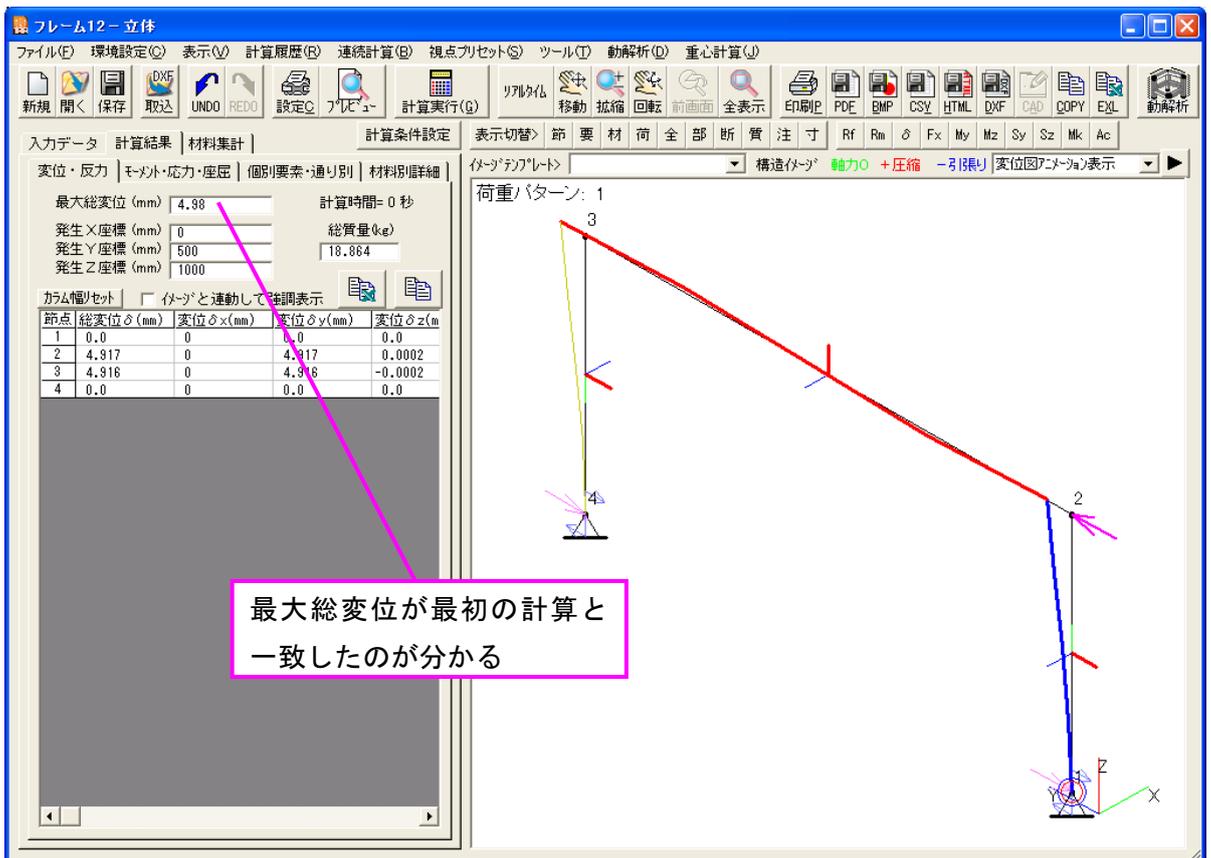
では柱の向きを曲がりやすい方向に変えてみましょう。部材の向きを変えるには構造要素で部材回転角を変更しなければなりません。

●STEP 3 (部材回転角を変更してみよう)

構造要素の設定に戻って柱の要素の部材回転角を 90° に設定します。イメージの部材座標の表示も変更されますので確認してください。



この条件でもう一度計算してみましょう。

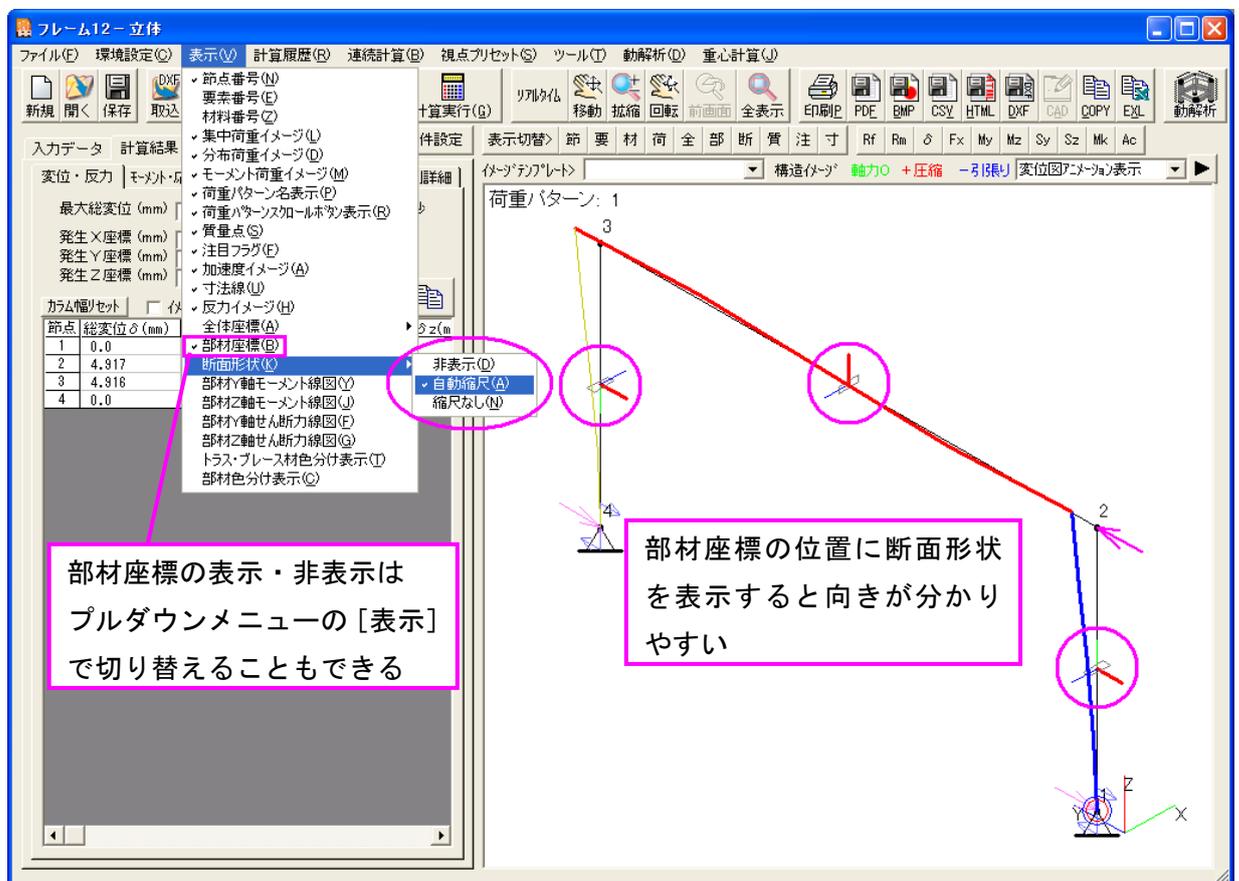


最大総変位が最初の計算と一致しました。その他の計算結果も各自で比較してみてください。

[フレーム構造解析7] から断面形状の表示機能もつきました。部材座標と同じ位置に断面形状のイメージを表示することができるので部材座標だけでは分かりにくい場合は断面形状を表示させると良いでしょう。

プルダウンメニューの [表示] やイメージ左上に並んだ小さなボタンでいろいろと表示を切り換えることもできますので、構造要素を設定する場合は必要に応じて部材座標や断面形状を表示して設定すると分かりやすくて良いでしょう。

部材座標もプルダウンメニューの [表示] で [部材座標] をクリックしても表示できるようになっています。



このように [フレーム構造解析] では部材の向きが計算結果に大きく影響しますので部材座標を良く理解して構造要素を設定するようにしてください。

(Tutorial02. KS12)

●STEP 4 (分布荷重をかけてみよう)

今度は横方向の梁の部分に分布荷重をかけてみます。まず [荷重パターン条件] のタブを開きさらに [分布荷重] のタブを開きます。

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。

なお今回の構造は基準軸に対して傾斜していないのでどちらを選択しても関係ありません。

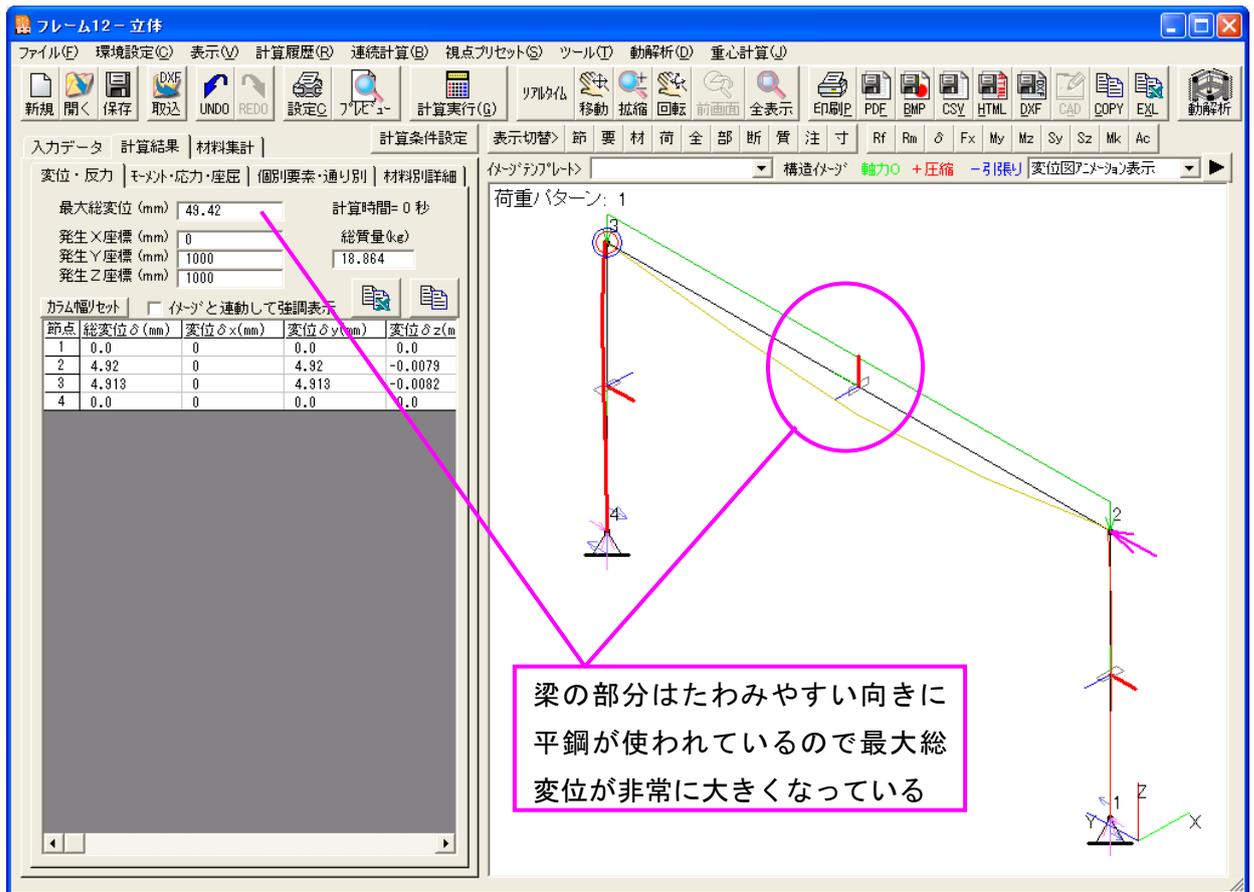
分布荷重のイメージが表示される

要素		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	-1
3	3	4	0	0	0

梁の要素2に下向き (Z方向 マイナス) の分布荷重を設定する

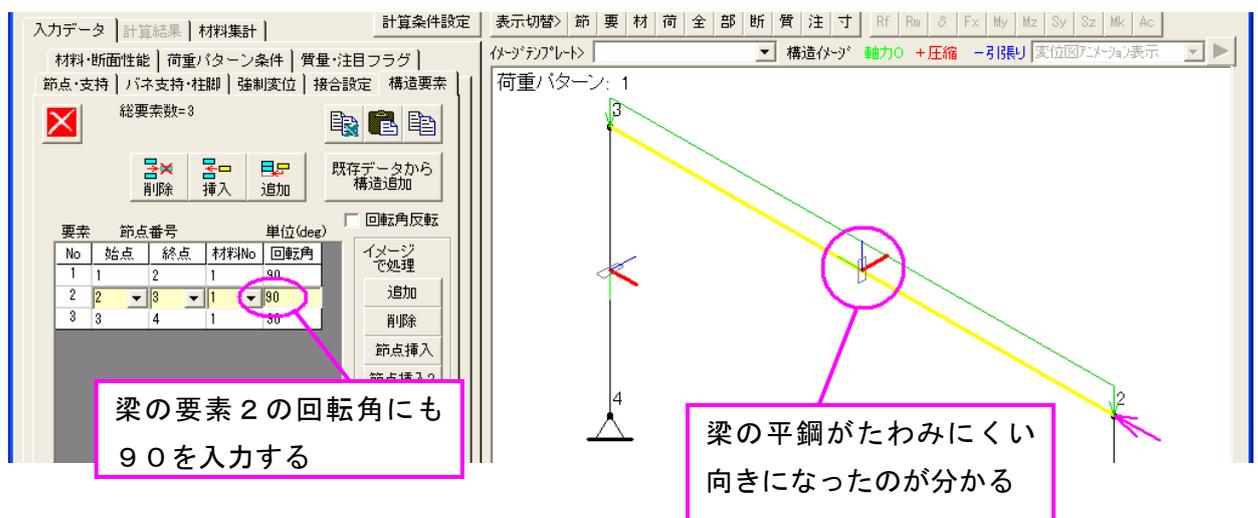
ここでは下向きに分布荷重をかけたいので要素2のZ軸の入力欄に -1 (N/mm) を入力します。梁の部分の長さは 2000 mm なので梁全体に 2000 N の下向きの荷重がかかることになります。

イメージにも分布荷重のイメージが表示されますので、この条件で計算してみましょう。

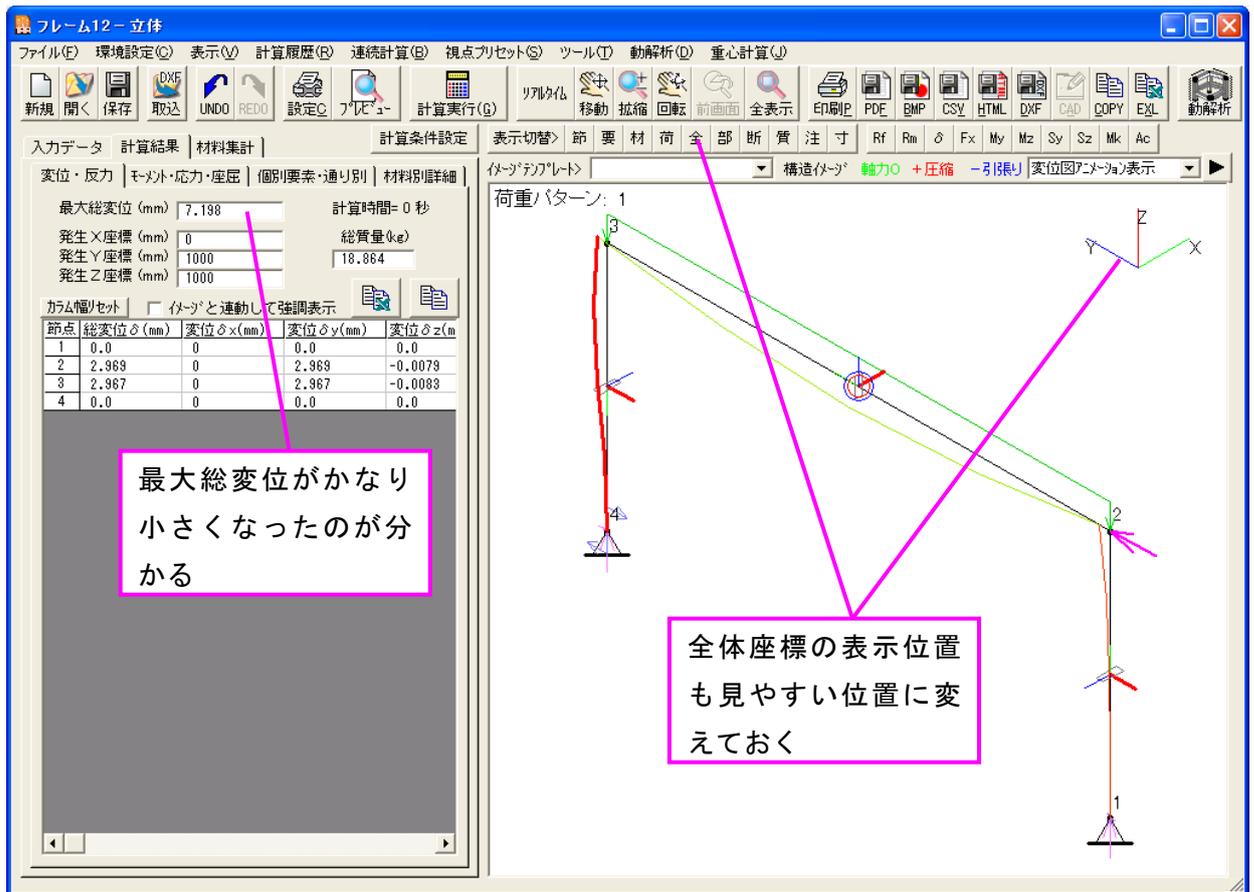


今度は最大総変位が約50mmと大きな値になってしまいました。これは梁の部分にたわみやすい方向で平鋼が使われているため、部材座標と一緒に断面形状も表示しておくとなわみやすい方向で使われているのがよく分かります。

そこではりの部材回転角も変更してたわみにくい方向にしてみましょう。



構造要素の設定に戻って要素2の部材回転角も90°にしてみます。部材座標も強軸方向が水平となり、断面形状を見ても垂直方向にたわみにくい向きになっているのがよく分かります。ではこの条件で計算してみましょう。



今度は最大総変位が約7mmとかなり小さくなりました。柱のところでも述べましたがこのように部材座標は3次元のフレーム構造解析で重要な意味を持っていますので、全体座標と部材の向き、および部材の回転角によって部材座標がどのように設定されるかを良く理解しておいてください。

また全体座標と構造が重なって見にくい場合はイメージ表示条件設定ダイアログかプルダウンメニューの「表示」あるいはイメージ左上の「全」ボタンで表示非表示や表示位置も変えられますので必要に応じて全体座標も見やすい位置に配置してください。

なお要素数が増えてくると部材座標や断面形状を表示しているとイメージの操作（移動や拡大縮小など）が重たくなる場合がありますので必要のない時は非表示にしておくとういでしょう。

また「フレーム構造解析9」から反力イメージも表示されるようになりましたがこれも不要な場合はイメージ表示条件設定で非表示にできます。

(Tutorial03.KS12)

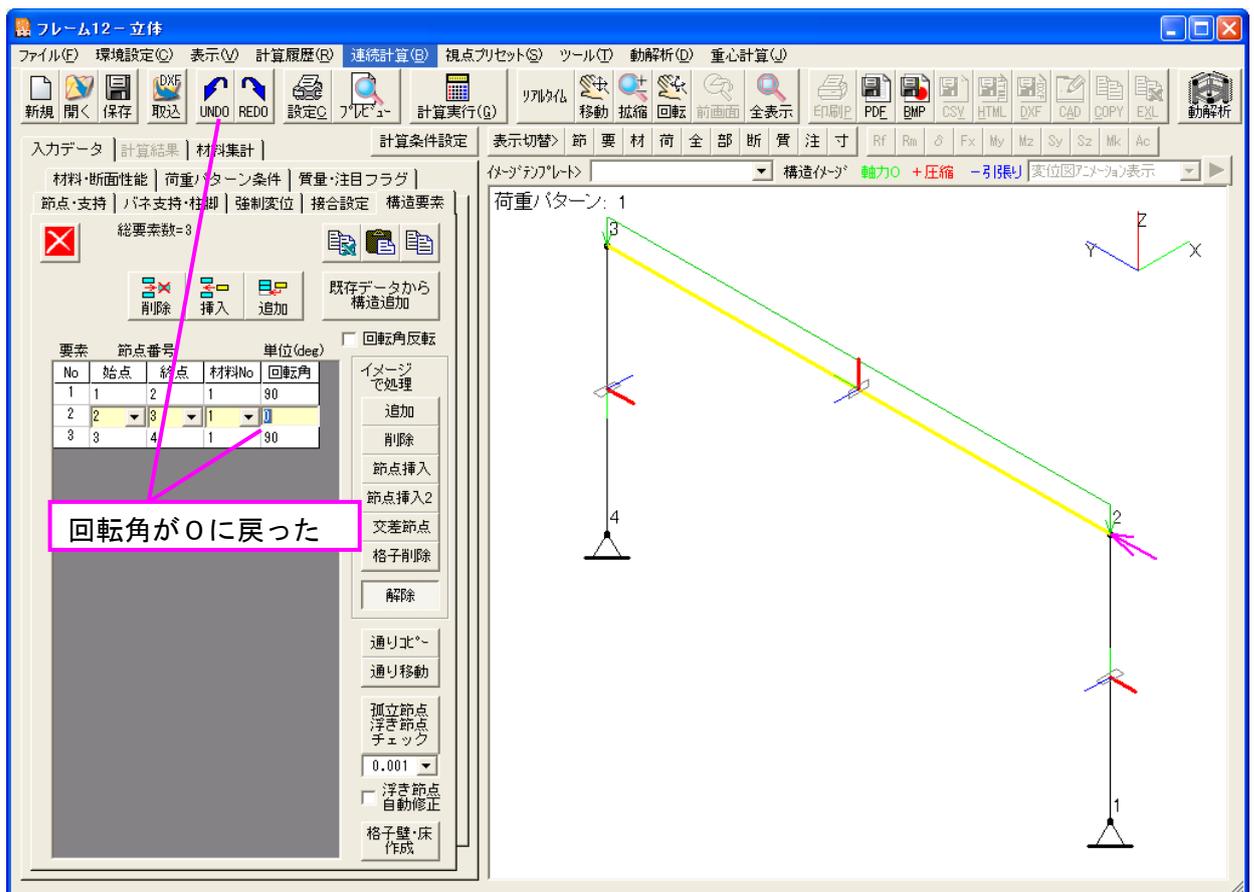
◇UNDO・REDO機能を使ってみよう。

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・支持条件や構造要素を行単位で削除したときに最大10回のUNDO機能がありましたが[フレーム構造解析8]からは節点の座標値や荷重値等の数値入力、構造要素の編集、通りコピーやDXF取込など構造計算に関係する設定について回数が無制限のUNDO・REDO機能を盛り込みました。

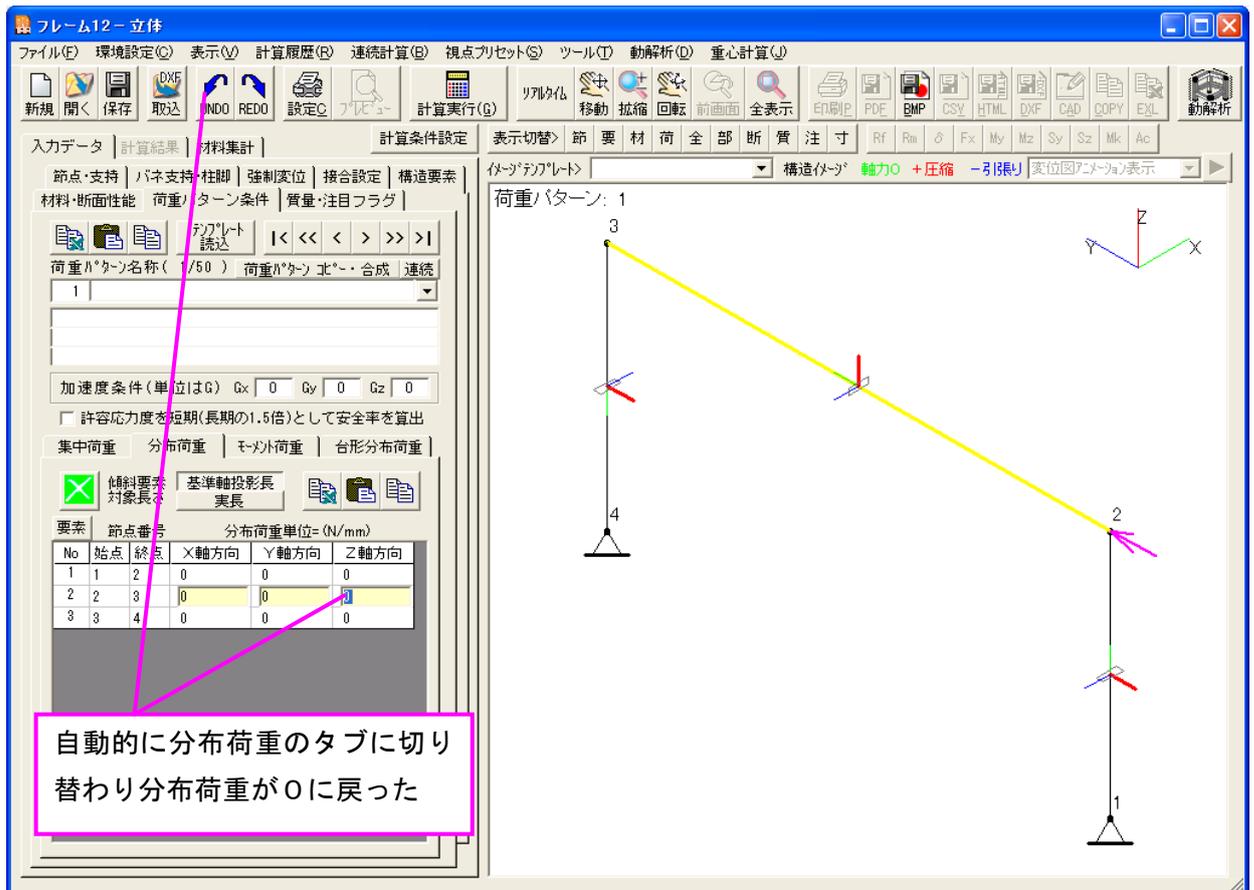
起動時や[新規]ボタンをクリックしたとき、既存データを読み込んだ場合はUNDO情報がありませんのでボタンがグレーになって使えないようになっていますが、データ入力等でUNDO情報を取得するとUNDOボタンが使えるようになります。またUNDOを実行するとREDOボタンが使えるようになります。



ここでは前の部材座標の続きとしてUNDOボタンを2回クリックしてみます。



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UNDO1回目では“90”だった回転角が後から入力した“0”が取れて“9”になり2回目で“0”になります。必要であればこの条件で計算することもできます。ではさらに続いて2回UNDOしてみます。



タブの操作もUNDO情報に取得されているので自動的にタブが切り替わり分布荷重が0に戻りました。さらにUNDOを続けていくと最初の操作まで戻り、REDOでUNDOを始めた時点に戻ってくることができます。UNDO・REDOの操作は簡単なので後で説明するDXF読み込みや通りコピーなどでも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Ctrl+ZでUNDO、Ctrl+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。

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さらに安心です。

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。

UNDO・REDO機能を使ってみよう。終了

◇個別要素詳細を見てみよう。

分布荷重をかけた例では最大総変位は約7mmでしたが計算結果の「節点の変位・反力」では最大変位は節点2と3の約3mmしか分かりません。イメージ図を見ると2-3の要素の中央が大きく変形していますので、この部分で発生していると予想はつきますが節点がないため具体的な計算結果は分かりません。

フレーム12-立体

ファイル(F) 環境設定(C) 表示(O) 計算履歴(H) 連続計算(B) 視点プリセット(S) ツール(T) 動解析(D) 重心計算(U)

新規 開く 保存 取込 UNDO REDO 設定(C) プレビュー 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 動解析

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) 7.138 計算時間= 0 秒
発生X座標 (mm) 0 総質量 (kg) 18.864
発生Y座標 (mm) 1000
発生Z座標 (mm) 1000

加ム強調表示 イメージと連動して強調表示

節点	総変位 δ (mm)	変位 δ x (mm)	変位 δ y (mm)	変位 δ z (mm)
1	0.0	0	0.0	0.0
2	2.369	0	2.369	-0.0079
3	2.367	0	2.367	-0.0083
4	0.0	0	0.0	0.0

荷重パターン: 1

発生座標を見ると梁の中央部で最大総変位が発生していることが分かる

この結果だけでは最大総変位がどこで発生しているかわからない

ではなぜこの最大総変位7mmが求められるかというと「フレーム構造解析」では変位図やモーメント線図をなめらかに表示するため一つの要素をさらに区切って内部節点を設けて計算しているため要素の中間部で発生している最大総変位が求められるのです。

その内部節点の計算結果を見るには「個別要素・通り別」タブを開き、さらに「個別要素詳細」タブを開いて表示要素番号で2を選択します。要素番号が分かりにくい場合はプルダウンメニューの「表示」から「要素番号」をチェックして要素番号を表示すると良いでしょう。部材座標と同様にこの「表示」メニューでいつでも要素番号の表示のON/OFFができるようになっています。またイメージ左上の「要」ボタンでも表示の切り替えができます。

“選択要素の強調表示”がチェックされていると選択した要素が太くハイライト表示されるようになっています。

梁の節点番号2を選択する

個別要素詳細

表示要素番号: 2

始点節点: 2

終点節点: 3

節点	総変位δ (mm)	変位δx (mm)	変位δy (mm)	変位δz
2	2.969228	0	2.969217	-0.00
[8]	5.539292	0	2.96866	-4.67
[9]	7.198484	0	2.968103	-6.55
[10]	5.438687	0	2.967545	-4.55
3	2.967	0	2.966988	-0.00

節点	曲げモーメントMzB (Nmm)	曲げ応力σzB (N/mm ²)	σzB安全率	ねじりモーメント
2	33980	6.796	49.0	0
[8]	-328000	-65.75	5.065	
[9]	-441500	-88.3	3.771	
[10]	-304200	-60.85	5.473	
3	83040	16.61	20.05	

内部節点の9で最大変位が発生しているのがわかる

個別要素詳細の計算結果では内部節点には[]がつくようになっていますのでこの要素 No2 には8, 9, 10の3つの内部節点があることがわかります。この結果から内部節点の9で最大総変位が発生していることがわかります。

内部節点の数は[計算条件・単位設定]ダイアログにある計算精度の精度係数によって決まります。プルダウンメニューの[環境設定] > [計算条件・単位設定]をクリックしてダイアログを開き、計算精度を[標準]の精度係数4から[高]の精度係数8にして計算してみます。

計算条件・単位設定

計算精度: 高

精度係数: 8

有効数字: 4

単位: mm:deg, N, mm

合成応力算出方法: 相当曲げ応力、相当ねじり応力は使わない。相当曲げ関係、相当ねじり関係の出力もしない。

総反力算出方法: 総反力にZを含めない(XYのみ合成した水平反力とする)

※自重条件は荷重パターン条件の加速度条件で設定して下さい。
なお“部材の自重を考慮”のチェックは廃止しました。

[計算実行] ボタンの下にある [計算条件設定] ボタンでも同じダイアログが開きます。

なお [立体構造解析3] 以前でこのダイアログで設定していた自重条件の加速度条件は荷重パターン条件に移動して、荷重パターン番号毎に異なる加速度を設定できるようになっています。同じく従来の自重条件にあった“部材の自重を考慮”のチェックは廃止しています。自重を考慮しない場合は荷重パターン条件にある加速度条件のGzを0にしてください。その他の設定については後の環境設定で説明します。

では計算精度を [高] にして計算してみます。計算が完了したらまた [個別要素詳細] のタブをクリックして表示要素番号で2を選択します。要素番号を選択する代わりにイメージ上で要素をクリックしても選択することができます。

フレーム12-立体

計算条件設定

表示要素番号: 2

節点	総変位δ(mm)	変位δx(mm)	変位δy(mm)	変位δz(mm)
2	2.969263	0	2.969252	-0.00
[12]	3.969347	0	2.968965	-2.69
[13]	5.696294	0	2.968678	-4.86
[14]	6.984398	0	2.96839	-6.32
[15]	7.423813	0	2.968103	-6.80
[16]	6.916949	0	2.967815	-6.24
[17]	5.594573	0	2.967528	-4.74
[18]	3.300342	0	2.96724	-2.53
3	2.968984	0	2.968953	-0.00

節点	曲げモーメントMzB	曲げ応力σzB()	σzB安全率	ねじりモ
2	38910	7.381	45.11	0
[12]	-175700	-85.14	9.476	
[13]	-325800	-85.17	5.11	
[14]	-413400	-82.69	4.027	
[15]	-438600	-87.71	3.796	
[16]	-401200	-80.24	4.15	
[17]	-301300	-60.26	5.526	
[18]	-138900	-27.78	11.39	
3	85960	17.19	19.37	

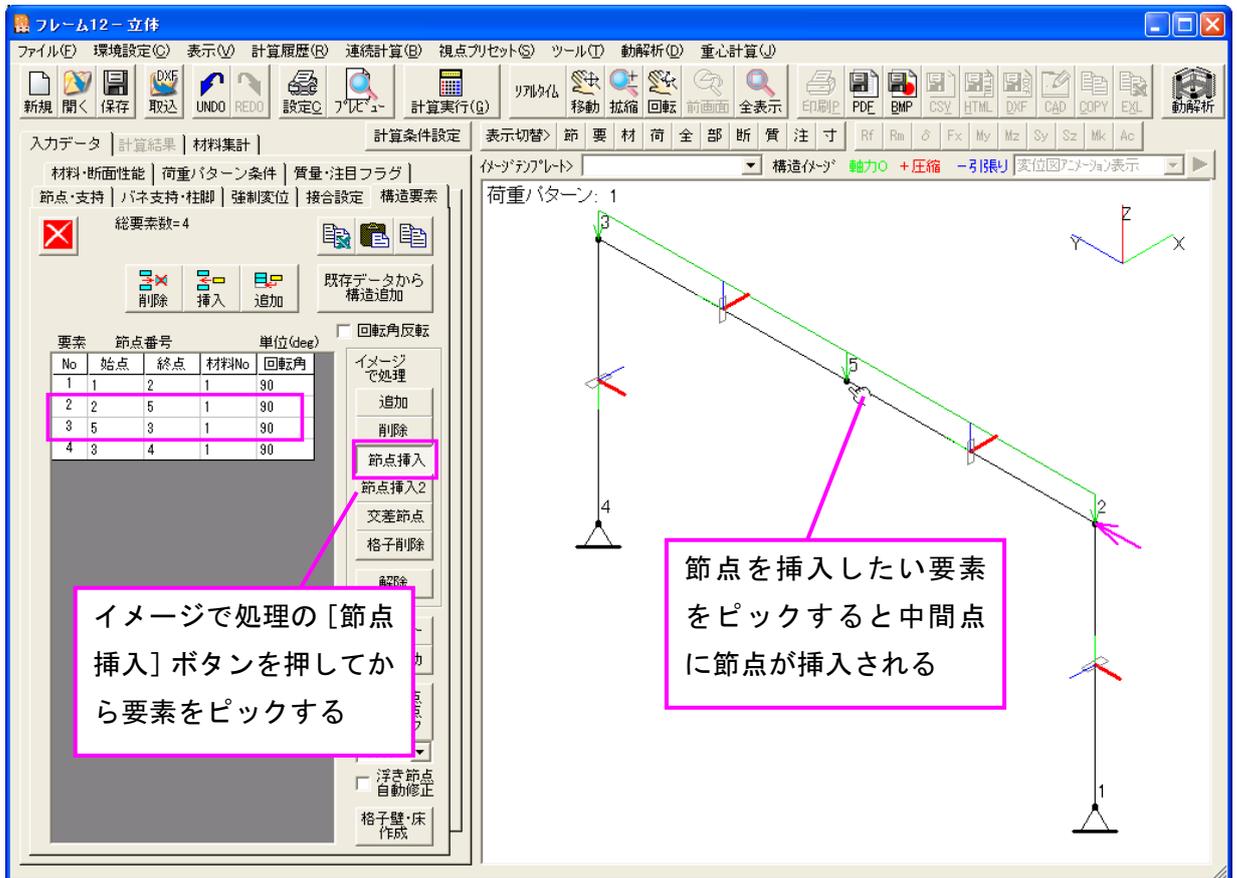
内部節点の数が3から7が増えてより詳細な計算結果が表示される

このように計算精度の精度係数が一つの要素を分割する数になりますから [高] の精度係数 8 では一つの要素が 8 個に分割され内部節点は 7 個できることがわかります。さきほどの計算精度が [標準] の精度係数 4 では 4 つに分割され内部節点は 3 つできていました。

[フレーム構造解析] ではこのように内部節点を含めた節点を基準に計算していきますので一つの要素内での計算結果を詳しく知りたい場合は計算精度を大きくする必要がありますが、構造全体としてはそれほど大きな差にはなりませんのでむやみに計算精度を上げて計算する必要はありません。

それよりも特定の要素について注目している場合はその要素の節点を増やした方が「節点の変位・反力」に計算結果が表示されるので便利です。

要素の途中に節点を増やしたい場合は「構造要素」タブのイメージで処理から「節点挿入」ボタンを押してからイメージ上で節点を挿入したい要素をピックアップします。



要素を認識するとその要素の中間点に新しく節点を挿入して、自動で要素を一つ追加して前後の節点と要素をつなぎ直します。節点を追加すると計算結果がどう変わるか試してみてください。

また「フレーム構造解析10」から「構造要素」タブの「イメージで処理」に交差している要素の交点に節点を設けて自動的につなぎ直す「交差節点」や後で説明する格子壁を削除できる「格子削除」の機能も追加されています。「フレーム構造解析12」で追加された「節点挿入2」はダイアログで位置を指定して節点を挿入する機能になります。

これらの操作は特に難しいものではありませんので機会があれば試しておいてください。

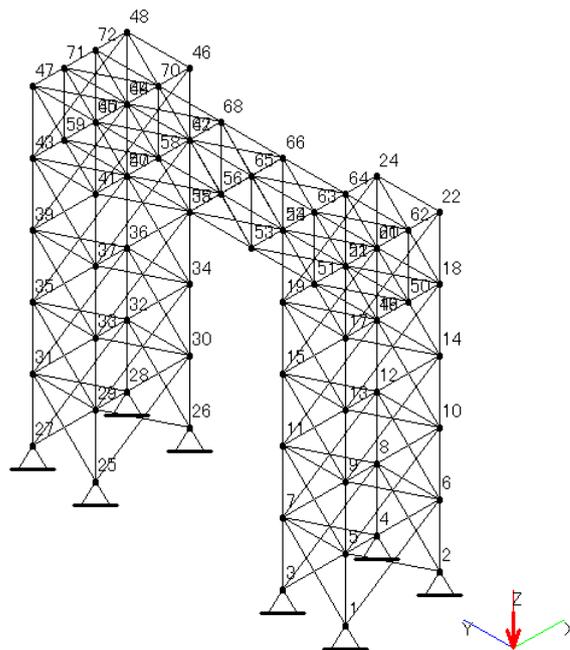
◇構造作成ウィザードを使ってみよう

建築物などではXYZ方向に等ピッチで複数段の構造がよく見られます。これらの構造を一つ一つ入力していくのは手間がかかりますが構造作成ウィザードを使えば簡単に設定することができます。

構造作成ウィザードは[フレーム構造解析10.1]から下記のように大幅に機能アップされました。

- ・従来は新規の構造だけしか作成できませんでしたが既存の構造がある場合にも追加作成が可能になりました。
- ・基準点座標を設定することにより原点以外の場所に構造作成が可能になり、追加作成機能と合わせて同じ構造物を複数の場所に作成することもできます。
- ・既存の構造と追加した構造で節点が重なったり要素が重なる場合は自動で節点を統合し、二重要素は自動で削除します。また浮き節点となる場合も自動で要素に組み込まれます。
- ・既存の構造がある場合は基準節点を選択することにより基準点座標を設定することができます。
- ・XY、XZ、YZの各面に対角要素（斜材）を作成できるようになりました。
- ・要素作成の有無を各軸、各面について個別に設定できるようになりました。
- ・作成要素の材料番号、回転角、材料名称が個別に設定できるようになりました。
- ・テンプレート機能により良く使う構造の設定を保存しておき、後からその設定を読み込んで同じ構造を作成することができます。

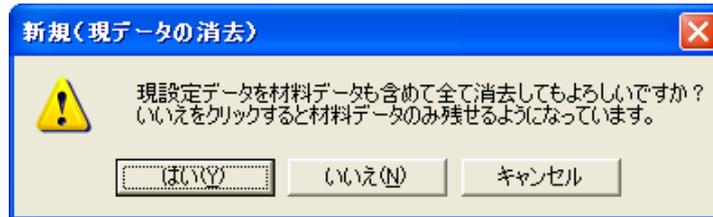
これらの機能を使うと下記のような構造も構造作成ウィザードだけで作成することができます。



ここでは構造作成ウィザードで簡単な構造を作成して説明を続けていきます。

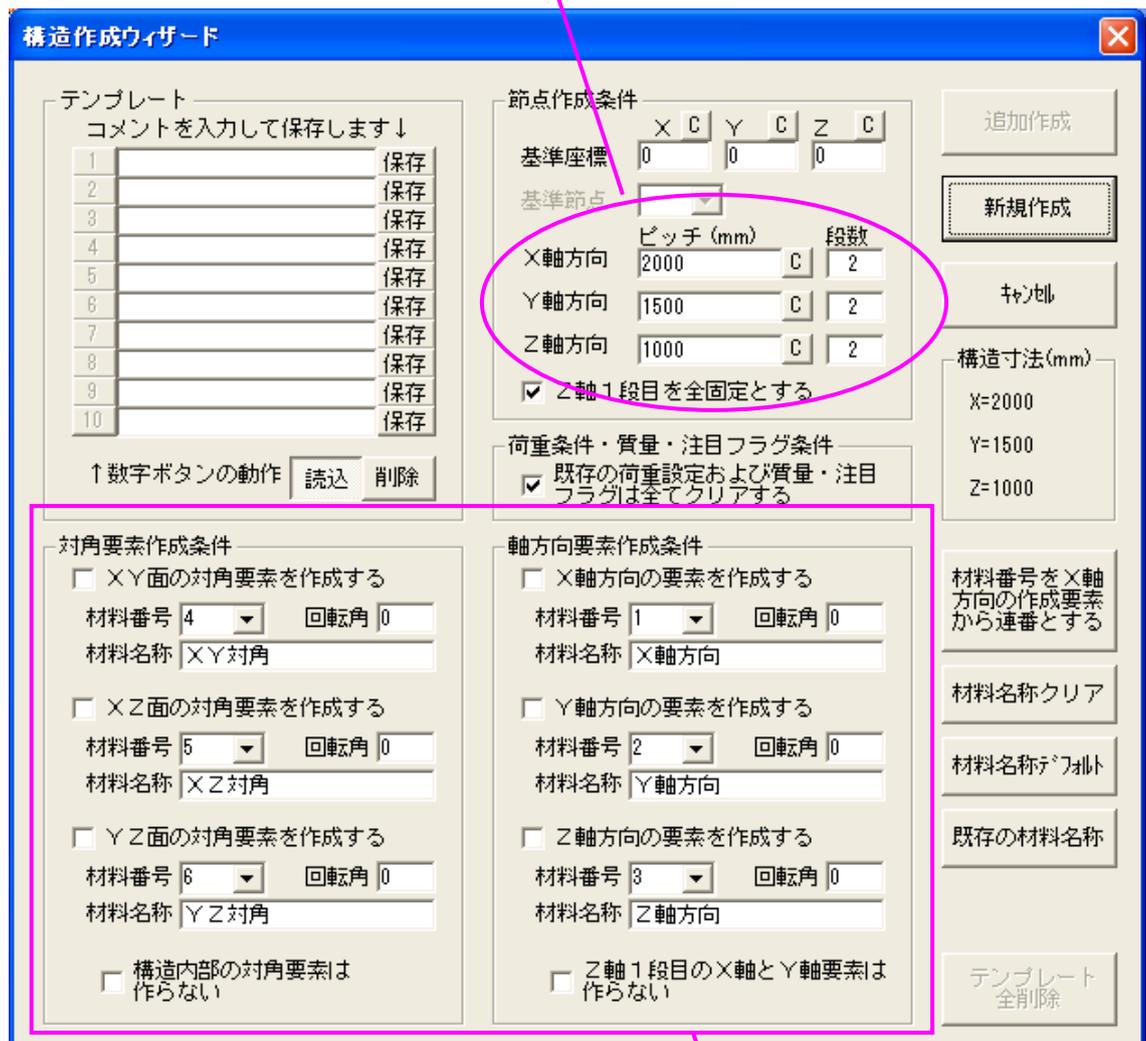
既存の設定が残っている場合は[新規]ボタンをクリックすると次のメッセージが表示されますので[はい]をクリックして現設定データを材料データも含めて全て消去しておきます。ここで[いいえ]ボタンをクリックすると材料データのみ残せるようになっていますので材料に変更がない場合は[いいえ]をクリックします。

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場合は便利なので覚えておくと良いでしょう。



ではまず[節点・支持]タブにある[構造作成ウィザード]のボタンをクリックします。

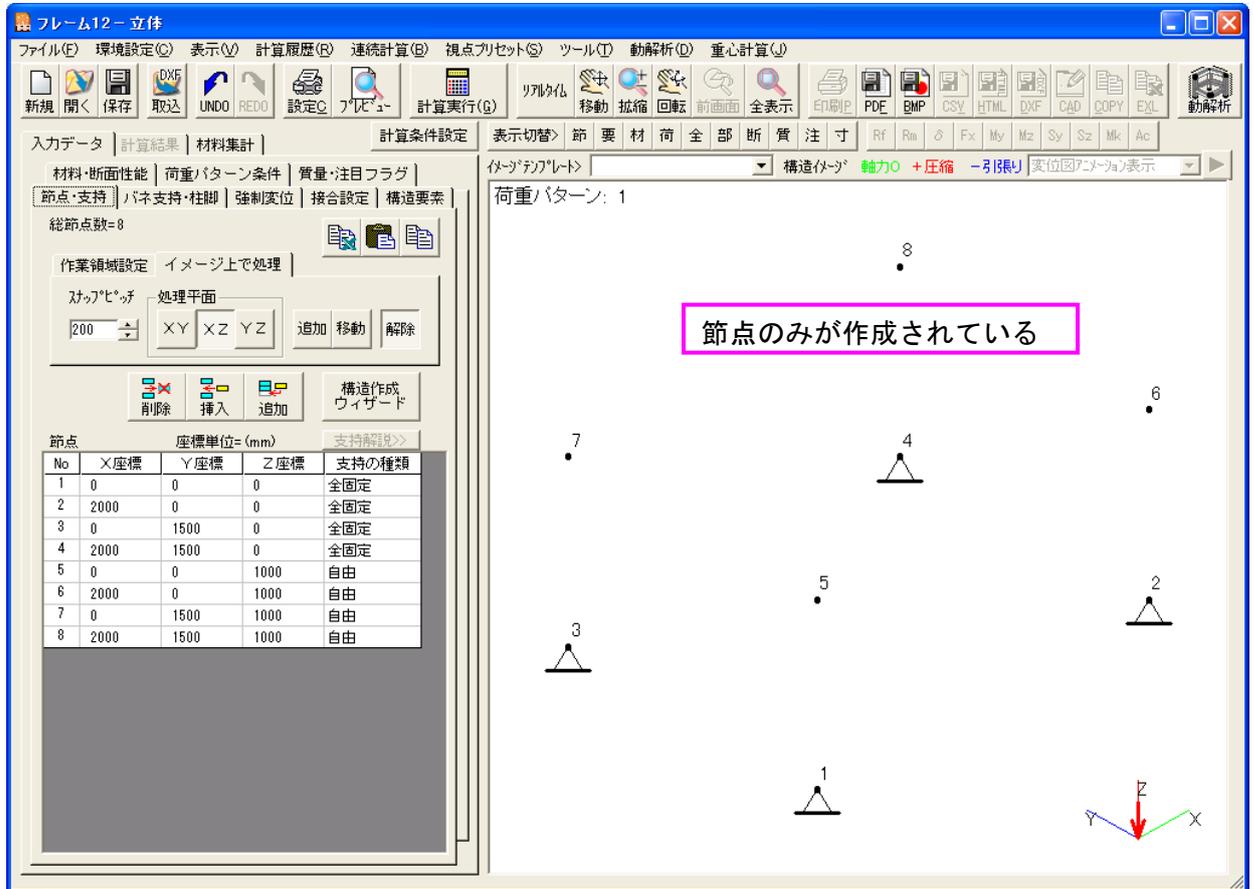
ピッチと段数を入力する



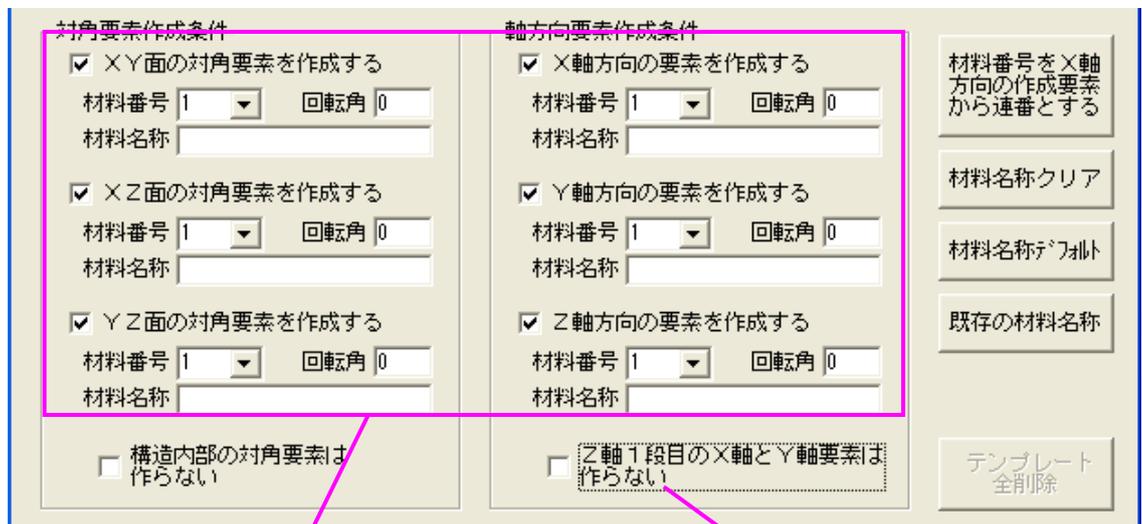
このチェックは全て外しておく

ここではX, Y, Z方向のピッチと段数を入力します。最初は要素を作成しないように要素作成条件の「*軸方向の要素を作成する」のチェックと対角要素作成条件の「**面の対角要素を作成する」のチェックを外しておきましょう。

この条件で「新規作成」ボタンをクリックしてみます。



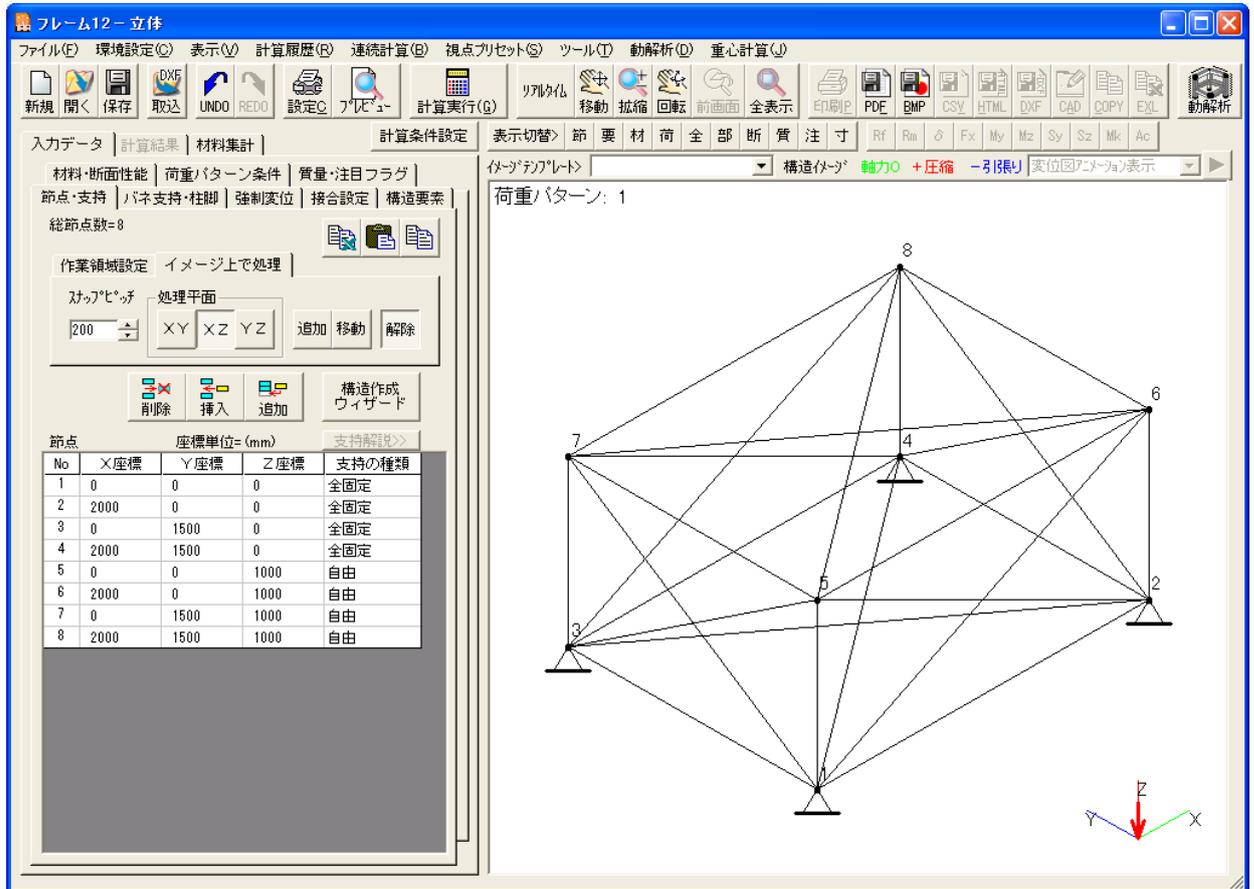
この条件では節点のみが作成されました。また「Z軸1段目を全固定とする」がチェックされていたので一番下の段の支持の種類が「全固定」となっています。では構造作成条件を変更してみましょう。



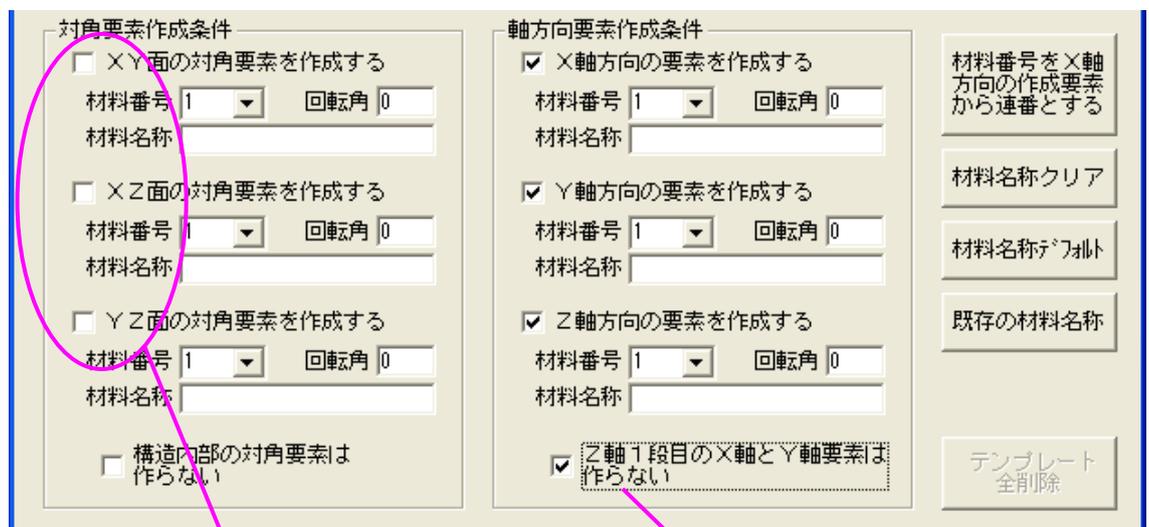
チェックして要素を作成してみる

このチェックは外しておく

[* 軸方向の要素を作成する] と [* * 面の対角要素を作成する] をチェックして [Z 軸 1 段目の要素は作らない] のチェックを外して [更新作成] ボタンをクリックしてみます。

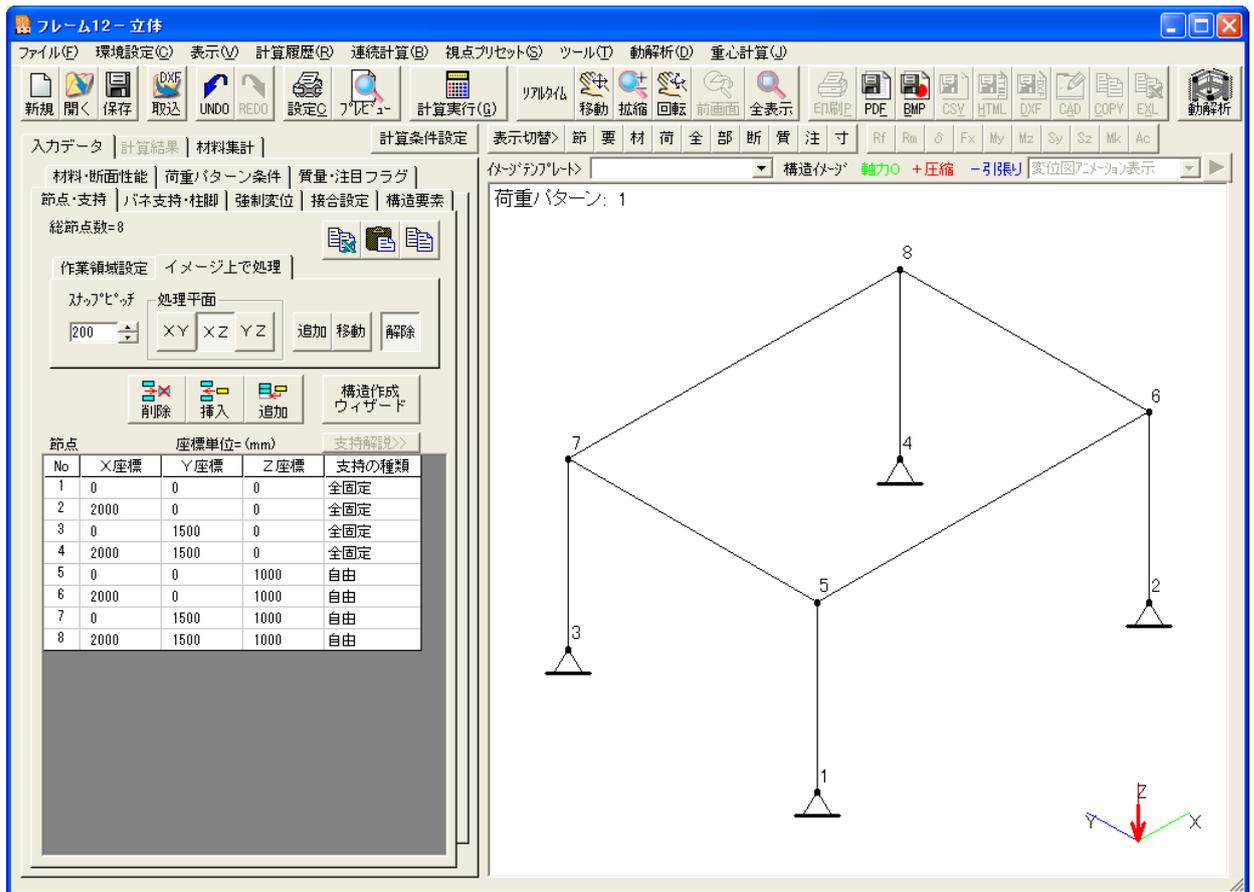


今度は各基準軸方向の要素と各面の対角要素も作成されました。しかし通常は最下段の支持点間の要素は不用ですから、再度、[Z 軸 1 段目の要素は作らない] をチェックし、[* * 面の対角要素を作成する] のチェックも外して [更新作成] ボタンをクリックします。



こちらのチェックは外す

これをチェックして作成してみる



このように構造作成ウィザードでは各種の作成条件が選択できるので大きな構造物でも比較的楽に設定することができます。

また前述のように「フレーム構造解析10.1」から大幅に機能アップされており多少複雑な構造物でも単純な構造の組み合わせであれば追加作成機能を使って構造作成ウィザードで作成できる場合もあると考えられます。

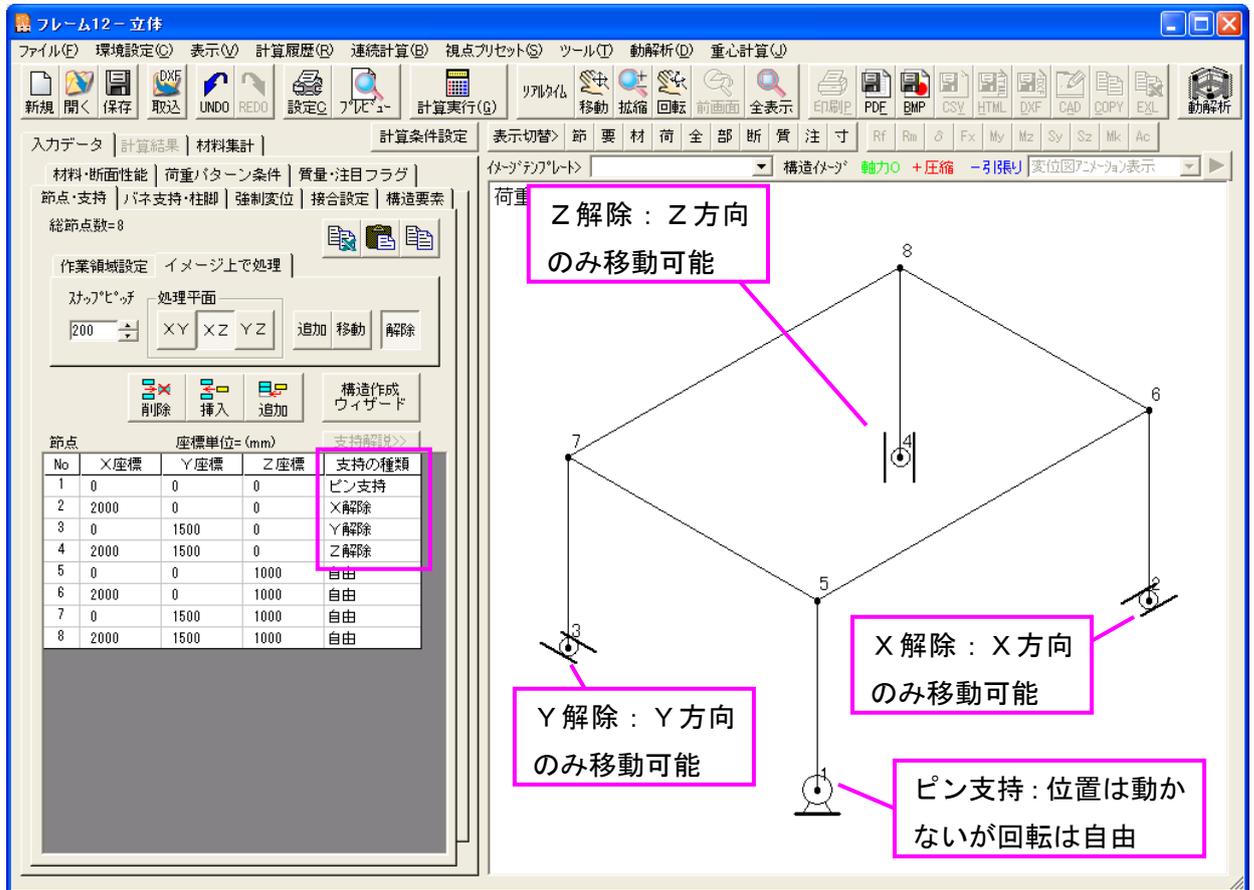
さらに構造作成ウィザードで作成したのも後から自由に編集ができますのでアウトラインだけを作成して後は手入力や修正して使うような方法も考えられます。

構造作成ウィザードの活用次第では作業効率が大きくアップしますので工夫して使ってみてください。

構造作成ウィザードを使ってみよう 終了

◇支持の種類を変更してみよう

構造作成ウィザードで設定できる支持の種類は全固定だけですが後から自由に変更できます。ここでは4つある支持点に異なる種類の支持を設定してみましょう。支持条件を変更する節点の行をクリックするか、イメージ上で節点をピックアップするとその節点の入力ボックスが表示されるようになっていきますのでそこで変更します。



支持の種類を変更すると構造イメージの支持のイメージも変更されます。

支持の種類の選択ボックスが出ている時に支持の種類の項目の上にある [支持解説>>>] ボタンをクリックすると次に示す支持の種類の一覧表が表示されます。

支持の種類	支持条件の解説(選択する行をクリックします。↑↓キーで選択してEnterキーでも選択できます。Escキーでキャンセル)
自由	3軸方向の全ての位置と全ての軸回りの回転が自由となります。
全固定	3軸方向の全ての位置と全ての軸回りの回転が固定されます。
ピン支持	3軸方向の全ての位置は固定されますが回転は全ての軸回りで自由となります。
バネ支持	3軸方向の全ての位置はバネ支持タブで設定されるバネ定数のバネで支持されます。回転は全ての軸回りで自由です。
強制変位	3軸方向の全ての位置と全ての軸回りの回転は強制変位タブで設定される強制変位と強制変位角に固定されます。
Z解除	Z軸方向の位置が自由となりXとY軸方向の位置は固定されます。回転は全ての軸回りで自由となります。
Y解除	Y軸方向の位置が自由となりXとZ軸方向の位置は固定されます。回転は全ての軸回りで自由となります。
X解除	X軸方向の位置が自由となりYとZ軸方向の位置は固定されます。回転は全ての軸回りで自由となります。
X固定	X軸方向の位置が固定されYとZ軸方向の位置は自由となります。回転は全ての軸回りで自由となります。
Y固定	Y軸方向の位置が固定されXとZ軸方向の位置は自由となります。回転は全ての軸回りで自由となります。
Z固定	Z軸方向の位置が固定されXとY軸方向の位置は自由となります。回転は全ての軸回りで自由となります。
X回転	X軸回りの回転が自由となりYとZ軸回りの回転は固定されます。位置は全ての軸方向で自由となります。
Y回転	Y軸回りの回転が自由となりXとZ軸回りの回転は固定されます。位置は全ての軸方向で固定となります。
Z回転	Z軸回りの回転が自由となりXとY軸回りの回転は固定されます。位置は全ての軸方向で固定となります。
XY回転	XとY軸回りの回転が自由となりZ軸回りの回転は固定されます。位置は全ての軸方向で自由となります。
XZ回転	XとZ軸回りの回転が自由となりY軸回りの回転は固定されます。位置は全ての軸方向で固定となります。
YZ回転	YとZ軸回りの回転が自由となりX軸回りの回転は固定されます。位置は全ての軸方向で自由となります。
柱脚	3軸回りが柱脚タブで設定される回転バネ定数の回転バネで支持されます。位置は全ての軸方向で固定となります。
Z+自由	Z+方向に変位する場合は自由の扱いとなり、反対方向に変位する場合は位置が固定されピン支持扱いとなります。
Z-自由	Z-方向に変位する場合は自由の扱いとなり、反対方向に変位する場合は位置が固定されピン支持扱いとなります。
Y+自由	Y+方向に変位する場合は自由の扱いとなり、反対方向に変位する場合は位置が固定されピン支持扱いとなります。
Y-自由	Y-方向に変位する場合は自由の扱いとなり、反対方向に変位する場合は位置が固定されピン支持扱いとなります。
X+自由	X+方向に変位する場合は自由の扱いとなり、反対方向に変位する場合は位置が固定されピン支持扱いとなります。
X-自由	X-方向に変位する場合は自由の扱いとなり、反対方向に変位する場合は位置が固定されピン支持扱いとなります。
Z-固定	Z-方向に変位する場合に限りZの位置のみが固定されます。それ以外は全て自由の扱いとなります。
Z+固定	Z+方向に変位する場合に限りZの位置のみが固定されます。それ以外は全て自由の扱いとなります。
Y-固定	Y-方向に変位する場合に限りYの位置のみが固定されます。それ以外は全て自由の扱いとなります。
Y+固定	Y+方向に変位する場合に限りYの位置のみが固定されます。それ以外は全て自由の扱いとなります。
X-固定	X-方向に変位する場合に限りXの位置のみが固定されます。それ以外は全て自由の扱いとなります。
X+固定	X+方向に変位する場合に限りXの位置のみが固定されます。それ以外は全て自由の扱いとなります。

この一覧表には各支持の種類の説明が表示されますのでそれを参考に選択したい支持の種類を行をクリックするとそれが選択できます。↑↓キー選択して [Enter] しても選択できます。キャンセルしたいときは [ESC キー] を押します。

では材料・断面性能は今までと同じ平鋼とし加速度は全て0で節点5にX方向の集中荷重を100Nかけて計算してみます。

解除している方向のみ
支持点に変位が
発生しているの
が分かる

節点	変位 δ_x (mm)	変位 δ_y (mm)	変位 δ_z (mm)	変位角 θ_x
1	0.0	0.0	0.0	-0.2145
2	41.57	0.0	0.0	-1.113
3	0.0	-8.878	0.0	-0.2918
4	0.0	0.0	-30.12	-1.111
5	37.98	-8.584	0.0004	0.1872
6	37.98	19.33	-0.0004	-1.095
7	20.36	-8.584	0.0	-0.2918
8	20.36	19.33	-30.12	-1.101

支持の種類に応じた移動可能な方向のみ支持点に変位しているのが分かります。支持のイメージは多少わかりにくいものもありますがどの種類の時にどんなイメージなつてどのような変位をするのかいろいろと試してみてください。

(Tutorial04. KS12)

支持の種類を変更してみよう 終了

◇バネ支持を使ってみよう

今度は4つある支持点を全てバネ支持にしてみます。

フレーム12 - 立体

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) 動解析(D) 重心計算(J)

新視 開く 保存 取込 UNDO REDO 設定(C) プレビュー 計算実行(G) リンク 移動 拡張 回転 前画面 全表示 印刷(P) PDF BMP CSV HTML DXF DAD COPY EXL 動解析

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

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

総節点数=8

作業領域設定 | イメージ上で処理 | 対のピッチ | 処理平面 | 200 | XY XZ YZ | 追加 移動 解除 | 削除 挿入 追加 | 構造作成ウィザード

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	バネ支持
2	2000	0	0	バネ支持
3	0	1500	0	バネ支持
4	2000	1500	0	バネ支持
5	0	0	1000	自由
6	2000	0	1000	自由
7	0	1500	1000	自由
8	2000	1500	1000	自由

支持のイメージがバネに変わる

支持点は全てバネ支持に変更する

バネ支持を選択した場合は「バネ支持・柱脚」タブをクリックすると支持条件で設定した数のバネ定数設定欄が表示されていますのでバネ定数を入力する設定欄をクリックしてデータ入力ボックスを表示してバネ定数を入力します。

1行目を入力したらこのボタンで同じバネ定数を適用する

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

バネ支持

先頭の値を全てに適用

節点 バネ定数単位=(N/mm)

No	X軸バネ定数	Y軸バネ定数	Z軸バネ定数
1	1000	1000	1000
2	0	0	0
3	0	0	0
4	0	0	0

バネ支持は通常は構造物の基礎等のモデルに使用しますので比較的大きな値を入力します。

また複数のバネ支持がある場合に各軸について同じバネ定数の場合は先頭の行のみ入力して [先頭の値を全てに適用] ボタンをクリックすると、それぞれの軸のバネ定数を全て先頭の値にそろえることができ、いちいち入力する手間が省けます。

では全てのバネ定数を 1000 N/mmとしてこの条件で計算してみます。

入力データ 計算結果 材料集計

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) 13.3 計算時間= 0 秒
発生 X 座標 (mm) 0 総質量 (kg) 51.876
発生 Y 座標 (mm) 0
発生 Z 座標 (mm) 1000

節点	変位 δ_x	変位 δ_y	変位 δ_z	反力 F_x	反力 F_y	反力 F_z	反
1	0.03	-0.015	0.0132	-30.04	14.97	-13.19	0
2	0.03	-0.015	-0.0132	-30.04	-14.97	13.19	0
3	0.02	-0.015	0.0368	-19.96	14.97	-36.81	0
4	0.02	-0.015	-0.0368	-19.96	-14.97	36.81	0
5	13.13	-2.123	0.0133				
6	13.13	2.123	-0.0133				
7	9.441	-2.123	0.0371				
8	9.441	2.123	-0.0371				

反力 = 変位量 × バネ定数
になっているのが分かる

コラム幅を変えて変位と反力が同時に見えるようにしている

支持点にかかる反力が変位量 × バネ定数になっているのが分かります。また変位と反力の向きが反対になるので変位と反力の符号が反転しているのも確認できます。

いろいろとバネ定数を変えてみて支持点の変位や反力がどうなるのか試してみてください。

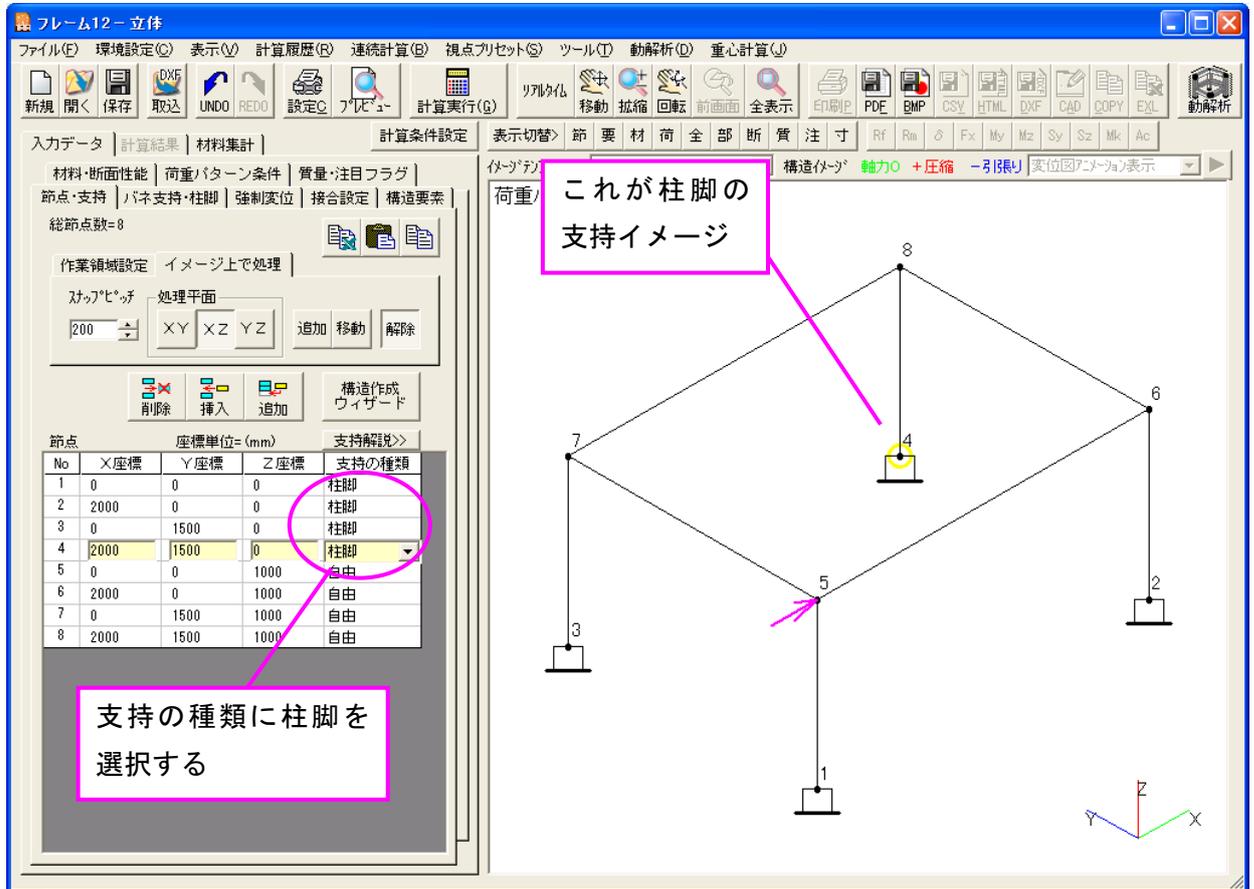
なおバネ支持では回転方法に関してはフリーのピン支持と同じ扱いになります。また回転バネ支持を設定したい場合は次で説明する柱脚を使います。

(Tutorial05.KS12)

バネ支持を使ってみよう 終了

◇柱脚（回転バネ支持）を使ってみよう

柱脚は「フレーム構造解析 9」から追加された支持の種類で回転バネ支持になりますが主な用途が露出型柱脚になりますので柱脚という名称になっています。では4つの支持点に柱脚を選択します。



柱脚を選択した場合は「バネ支持・柱脚」タブをクリックすると支持条件で設定した数の回転バネ定数設定欄が表示されていますので回転バネ定数を入力する設定欄をクリックしてデータ入力ボックスを表示して回転バネ定数を入力します。



ただし柱脚の回転バネ定数は基礎の寸法やアンカーの数などから求めるものなので、あらかじめ求めておかないと入力できません。そこで「フレーム構造解析 10」から専用のダイアログをつかって回転バネ定数を比較的簡単に求めることができるようになっています。

ではここにある [柱脚] ボタンをクリックしてみますが、このボタンはデータ入力ボックスが表示されていないとグレーアウトして押せなくなりますので押せない場合は先に設定欄をクリックしてデータ入力ボックスを表示してください。

[柱脚] ボタンをクリックすると次の露出型柱脚の回転バネ定数の計算ダイアログが表示されます。

露出型柱脚の回転バネ定数の計算

$$K_b = \frac{E \cdot n_t \cdot b_A \cdot (d_t + d_c)^2}{R \cdot L_b}$$

K_b : 柱脚の曲げ剛性 (回転バネ定数)
 E : アンカーボルトのヤング率
 n_t : 引張側アンカーボルトの本数
 b_A : アンカーボルトの軸断面積
 d_t : 柱断面図心より引張側のアンカーボルト断面群の図心までの距離
 d_c : 圧縮側の柱断面最外縁と柱断面図心との距離
 R : ベースプレートの剛性に依存する係数 (通常は2程度、剛性が極めて大きい場合は1とみなす)
 L_b : アンカーボルトの有効長さ

入力データ
 E (N/mm²) : 206000
 n_t : 3
 b_A (mm²) : 452
 d_t (mm) : 180
 d_c (mm) : 125
 R : 2
 L_b (mm) : 500

回転バネ定数
 K_b (N*mm/rad) : 25985 × 10⁶
 (注)本計算の単位はSI単位

X・Y軸回り両方に反映
 X軸回りのみ反映
 Y軸回りのみ反映

参考文献：鉄骨柱脚の耐震設計 秋山 宏 著 技報堂出版 1985

左側は計算に使う柱脚の寸法や計算式およびその記号の説明の参考図になります。これを元に右上の入力データの入力欄に数値を入力すると直ちに計算が実行され右中段に回転バネ定数の計算結果が表示されます。

なお最初は標準的な数値がデフォルトで入っていますので必要な数値のみ直せば良いと思います。またここでの回転バネ定数の単位はSI単位のN・mm/radで固定になっており、さらに桁数が多いので指数表示になっていますが、指数は10の6乗の表示なので計算結果の枠内の数値だけみればkN・m/radの単位の回転バネ定数となります。

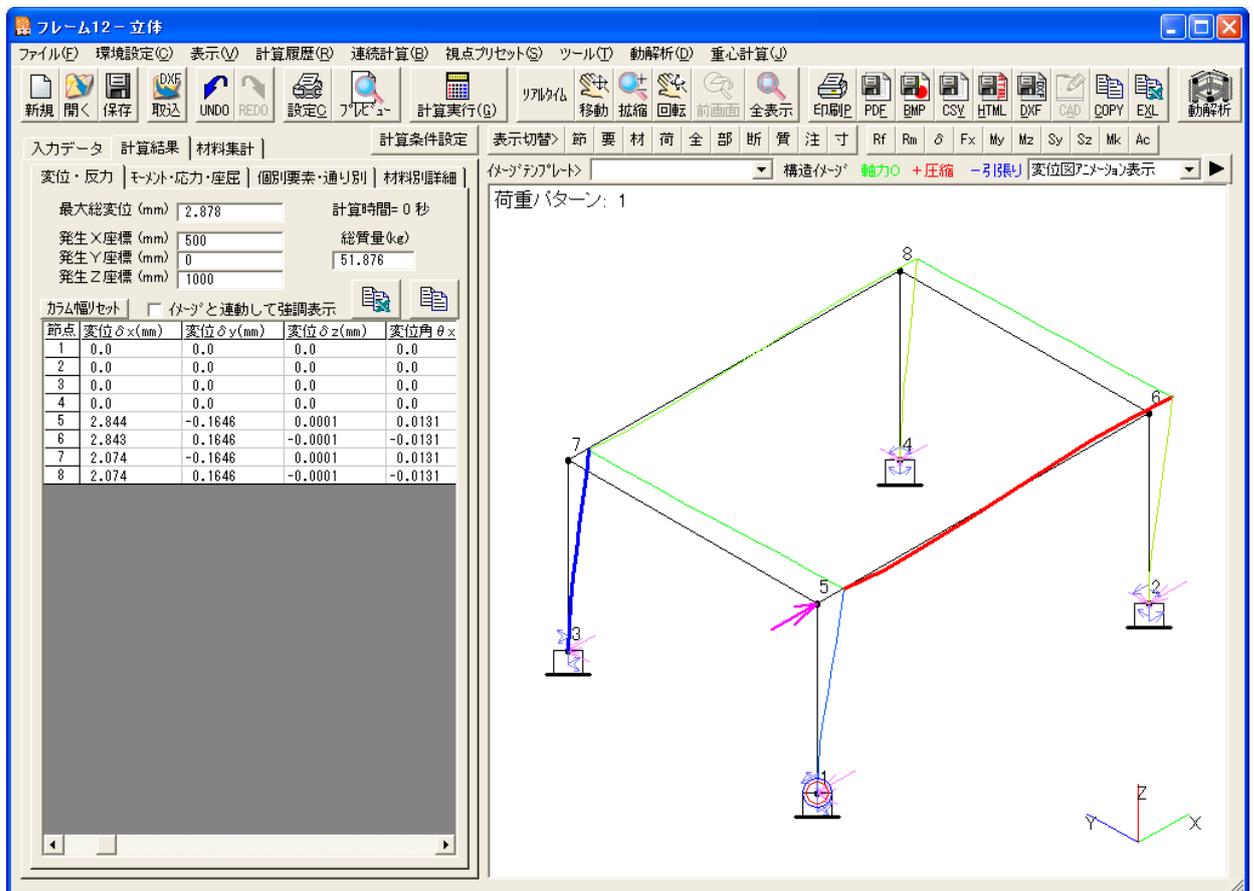
回転バネ定数が求められましたら反映ボタンでデータ入力ボックスに反映させます。これらのボタンに表示してあるように [X・Y軸回り両方に反映] ボタンでは同じ回転バネ定数をX軸回りとY軸回りに反映させ、その下のボタンで個別に反映させることができます。

また [フレーム構造解析12] では [計算条件EXL出力] ボタンが追加されており計算条件を参考図のイメージ付きでエクセル出力できるようになっています。

ここでは [X・Y軸回り両方に反映] ボタンをクリックして、さらに先ほどと同様に [先頭の値を全てに適用] ボタンをクリックして、それぞれの軸回りの回転バネ定数を設定します。



上に回転バネ定数を設定した例を示しますが、この回転バネ定数の単位は [計算条件・単位設定] で設定している荷重および長さの単位が使われます。ただし角度はラジアン (rad) で固定です。ではこの条件で [計算実行] ボタンをクリックして計算を実行してみましょう。

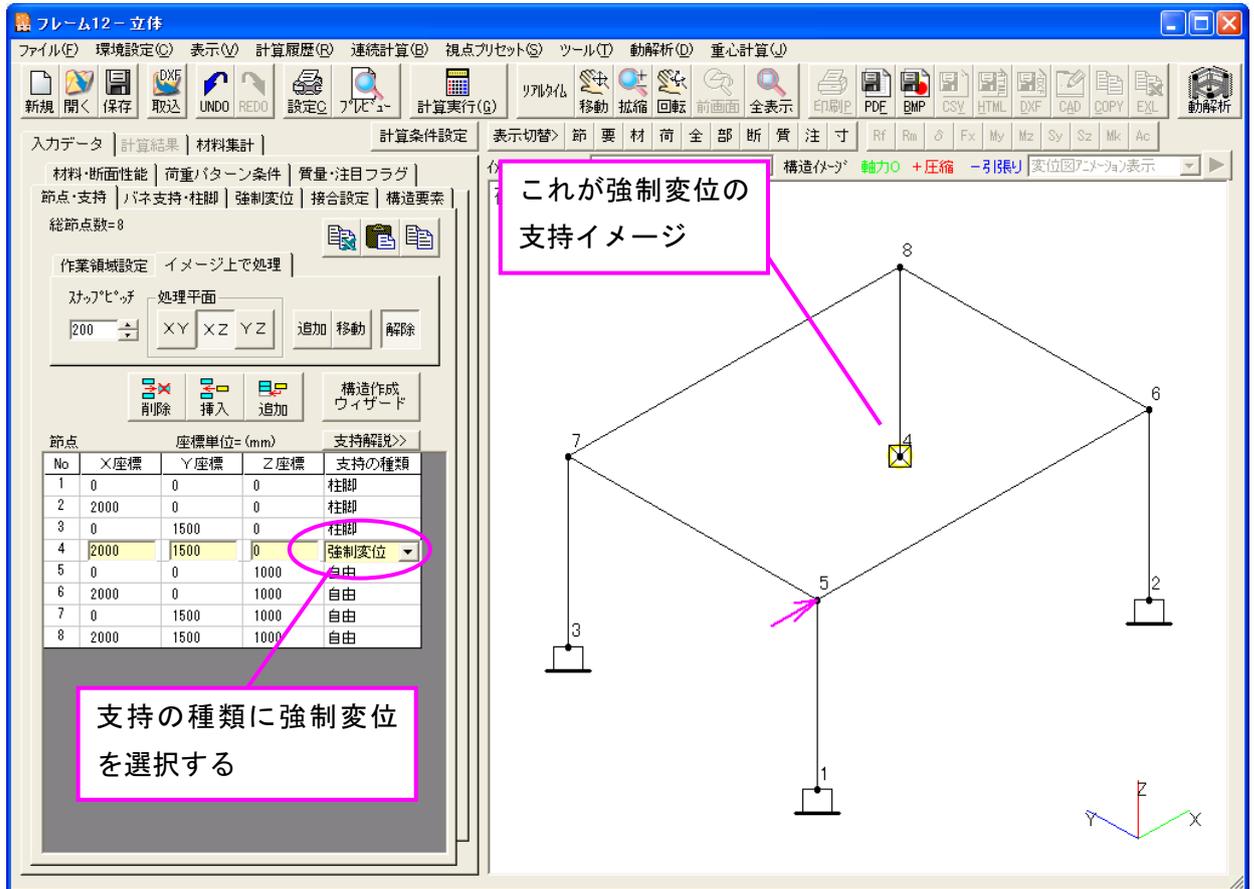


ここで説明に使っている構造は柱脚を使うような建物に比べかなり小さく材料が平鋼のまままで弱いので柱脚と全固定で変位を比べてみましたがほとんど差がありませんでした。前述の回転バネ定数計算ダイアログの参考図にあるような基礎を実際に使っている構造物であれば回転バネ支持は全固定とピン支持の中間の支持条件となりますので機会があれば試してみてください。

柱脚 (回転バネ支持) を使ってみよう 終了

◇強制変位を使ってみよう

今度は節点4の支持条件に強制変位を選択してみます。



強制変位を選択した場合も「強制変位」タブをクリックすると強制変位を設定した数の設定欄が表示されますので必要な条件を設定します。



強制変位とは特定の節点を設定した変位量だけ強制的に動かすもので、動かしたい変位や変位角を入力します。

では強制変位のDfXに8、DfYに2、DfZに4と適当な値を入力して、強制変位角は空欄のまま計算してみます。

フレーム12 - 立体

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) 動解析(D) 重心計算(J)

新視 開く 保存 取込 UNDO REDO 設定C アプレュー 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 PDE BMP CSV HTML DXF DAD COPY EXL 動解析

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 ϕ 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) 3.185 計算時間= 0 秒
 発生X座標 (mm) 2000 総質量(kg)
 発生Y座標 (mm) 1500 51.876
 発生Z座標 (mm) 0

カラム幅リセット イメージと連動して強調表示

節点	変位 δ_x (mm)	変位 δ_y (mm)	変位 δ_z (mm)	変位角 θ_x
1	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.0	0.0	0.0
4	8.0	4.0	2.0	0.2177
5	3.639	-0.1054	0.0001	0.0088
6	3.638	0.2585	-0.0001	-0.0207
7	3.113	-0.1054	0.0	0.0103
8	3.114	0.2587	2.0	0.2077

イメージプレート
荷重パターン: 1

強制変位で設定した変位量になっているのが分かる

このように節点4の変位量が強制変位で設定した変位量になっているのが分かります。カラム幅が変わって見にくい場合はカラム幅を元に戻すには[カラム幅リセット]ボタンをクリックしてください。

強制変位の設定では空欄も自由という設定条件の一つになり、0は強制的に変位0とすることになりますから固定条件となり、全てが空欄であれば支持条件の自由と同じとなり、全てに0を入れると全固定、変位の欄だけ0とするとピン支持と同じ支持条件となります。

したがって強制変位を利用することにより、たとえばピン支持の逆で回転だけを固定して変位はフリーというような標準の支持条件にない特殊な支持の仕方も設定できるようになります。これもいろいろと条件を変えて支持点の動きがどうなるのか試してみてください。

(Tutorial06.KS12)

強制変位を使ってみよう 終了

◇ * ±自由を使ってみよう

ここでは支持の種類 [* ±自由] を使ってみます。 [* ±自由] というのは “ * ” 軸方向の + か - 方向に動くときは全方向で “ 自由 ” になり、逆方向の場合は固定されるという意味になります。また全方向の回転は自由となりますので固定される場合は [ピン支持] と同じ扱いになります。

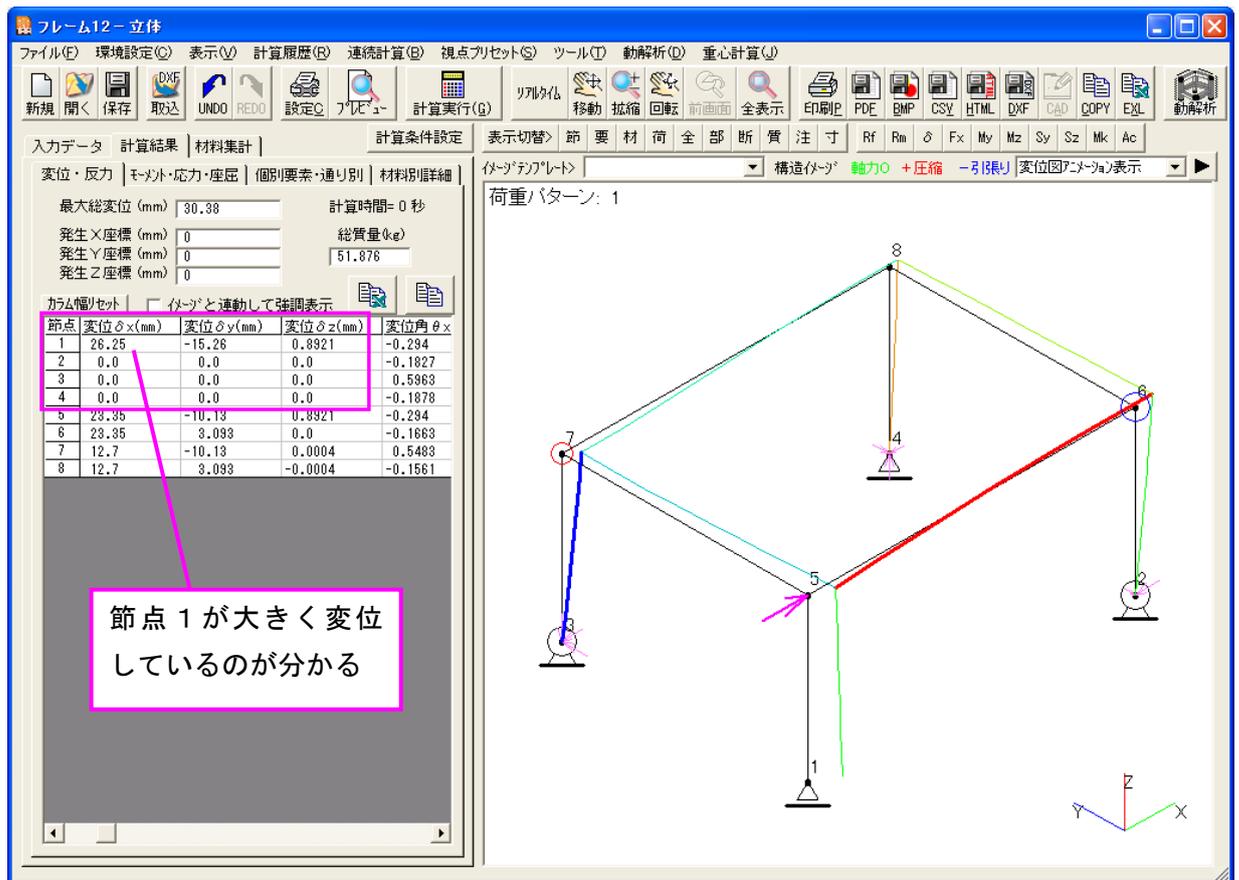
ここでは節点 1 と 4 に [Z + 自由] を選択し節点 2 と 3 はピン支持を選択しておきます。支持の種類を [Z + 自由] では上方向 (Z +) に変位する場合は自由となり下方向 (Z -) に変位する場合は固定になります。この動作から節点を床に置いたような支持条件になるので支持イメージも床に置いたような形状に変更されます。

節点 No.	X座標	Y座標	Z座標	支持の種類
1	0	0	0	Z+自由
2	2000	0	0	ピン支持
3	0	1500	0	ピン支持
4	2000	1500	0	Z+自由
5	0	0	1000	自由
6	2000	0	1000	自由
7	0	1500	1000	自由
8	2000	1500	1000	自由

荷重条件から予想される動きとしては、節点 1 は浮き上がる (Z + 方向へ変位) ので自由となり節点 4 は下向き (Z -) の荷重がかかって固定されピン支持扱いになると考えられます。

なお全ての支持点を [Z + 自由] とすると計算過程で不安定な動作となりエラーとなってしまいます。 [* ±自由] はある程度動きが予想できるものだけに限定して使ってください。

ではこの条件で計算を実行してみます。



イメージを見ても分かりますが節点 1 が浮き上がったため [Z+自由] の支持条件から自由となって大きく変位しています。

また [フレーム構造解析 1 2] では [*±固定] という支持の種類が追加されており [*±自由] とは逆に [*±] 方向に動くときだけその方向が固定されるというもので反対方向に動くときは自由となります。

なお計算を実行したときに計算の進行を示すプログレスバーが点滅したように見えると思います。[*±自由] や [*±固定] は何回か計算を繰り返して自由にするかどうかを判断していますのでプログレスバーもその都度表示されて点滅したように表示されてしまいます。

このように [*±自由] や [*±固定] は支持条件を変えながら複数回の計算を行いますので全ての支持に [*±自由] や [*±固定] を選択してしまうと、実際には安定するような条件でも計算過程で不安定な支持条件となってしまうように前述のようにエラーが発生する場合があります。この辺の動作を留意しながら使ってみてください。

◇トラス部材を使ってみよう

[フレーム構造解析 1 2] では部分的に両端をピン接合としたトラス部材を使うことができます。まず [節点・支持] のタブで支持の種類を全固定に戻しておき、[材料・断面性能] のタブをクリックします。

次にスクロールボタンの [>] ボタンをクリックして材料番号を 2 に進めます。このスクロールボタンの操作は [<] [>] で前後に一つずつ進み、[<<] [>>] は前後の未設定の材料番号は飛ばして設定済みの材料番号に進み、[< |] は材料番号 1、[> |] は最後の材料番号 200 に進みます。

このスクロールボタンで材料番号を2に進めておく

ここをクリックして [トラス部材とする] を表示しておく

支持の種類は全固定に戻しておく

材料No	2
断面形状	等辺山形鋼
サイズ	25x25x3
断面積(mm ²)	142.7
断面2次モーメントIyB(mm ⁴)	7970
断面2次モーメントIzB(mm ⁴)	7970
有効断面2次モーメントIxB(mm ⁴)	423
最小断面2次半径ie(mm)	4.83
断面係数ZyB(mm ³)	448
断面係数ZzB(mm ³)	448
有効断面係数ZxB(mm ³)	141
トラス部材	トラス部材とする

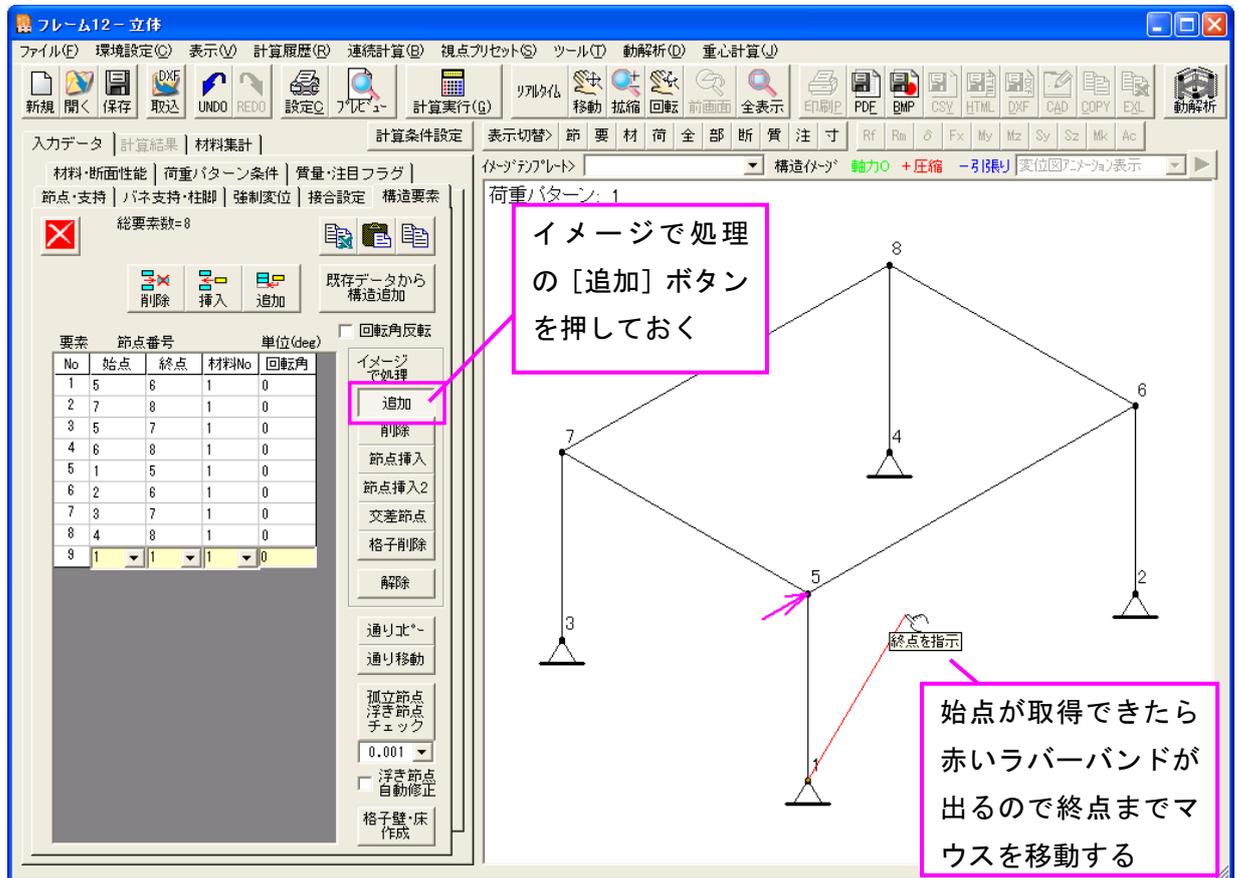
なお設定する材料の数が多くなってきたら材料名称を入力しておくリストボックスに材料番号と材料名称が一緒に表示されるので選択するときに分かりやすくなります。

[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で等辺山形鋼の 25 × 25 × 3 を選択し、さらに [トラス部材] の欄をクリックして [トラス部材とする] という表示にしておきます。

[フレーム構造解析 1 1] から [材料・断面性能] タブに [トラス部材色分け表示] ボタンが追加されています。このボタンが押されていると通常、黒で表示される構造要素がトラス部材はマゼンタ、ブレース材は赤で表示されます。また要素番号にはトラス部材は“T”、ブレース材は“B”が要素番号の前に付いて表示されます。

なおこのボタンが押されていても計算実行後は構造要素の色は黒に戻りますが要素番号には“T”、や“B”が付いた状態で表示されます。

次に [構造要素] のタブをクリックして使用するトラス部材の要素を設定します。ここではマウスを使ってイメージ上で要素を追加してみましょう。



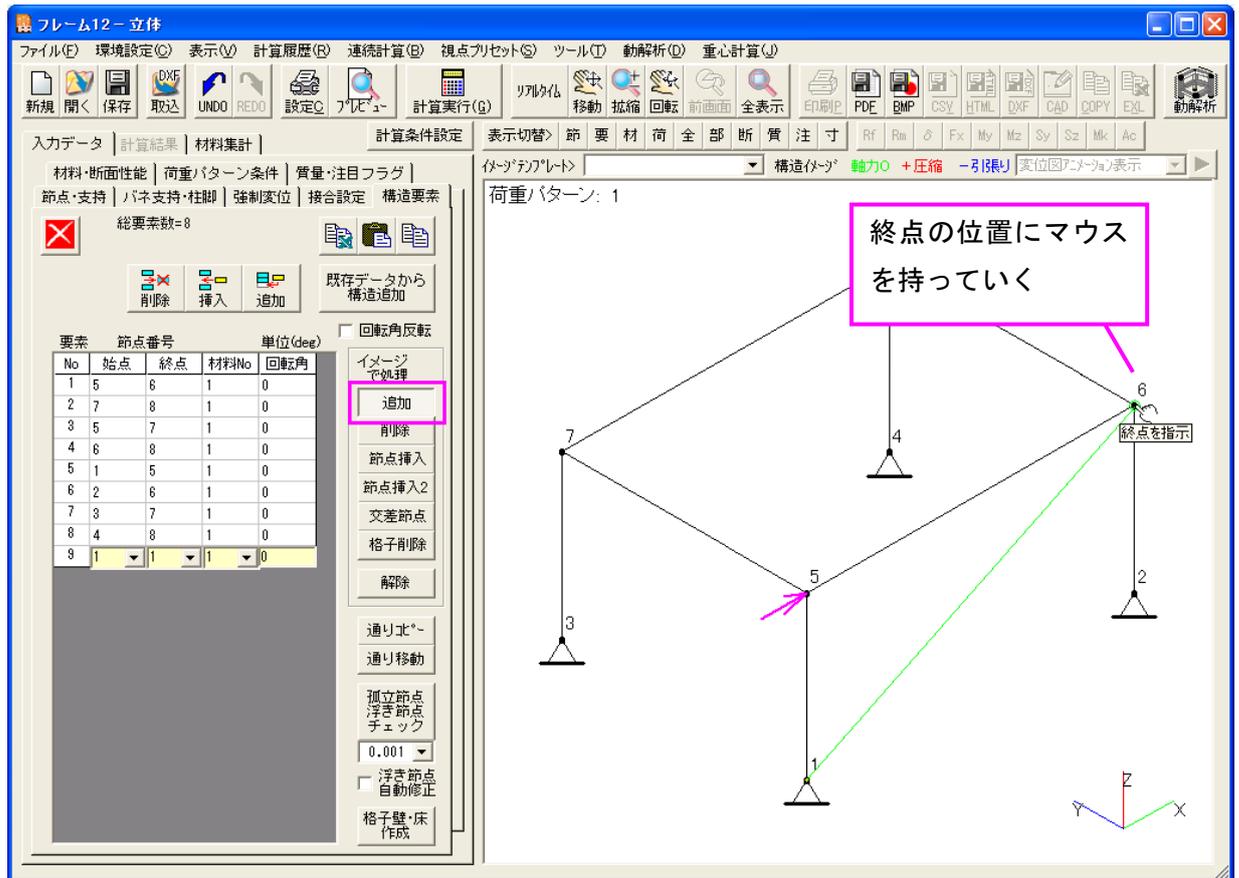
まず [イメージで処理] の [追加] ボタンを押しておきます。

マウスをイメージ上の節点 1 の上に持っていくと節点を認識して緑の○が表示されたらマウス左クリックします。

うまく節点を認識すると要素が新しく追加されてデータ入力ボックスが表示され、始終点の節点番号には 1 が選択されます。

マウス左ボタンを離してマウスを動かすと赤いラバーバンドが節点 1 からマウスの位置に表示されます。

ここでマウスを終点とする節点 6 の上までもっていきます。



終点の節点を認識すると節点に緑の○が表示され赤いラバーバンドが緑色に変わりますので、マウス左ボタンを再度クリックします。正常に終点を取得すると終点Noに6が入り要素の設定が確定します。

なお[立体構造解析3]以前のイメージで処理の操作は始点を認識したらマウス左ボタンを押したままドラッグするようになっていましたが[フレーム構造解析7]以降は一旦マウス左ボタンを離して終点の指示になりますので注意してください。

同様にして要素10に節点3-8を設定し、追加した2つの要素の材料番号をトラス部材として設定した材料2の2を選択しておきます。

イメージ表示条件設定かイメージ表示枠の上にある[材]ボタンをクリックして材料番号を表示すると斜材の材料番号2であることがイメージでも確認できます。

フレーム12-立体

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) 動解析(D) 重心計算(J)

新視 開く 保存 取込 UNDO REDO 設定C プレビュー 計算実行(G) リンク 移動 拡張 回転 前画面 全表示 印刷P PDE BMP CSV HTML DXF DAD COPY EXL 動解析

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 φ Fx My Mz Sy Sz Mk Ac

材料・断面性能 | 荷重パターン条件 | 質量・注目フラグ | 表示切替 | 節要 | 材 | 荷 | 全部 | 断 | 質 | 注 | 寸 | Rf Rm φ 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

総要素数=10

削除 挿入 追加 既存データから構造追加

要素 節点番号 単位(deg) 回転角反転

No	始点	終点	材料No	回転角
1	5	8	1	0
2	7	8	1	0
3	5	7	1	0
4	6	8	1	0
5	1	5	1	0
6	2	6	1	0
7	3	7	1	0
8	4	8	1	0
9	1	6	2	0
10	3	8	2	0

新しく追加した2本の斜材の材料番号にトラス部材とした2を選択する

イメージで処理
追加
削除
節点挿入
節点挿入2
交差節点
格子削除
解除

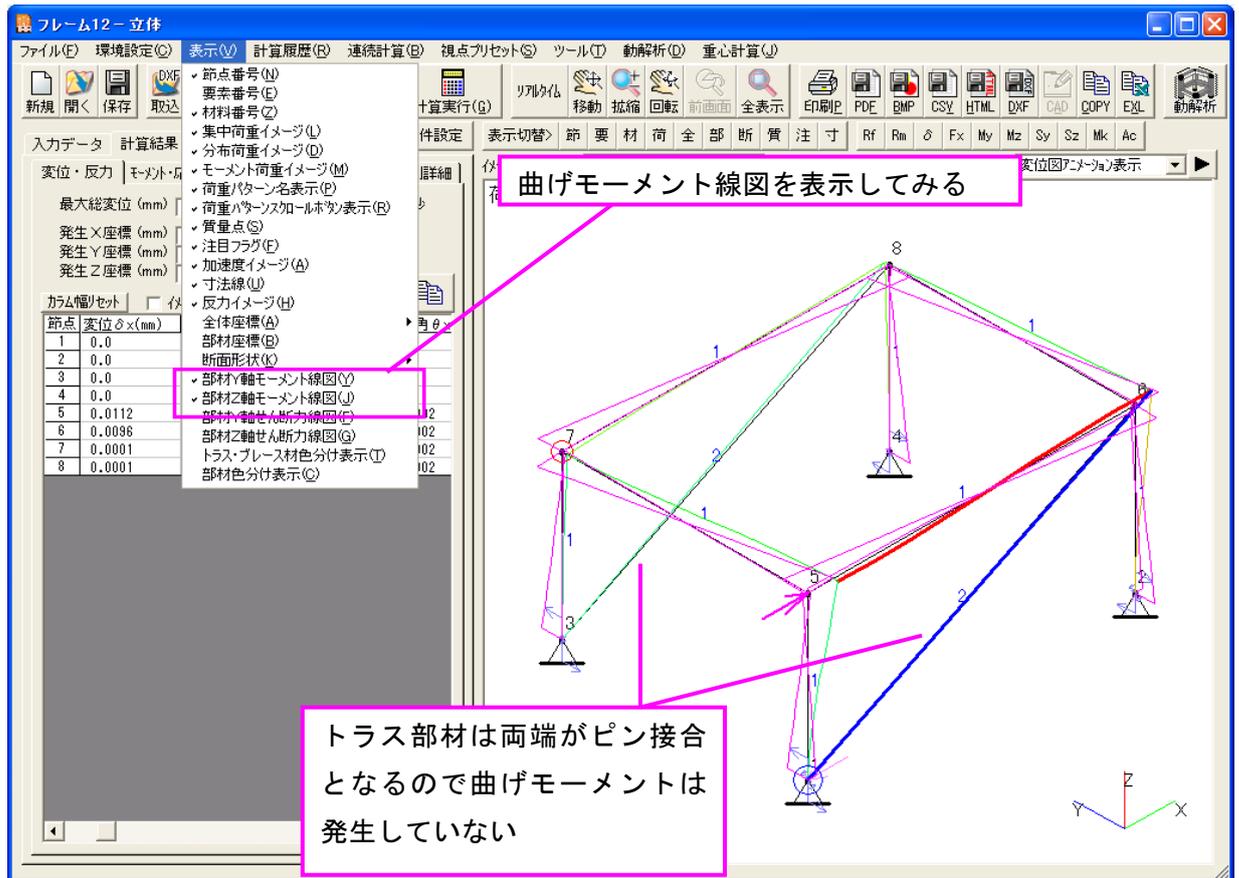
通り部
通り移動
孤立節点
浮き節点
チェック
0.001
 浮き節点
自動修正
格子壁・床
作成

荷重パターン: 1

これで斜材にトラス部材が設定できましたのでこれで計算してみます。

計算結果が表示されたら [環境設定] の [イメージ表示条件設定] か [表示] メニューで曲げモーメント線図を表示してみます。トラス部材には曲げモーメントが発生していないのが分かります。

また [モーメント・応力・座屈] タブで実際にトラス部材にどのような計算結果が出ているかも確認してみてください。



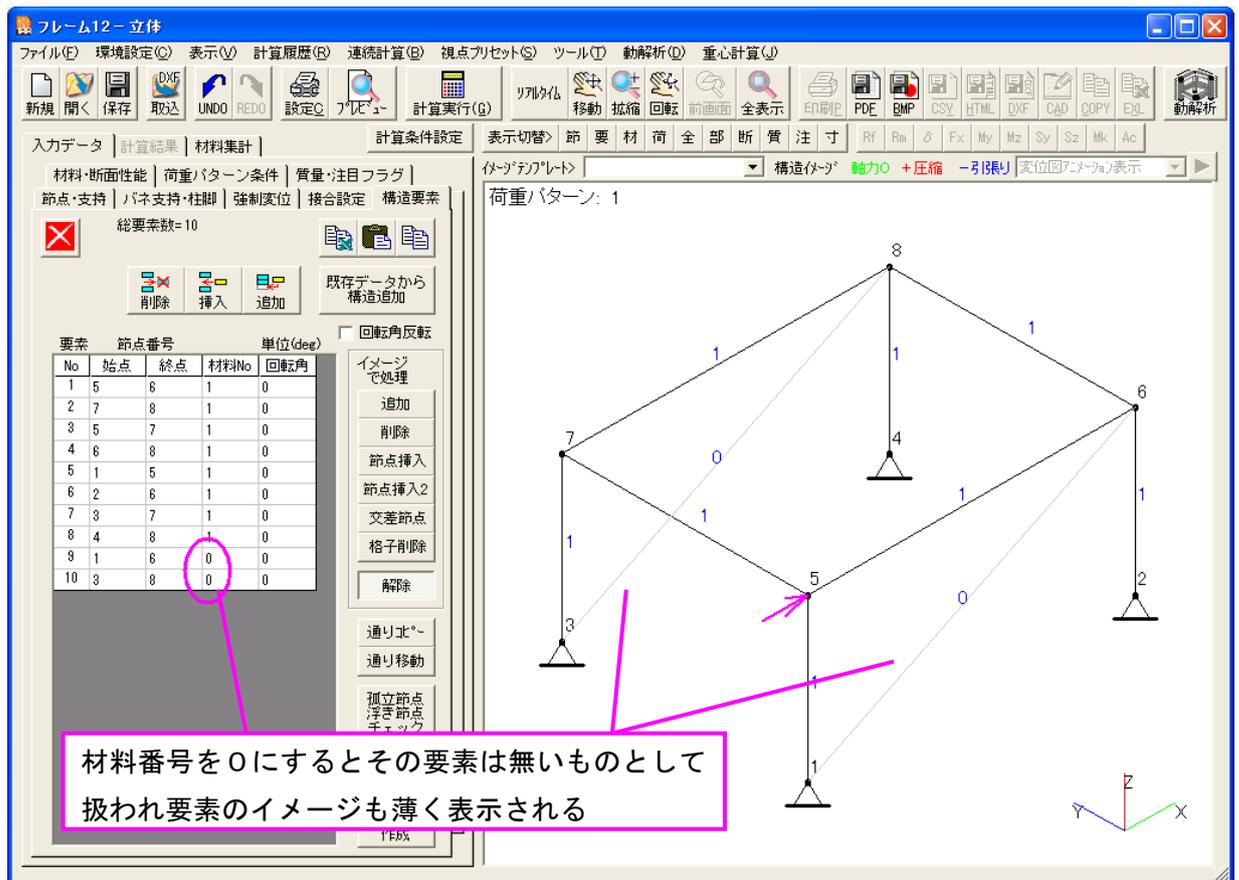
これで [計算実行] ボタンをクリックするとラーメン部材とトラス部材が混在した構造の計算ができます

(Tutorial07.KS12)

なお [フレーム構造解析12] では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。

追加したトラス部材の有無の影響を簡単に比較するのに材料番号を0にする方法があります。



材料番号を0にした要素は薄くイメージ表示され計算上はないものとして計算されます。

引張りにしか強度に寄与しない斜材を使う場合には一旦計算を実行して、軸力が圧縮の場合にその材料番号を0にして再度計算してみるなどの使い方もできます。

トラス部材を使ってみよう 終了

◇ブレース材を使ってみよう

補強用の斜材には細長い丸棒のように引張りのみの補強材として使う場合があります。

立体構造計算では最初から軸力が圧縮になるのか引張りとなるのかは分かりませんが、従来では一旦トラス部材として計算し軸力が圧縮になっている部材の材料番号を0として再度計算するようなことをしなければなりませんでした。[立体構造解析3]以降ではこれを自動で行う機能がつけました。

このような機能を持つ材料を[フレーム構造解析]では[ブレース材]と称して[トラス部材]とは区別して扱います。では[材料・断面性能]のタブを開いて材料番号2のトラス部材の行をクリックして[ブレース材(圧縮無効)]を表示させます。

材料No	2
断面形状	等辺山形鋼
サイズ	25x25x3
断面積(mm ²)	142.7
断面2次 モーメントIyB(mm ⁴)	7970
断面2次 モーメントIzB(mm ⁴)	7970
有効断面2次極 モーメントIxB*(mm ⁴)	423
最小断面2次 半径ie(mm)	4.83
断面係数 ZyB(mm ³)	448
断面係数 ZzB(mm ³)	448
有効極断面係数 ZxB*(mm ³)	141
トラス部材	ブレース材(圧縮無効)

ここをクリックすると
 ラーメン部材 : [適用はここをクリック]
 トラス部材 : [トラス部材とする]
 ブレース材 : [ブレース材 (圧縮無効)]
 が順に切り替わる

次に「構造要素」のタブを開き全ての柱に両方向の斜材を追加して、また全ての斜材の材料番号にブレース材とした2を選択します。

斜材を追加するにはイメージで処理の「追加」機能を使うと節点番号を意識することなく簡単に追加できますので操作に慣れておくと良いでしょう。

フルーム12-立体

ファイル(F) 環境設定(E) 表示(V) 計算履歴(R) 連続計算(B) 視点アセット(S) ツール(T) 動解析(D) 重心計算(Q)

新規 開く 保存 取込 UNDO REDO 設定Q アプレュー 計算実行(B) 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 動解析

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 | Ra | δ | Fx | My | Mz | Sy | Sz | Mk | Ac

材料・断面性能 | 荷重パターン条件 | 質量・注目フラグ | 構造要素

節点・支持 | パネ支持・柱脚 | 強制変位 | 接合設定 | 構造要素

総要素数=16

削除 挿入 追加 既存データから構造追加

要素	節点番号	単位(deg)		
No	始点	終点	材料No	回転角
1	5	6	1	0
2	7	8	1	0
3	5	7	1	0
4	6	8	1	0
5	1	5	1	0
6	2	6	1	0
7	3	7	1	0
8	4	8	1	0
9	1	6	2	0
10	3	8	2	0
11	2	5	2	0
12	4	7	2	0
13	3	5	2	0
14	7	1	2	0
15	4	6	2	0
16	8	2	2	0

イメージで処理
 追加
 削除
 節点挿入
 節点挿入2
 交差節点
 格子削除
 解除
 通り点*
 通り移動
 孤立節点
 浮き節点
 チェック
 0.001
 浮き節点
 自動修正

荷重パターン: 1

全ての斜材の材料番号は2を選択しておく

計算実行ボタンをクリックすると節点数が少ないので一瞬ではありますが計算を複数行行って、直前の計算で圧縮力の大きいブレース材から順に材料番号を0にして次の計算を行い全てのブレース材で圧縮力が発生しなくなると計算を終了します。

フレーム12-立体

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) 動解析(D) 重心計算(J)

新視 開く 保存 取込 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 回転 前画面 全表示 印刷P PDF BMP CSV HTML DXF DAD COPY EXL 動解析

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 σ 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

最大曲げモーメント(N・mm) 262.8 3 発生要素
 最大曲げ応力(N/mm²) 0.0611 5 No
 最小曲げ応力安全率 5447 5 No

最大せん断力(N) 0.3503 3 発生要素
 最大せん断応力(N/mm²) 0.0006 3 No
 最小せん断応力安全率 445300 3 No

詳細表示 イメージと連動して強調表示

カラ幅リセット (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 σ_yB	σ_yB 安全率
5	5	1	46.74	0.0389	8550
6	2	1	-84.02	-0.0534	6242
6	6	1	42.39	0.0353	9426
7	3	1	2.563	0.0021	155900
7	7	1	-5.769	-0.0048	69270
8	4	1	1.858	0.0015	215300
8	8	1	-4.304	-0.0036	92850
9	1	2	トラス部材	-	-
9	6	2	-	-	-
10	3	2	トラス部材	-	-
10	8	2	-	-	-
11	2	0	無効部材	-	-
11	5	0	-	-	-
12	4	0	無効部材	-	-
12	7	0	-	-	-
13	3	2	トラス部材	-	-
13	5	2	-	-	-
14	7	0	無効部材	-	-
14	1	0	-	-	-
15	4	0	無効部材	-	-
15	6	0	-	-	-
16	8	0	無効部材	-	-
16	2	0	-	-	-

イメージプレット

荷重パターン: 1

5本の斜材が無効部材になったのが分かる

ここで要素毎のデータを見るために [モーメント・応力・座屈] のタブを開きます。ここから要素 11, 12, 14, 15, 16 の 5 つの要素の材料番号が 0 となり無効部材と表示されているのが分かります。

ブレース材を使うメリットは自動で無効にできるだけだけでなく、重量計算や自重の影響などは 2 回目以降の計算で無効部材となったものでも有効になっているということです。最初から無効部材とするとその要素は無いものとして扱われますので重量もその要素分は除かれ、その要素の自重の影響も無くなってしまいます。

以上のような性質があるので用途に応じてトラス部材、ブレース材、材料番号を 0 にした無効部材を使い分けてください。

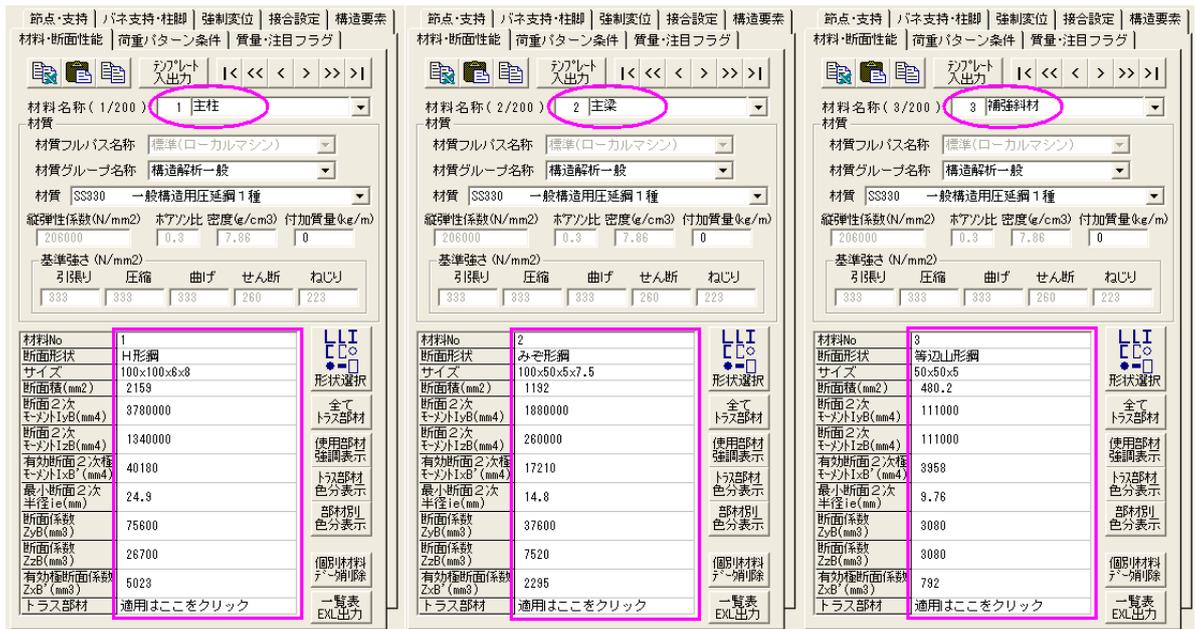
なお一覧表の左上ある “詳細表示” をチェックすると計算精度で分割された内部要素の詳細データも表示されるようになっていきます。またその右にある “イメージと連動して強調表示” をチェックしておくイメージ上の要素が一覧表をクリックすると連動してどちらも強調表示されるので計算結果のチェックに便利です。この “イメージと連動して強調表示” は後で説明する [材料別詳細] にもありますので試してみてください。

(Tutorial08.KS12)

◇材料集計を使ってみよう

[材料集計] では材料名称別に使っている材料を集計することができます。今までの例では使っている材料も少なく材料名称も付けていなかったため [材料・断面性能] のタブを開いて次のように3種類の材料を設定します。

材料番号	材料名称	断面形状	サイズ
1	主柱	H形鋼	100x100x6x8
2	主梁	みぞ形鋼	100x50x5x7.5
3	補強斜材	等辺山形鋼	50x50x5

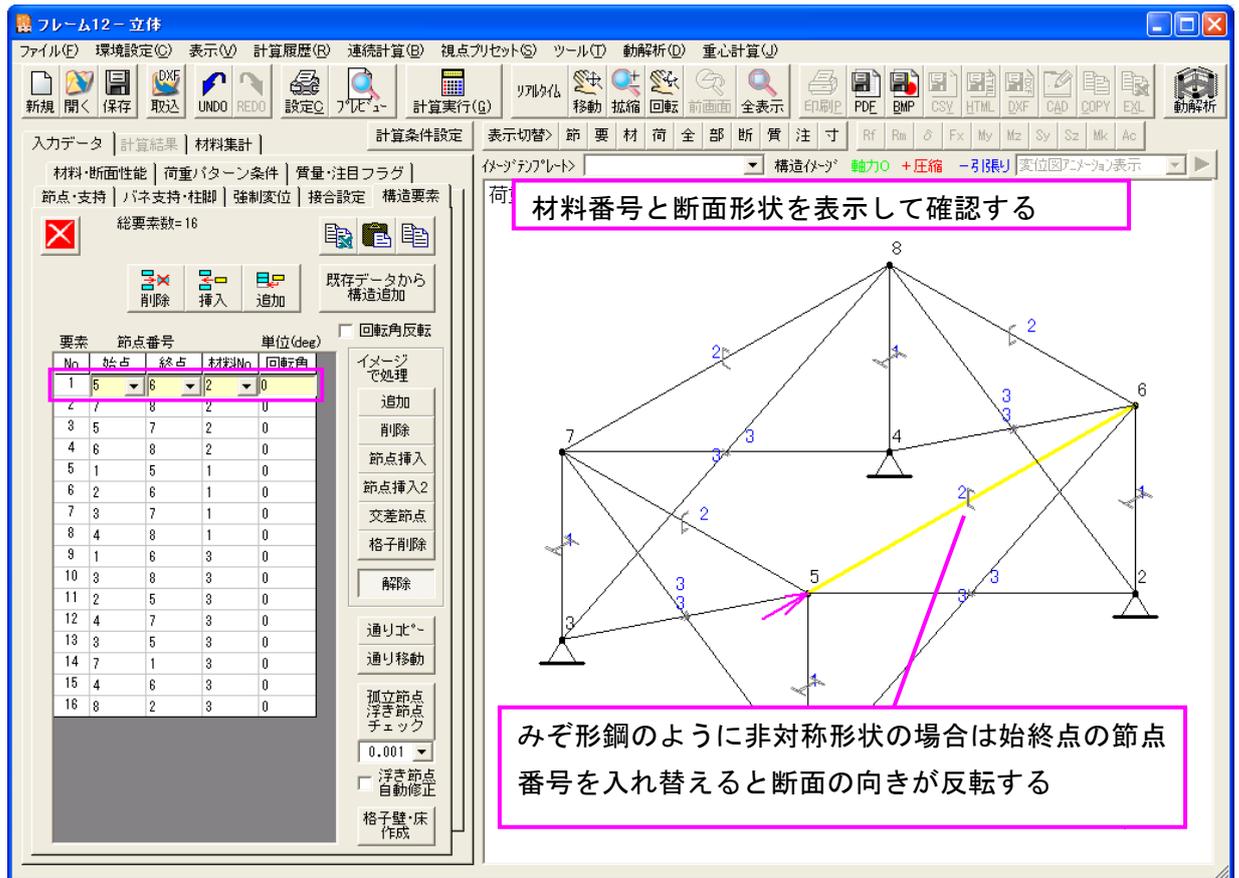


次に [構造要素] タブを開いて柱、梁、斜材にそれぞれの材料番号を適用します。

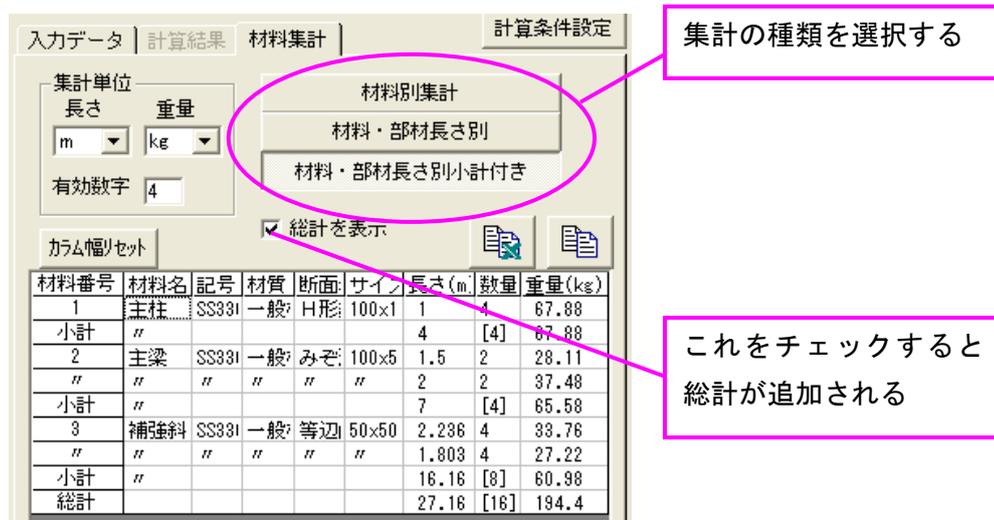
材料番号と断面形状を表示しておくとも間違いがないかよく分かります。

またみぞ形鋼のように非対称形状の場合は始終点の節点によって断面の向きが変わってきます。

計算結果には影響しませんが実際の形状に合わせたい場合は始終点の節点を入れ替えると
か部材回転角で回転させてください。



材料集計は計算が実行されていなくても表示が可能です。[材料集計] タブを開いて材料集計表を見てみましょう。3タイプの集計の種類があり、別途総計を追加することができます。また材料集計専用の単位も設定できますので強度計算にはmm単位、材料集計にはm単位という使い方もできます。



また前述のように材料集計は計算実行前にも表示することができるので強度計算には関係ない構造要素が含まれていて解析計算ではエラーが出るようなものでも材料集計は可能になっています。

またこのタブが開いている状態で、後で説明する各種出力を行うと材料集計表を出力することができます。(Tutorial09. KS12)

◇材料別詳細を見てみよう

先ほどの材料集計で作成したデータで計算実行して [材料別詳細] タブを開いて材料番号毎の計算結果を見てみましょう。

詳細表示したい材料番号を選択する

表示材料番号 3

材料情報
材料名称 鋼管鋼材
材質グループ 構造解析一般
材質名称 SS330 一般構造用圧延鋼 1種
断面名称 等辺山形鋼 トラス部材の設定
サイズ 50x50x5 無し

選択材料での最大値：曲げ関係 | せん断関係 |

Y軸最大曲げモーメント(N・mm)	47.64	11	発生要素
Y軸最大曲げ応力(N/mm ²)	0.0155	11	No
Y軸最小曲げ応力安全率	21530	11	No
Z軸最大曲げモーメント(N・mm)	27.67	13	発生要素
Z軸最大曲げ応力(N/mm ²)	0.009	13	No
Z軸最小曲げ応力安全率	37070	13	No

要素 節点 材料 曲げモーメント MyB 曲げ応力 σ_yB σ_yB 安全率

9	1	3	9.278	0.003	110500
9	[33]	3	-1.354	-0.0004	757300
9	[34]	3	-11.99	-0.0039	85680
9	[35]	3	-22.62	-0.0073	45340
9	6	3	-33.25	-0.0108	30840
10	3	3	0.075	0.0	*****
10	[36]	3	0.0135	0.0	*****
10	[37]	3	-0.048	0.0	*****
10	[38]	3	-0.1095	0.0	*****
10	8	3	-0.1711	-0.0001	*****
11	2	3	-14.14	-0.0046	72540
11	[39]	3	1.304	0.0004	786400
11	[40]	3	18.75	0.0054	61240
11	7	3	0.004	0.0004	*****

曲げとせん断の最大値や発生要素 No が表示される

選択した材料番号の計算結果が詳細表示される

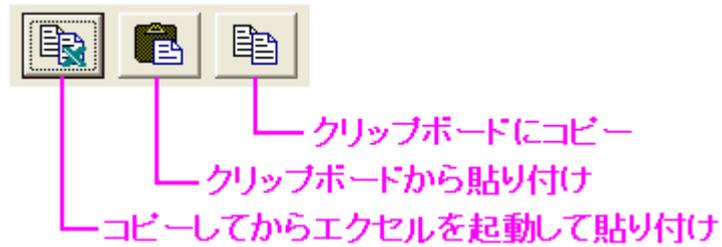
ここで詳細表示したい材料番号をリストボックスから選択します。“選択材料の強調表示”をチェックするとイメージで選択した材料番号の要素が強調表示されるようになっています。材料情報では材料名称や材質グループ、材質名称、断面名称、サイズ等が表示されます。また中段には選択した材料番号での曲げやせん断の最大値なども表示されるようになっています。

このタブが開いている状態で、後で説明する各種出力を行うと材料別詳細データを出力することができます。

◇エクセルでデータ編集してみよう

節点・支持条件や構造要素、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にデータ入力ボックスを表示させて1行単位で入力や編集をしますが、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12]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
	節点No	X座標(mm)	Y座標(mm)	Z座標(mm)	支持の種類
1	1	0	0	0	全固定
2	2	2000	0	0	全固定
3	3	0	1500	0	全固定
4	4	2000	1500	0	全固定
5	5	0	0	1000	自由
6	6	2000	0	1000	自由
7	7	0	1500	1000	自由
8	8	2000	1500	1000	自由
9					
10					
11					自由
12					全固定
13					ピン支持
14					バネ支持
15					強制変位
16					Z解除
17					Y解除
18					X解除
19					X固定
20					Y固定
21					Z固定
22					X回転
23					Y回転
24					Z回転

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。ここでは支持条件の[全固定]を[ピン支持]に変更してみます。

	A	B	C	D	E
	节点No	X座標(mm)	Y座標(mm)	Z座標(mm)	支持の種類
1	1	0	0	0	0ピン支持
2	2	2000	0	0	0ピン支持
3	3	0	1500	0	0ピン支持
4	4	2000	1500	0	0ピン支持
5	5	0	0	1000	1000自由
6	6	2000	0	1000	1000自由
7	7	0	1500	1000	1000自由
8	8	2000	1500	1000	1000自由
10					自由
11					全固定

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。コピーができれば[クリップボードから貼り付け]ボタンをクリックします。

このボタンをクリックしてクリップボードのデータを貼り付ける

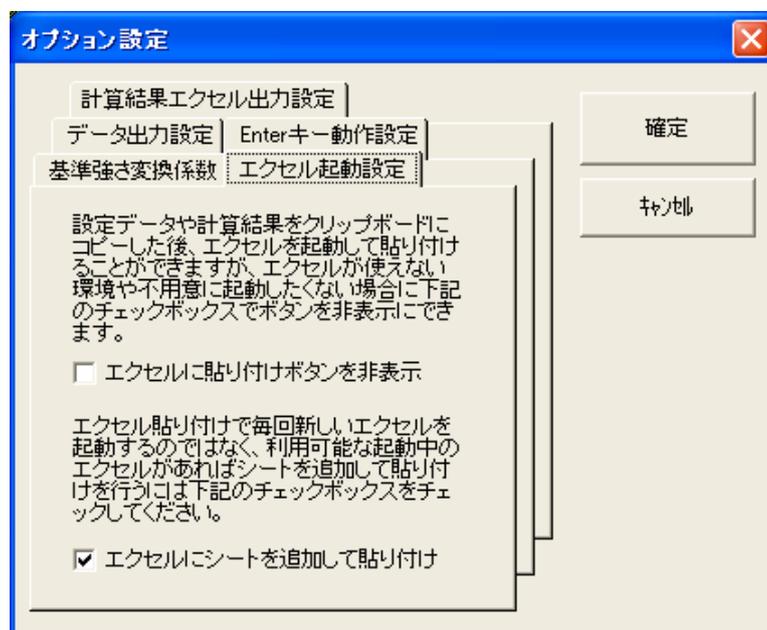
節点	No	X座標	Y座標	Z座標	支持の種類
1	1	0	0	0	ピン支持
2	2	2000	0	0	ピン支持
3	3	0	1500	0	ピン支持
4	4	2000	1500	0	ピン支持
5	5	0	0	1000	自由
6	6	2000	0	1000	自由
7	7	0	1500	1000	自由
8	8	2000	1500	1000	自由

支持の種類がピン支持に変わり支持イメージも変わっている

エクセルで編集した支持条件が貼り付けられたことが分かります。節点・支持条件以外にも操作は同じです。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 [フレーム構造解析 9] からは起動した編集用のエクセルがある場合は新しいエクセルは起動しないで起動中のエクセルにシートを追加してそこに貼り付けできるようになりました。毎回エクセルを起動するのではないので効率良く作業ができますが OS 環境やエクセルのバージョン等でうまく動作しない場合はオプション設定で従来のように毎回新しいエクセルを起動する使い方もできます。

プルダウンメニューの [環境設定] > [オプション設定] をクリックすると次のダイアログが表示されます。その [エクセル起動設定] を開くと解説とチェックボックスがありますので解説を参照して選択してください。



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。

◇接合設定機能を使ってみよう

接合設定とは座標値の等しい2つの節点がある場合にその2つの節点をピン接合したり剛接合したりできる機能です。これを使えば両端ピン接合のトラス部材だけでなく要素の一方は剛接合のラーメン構造でもう一方をピン接合とすることもでき、2本の鋼材の途中をピン接合とするような設定も可能になります。

従来の接合条件は [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。

では基本となる構造として「トラス部材を使ってみよう」の Tutorial07.KS12 を読み込んで [構造要素] タブを開いて斜材の要素を削除しておきます。イメージで処理の削除機能を使うと簡単に要素を削除できます。

接合設定を使うには座標値の等しい2つの節点が必要ですので、まず [節点・支持] のタブで接合設定を行いたい節点の設定欄をクリックしてそこに入力ボックスを表示させます。その状態で [追加] ボタンをクリックすると同じ座標値をもった節点が新規に追加されます。この場合は元の支持の種類も同じものになりますので支持の種類が [自由] でない場合は [自由] に直しておいてください。もちろん最初に [追加] ボタンをクリックして入力ボックスを表示させてから座標値を入力してもかまいません。

ここでは節点 1, 3, 6, 8に同じ座標をもつ節点 9, 10, 11, 12を追加して [接合設定] のタブをクリックします。

これらのボタンで一括して接合条件を変更することができる

No1	No2	位置拘束	回転拘束	基準座標:要素No
1	9	全拘束	全回転	全体座標
3	10	全拘束	全回転	全体座標
6	11	全拘束	全回転	全体座標
8	12	全拘束	全回転	全体座標

同じ座標値をもつ2つの節点番号と位置拘束・回転拘束の接合条件が表示される。ピン接合に相当する接合条件がデフォルトとなる

ピン接合に相当する場合は節点番号の間に p が入る

フレーム12 - 立体 - [Tutorial07.KS12]

ファイル(F) 環境設定(O) 表示(V) 計算履歴(H) 連続計算(B) 視点フセット(S) ツール(T) 動解析(D) 重心計算(Q)

新規 開く 保存 取込 UNDO REDO

計算条件設定 表示切替 即 要 材 何 全 部 断 質 注 寸 尺 単 位 変 換 軸 力 O + 圧 縮 - 引 張 力 変 位 図 アニメーション 表示

材料・断面性能 | 荷重パターン条件 | 質量・注目フラグ | 構造要素

節点・支持 | パネ支持・柱脚 | 強制変位 | 接合設定 | 構造要素

全てピン接合 全て剛接合 全て無効

カレントの接合設定を削除 イメージ上で追加 解除

荷重パターン: 1

8p12

6p11

7

4

5

3p10

2

1p9

Z

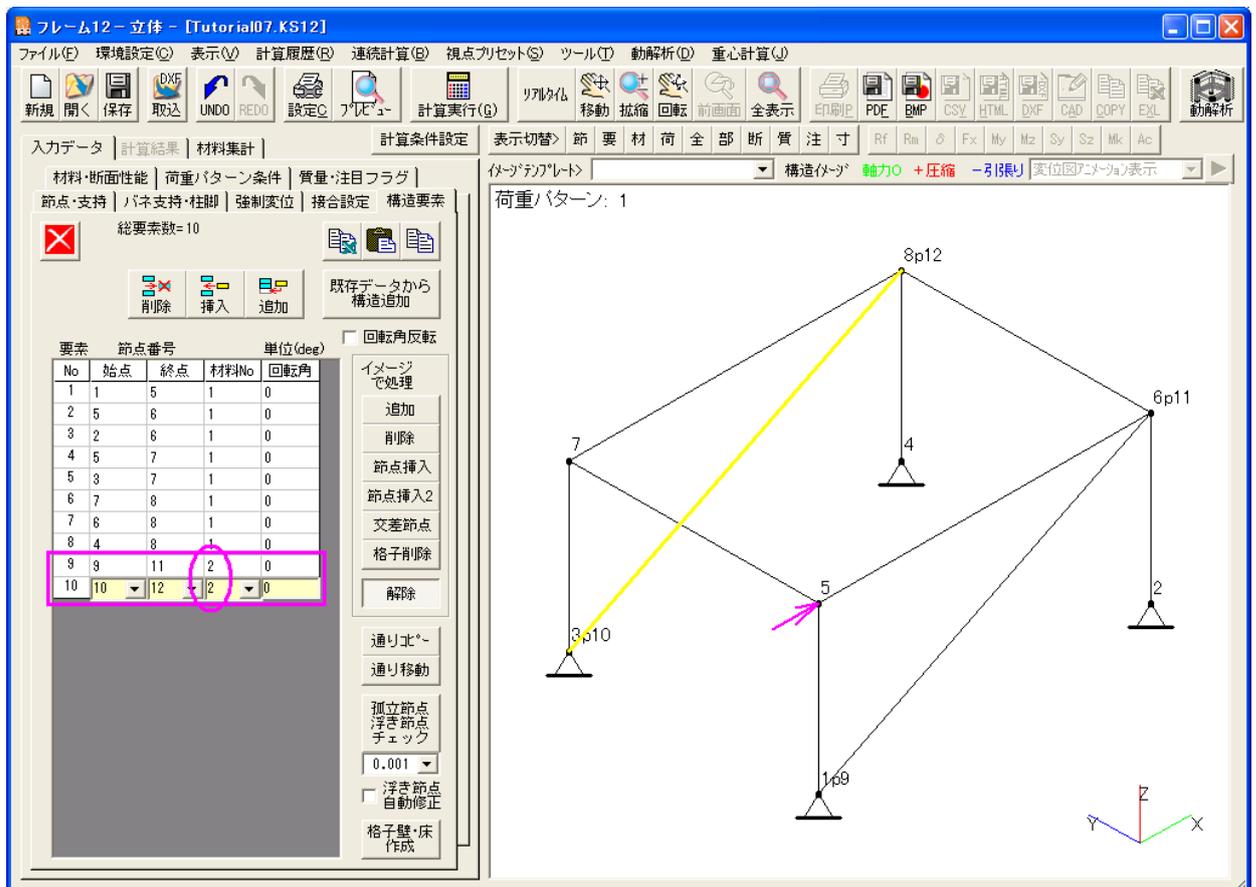
Y X

〔接合設定〕の設定欄には節点番号と〔フレーム構造解析10〕から位置拘束と回転拘束の接合条件と基準座標が表示され〔ピン接合〕に相当する接合条件がデフォルトとなっています。接合条件を変更したい場合は接合条件の設定欄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〔位置拘束〕、〔回転拘束〕、〔基準座標〕のリストボックスで選択します。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〕にし、〔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。

〔ピン接合〕に相当する場合にはイメージの節点番号の間に“p”が入り、〔剛接合〕に相当する場合は“r”が入り、どちらにも該当しない拘束条件の場合は“s”が入って表示されるようになっていきます。〔接合無効〕の場合は半角スペースが入ります。

左上のボタンで一括して〔ピン接合〕〔剛接合〕〔接合無効〕の接合条件に変更することも可能で、エクセルを使ってデータ編集することもできます。

つぎに〔構造要素〕のタブをクリックして節点9-11、10-12の2つの要素を追加します。イメージで処理の追加を行った場合はデフォルトでは番号の大きい方を優先して認識します。Shiftキーを押しておく番号の小さい方を優先して認識できるようになります。いずれにしても希望する節点番号にならなかった場合は追加された要素を削除してやり直しても良いですが、入力ボックスが表示されているのでそこで節点番号を再選択した方が確実でしょう。材料番号は2としておきます。



さらに [材料・断面性能] のタブをクリックして材料 No 2 のトラス部材の設定欄をクリックしてトラス部材の設定を解除してラーメン部材 (“適用はここをクリック” と表示) にしておきます。

材料No	2
断面形状	等辺山形鋼
サイズ	25x25x3
断面積(mm ²)	142.7
断面2次モーメントIyB(mm ⁴)	7970
断面2次モーメントIzB(mm ⁴)	7970
有効断面2次極モーメントIxB'(mm ⁴)	423
最小断面2次半径ie(mm)	4.83
断面係数ZyB(mm ³)	448
断面係数ZzB(mm ³)	448
有効極断面係数ZxB'(mm ³)	141
トラス部材	適用はここをクリック

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

部材別

一覧表 EXL出力

[適用はここをクリック] の表示にしておく

これで計算を実行してみます。先ほどのトラス部材を使った計算結果 (Tutorial07.KS12) と比べてみると同じ結果となっているのが分かります。

では [接合設定] に戻って全ての接合条件を [剛接合] に相当する接合条件にして計算してみてください。[剛接合] の接合条件にするには位置拘束、回転拘束共に [全拘束] とします。この場合は “トラス部材を使ってみよう” で材料 2 の [トラス部材] の設定を解除した場合と同じになります。これらの計算結果は各自で確かめてみてください。

また節点 1 - 9 と節点 3 - 10 の接合設定を [ピン接合] に相当する接合条件とし、節点 6 - 11 と節点 8 - 12 を [剛接合] に相当する接合条件とします。

接合節点				
No1	No2	位置拘束	回転拘束	基準座標: 要素No
1	9	全拘束	全回転	全体座標
3	10	全拘束	全回転	全体座標
6	11	全拘束	全拘束	全体座標
8	12	全拘束	全拘束	全体座標

この接合条件では要素番号 9 (節点 9 - 11) は節点 1 側でピン接合、節点 6 側で剛接合、要素番号 10 (節点要素 10 - 12) も同様に節点 3 側でピン接合、節点 8 側で剛接合という条件になります。

ではこの条件で計算してみましょう。

フレーム12 - 立体 - [Tutorial07.KS12]

ファイル(F) 環境設定(Q) 表示(V) 計算履歴(H) 連続計算(B) 視点リセット(S) ツール(T) 動解析(D) 重心計算(W)

新規 開く 保存 取込 DXF UNDO REDO 設定 Q フォント 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 動解析

入力データ 計算結果 材料集計 計算条件設定 表示切替

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

個別要素詳細 通り別詳細

表示要素番号 9 選択要素の強調表示

基本要素データ 始点節点 9 材料番号 2 終点節点 11 部材回転角 0

荷重パターン: 1

剛接合の場合は節点番号の間に r が入る

要素番号を表示

要素 9 の節点 9 側でモーメントが 0 になっている

節点	総変位δ (mm)	変位δx (mm)	変位δy (mm)	変位δz
9	0.0	0.0	0.0	0.0
[37]	0.002187	0.001911	-0.000578	0.00
[38]	0.004313	0.004021	-0.00071	0.00
[39]	0.006618	0.006528	0.000046	0.00
11	0.009874	0.009632	0.002137	-0.00

節点	曲げモーメントMzB	曲げ応力σzB(σzB安全率)	ねじりモ
9	0.0	0.0	0
[37]	-2.337	-0.0052	63850
[38]	-4.673	-0.0104	31920
[39]	-7.01	-0.0157	21280
11	-9.347	-0.0209	15960

[個別要素詳細] で要素番号 9 (節点 9 - 11) の計算結果を見てみると要素番号 9 の節点 9 側ではピン接合に相当する接合条件のためモーメントの値は 0 となり剛接合に相当する接合条件の節点 11 に近づくにしたがってモーメントの値はだんだんと大きくなっていることが分かります。

また [フレーム構造解析 9] から接合設定がある場合に [変位・反力] タブの下側に接合節点間の伝達力・伝達モーメントを表示するようになりました。

接合節点		<input type="checkbox"/> イメージと連動して強調表示		
No1	No2	接合条件	総伝達力 TrF	総伝達モーメント TrM(N・mm)
1	9	ピン接合	110.9	0.0
3	10	ピン接合	0.664	0.0
6	11	剛接合	110.9	13.21
8	12	剛接合	0.664	9.426

これを見てもピン接合ではモーメントが伝わらないのが分かります。

次に基準座標について説明していきます。[接合設定] のタブに戻って節点 3 - 8 の接合設定の基準座標のリストボックスをクリックしてみます。

接合節点		位置拘束	回転拘束	基準座標: 要素No
1	9	全拘束	全回転	全体座標
3	10	全拘束	全回転	全体座標
6	11	全拘束	全拘束	部材座標: 1
8	12	全拘束	全拘束	部材座標: 9

ここでは [全体座標] 以外に [部材座標 : 1]、[部材座標 : 9] 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 : 9] を選択すると斜材の要素番号 9 の部材座標が位置拘束・回転拘束の基準座標となります。

では節点 1 - 9 の基準座標に [部材座標 : 9] を選択して拘束条件は全ての接合条件で [ピン接合] に相当する接合条件にして計算してみます。

接合節点		<input type="checkbox"/> ツグと連動して強調表示			
No1	No2	接合条件	総伝達力	TrFx(N)	TrFz(N)
1	9	ピン接合:部材座標:9	110.9	110.9	0.0
3	10	ピン接合	0.656	0.587	0.2935
6	11	ピン接合	110.9	-99.2	-49.6
8	12	ピン接合	0.656	-0.587	-0.2935

ここで [変位・反力] タブを開いて伝達力を見てみると要素 9 (節点 9 - 1 1) は両端ともピン接合相当ですから軸力だけの伝達となり両端の節点 1 - 9 と節点 6 - 1 1 の総伝達力は同じになっています。しかしながらその分力を見てみると基準座標に [部材座標 : 9] を選択した節点 1 - 9 の伝達力は部材座標の X 軸は部材の長手方向になりますので X 軸方向の伝達力 TrFx が総伝達力と同じ値となり Z 軸方向の伝達力が 0 になっており節点 6 - 1 1 では基準座標が [全体座標] なので X 軸方向と Z 軸方向の分力に分かれて伝達力が発生しています。

このように基準座標に部材座標を選択することにより、例えば斜めの部材がボルト等で接合している場合にボルトの軸力やせん断力を直接求めることもできます。また支持点と組み合わせれば任意の方向の回転を解除するなど [節点・支持条件] の [支持の種類] だけでは実現できなかった支持条件も可能になります。

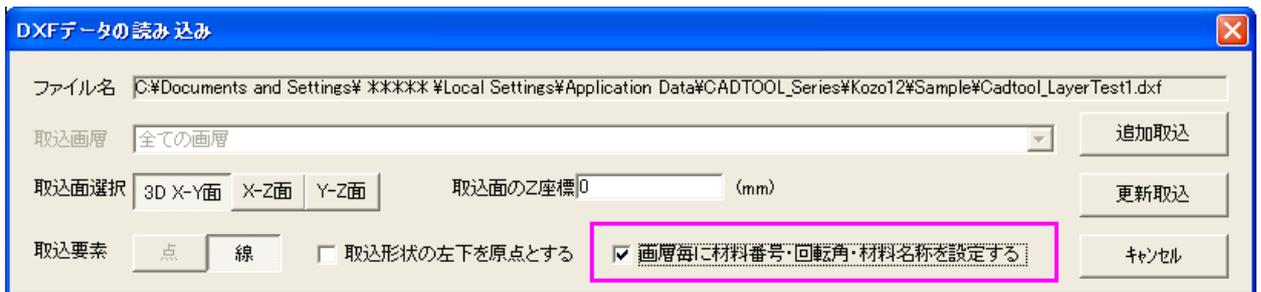
なお接合条件の表示として [ピン接合] [剛接合] [接合無効] に相当する拘束条件で基準座標が [全体座標] の場合はそのまま表示されますが、基準座標が [部材座標 : *] の場合はこのように通常の接合条件の後に “部材座標 : *” が “:” つなげて表示され、[ピン接合] [剛接合] [接合無効] 以外の接合条件の場合は [位置拘束] と [回転拘束] を “:” でつなげて、さらに基準座標が [部材座標 : *] の場合は [X 可動 : Y 回転 : 部材座標 : *] のように表示されます。これは他の出力でも同様になっています。

[フレーム構造解析 10] から大幅に機能が向上し、使い方次第で応用性のある接合設定ですが接合設定一つあたり内部的に 6 節点、12 要素を新たに作ってこの機能を実現させていますので、トラス部材で確定している場合は材料設定のトラス部材を適用して、接合設定をむやみに多用することは避けてください。

(Tutorial10.KS12)

◇DXFファイルを読み込んでみよう

〔フレーム構造－立体〕では3次元のDXFファイルから点または線分を読み込んで節点や構造要素の設定を行う機能があります。また〔フレーム構造解析12〕ではDXFの画層毎に材料番号や回転角、材料名称を設定できるようになっており、下記のようにDXFデータの読み込みダイアログに〔画層毎に材料番号・回転角・材料名称を設定する〕というチェックボックスがありこれをチェックするとこの機能を使うことができます。



DXFデータの読み込み

ファイル名 C:\Documents and Settings****\Local Settings\Application Data\CADTOOL_Series\Kozo12\Sample\Cadtool_LayerTest1.dxf

取込画層 全ての画層 [追加取込]

取込面選択 3D X-Y面 X-Z面 Y-Z面 取込面のZ座標 0 (mm) [更新取込]

取込要素 点 線 画層毎に材料番号・回転角・材料名称を設定する [キャンセル]

これをチェックすると取込画層がグレースアウトして取込要素も〔線〕が自動的に選択されるようになり、取り込みを実行すると次に示すダイアログが表示されます。



DXFデータの画層毎に材料番号・回転角・材料名称を設定

材料番号を先頭から連番で設定 全ての設定をクリア 材料名称を画層名とする 材料名称をクリアする [取込実行]

先頭の設定を全てに適用 カレントの設定をクリア 既存の材料名称を適用 [キャンセル]

画層名の行をクリックして設定してください。材料番号が設定されている画層が取込対象となります。

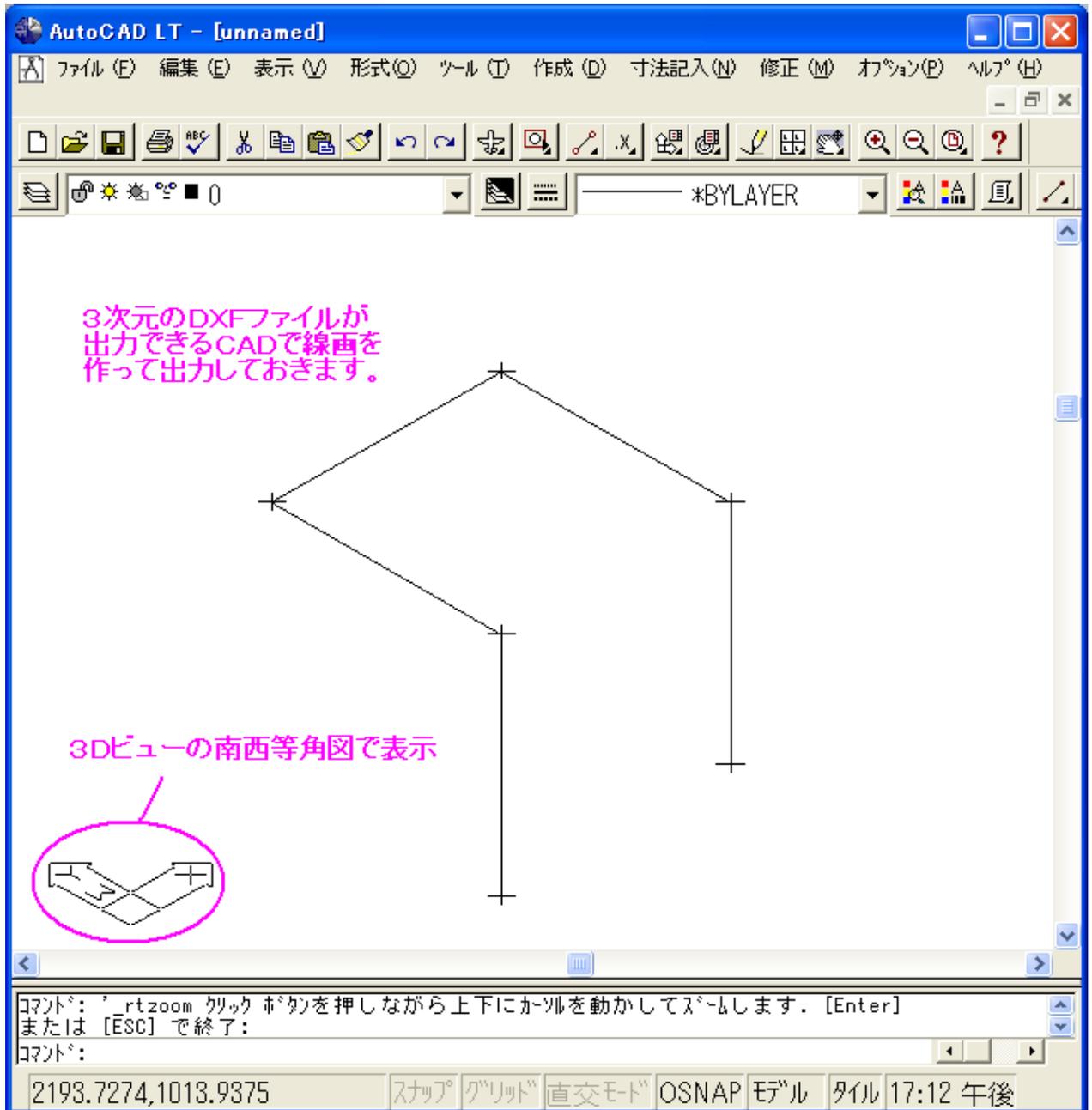
画層名	材料番号	回転角	材料名称
HARI	1	0	HARI
HASIRA	2	0	HASIRA
SHAZAI	3	0	SHAZAI

ここで他の設定と同様にデータ入力ボックスを使って画層毎に材料番号、回転角、材料名称を設定することができます。材料番号を設定しない画層の図形は取り込みませんので必要な画層のみに材料番号を設定して取り込むこともできます。

また〔画層毎に材料番号・回転角・材料名称を設定する〕のチェックボックスをチェックしない場合は従来と同じ動作になり全画層か特定の一つの画層のみの取り込みとなります。次からの操作説明ではこれをチェックしない従来動作での説明となります。

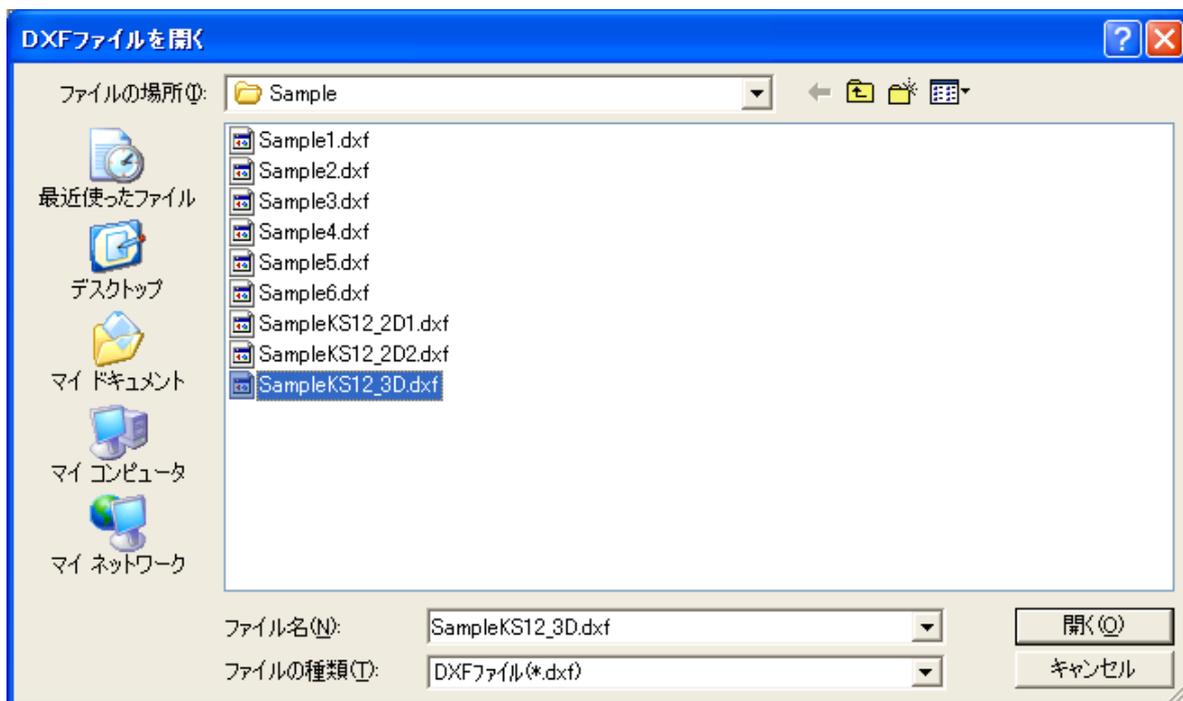
●STEP 1 (3次元のDXFファイルの例)

ではここで実際に3次元のDXFファイルを読み込んでみましょう。まず3次元のDXFが出力できるCADで必要な点、あるいは線分を3次元で作図します。ここではAutoCAD LTで線画を作図した例を示します。



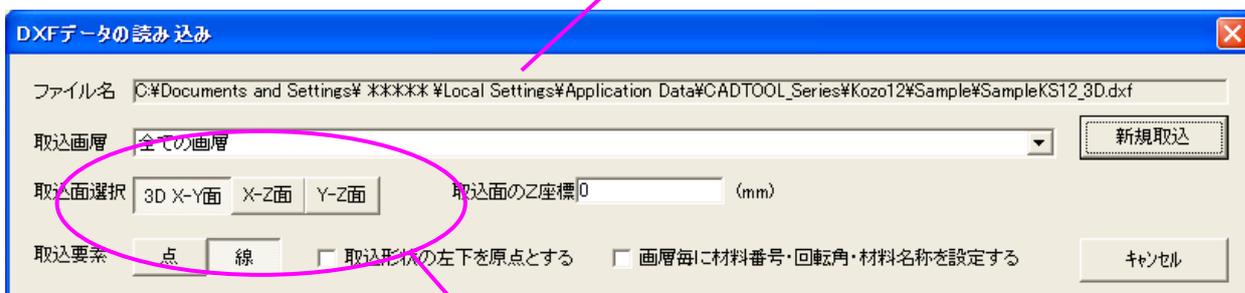
〔フレーム構造－立体〕を新規に起動した場合はスタートアップから〔0からスタート〕をクリックします。既存の設定が残っている状態で引き続き作業する場合は〔新規〕ボタンをクリックして確認メッセージが出るので材料データまで含めて消去するとして〔はい〕をクリックして全てのデータを消去しておきます。

続いて [DXFデータ取込] ボタンをクリックしてファイル選択ダイアログを開き作業フォルダの下の¥Sample フォルダのDXFファイル (SampleKS12_3D.DXF) を選択して [開く] ボタンをクリックします。



DXFファイルを選択すると読み込み条件を設定するダイアログが開きます。

選択したDXFファイルのフルパスが表示される



取込面に [3D X-Y面]、取り込み要素に [線] を選択する

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。

また“取込要素”を [点] にするか [線] にするかの選択ができます。“取込面選択”については次で説明しますが3次元DXFの場合は [3D X-Y面] を選択しておきます。

読み込む条件が設定できたら [新規取込] ボタンをクリックします。

The screenshot shows the 'フレーム12-立体' software interface. On the left, there is a table of nodes with their coordinates and support types. The main window displays a structural model with nodes 1 through 6 and a load pattern. Two callout boxes provide instructions on how to select elements for import.

No	X座標	Y座標	Z座標	支持の種類
1	0	0	0	自由
2	0	0	500	自由
3	0	500	500	自由
4	500	500	500	自由
5	500	0	500	自由
6	500	0	0	自由

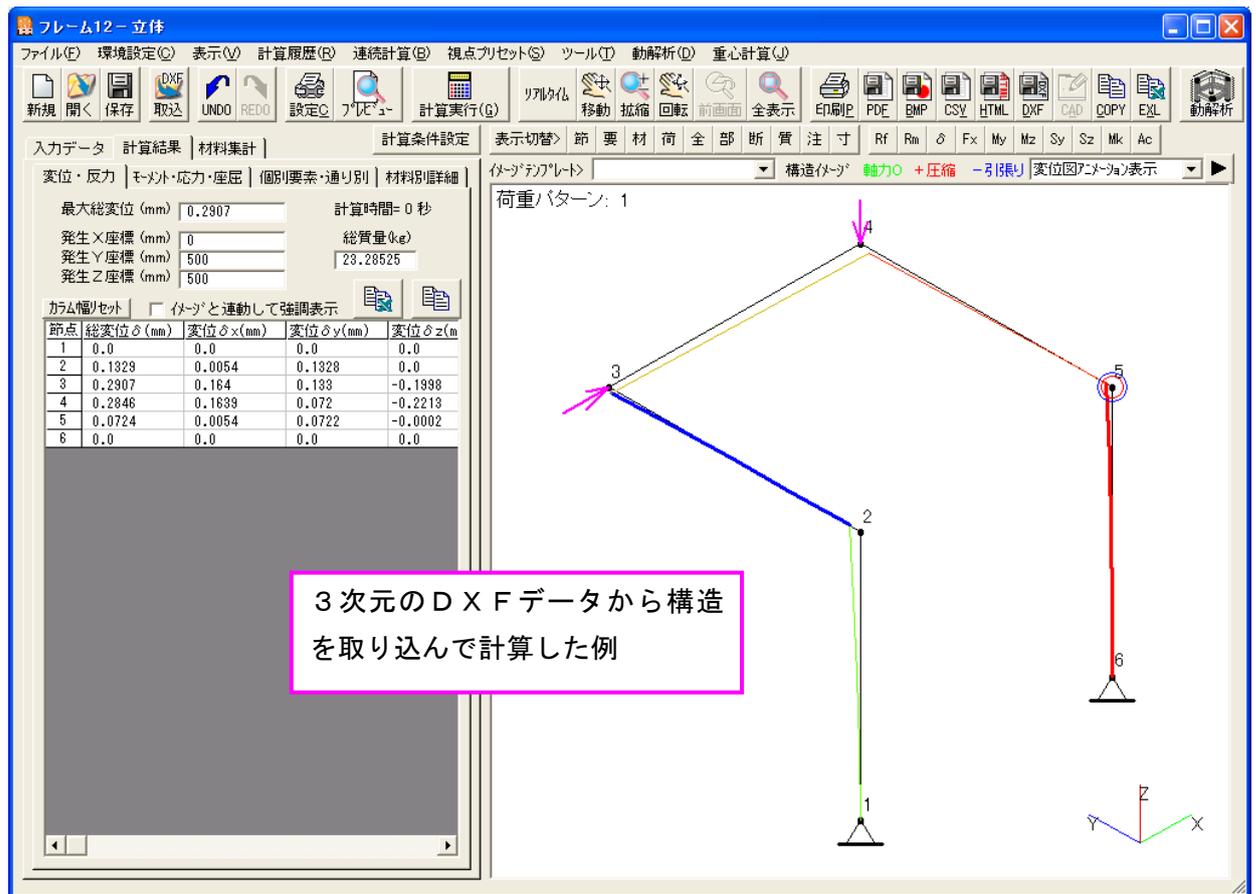
取込要素で [線] を選択した場合は
構造要素も同時に設定される

取込要素で [点] を選択した場合は
節点のみ設定される

取込要素で [線] を選択すると、取り込んだ線分の始終点に節点ができ線分の位置に要素を設定します。点を取り込んだ場合は節点だけが設定されます。

後は支持の種類を選択し、材料を設定、荷重条件を設定して計算することができます。

ここでは支持の種類は節点1と節点6を全固定とし、材料・断面性能は材質 SS330 でH形鋼の 100x50x5x7、荷重は節点3にX方向100N、節点4にZ方向-100Nの集中荷重をかけて計算を実行してみます。



このようにDXFファイルを使って節点や要素を設定できますので3次元の構造図面があればその中心線を元に線画を作って取り込むような使い方も可能です。

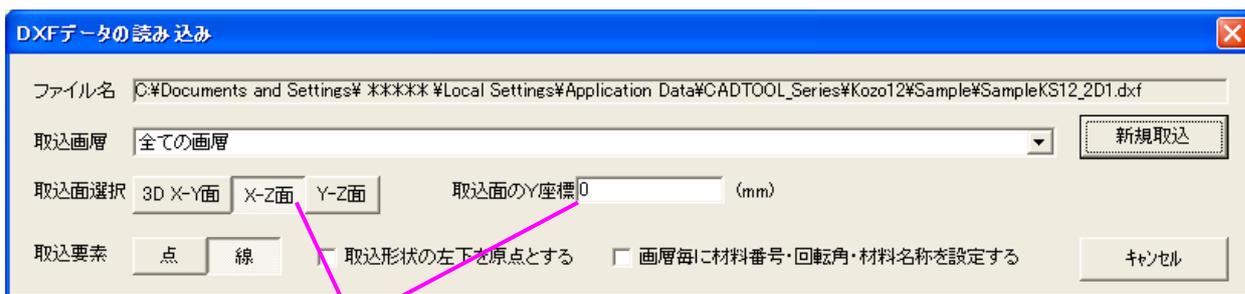
(Tutorial11.KS12)

●STEP 2 (2次元のDXFファイルの例)

2次元のDXFファイルの場合には“取込面選択”で取り込み面を指定してさらに取り込み面の座標を指定して読み込むことができます。これにより2次元で描かれた3面図等を利用して構造要素の設定が容易にできるようになります。

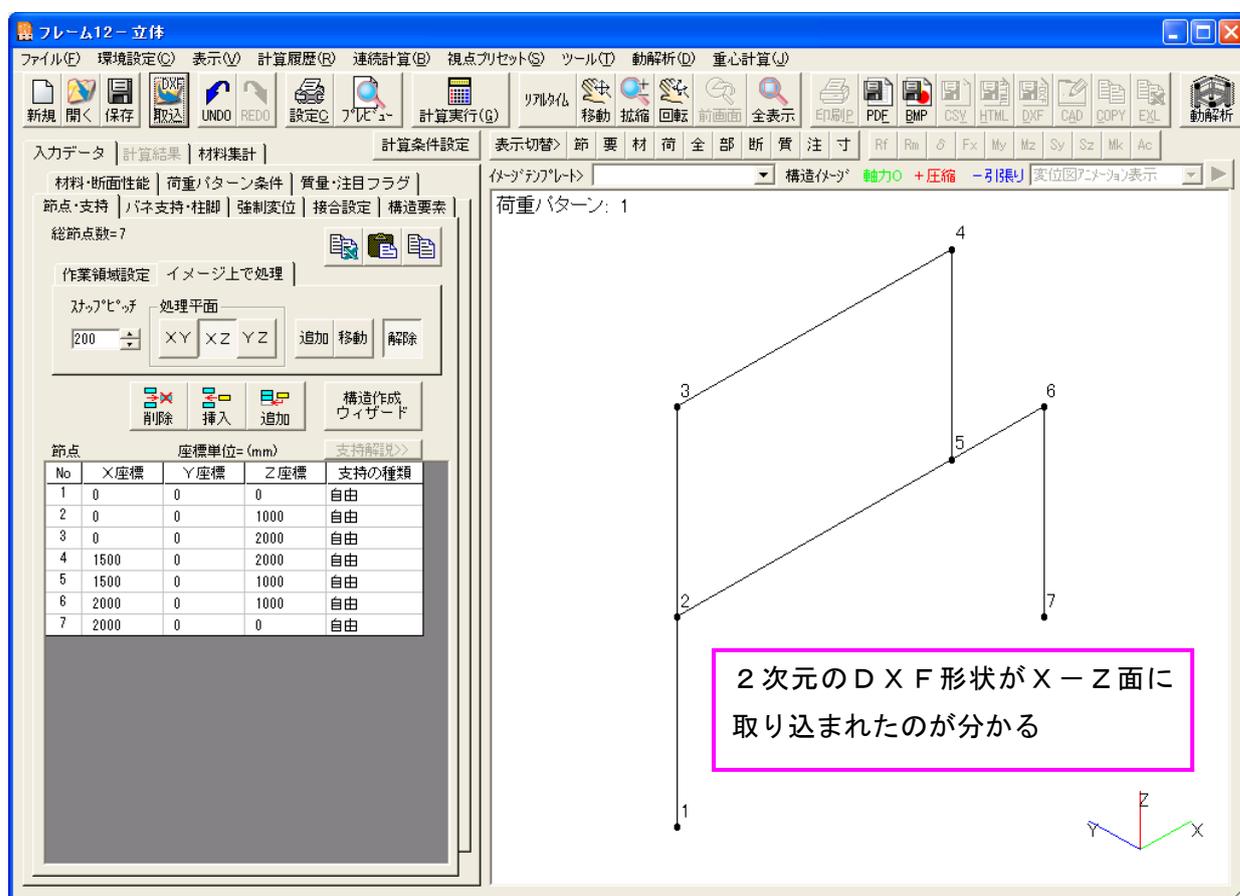
では2次元DXFのサンプルデータを読み込んでみます。前の3次元のDXFで使ったデータが残っている場合は[新規] ボタンをクリックして確認メッセージで[いいえ] をクリックして材料データ以外を削除しておきます。

[DXFデータ取込] ボタンをクリックしてサンプルディレクトリにある SampleKS12_2D1.DXF を選択して[開く] ボタンをクリックします。続いて読み込みを設定するダイアログが開くので“取込要素”は[線]とし“取込面選択”は[X-Z]を選択して“取込面のY座標”は0とします。



取込面に [X-Z面] を選択し、取込面のY座標は0としておく

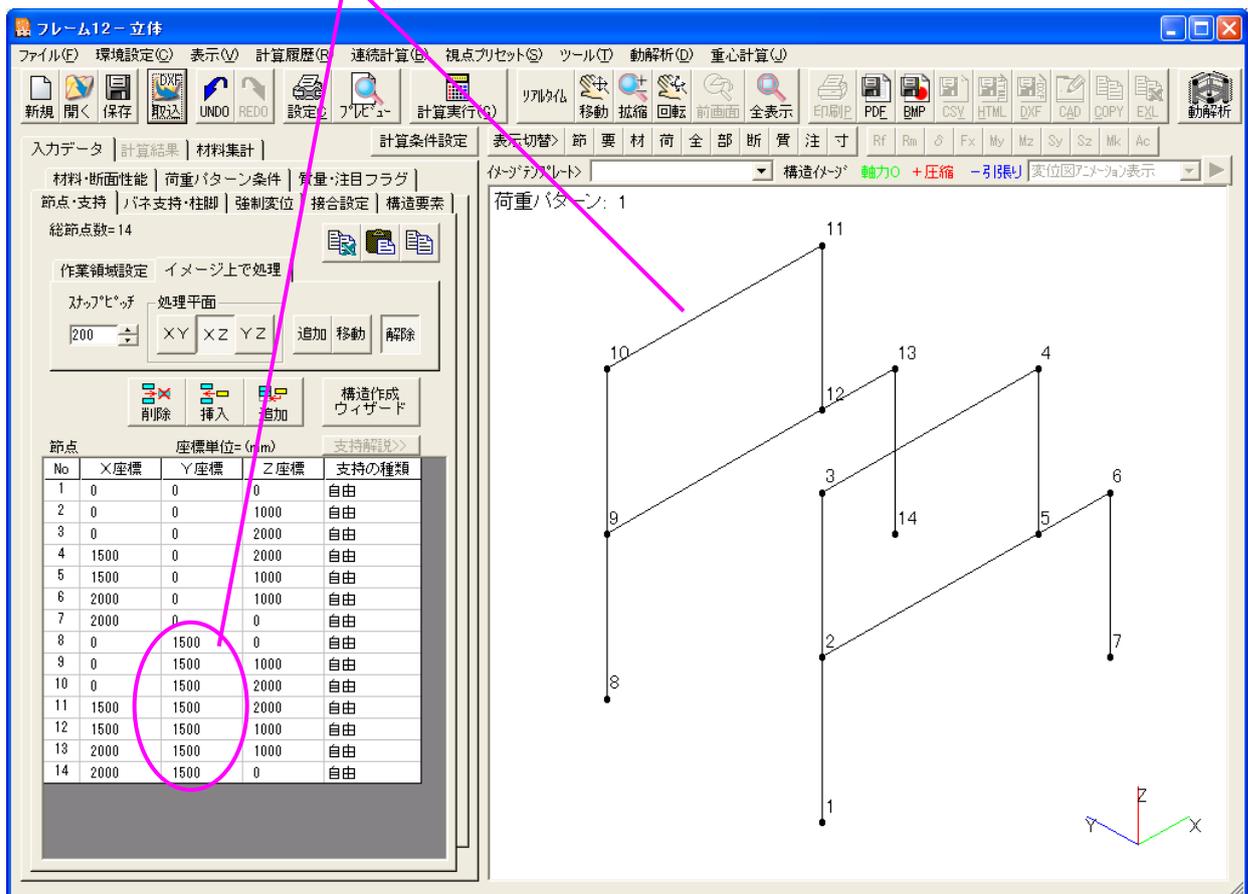
これで [新規取込] ボタンをクリックすると2次元のDXF形状がX-Z面に取り込まれます。



再度 [DXFデータ取込] ボタンをクリックして同じファイルを開き、今度は“取込面のY座標”を1500と入力して [追加取込] ボタンをクリックします。



Y座標が1500の位置のX-Z面に2次元のDXF形状が取り込まれる



今度はY座標の1500の位置のX-Z面にDXF形状が取り込まれました。

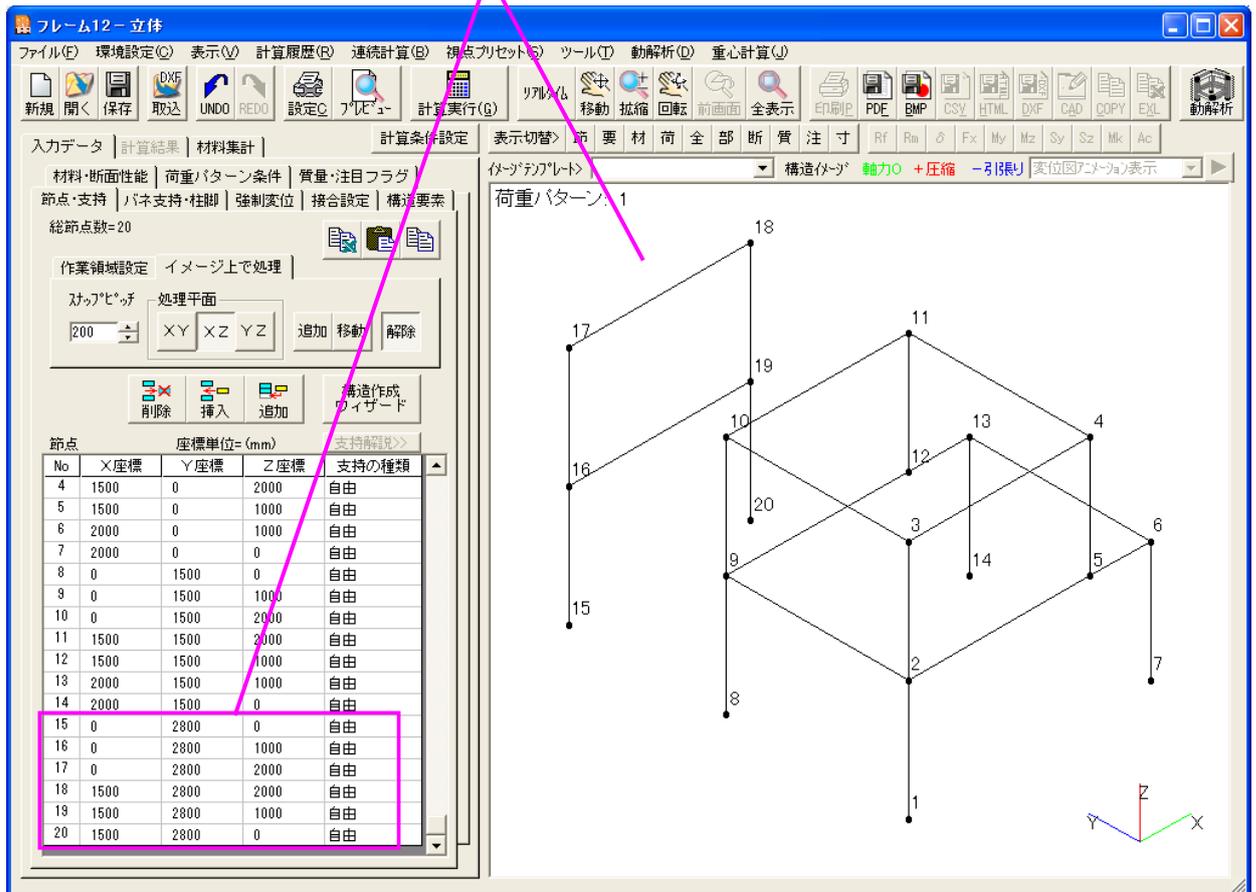
これで [構造要素] タブをクリックして梁を追加していけば、一つのDXF形状を元に構造要素を簡単に組み立てることができます。

また取り込むDXFは同じ形状でなくても良いので、今度は SampleKH12_2D2.DXF を選択して“取込面のY座標”を2800と入力します。



では [追加取込] ボタンをクリックして別のDXF形状を取り込んでみます。

別の2次元のD X F形状をY座標が2800の位置に追加取込した例



後は新しく取り込んだ形状に梁要素をつなぎ、支持の種類を選択し、材料を設定、荷重条件を設定して計算することができます。

このように建屋の通りによって形状の異なる場合でもそれぞれをD X Fファイルに出力しておけば比較的簡単に建屋の構造を組み立てていくことができます。この場合は通り毎に画層を変えて構造の中心をなぞった線画を作っておくと良いでしょう。

また“取込形状の左下を原点とする”をチェックしておけば図面上、異なる位置に描かれた通り形状でも原点を合わせて取り込むことができます。D X F出力のできるCADをお持ちであればいろいろと試してみてください。

(Tutorial12. KS12)

また前述のように [フレーム構造解析12] ではD X Fの画層毎に材料番号と回転角、材料名称を設定できるようにもなっていますので、D X Fデータ作成の時点で使う材料が想定されている場合は、それに応じて画層を分けて要素を作成したり分かりやすい画層名を設定しておくことで取り込んでからの材料設定を効率的に行うことができるようになっています。

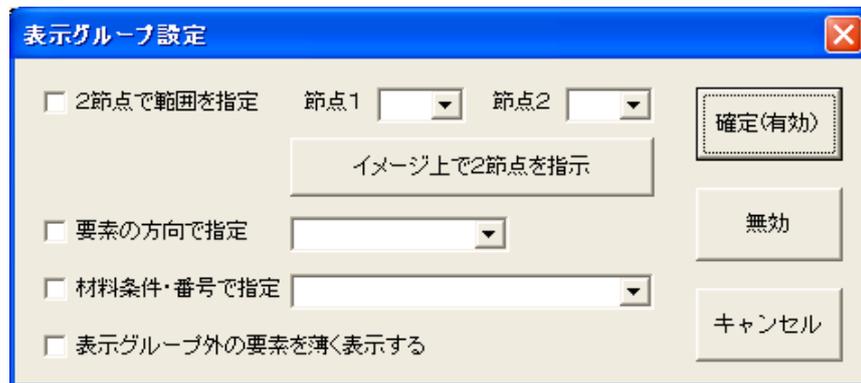
◇表示グループ機能を使ってみよう

[フレーム構造解析 1 1] から [表示グループ機能] と次から説明する [複数選択機能] [一括修正機能] が追加されています。ここでは先のDXFファイルを使って作成した構造を元に説明していきますのでデータを修正している場合はTutorial12.KS12を読み込んでおきます。

これらはイメージ上でマウス右クリックして右に示ように表示されるポップアップメニューから操作します。ここで [イメージをコピー] はクリップボードにイメージをコピーするもので [回転] [前画面] [全表示] は画面操作の同名のボタンをクリックするのと同じ機能になっています。

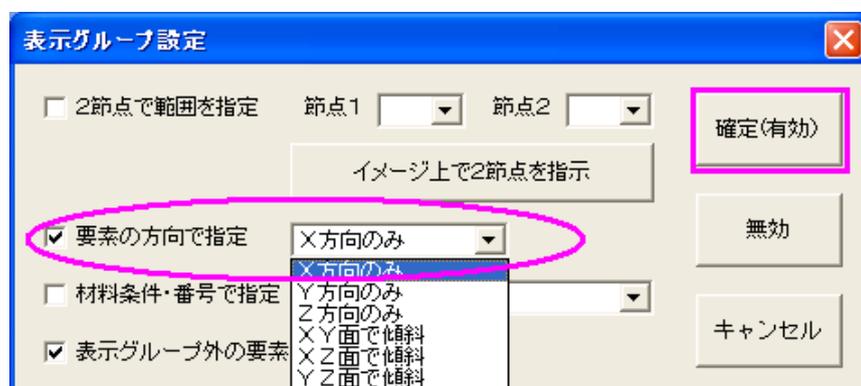


ここで [表示グループ設定] をクリックすると次に示すダイアログが表示され表示したい構造物の範囲を指定します。

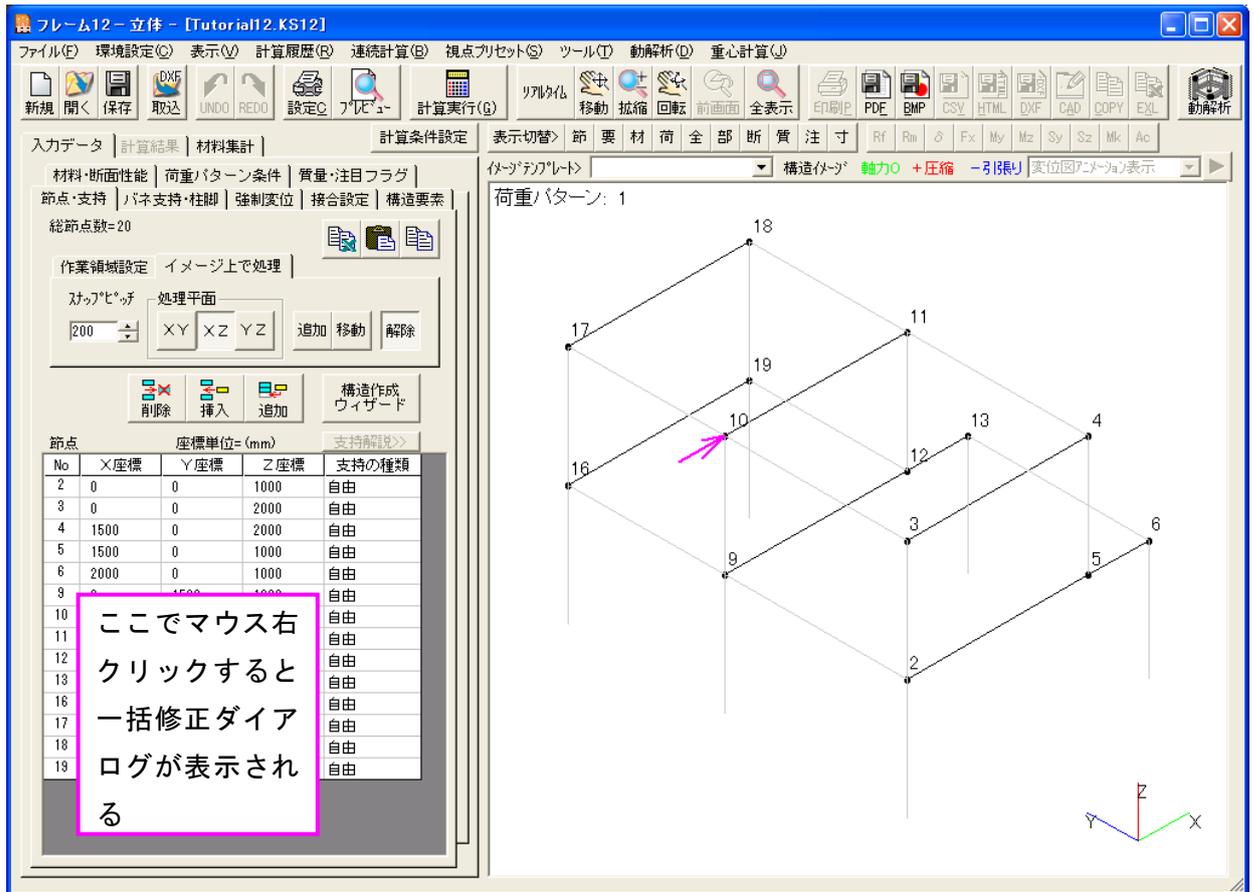


2節点で範囲を指定したい場合は節点1、節点2を選択するとその範囲に含まれる構造が表示グループとなります。[イメージ上で2節点を指示] ボタンをクリックするとイメージ上の節点を指示して範囲を決めることもできます。

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。

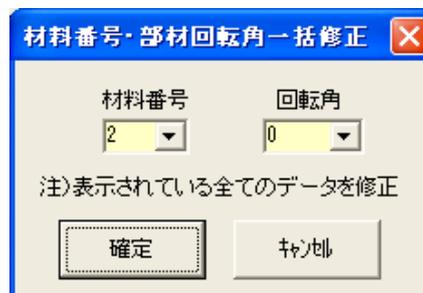


ここでは試しに“要素の方向で指定”をチェックして“X向のみ”を選択して [確定 (有効)] ボタンをクリックしてみましょう。また“表示グループ外の要素を薄く表示する”もチェックしておきます。



表示グループに指定されたX方向の梁の要素のみ黒く表示され他の要素は薄く表示されています。ここで「構造要素」タブを開いてみると表示されている要素のみがデータ表示欄に表示されているのがわかります。このように表示グループ機能で表示する構造の範囲を設定するとデータ入力欄もイメージに表示されているものだけになります。

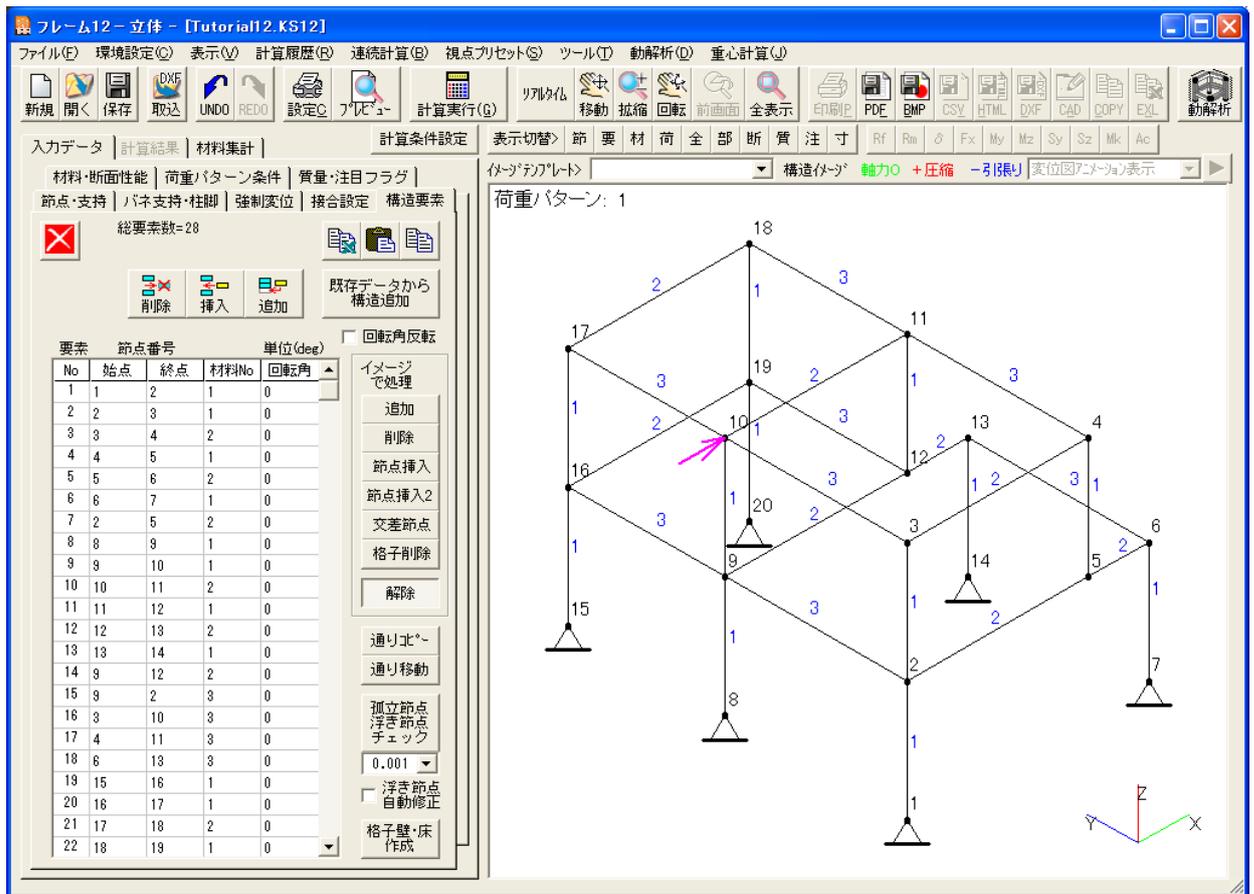
詳しくは後で説明しますがマウスを構造要素のデータ表示欄に持っていきマウス右クリックすると次に示す一括修正ダイアログが開きます。



ここで材料番号に2を選択して確定すると表示されているX方向の梁の要素の材料番号を一括して変更することができます。

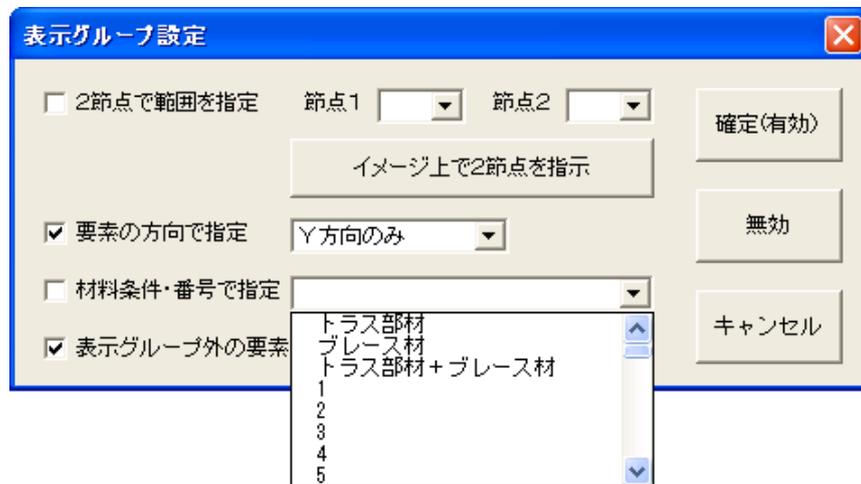
同様の方法でY方向の梁の要素の材料番号は3にしておきましょう。これは各自で試してみてください。最後は「表示グループ設定」ダイアログの「無効」ボタンをクリックするかポップアップメニューの「表示グループ無効」をクリックします。

このようにして材料番号を変更したものを次に示します。



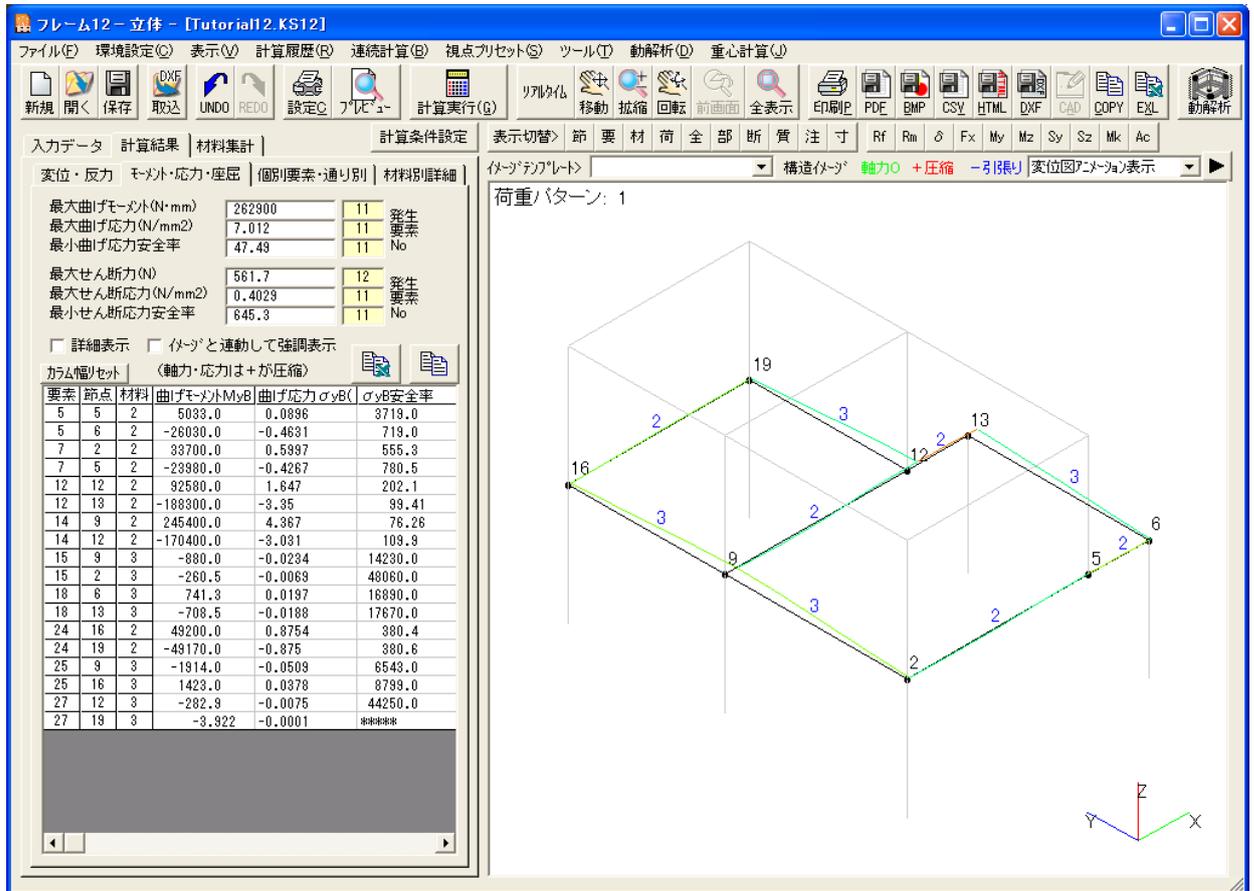
ここでは分かりやすく材料番号を表示していますが従来のように一つ一つ要素を選択して修正していくのでは大変な作業となりますが「フレーム構造解析12」では「表示グループ機能」と「一括修正機能」を組み合わせることで効率的に作業できるようになっています。

「表示グループ設定」の「材料条件・番号で指定」では、材料番号だけでなく「トラス部材」「ブレース材」「トラス部材+ブレース材」などでも指定できるようになっています。



「表示グループ設定」は計算実行後も使うことができるので「個別要素詳細」や「材料別詳細」などと同様に計算結果を絞り込んで表示・出力ができるようになります。

ここで材料番号2と3に適切な材料を設定して計算を実行してみます。さらに「表示グループ設定」で節点6と節点16の2つの節点で範囲を指定してみます。



このように「表示グループ設定」を使うと材料番号が同一でなくても2階の床の梁全体の計算結果を表示することもできます。

なお「表示グループ設定」ダイアログの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。これらは組み合わせでも設定できますので左端のチェックだけを変更して表示グループの設定を変更することもできます。

表示グループを無効にしたい場合は表示グループ設定ダイアログで「無効」ボタンをクリックします。また既に表示グループが設定されている場合はポップアップの「表示グループ有効」「表示グループ無効」で表示を切り替えることができます。

◇複数選択機能を使ってみよう

複数選択機能も「フレーム構造解析 1 1」から追加された機能になり、表示グループ機能と同様にイメージ上でマウス右クリックして表示されるポップアップメニューから操作します。

複数選択機能はデータ入力時に使えるもので節点に関する [節点・支持] や荷重パターン条件の [集中荷重] や [モーメント荷重]、[質量・注目フラグ] などのタブが開いている場合は左側のポップアップメニューが表示され [複数節点選択 **] が使えるようになり、要素に関する [構造要素] や荷重パターン条件の [分布荷重] などのタブが開いている場合は右側のポップアップメニューが表示され [複数要素選択 **] が使えるようになります。

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(T)

イメージをコピー(C)
 回転(R)
 前画面(B)
 全表示(A)

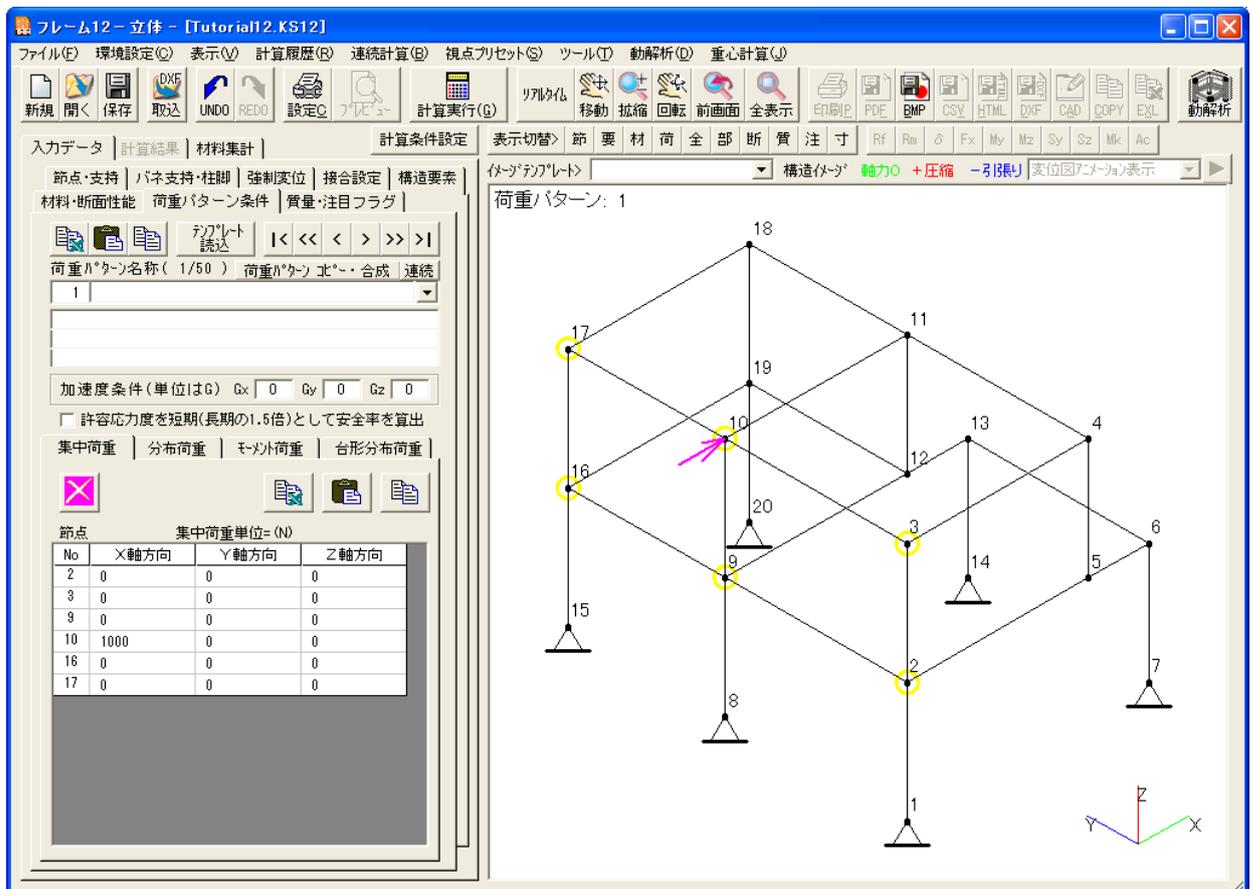
表示グループ設定(G)
 表示グループ有効(Y)
 表示グループ無効(M)

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(T)

ここで [複数 ** 選択新規] をクリックするとデータ表示欄が一旦空となり、イメージ上で節点や要素を指示していくと選択したものの節点や要素のデータのみが表示されて編集ができるようになり、イメージ上でも選択した節点や要素がハイライト表示されていきます。またハイライト表示されている選択済みの節点や要素を再度指示すると選択が解除されていくようになっています。

ここでは集中荷重を修正してみましょう。では [荷重パターン条件] タブの [集中荷重] タブを開きます。次にイメージ上にマウスを持っていきマウス右クリックしてポップアップメニューから [複数節点選択：新規] をクリックします。続いて次に示すように現在、一か所集中荷重のかかっている節点を含む側面の6点を指示していきます。



[複数節点選択：新規] をクリックすると集中荷重のデータ表示欄は一旦空になり節点をクリックして選択していくとデータ表示欄に表示されるとともに節点イメージはハイライト表示されていきます。

集中荷重のデータ表示欄でマウス右クリックすると次に示す集中荷重一括修正ダイアログが表示されます。

集中荷重一括修正 ✖

X軸方向 Y軸方向 Z軸方向

注)荷重入力欄は一つだけ四則演算記号が入力可、Enterで計算実行

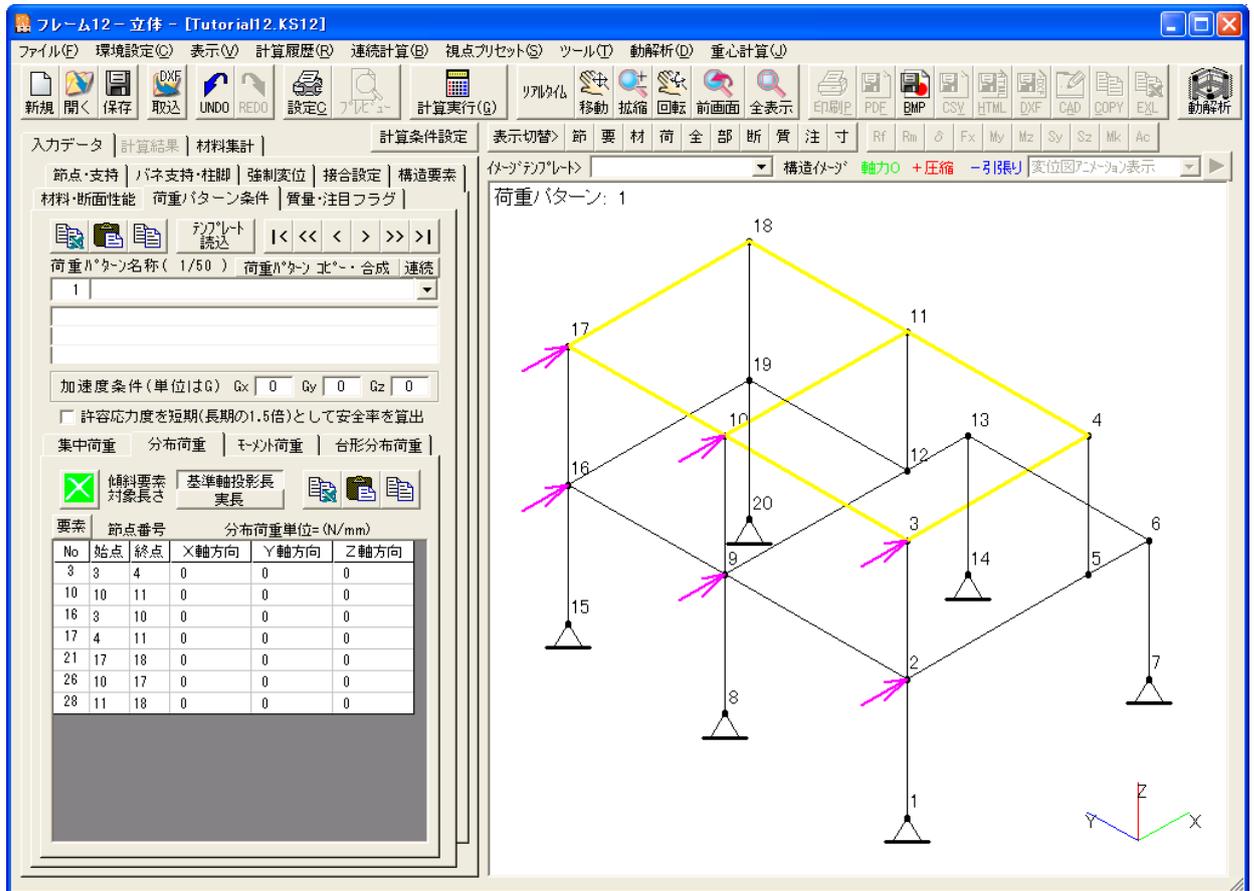
ここでX軸方向の荷重を1500にして[確定]すると選択した節点の集中荷重に一括して1500が入力され荷重イメージも表示されます。なお[傾斜荷重]のボタンの機能は後の一括修正機能で説明します。

集中荷重を一括修正したらイメージ上でマウス右クリックして複数選択機能を解除しておきます。

The screenshot shows the software interface for a truss analysis. The main window displays a truss structure with nodes numbered 1 through 20. Nodes 2, 3, 9, 10, 11, and 16 are highlighted with pink arrows, indicating they have concentrated loads applied. The software interface includes a menu bar, a toolbar, and a data table for concentrated loads.

節点	集中荷重単位: (N)		
No	X軸方向	Y軸方向	Z軸方向
1	0	0	0
2	1500	0	0
3	1500	0	0
4	0	0	0
5	0	0	0
6	0	0	0
7	0	0	0
8	0	0	0
9	1500	0	0
10	1500	0	0
11	0	0	0
12	0	0	0
13	0	0	0

次に「分布荷重」タブを開いてイメージ上でマウス右クリックしてポップアップメニューから「複数要素選択：新規」をクリックします。続いて最上の梁の要素を指示してみます。



節点の場合と同様に選択指示したものがデータ表示欄に表示されますので、必要な要素を選択してからデータ表示欄でマウス右クリックして分布荷重一括修正ダイアログを表示して一括修正することができます。

ポップアップメニューの「複数**選択追加」をクリックすると直前に選択していた節点や要素がデータ表示欄に表示されるとともにイメージ上でもハイライト表示され、未選択の節点や要素を指示して選択節点や選択要素に追加できるようになります。またハイライト表示されている選択済みの節点や要素を再度指示すると選択が解除されていくようになっています。

複数選択機能の操作も特に難しいものではありませんのでいろいろ試してみてください。

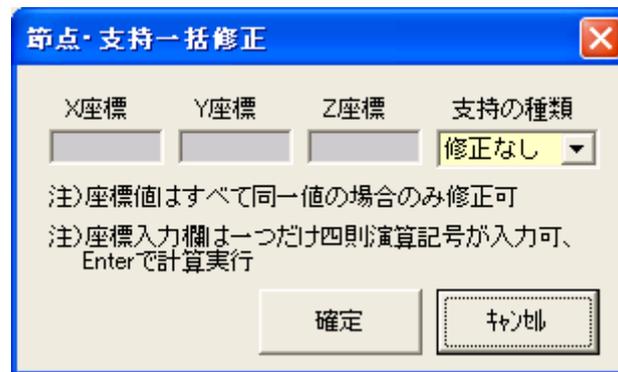
表示グループ機能と同様に節点数や要素数の大きな構造物を編集する場合には便利に使えると思います。また次で説明する一括修正機能と組み合わせるとさらに効率的に使えるようになりますのでこれらも合わせて是非活用してみてください

◇一括修正機能を使ってみよう

一括修正機能も [フレーム構造解析 1 1] から追加された機能になりポップアップメニューは使いませんがデータ表示欄でマウス右クリックして操作します。

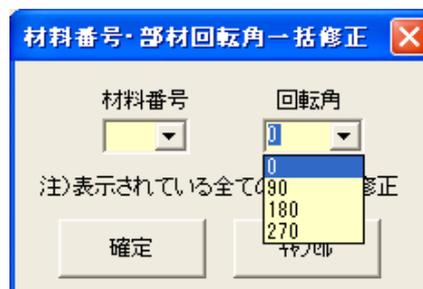
一括修正機能を使うまえに先に説明した表示グループ機能や複数選択機能を使って修正したい節点や要素を絞り込んでおくことは必須ではありませんが、通常はあらかじめ修正したい節点や要素を選択しておくことでそれらを一括して修正できるのでより便利に使えます。

[節点・支持一括修正]: [節点・支持] タブを開きデータ表示欄でマウス右クリックすると次に示す [節点・支持一括修正] のダイアログが表示されます。



ここで座標値はデータ表示欄に表示されているものが全て同じ場合にその座標値が表示され編集が可能になります。また座標入力欄のように数値を入力する場合は一つだけ四則演算記号が入力でき [Enter] キーで計算が実行できます。支持の種類は [修正なし] がデフォルトになりますがここで支持の種類を選択して [確定] ボタンをクリックすると一括して支持の種類を修正することができます。

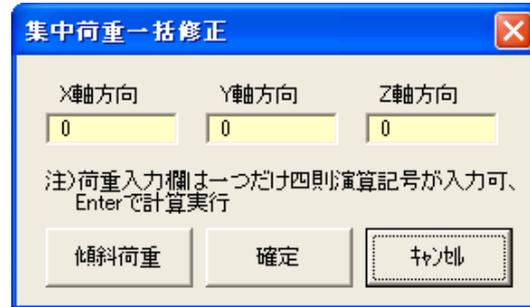
[材料番号・部材回転角一括修正]: [表示グループ機能] の説明で使ってみました [構造要素] タブを開いてデータ表示欄でマウス右クリックすると次に示すダイアログが表示されます。



この機能も複数選択機能や表示グループ機能と組み合わせて使うことができますので、例えば表示グループ機能で要素の方向を“Z方向のみ”として柱の要素だけを表示しておき、このダイアログで柱の部材回転角を一括して修正するようなこともできます。

なお部材回転角のリストボックスにはあらかじめ使用頻度の高い角度が入っていますが数値入力もできるようになっています。

[集中荷重一括修正]: [複数節点選択] の説明で使っていますが [集中荷重] のタブを開いてデータ表示欄でマウス右クリックすると次に示すダイアログが表示されます。



集中荷重一括修正

X軸方向	Y軸方向	Z軸方向
0	0	0

注)荷重入力欄は一つだけ四則演算記号が入力可、Enterで計算実行

傾斜荷重 確定 キャンセル

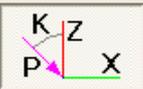
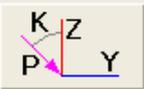
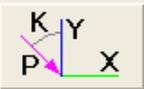
先に集中荷重が設定されている節点の行をマウス左クリックしてデータ入力ボックスを表示してからデータ入力ボックス以外のデータ表示欄でマウス右クリックするとデータ入力ボックスの値が一括修正ダイアログのデフォルトとして入りますので、特定の節点の荷重条件を他の節点に一括して設定するようなこともできるようになっています。

さらに左下の [傾斜荷重] ボタンをクリックすると次に示す [傾斜荷重ウィザード] のダイアログが開きます。



傾斜荷重ウィザード

傾斜荷重の作用面を選択

		
---	---	--

荷重値P(N) 角度K(deg)

0	0
---	---

注)数値入力欄は一つだけ四則演算記号が入力可、Enterで計算実行

X方向分力	Y方向分力	Z方向分力
0	0	0

確定 キャンセル

ここで傾斜荷重の作用面を選択し荷重値Pと角度Kを入力することでX Y Zの各方向の分力を求めることができ [確定] ボタンをクリックすると求めた分力が元の一括修正ダイアログの荷重入力欄に入ります。

この [傾斜荷重ウィザード] は [集中荷重] と [分布荷重] の一括修正ダイアログから開くことができます。

この「傾斜荷重ウィザード」を使えば忘れがちな三角関数を使って電卓をたたかなくても簡単に視覚的にも分かりやすく各方向の分力を求めることができます。

「分布荷重一括修正」：荷重パターン条件の「分布荷重」のタブを開いてデータ表示欄でマウス右クリックすると次に示すダイアログが表示されます。

分布荷重一括修正

X軸方向	Y軸方向	Z軸方向
0	0	0

注)荷重入力欄は一つだけ四則演算記号が入力可、Enterで計算実行

傾斜荷重 確定 キャンセル

使い方は集中荷重の一括修正ダイアログと同じで「傾斜荷重ウィザード」も同様に使えます。

「モーメント荷重一括修正」：荷重パターン条件の「モーメント荷重」のタブを開いてデータ表示欄でマウス右クリックすると次に示すダイアログが表示されます。

モーメント荷重一括修正

X軸方向	Y軸方向	Z軸方向
0	0	0

注)荷重入力欄は一つだけ四則演算記号が入力可、Enterで計算実行

確定 キャンセル

使い方は集中荷重の一括修正ダイアログと同じですが「傾斜荷重ウィザード」は使えません。

なお荷重パターン条件の「台形分布荷重」には一括修正機能はありません。

「節点質量・注目フラグ一括修正」：「質量・注目フラグ」のタブを開いてデータ表示欄でマウス右クリックすると次に示すダイアログが表示されます。

節点質量・注目フラグ一括修正

節点質量(kg)	注目フラグ
0	修正なし

注)質量入力欄は一つだけ四則演算記号が入力可、Enterで計算実行

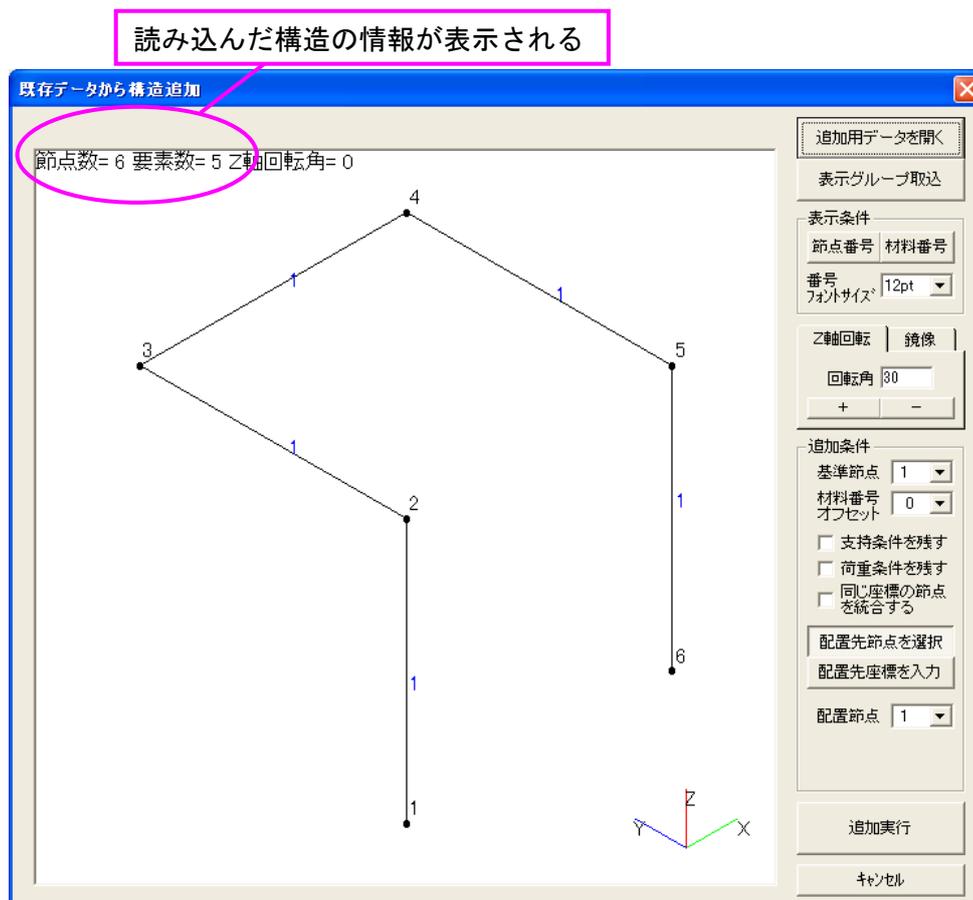
確定 キャンセル

質量入力欄では一つだけ四則演算記号が入力できますので機械装置などの質量を取り付け点の複数の節点に分配したい場合など便利に使えます。注目フラグを一括修正する用途は少ないと思いますのでカレントのデータ入力ボックスを表示して注目フラグを設定していても「修正なし」がデフォルトになっています。

「フレーム構造解析 1 1」から追加された「表示グループ機能」「複数選択機能」「一括修正機能」はいずれもマウス右クリックから操作するので目立たない機能にはなっていますが入力作業をアシストでき、節点数や要素数が多くなるとさらに威力を発揮すると思います。操作は簡単なのでいろいろ試して慣れておくと節点数や要素数が多い構造を作成するときに効率よく作業できると思います。

◇既存データから構造を追加してみよう

「フレーム構造解析 1 2」では既にある構造に既存データの構造を追加することができるようになっています。ここではまず先の D X F ファイルを使って作成した Tutorial12. KS12 を読み込んでおきます。続いて「構造要素」タブを開いて「既存データから構造追加」ボタンをクリックし、ダイアログ右上の「追加用データを開く」ボタンで 3 次元の D X F ファイルを使って作成した Tutorial11. KS12 を開きます。



なお「フレーム構造解析 1 1」から「表示グループ取込」ボタンが追加され既存データではなく作業中のデータから先に説明した「表示グループ機能」で絞り込んだ構造を取り込むことができるようになっています。

右上の表示条件では節点番号と材料番号の表示の切り替えや番号のフォントサイズの変更ができるようになっていました。[Z軸回転] タブでは読み込んだ構造をここの[+] [-] ボタンで設定してある回転角だけZ軸を回転させることができます。

[フレーム構造解析11] から[鏡像] タブが追加されて対称面を選択するとその面に対して鏡像に変換できます。この機能と先に説明した[表示グループ取込] を組み合わせて面対称な構造の片側だけを作っておき[表示グループ取込] で全て取り込んでから[鏡像] にしてから追加して構造全体を組み上げるようなこともできるようになっています。

追加条件ではまず読み込んだ構造の基準点を選択します。この基準点を配置先の節点の位置になるように追加するか、配置座標を入力して構造を追加します。

材料番号オフセットは元の構造と読み込んだ構造で使っている材料番号が同じで設定されている材料が異なる場合に追加する構造の材料番号をオフセットするかどうかの設定になります。

材料の変更は後からでも可能ですが材料番号は200まで使えるので元の構造で使っていない材料番号へオフセットしておけばそのまま追加データの材料設定を生かすこともできます。

“支持条件を残す”をチェックすると追加データの支持条件を生かして構造が追加されるようになります。これをチェックすると支持イメージも表示されます。

[フレーム構造解析11] から“荷重条件を残す”のチェックが追加され追加データの荷重条件を生かして構造が追加できるようになっています。荷重パターン条件で複数の荷重パターンが設定されている場合に“荷重条件を残す”をチェックすると下記に示すように荷重パターン名称のリストボックスが表示され、リストボックスやスクロールボタンで荷重パターンを切り替えてどのような荷重パターンが設定されているかイメージ上で確認できるようになっています。



なお“荷重条件を残す”をチェックした場合は元の構造と同じ荷重パターン番号が使われますのであらかじめ荷重パターン条件の使い方、名称等を統一しておくとう便に使用できますが、荷重パターンの設定内容が元の構造と異なる場合はコピー後の修正が面倒になる場合も考えられますのでその場合は“荷重条件を残す”のチェックを外して構造のみコピーしてください。

“同じ座標の節点を統合する”をチェックすると追加データの節点と配置先の節点が同じ位置になる場合に追加データの節点が配置先の節点に統合され、さらに追加データの節点が配置先の要素上に位置し後で説明する浮き節点になる条件では配置先の要素に自動的に組み込み浮き節点にならないように処理します。

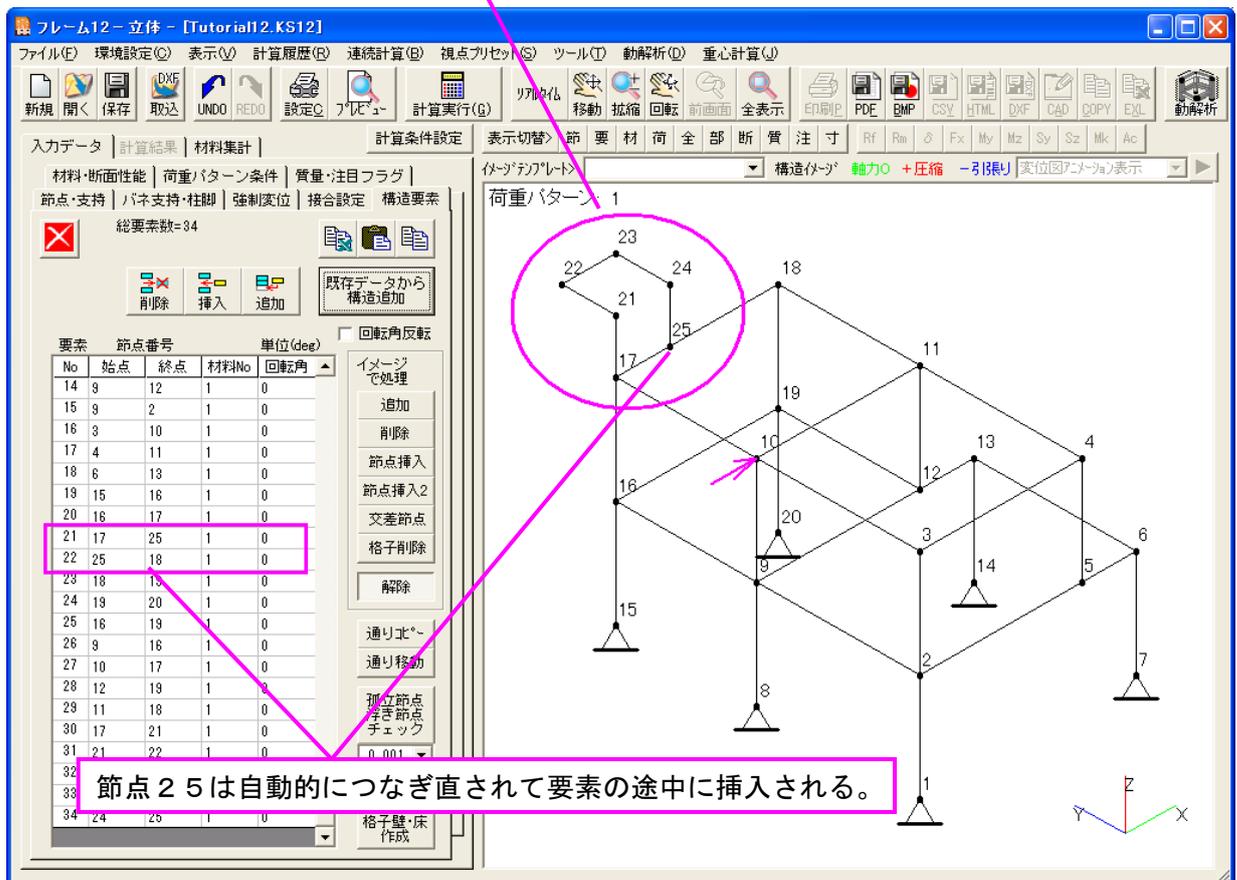
またこれをチェックしない場合は同じ位置にある節点は統合されずに接合設定の対象となり剛接合がデフォルトとなります。

追加データの節点が配置先の要素の浮き節点となる場合はその位置に新たに節点を追加し、追加データの節点と接合設定の対象となります。

ここでは右に示すように“同じ座標の節点を統合する”をチェックし、
 [配置先節点を選択] ボタンを選択し配置節点に元の構造の節点 17 を
 選択して [追加実行] ボタンをクリックしてみます。



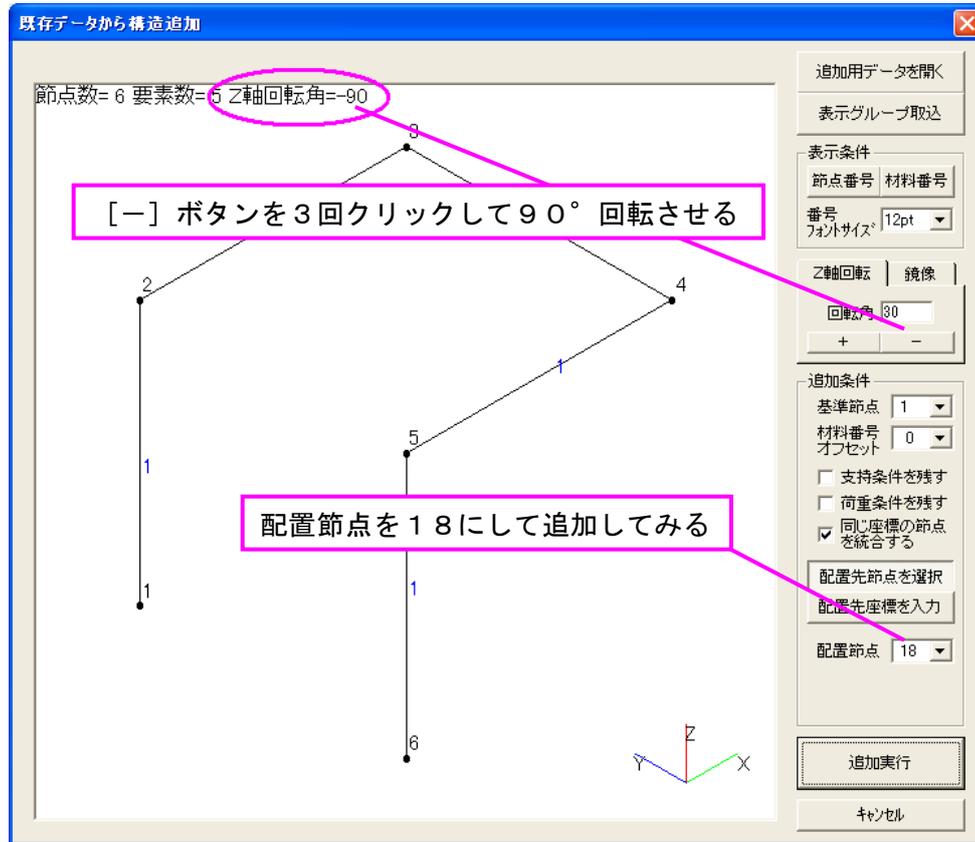
追加データの基準節点 1 が節点 17 と統合されて
 構造要素が追加されたことが分かる



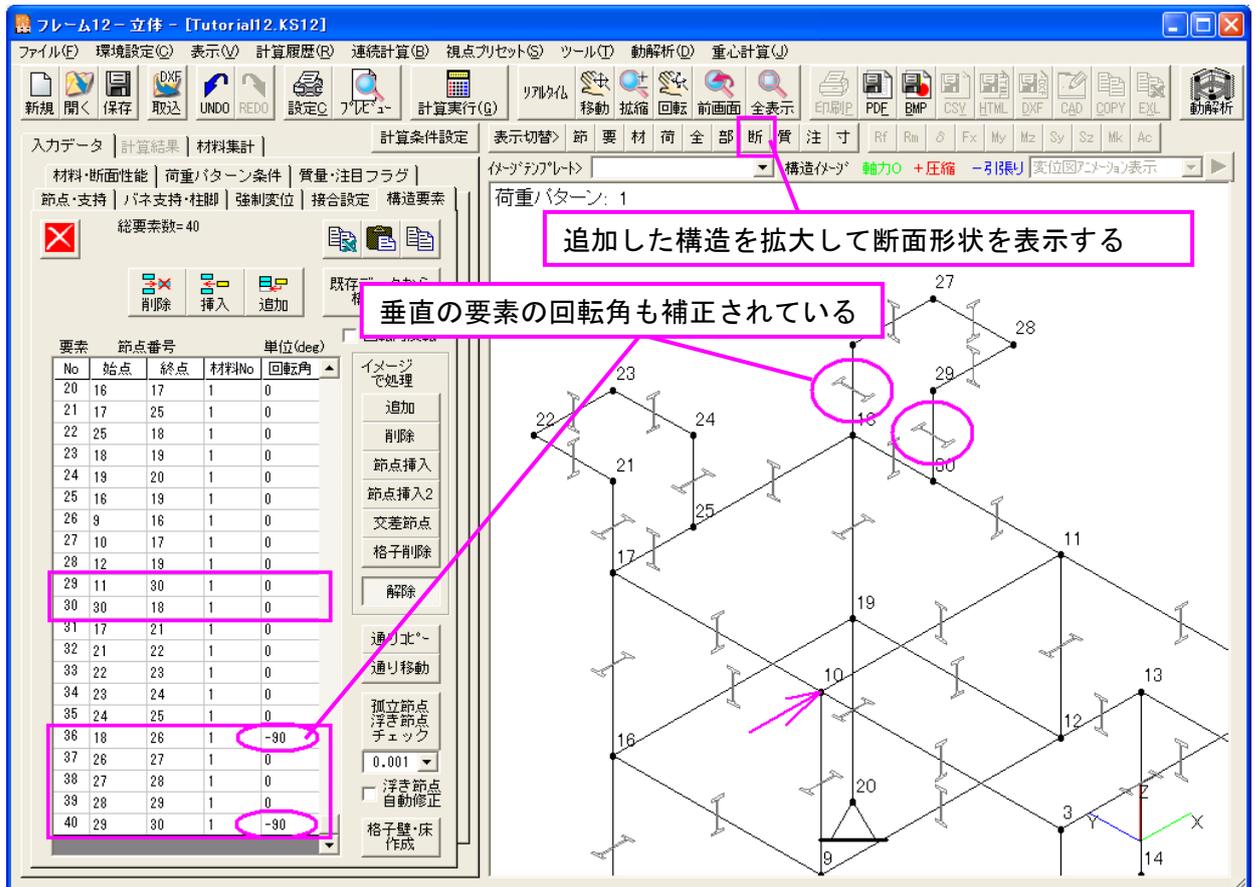
節点 25 は自動的につなぎ直されて要素の途中に挿入される。

このように追加データの節点が統合されて構造要素が設定されました。今度は追加する向きと場所を変えてみましょう。

再度 [既存データから構造追加] ボタンをクリックすると先ほど読み込んだ構造が残っていますので [-] ボタンを3回クリックしてZ軸周りに -90° 回転させます。
配置節点は18にします。



ではこの条件で追加実行してみます。

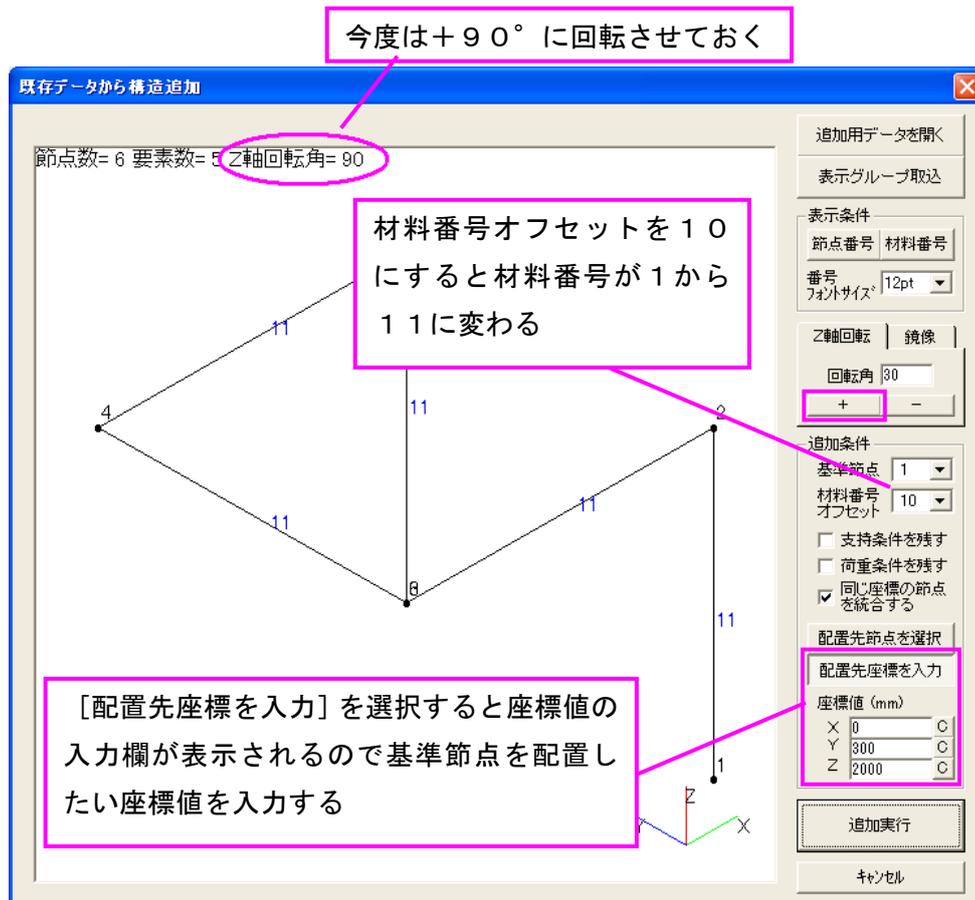


ここでは分かりやすく追加された構造を拡大して断面形状も表示していますが、追加した構造の柱となっている垂直の要素の回転角は -90 となりZ軸の回転に合わせて自動的に補正されているのが分かります。節点30もつなぎ直されて要素の途中に挿入されています。

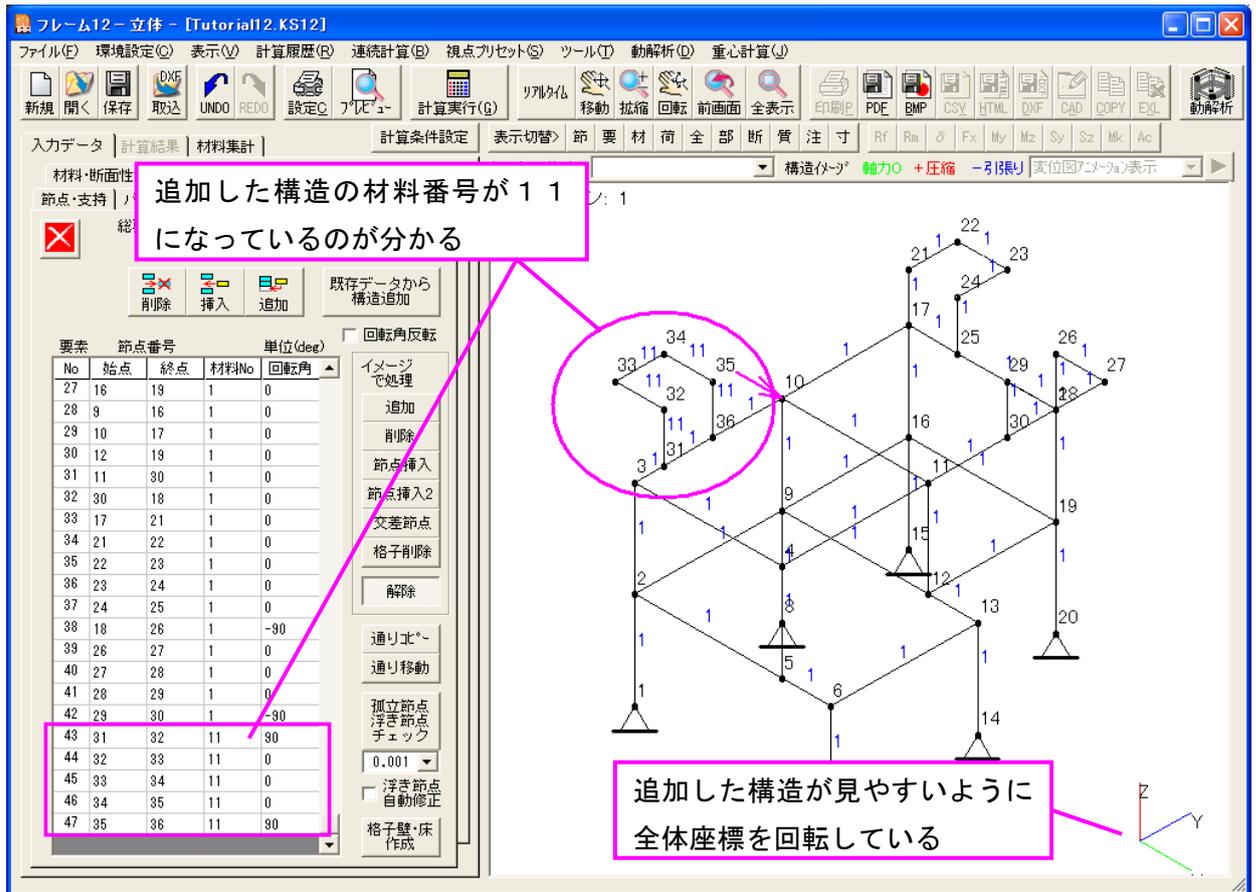
では今度は座標値を入力して構造を追加してみましょう。どこに追加するかはあらかじめ決めておきます。

では[既存データから構造追加] ボタンをして[+] ボタンでZ軸回転角を 90 °まで回転させます。また今回は材料番号オフセットに10を選択してみます。読み込んだ既存データで使っていた材料番号は1でしたが材料番号オフセットを10にすることで追加される構造の材料番号が11に変更されます。

次に[配置先座標を入力] ボタンを押すと座標値の入力欄が表示されますのでここでは節点3のちょっと奥側として $X=0$, $Y=300$, $Z=2000$ を入力しておきます。



ではこの条件で追加を実行してみます。



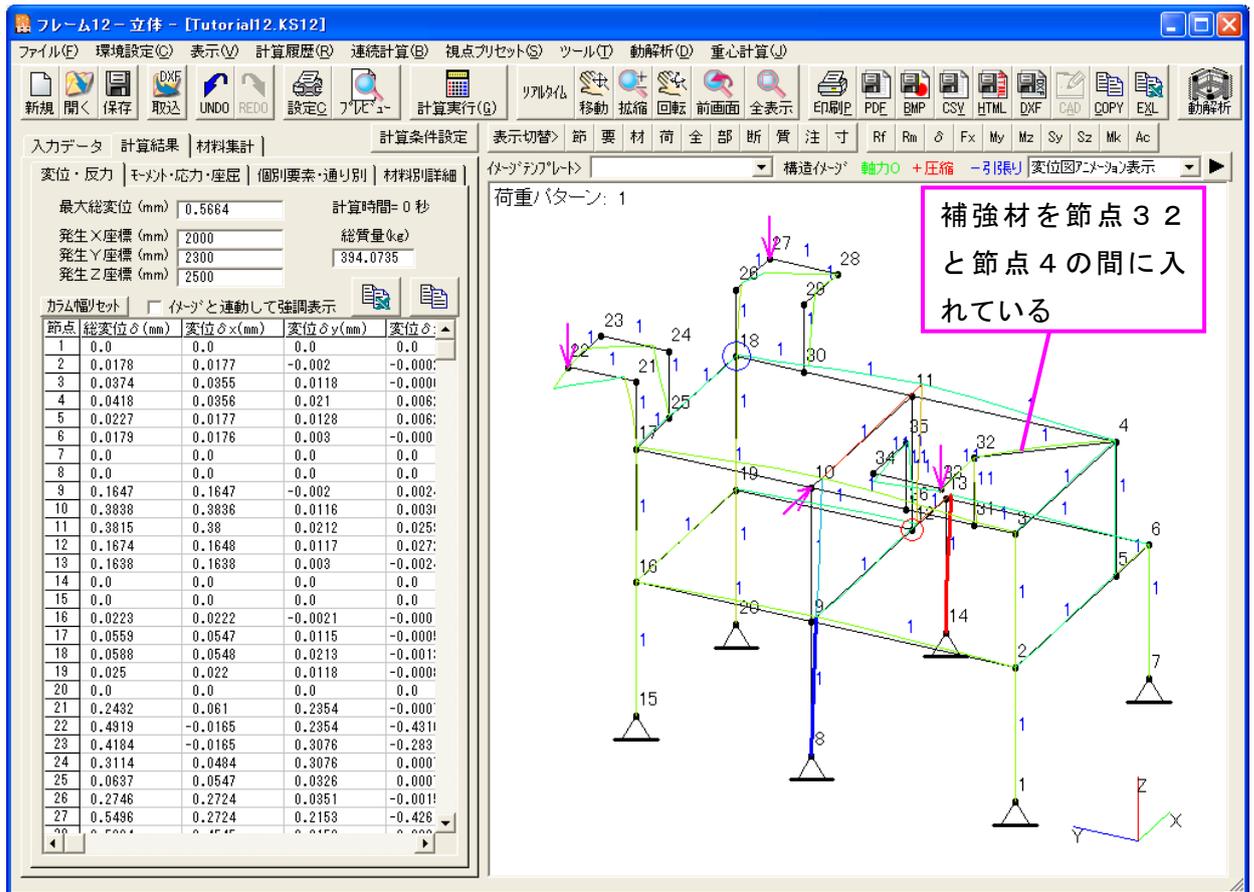
ここでは追加された構造が見やすくなるように全体座標を回転しています。

これから分かるように材料番号オフセットを 10 にしているの追加された要素の材料番号は 11 になっています。また節点 31 と節点 36 は元の要素の上に追加されていますがこれらは自動的につなぎ直されるようになっています。

配置座標が分かりにくい場合はあらかじめ配置点用の節点を元の構造に作っておくのも良いでしょう。

ここで追加した要素の節点 22, 27, 33 に垂直荷重 -100N をかけて計算してみます。最後に追加した構造の節点 33 の荷重は梁のねじりで支えることになり変位が大きくなりますので節点 32 と節点 4 に補強材を入れておきます。

ではこの条件で計算してみます。



特に問題なく計算されています。この例は大雑把ではありますがホイス用構造などに
 応用できるのではないかと思います。部分的に類似の構造をよく使う場合は追加用のデータ
 として整備してライブラリ化しておくことで作業効率が向上するものと思います。

なお今回は“同じ座標の節点を統合する”をチェックして節点を統合していますがこの
 チェックを外すと節点が統合されずに剛接合の接合設定となります。剛接合のままでは
 統合の方が良いですが元の構造と部分的にピン接合したい場合にはこのチェックを
 外して追加実行し後から接合設定でピン接合に変えるとよいでしょう。

(Tutorial13.KS12)

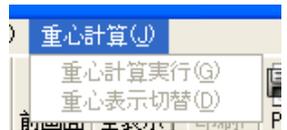
既存データから構造を追加してみよう 終了

◇重心計算をしてみよう

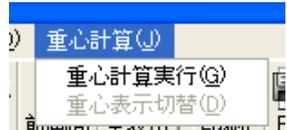
[フレーム構造解析 1 1] から重心計算の機能が追加されています。先の説明で使った構造
 で重心位置を計算してみましょう。データを修正してしまった場合は Tutorial13.KS12 を
 読み込んでおきます。

重心計算はプルダウンメニューから実行しますが重心計算も構造計算と同じ計算を行いま
 すので計算が正常に通る構造物でないと重心計算はできません。

そのため計算を実行していない状態では「重心計算」をクリックしても右に示すようにサブメニューはグレーアウトして使えません。



一旦、通常の計算を実行するとサブメニューの「重心計算実行」がクリックできるようになりますのでこれをクリックして重心計算を実行します。



No	X座標	Y座標	Z座標	支持の種類
21	0	2800	2500	自由
22	0	3300	2500	自由
23	500	3300	2500	自由
24	500	2800		
25	500	2800		
26	1500	2800		
27	2000	2800		
28	2000	2300		
29	1500	2300		
30	1500	2300	2000	自由
31	0	300	2000	自由
32	0	300	2500	自由
33	-500	300	2500	自由
34	-500	800	2500	自由
35	0	800	2500	自由
36	0	800	2000	自由
CG	785.4532	1485.903	1534.437	<重心座標

重心計算が終了すると節点・支持のデータ表示欄の最後に「CG」として重心の座標値が表示され支持の種類は「<重心座標」と表示されます。

またサブメニューの「重心表示切替」が使えるようになりますのでこれをクリックすると表示、非表示を切り替えることができます。

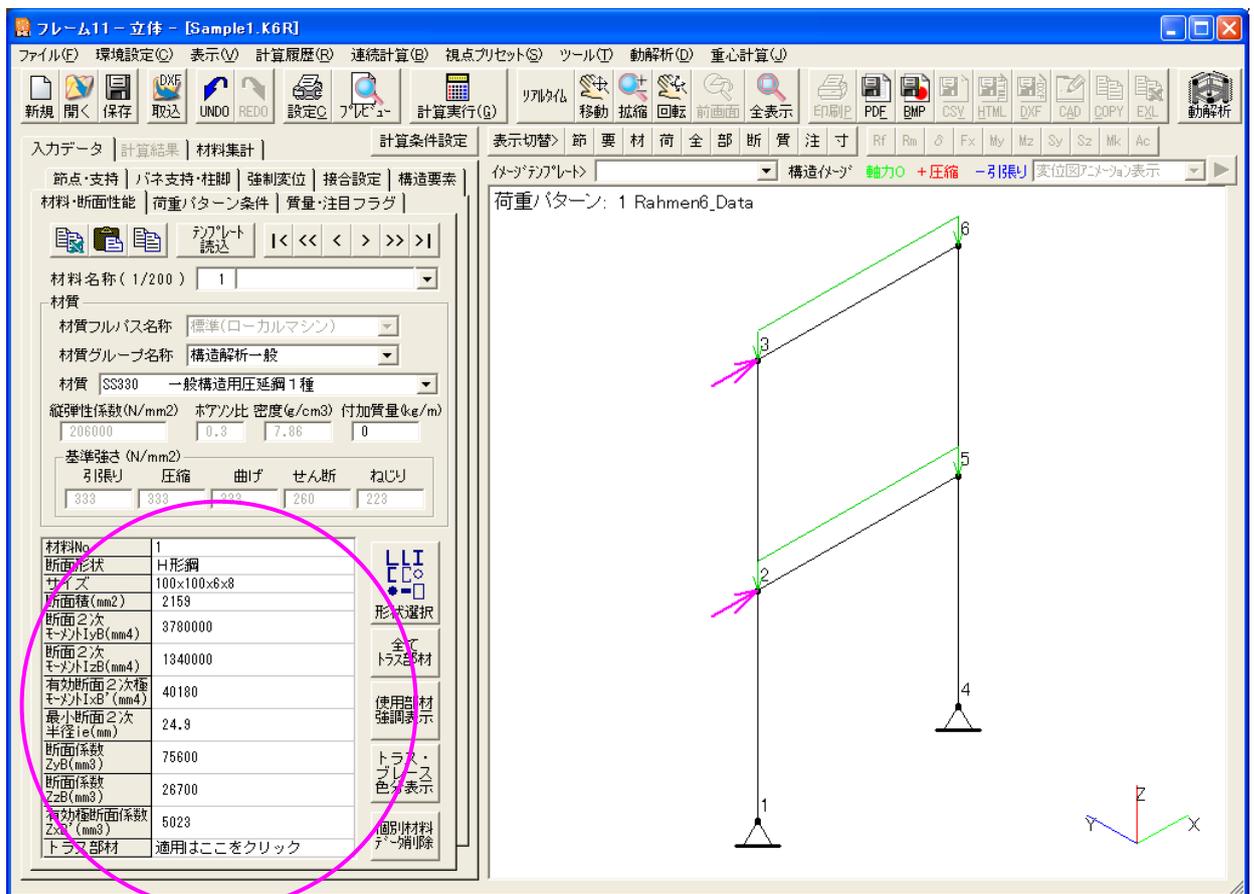
イメージの重心位置は構造を3次元回転してみるとどこにあるかが良く分かります。簡単な機能なので各自で試してみてください。

◇通りコピー機能を使ってみよう

通り形状が同じ場合は先ほどのように [DXFデータ取込] を利用すると便利ですが必ずしもDXFファイルがあるわけではないので、その場合は手入力しなければなりません。その場合に便利な機能がこの [通りコピー機能] です。

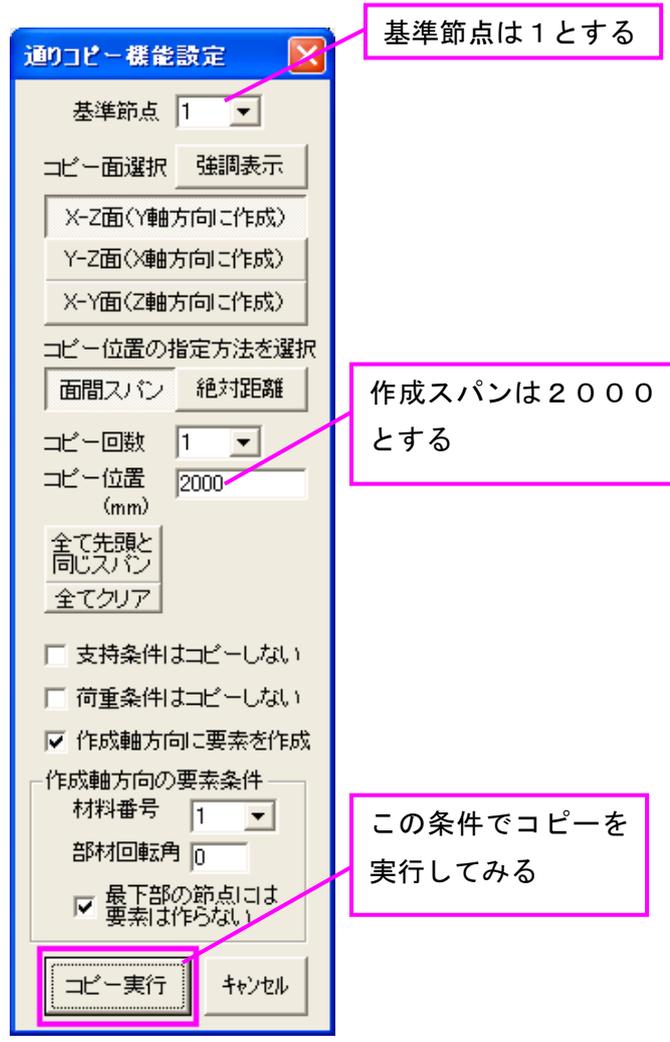
まず一面は手入力します。あるいは2次元の [フレーム構造一平面] や [構造解析6] の [ラーメン構造解析] のデータを読み込んで使えます。

ここでは [構造解析6] の [ラーメン構造解析] のサンプルデータ Sample1.K6R を読み込んでみます。



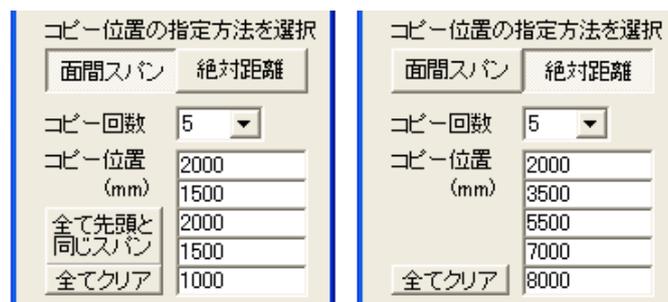
なお [構造解析6] の [ラーメン構造解析] と [フレーム構造解析12] では断面データが異なるので断面形状は再選択しておいてください。標準の断面形状であれば [形状選択] ボタンをクリックして断面形状選択ダイアログを開くとデフォルトで選択されていますのでそのまま [確定] すれば再選択できます。

続いて [構造要素] のタブをクリックして [通りコピー機能] のボタンをクリックします。



ここで通りのコピー条件を設定しますが【フレーム構造解析12】では基準節点のリストボックスの下に【強調表示】のボタンが追加されこれを押下するとイメージ上でコピー元となる通りを強調表示できます。通りが複数ある構造でコピー元の通りが分かりにくい時に便利です。

また【フレーム構造解析12】では次に示すようにコピー回数を選択すると最大5回の通りコピーを同時に行うことができます。



選択したコピー回数に応じた入力欄が表示されますので【面間スパン】か【絶対距離】を選択してコピー位置を入力します。

「面間スパン」を選択している場合は「全て先頭と同じスパン」ボタンが表示されますので先頭のスパンのみ入力してからこのボタンをクリックすれば全ての入力欄に同じスパンが入ります。

では基準節点は1でコピー面はX-Z面、コピー回数は1回、作成スパンを2000として他の条件はそのまま「コピー実行」してみましょう。

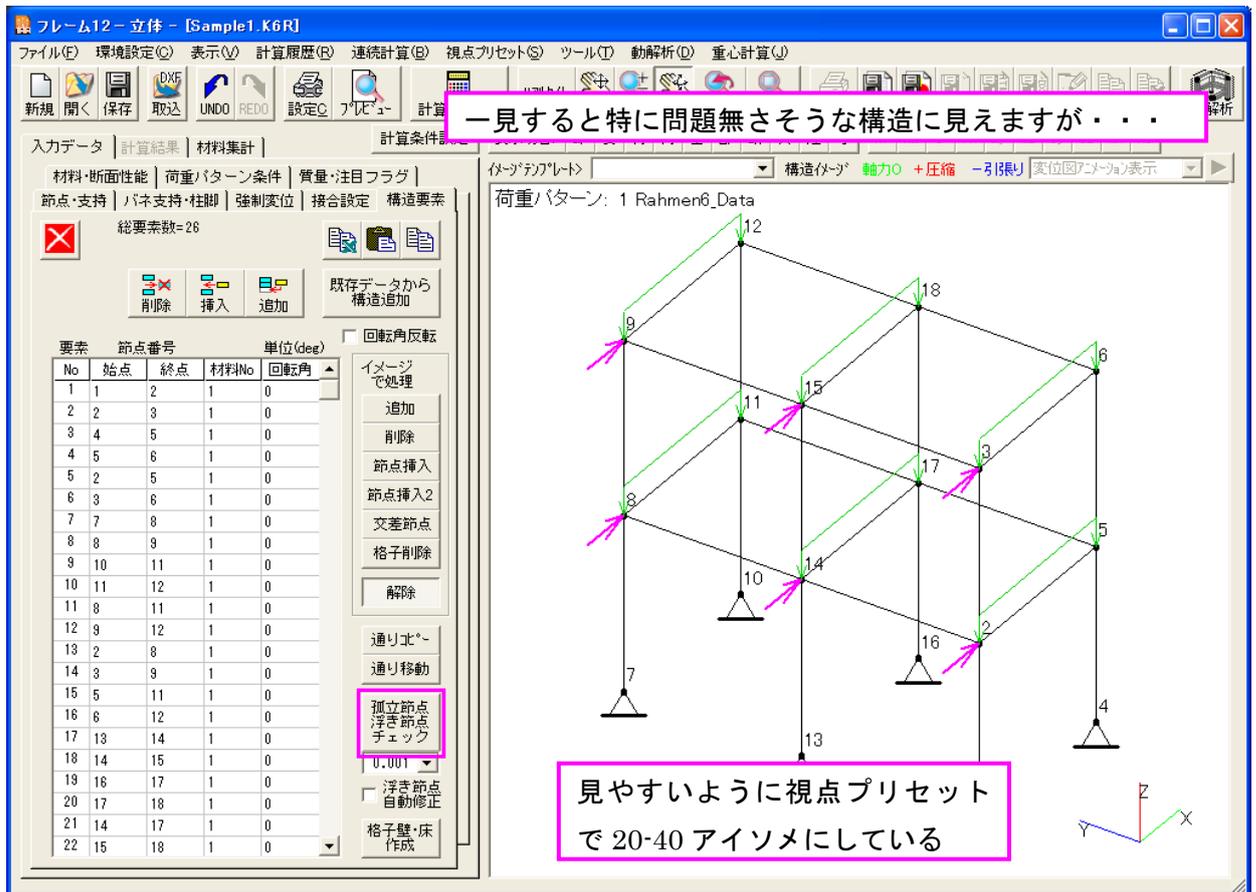
通りがコピーされ支持条件や荷重条件もコピーされて、さらに作成軸方向の要素も追加されている

通りコピーで新しく10個の要素が追加された

要素No	始点	終点	材料No	回転角
1	1	2	1	0
2	2	3	1	0
3	4	5	1	0
4	5	6	1	0
5	2	5	1	0
6	3	6	1	0
7	7	8	1	0
8	8	9	1	0
9	10	11	1	0
10	11	12	1	0
11	8	11	1	0
12	9	12	1	0
13	2	8	1	0
14	3	9	1	0
15	5	11	1	0
16	6	12	1	0

このように一面の通りの設定から簡単に立体構造を設定することができます。コピー条件によっては荷重条件や支持条件をコピーしないようにもできますので状況によって選択してください。

ただし複数回の通りコピーする場合は作成方向の最も外側の通りをコピーしていかないと要素が2重描きになってしまいますので注意してください。たとえばもう一度基準節点を1のままで作成スパンを1000としてコピーを実行してみます。



見た目は問題ないように見えますが、たとえば節点2に注目すると最初のコピーで節点2-8の要素が作られ2回目のコピーでは節点2-14の要素が作られています。したがって節点14は節点2-8の要素上にあるように見えますが実はつながっておらず、また節点2-14の部分は二重になっています。

通りコピー機能以外でも設定ミスで見た目は要素上にある節点でも設定上はつながっていないということが起きるのでそれをチェックしたい場合はタブ右下にある「孤立節点・浮き節点チェック」ボタンをクリックします。すると次のメッセージが表示されます。



孤立節点はどの要素ともつながっていない節点で、浮き節点はイメージ上は要素の上にあるがその要素とはつながっていない節点のことでそういう節点が見つかるこのようにメッセージに節点番号が表示されますので構造要素の設定内容を見直してください。

「孤立節点・浮き節点チェック」ボタンの下にあるリストボックスは浮き節点のチェックレベルを mm 単位で設定するものです。



今回の事例のように水平・垂直の部材で構成している場合はほぼ問題ないと思いますが斜めの要素の途中に節点がある場合は座標値の精度により浮き節点チェックで検出できず、次で説明する自動修正も行われなない場合がありますのでそういう場合はチェックレベルを上げて試してみてください。逆に不用意に大きなチェックレベルにすると予期しなかったところが修正されてしまうことも考えられますので様子を見ながら徐々にチェックレベルを上げていくと良いでしょう。

(Tutorial14.KS12)

通りコピー機能を使ってみよう 終了

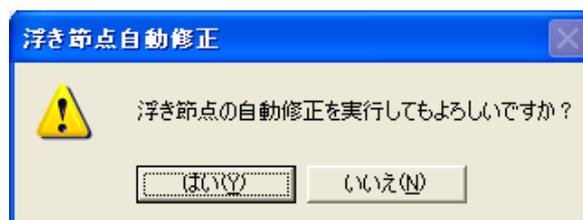
◇浮き節点の自動修正機能を使ってみよう

[フレーム構造解析12]には浮き節点の自動修正機能があります。ここでは通りコピー機能で使ったデータを引き続き使いますのでデータを変更している場合はTutorial14.KS12を読み込んでみます。

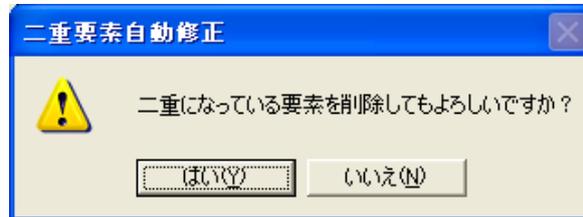
使い方は簡単で[孤立節点・浮き節点チェック]ボタンの下にある“浮き節点自動修正”をチェックしてから[孤立節点・浮き節点チェック]ボタンをクリックします。



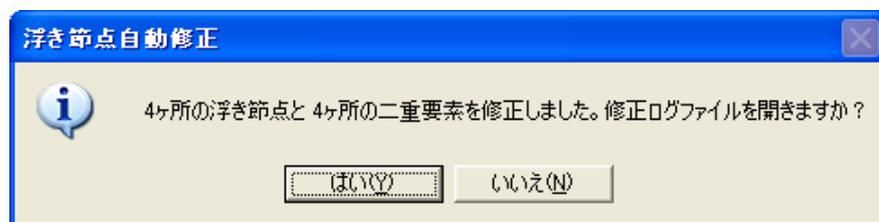
実行前に次に示す確認メッセージが表示されますので [はい] をクリックします。



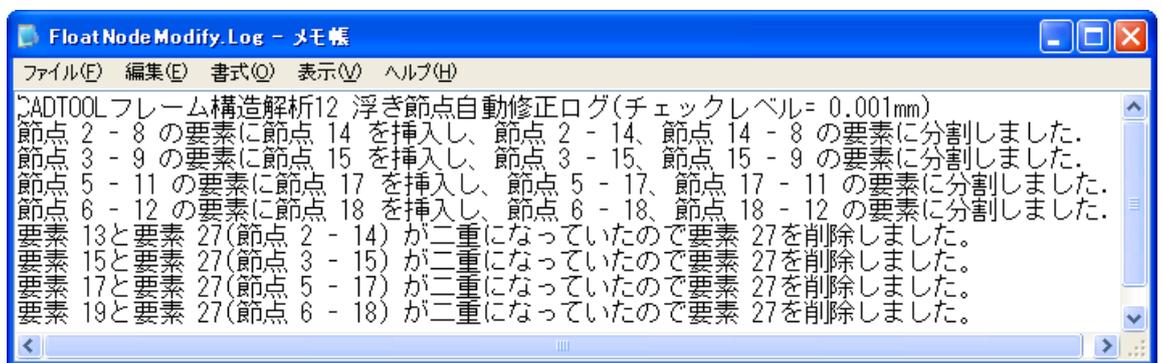
続いて二重要素を削除するかどうかのメッセージが表示されます。これは通りコピー等で意図しない二重要素ができている場合には便利ですが、意図的に二重要素を設定している場合も削除されてしまいますので、その場合は [いいえ] をクリックして手動で不要な要素を削除するようにしてください。ここでは [はい] をクリックします。



修正が完了すると次のメッセージが表示され修正箇所の数分かるようになっていきます。



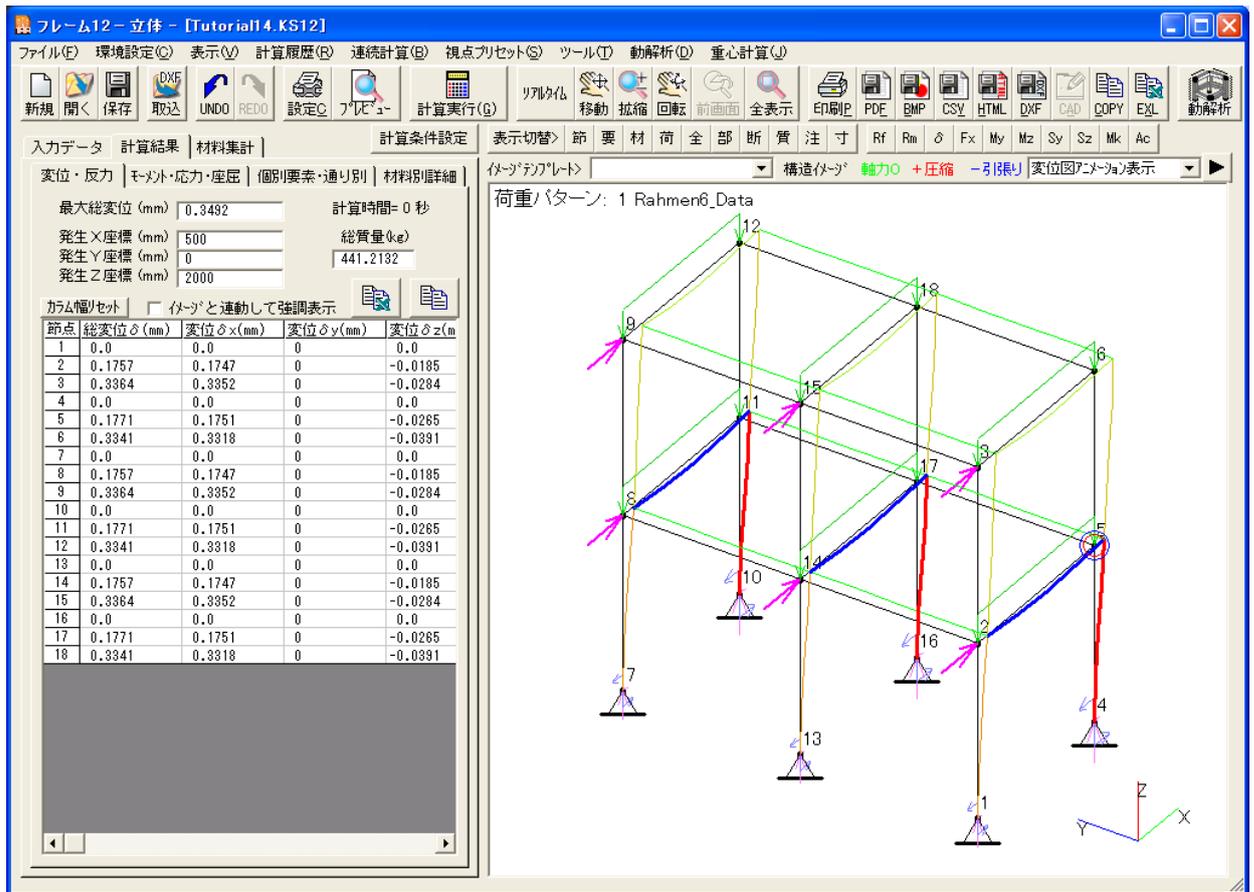
ここで [はい] をクリックすると自動修正の内容を書き出したログファイルが開くようになっていきます。



通常拡張子が log のログファイルは何らかのテキストエディタに関連づけられて自動的に表示できると思いますが、自動で開かない場合は [フレーム構造解析 12] の作業フォルダに FloatNodeModify.log というテキストファイルができますのでこれを開きます。ここではメモ帳で開いたものを示します。

なお浮き節点の自動修正や二重要素の削除は処理の都度、要素番号が振り直されるので要素番号では分かりにくく節点番号をたどって確認してみてください。

では自動修正後のデータで計算してみましょう。



特に問題なく計算が実行されているのが分かります。

このように浮き節点の自動修正機能は便利な機能ですが修正内容が意図したものになっているかどうかは十分確認してください。また節点を介して要素をつなげていくのが基本ですのでこの機能を頼りにしないで最初から浮き節点ができないように設定していくことが望ましいです。

(Tutorial15.KS12)

浮き節点の自動修正機能を使ってみよう 終了

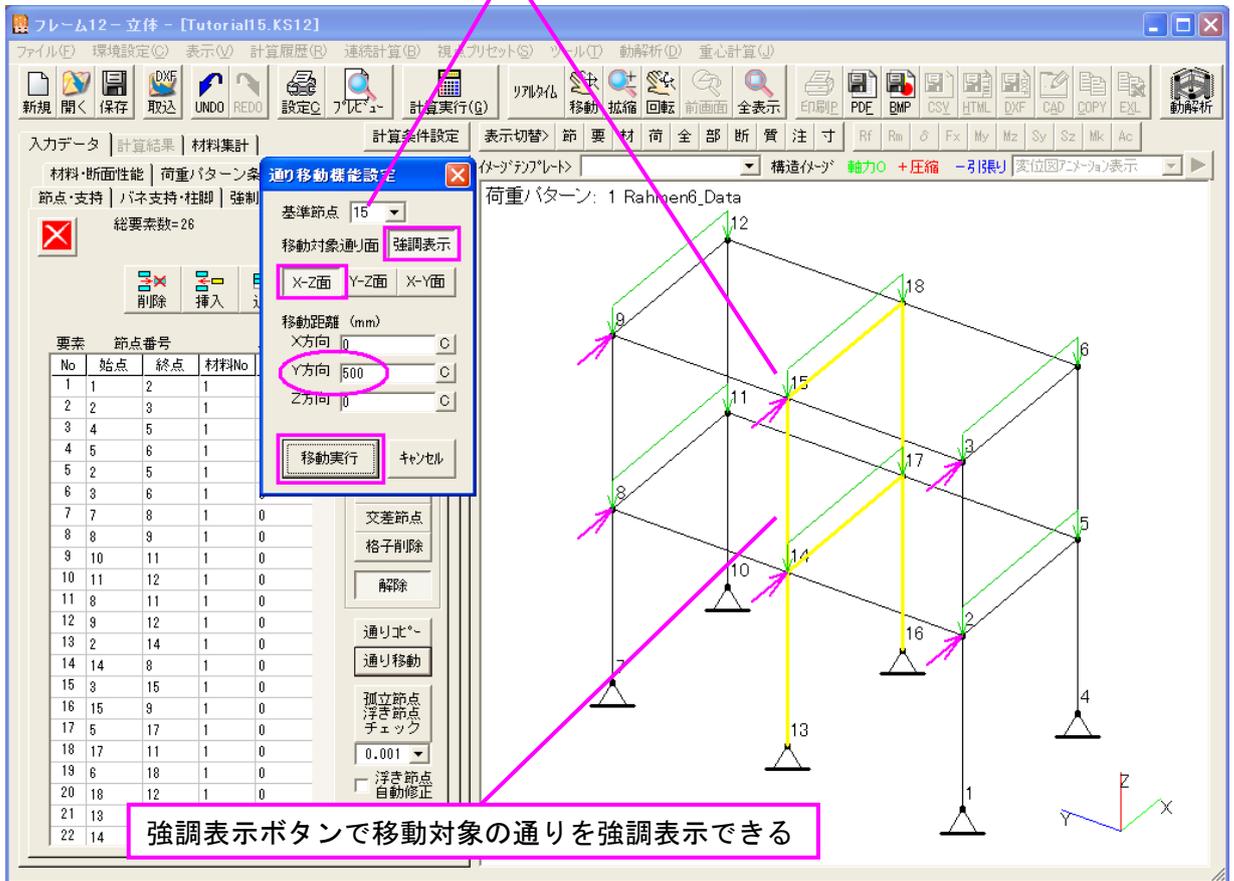
◇通り移動機能を使ってみよう

[DXFデータ取込] や [通りコピー機能] を使うと通りを基本とした構造が簡単に作成できることが分かったと思います。ここで通りの位置を移動したい場合、従来は通りの座標値を手動で変更する必要がありましたが [フレーム構造解析8] から通りを一括して移動する [通り移動] 機能が付きました。

ここでは前の浮き節点自動修正のデータを使って説明しますのでデータを変更している場合は Tutorial15.KS12 を読み込んでみます。

[構造要素] のタブを開き [通り移動] ボタンをクリックすると通り移動機能設定ダイアログが開きます。

基準節点は移動対象通り面に含まれるどの節点でも良い



強調表示ボタンで移動対象の通りを強調表示できる

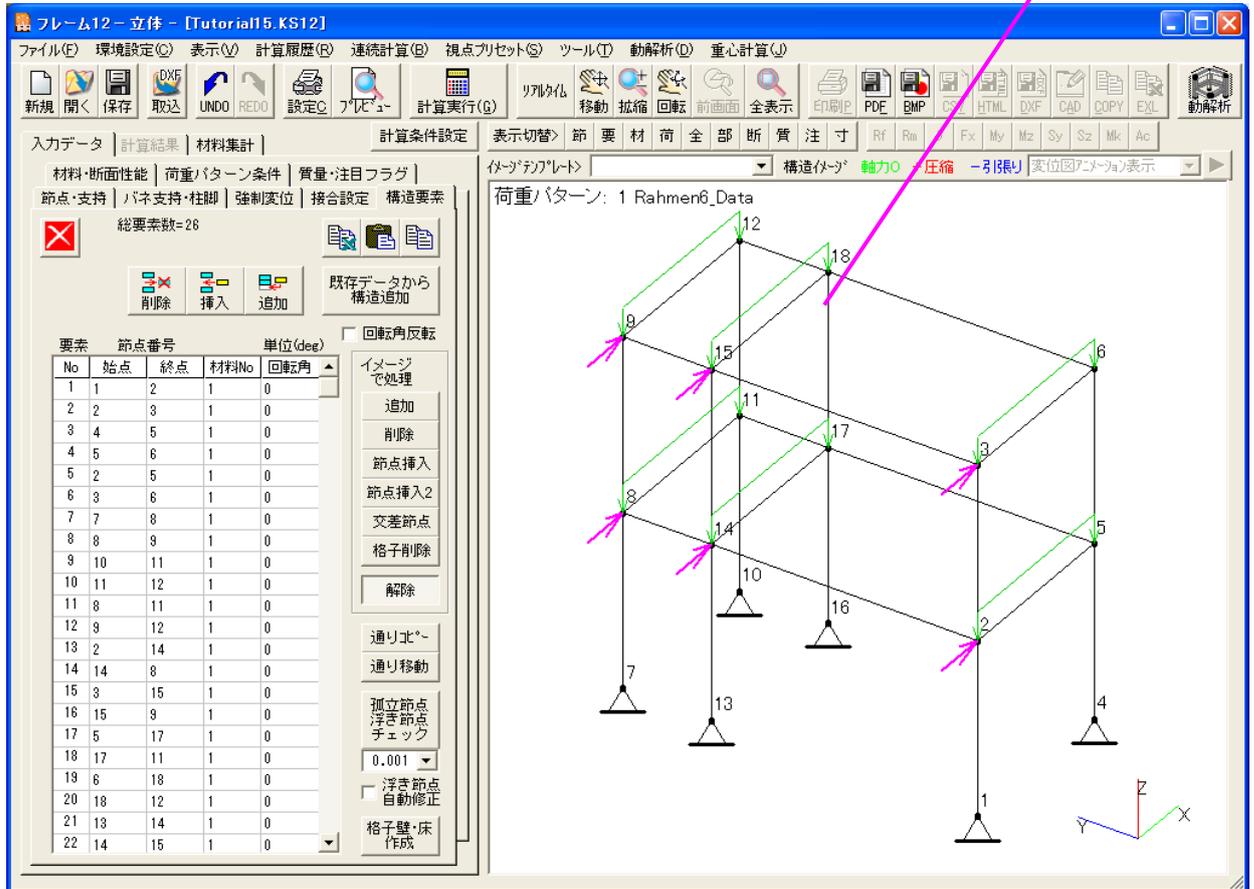
ここで基準節点は移動対象通り面に含まれるどの節点でもかまいません。ここでは基準節点に15を選択します。移動対象通り面は[X-Z面]としますので節点13~節点18を含む面が移動対象通り面となります。

また[フレーム構造解析12]では先ほどの[通りコピー]や[通り移動]に[強調表示]ボタンが追加されておりそのボタンを押下すると対象の通りが強調表示できますのでより分かりやすく操作できるようになっています。

移動方向はY方向に500mmとしますが移動対象通り面に関係なくXYZのどの方向にも移動が可能です。

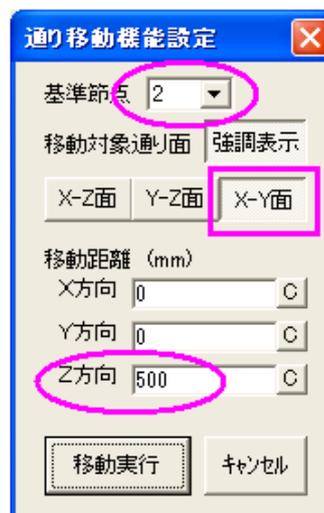
では [移動実行] ボタンをクリックして通り移動を実行してみます。

節点13～節点18の通りが500mm Y方向に移動した

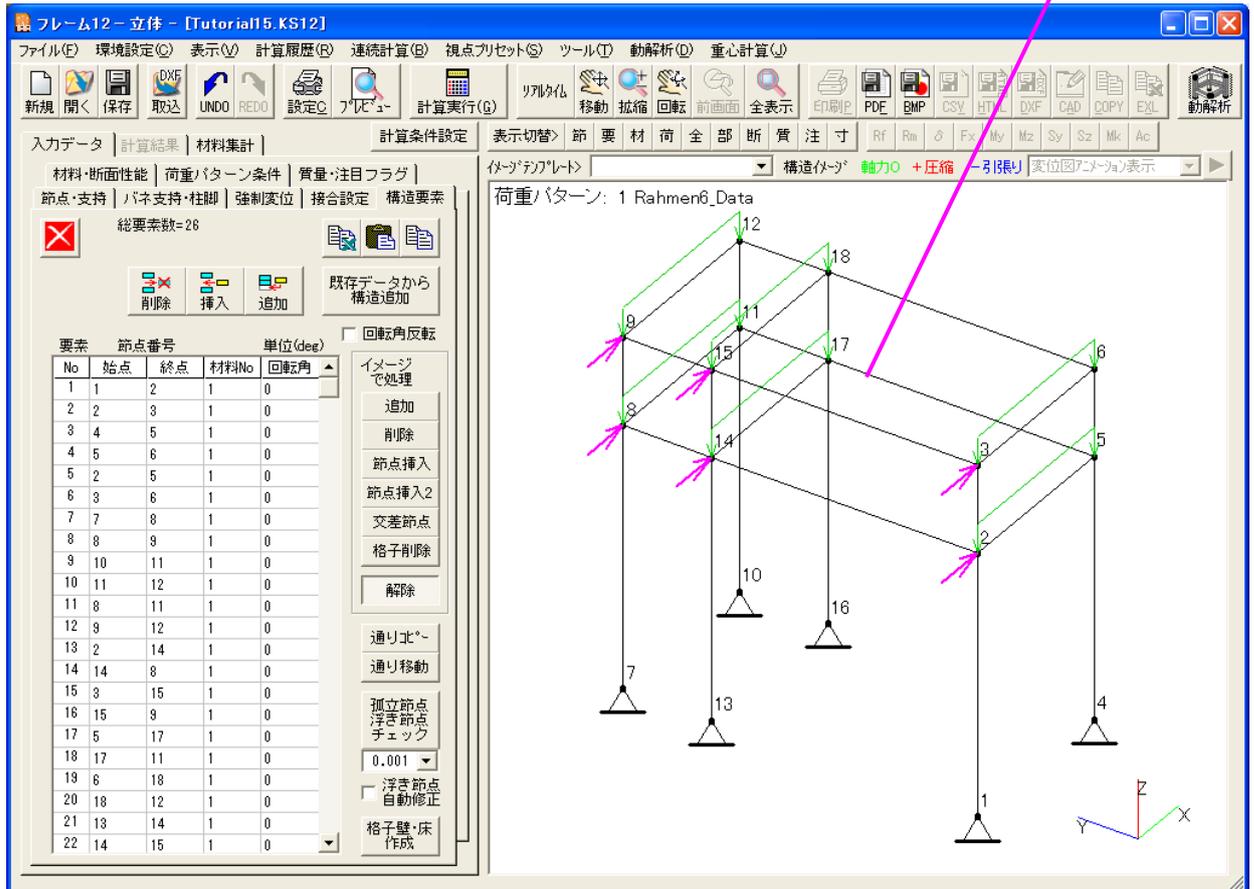


節点13～節点18を含む面が移動対象通り面がY方向に500mm移動したのが分かります。では同様にして節点2を含む中段の水平面を上に移してみましょう。

次に示すように基準節点に2を選択し移動対象通り面は [X-Y面]、移動距離はZ方向に500mmで実行してみます。

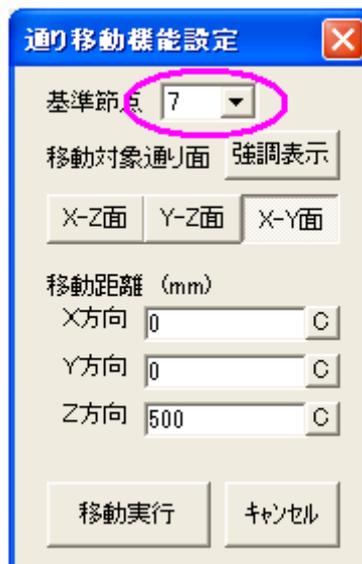


節点 2 を含む中段の水平面が上に 500 mm 移動した

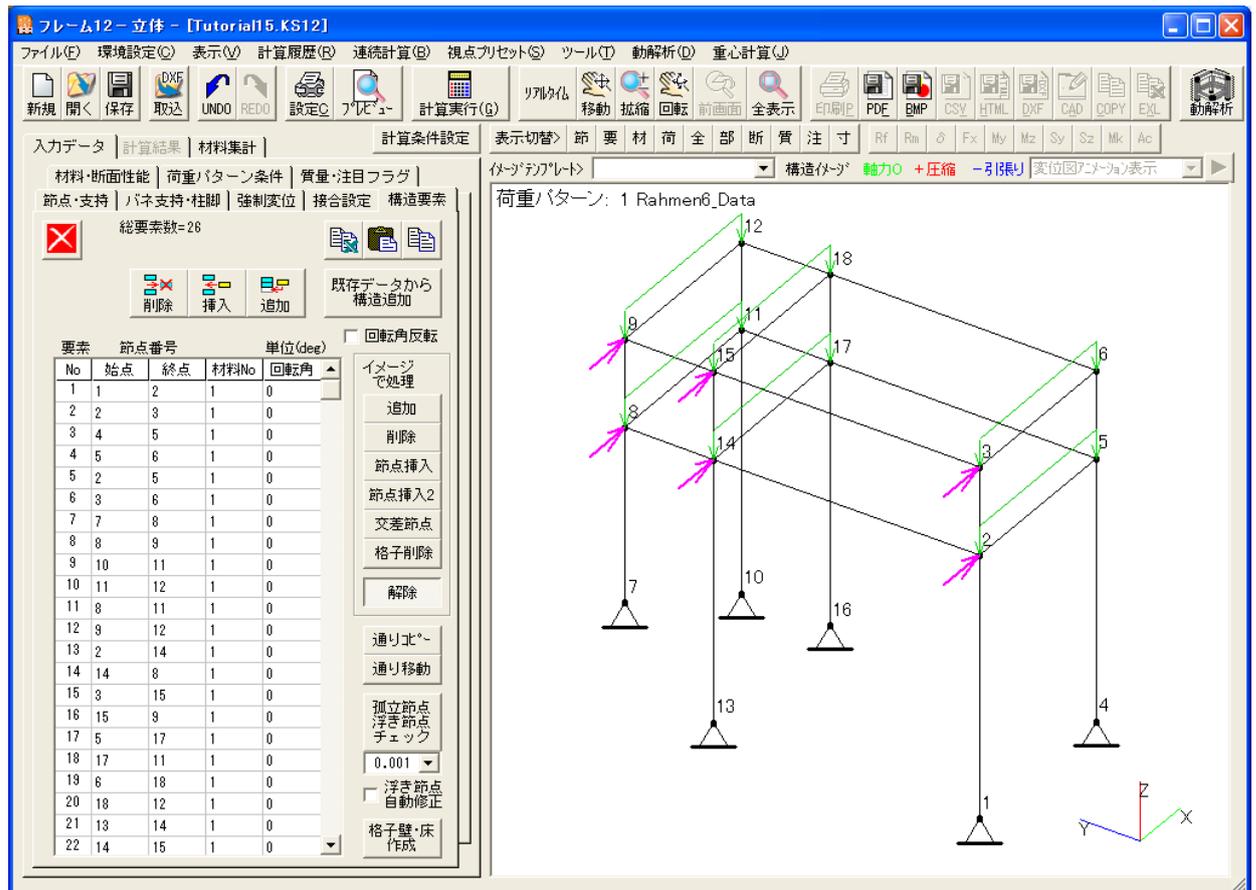


今度は節点 2 を含む中段の水平面が上に 500 mm 移動したのが分かります。

今と同じ条件で基準節点を節点 7 にしたらどうなるでしょうか？ 試してみましょう。



この条件で移動実行してみます。



今度は節点7のみ移動し、同じX-Y面にある他の全固定節点は移動していません。

これは意図していない節点の移動を防ぐため同じ移動対象通り面でも基準節点と要素でつながりのあるものだけを移動対象としているためです。

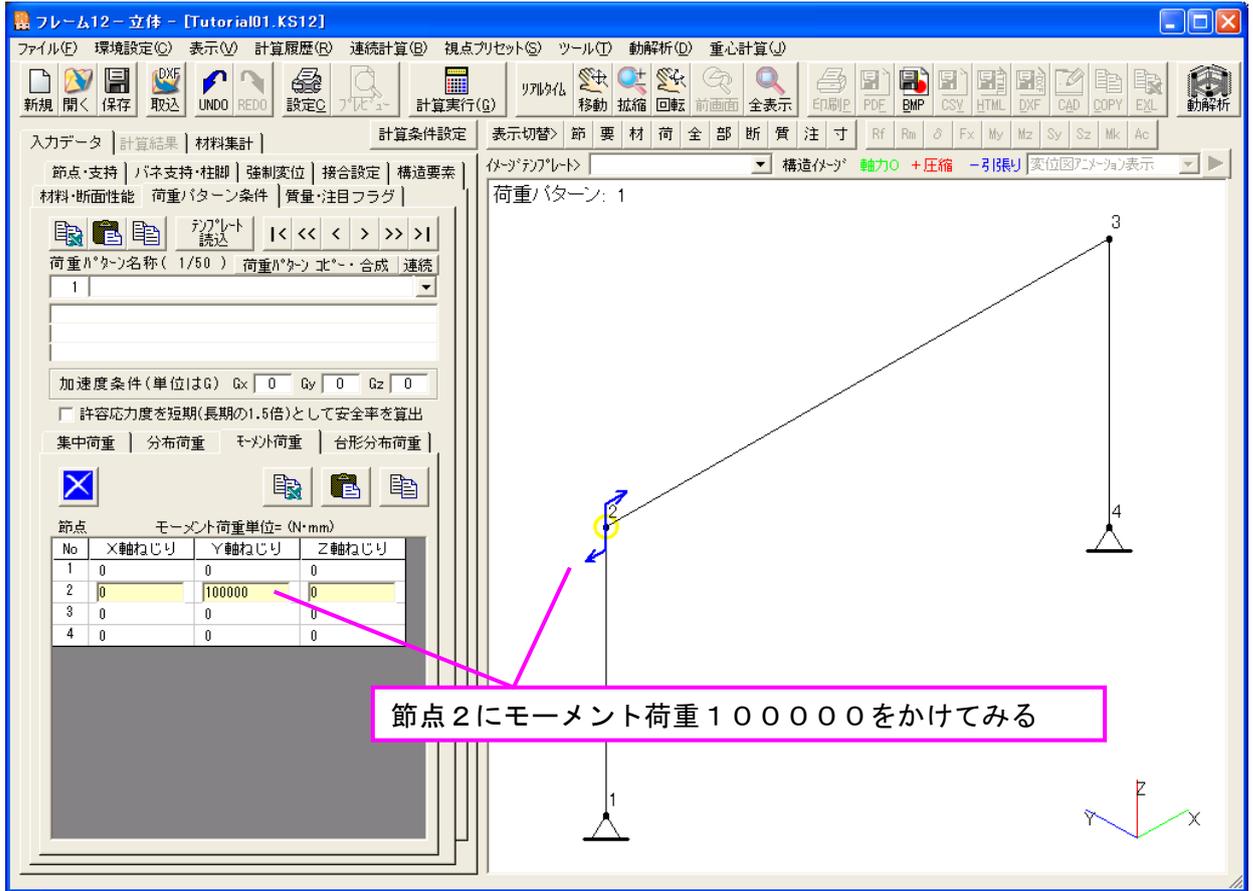
このように通り移動機能を使うと通りや床のような面単位で構成されている構造物を簡単に編集することができます。

通り移動機能を使ってみよう 終了

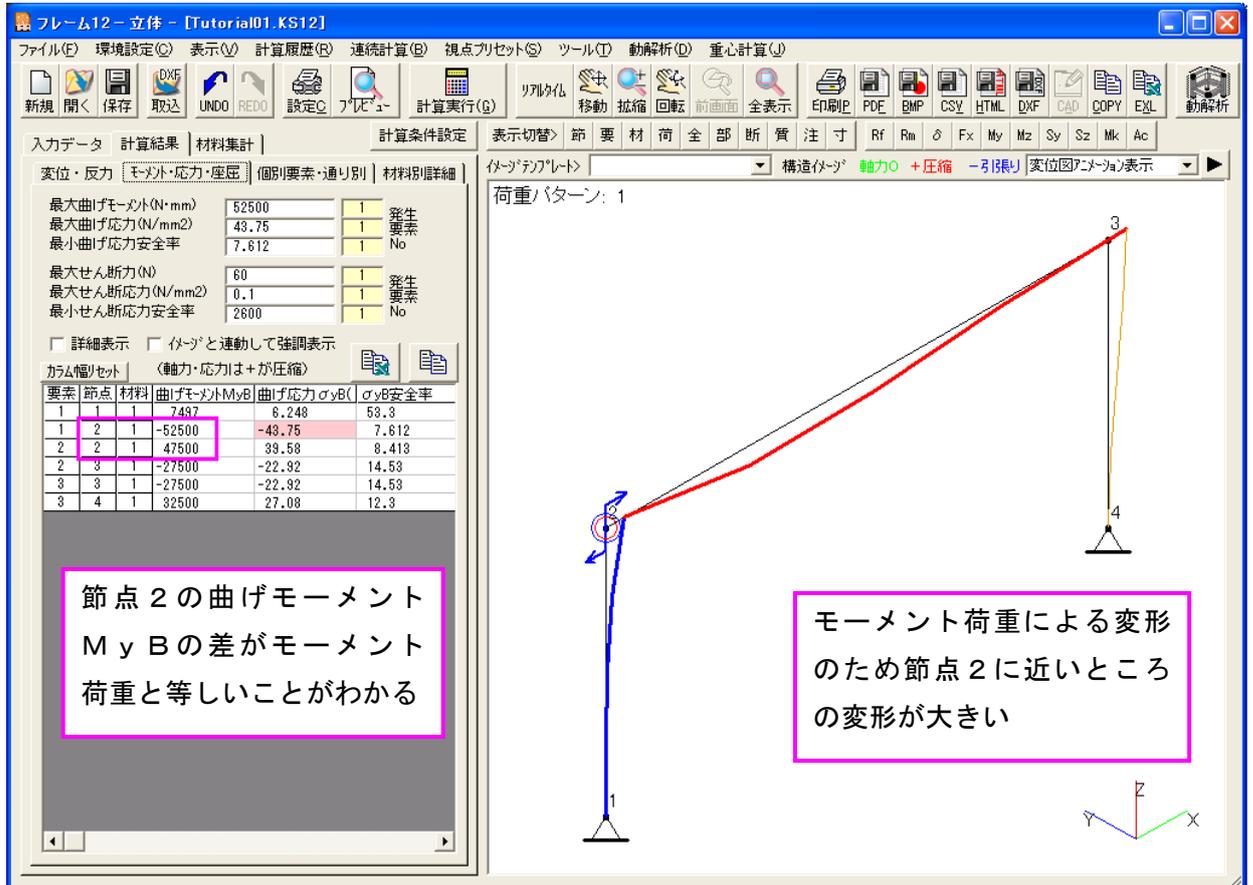
◇モーメント荷重をかけてよう

モーメント荷重は節点を各軸方向にねじる荷重で、集中荷重と同様の操作で設定できます。

ここでは最初の門形ラーメンにモーメント荷重をかけてみましょう。門形ラーメンは新規に設定するか、サンプルデータの Tutorial01.KS12 を読み込んでから [荷重パターン条件] タブを開き集中荷重を全て消去して [モーメント荷重] のタブを開きます。



[モーメント荷重]の節点2の設定欄をクリックしてデータ入力ボックスを表示させてY軸ねじりの入力欄に100000を入力して計算してみます。



かかっている荷重は節点2のモーメント荷重だけなので節点2の周辺で変位が大きくなっているのが分かります。また節点2のY軸回りの曲げモーメントを見ると要素1と要素2の各節点2のモーメントの差が入力したモーメント荷重と同じことが分かります。他の軸にもモーメント荷重をかけてみてどのように変形するかなど試してみてください。

モーメント荷重をかけてよう 終了

◇台形分布荷重をかけてみよう

台形分布荷重を設定したい場合は他の荷重条件と同様に [荷重パターン条件] タブにある [台形分布荷重] のタブを開きます。

台形分布荷重は節点数や要素数とは関係ないので設定欄は空欄になっています。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。

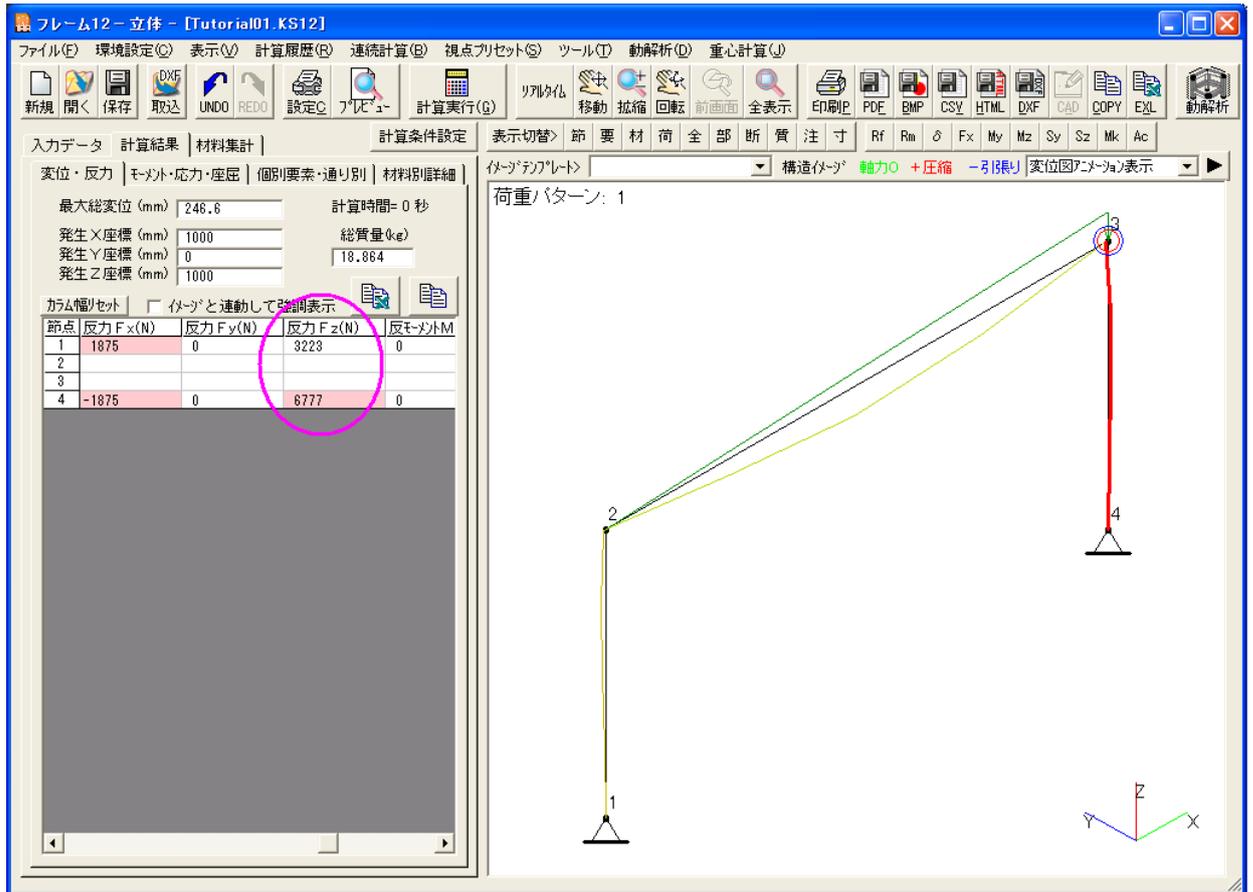
No.	節点番号	X軸方向	Y軸方向	Z軸方向
1	始点 2	0	0	0
	終点 3	0	0	-10

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0でもかまいませんので三角分布荷重や等辺分布荷重の設定ができ要素を分割して組み合わせれば台形分布荷重も設定できます。

ここでは始点節点に2、終点節点に3を選択して始点側の分布荷重は全て0、終点側のZ軸方向に-10を入力して三角分布荷重をかけてみます。なお先ほどのモーメント荷重は削除しておいてください。

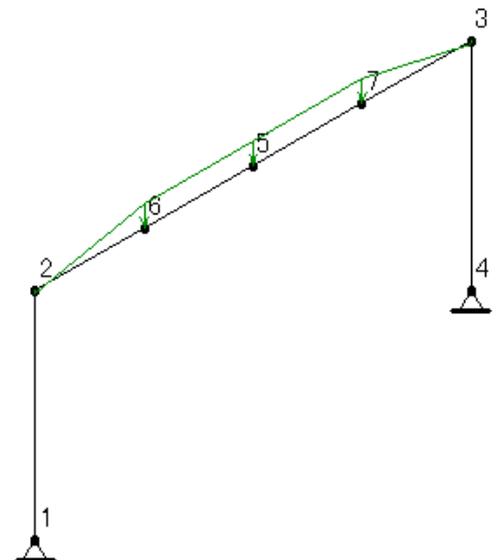
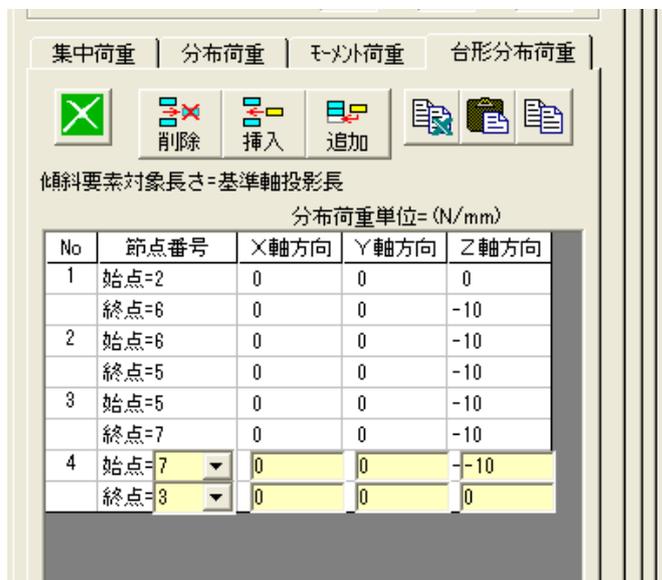
ではこの条件で計算してみます。



節点2から節点3に向かって分布荷重値が大きくなっていますのでZ方向の支持点反力を見ると節点1に対して節点4の反力が大きくなっています。

また反力の合計はちょうど10000Nになりますがこれは節点間の長さが2000mmで平均の分布荷重値は-5N/mmになるので三角分布荷重の合計と一致します。

次は要素の途中に節点を挿入して台形分布荷重を設定した例になります。



このようにいろいろに応用できる台形分布荷重ですが、その原理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。

また途中で要素が途切れているか等のチェック機能はありませんので構造が複雑な場合は意図しない節点に荷重がかかってしまう恐れもあります。この原理を理解して台形分布荷重の設定にあたっては十分注意してください。

台形分布荷重をかけてみよう 終了

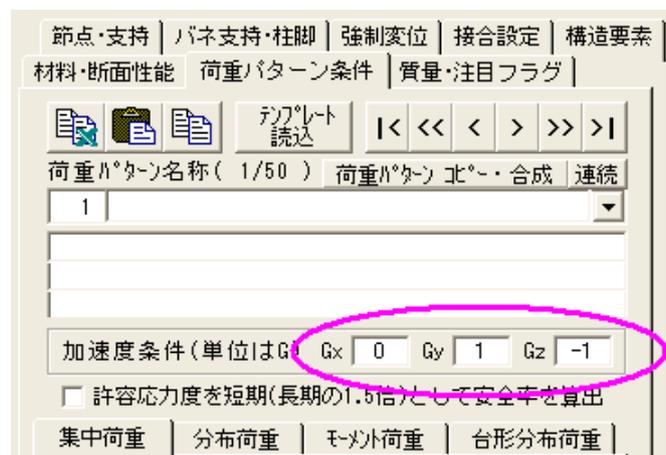
◇加速度条件を設定してみよう

ここでは最初の門形ラーメンに加速度をかけてみましょう。門形ラーメンは新規に設定するか、モーメント荷重と同様にサンプルデータの Tutorial01.KS12 を読み込んでから [荷重パターン条件] のタブを開き集中荷重を全て消去しておいてください。

加速度は $1\text{ G} = 9.80665\text{ m/s}^2$ (=重力加速度) として G の単位で設定します。加速度を cm/s^2 で表した gal (ガル: 非 S I 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。

なお [立体構造解析 Ver 3] 以前では [環境設定] の [計算条件・単位設定] のダイアログに自重条件の設定欄があり [部材の自重を考慮] のチェックボックスもありましたが、 [フレーム構造解析 7] から「荷重パターン条件」タブで加速度条件を設定するようになっています。また [部材の自重を考慮] のチェックボックスも廃止されているので自重や加速度を考慮したくない場合は加速度の数値を 0 にしてください。

では [荷重パターン条件] タブを開いて Y 軸方向に加速度 1 G をかけてみます。また自重に相当する加速度として Z 軸方向に -1 G (Z 軸は上方向が+なので注意) もかけてみます。



ではこの条件で計算してみます。

梁の要素2の個別要素詳細を表示してみる

個別要素詳細

節点	変位 δ_x (mm)	変位 δ_y (mm)	変位 δ_z (mm)	変位係
2	0.00014	0.827885	-0.000561	-0.06
[8]	0.00007	1.065707	-1.46225	-0.06
[9]	0.0	1.163637	-2.274285	-0.06
[10]	-0.00007	1.065707	-1.46225	-0.06
3	-0.00014	0.827885	-0.000561	-0.06

節点	曲げモーメントMyB	曲げ応力 σ_y B	σ_y 安全率	曲げモー
2	-11560	-9.635	34.58	-1011
[8]	5781	4.818	69.12	16330
[9]	11560	9.635	34.58	22110
[10]	5781	4.818	69.12	16330
3	-11560	-9.635	34.58	-1011

Y方向とZ方向に変位しているのが分かる

全体座標のところに加速度イメージが表示されている

個別要素詳細で梁の要素2の計算結果を表示してみるとY方向とZ方向に変位しておりどちらも中央部で最大の変位になっているのが分かります。

他の加速度を変更したときにどのような影響が出るかは各自で試してみてください。

また加速度条件は後で説明する荷重パターン毎に設定するようになっており、荷重パターンにいろいろな加速度設定しておいて荷重パターンを切り替えて計算することも簡単にできるようになっています。

また [フレーム構造解析9] からイメージ表示条件設定で加速度イメージの表示・非表示の設定ができるようになりました。加速度イメージを表示しておくと、加速度をかけていたのに0になっていたとか、逆に0にしていたはずなのに加速度がかかっていたなどのうっかりミスを防ぐことができると思います。

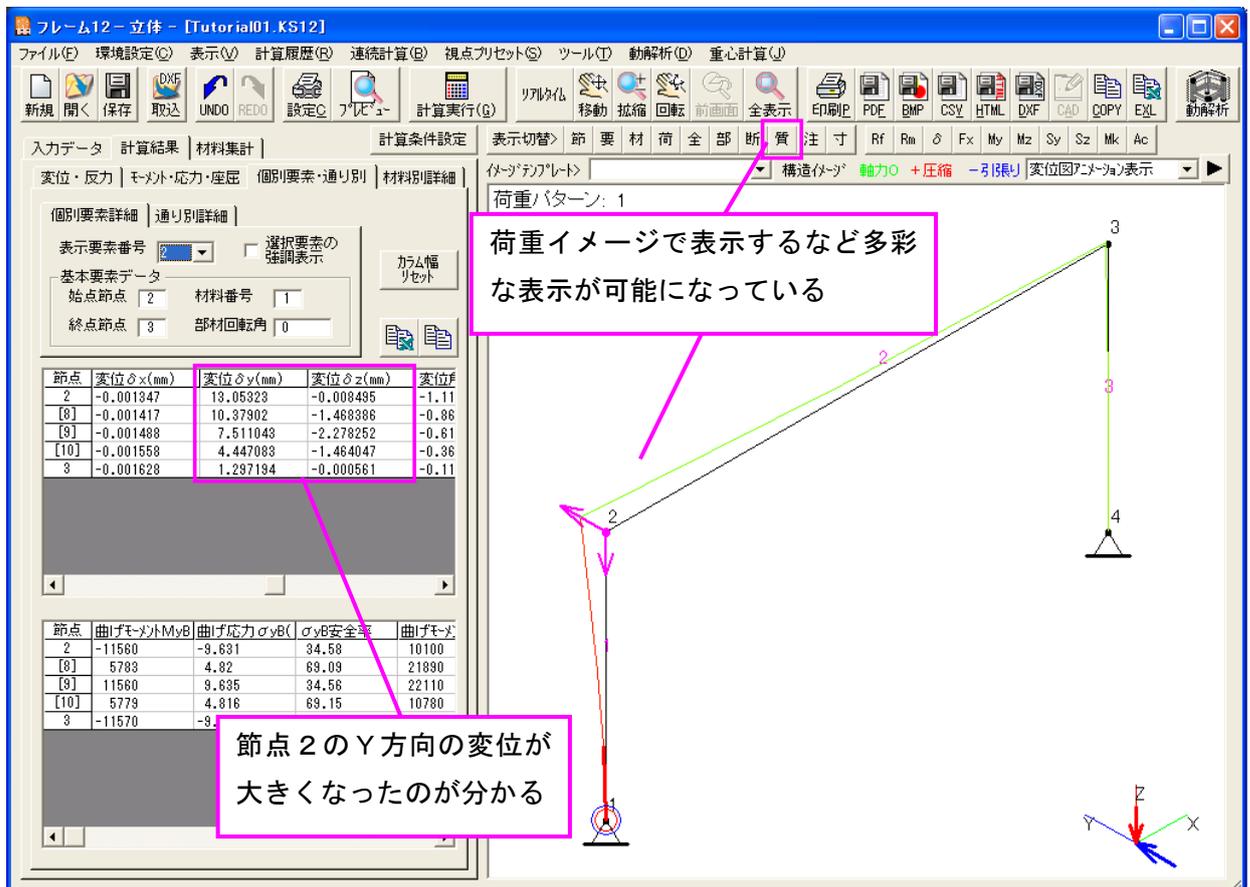
◇節点質量を設定してみよう

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 1 1〕では節点に質量を設定し加速度をかけて荷重として扱うことができます。節点質量を設定する場合は〔質量・注目フラグ〕のタブを開きます。節点質量は次で説明する注目フラグと共通で節点数に応じた設定欄が表示されます。



設定方法は節点毎に設定する集中荷重などと同じで設定したい節点の設定欄をクリックしてデータ入力ボックスが表示して質量の入力欄に設定したい節点質量を入力します。単位はデフォルトがk gですが〔フレーム構造解析 1 0〕から〔単位変更〕ボタンが追加されこのボタンをクリックする毎にk gとNが切り替えられるようになっています。ただしNは質量の単位ではありません。この機能では次で説明する加速度の値に関係なく質量1 k gは9. 8 0 6 6 5 Nに変換されて表示されます。

ここでは節点2に1 0 0 k gの節点質量を設定して加速度条件の説明で設定したYとZの加速度がかかったまま計算を実行してみます。



先ほどと同様に個別要素詳細で要素2の計算結果を見てみると今度は節点2のY方向変位が大きくなっているのが分かります。ここで節点2に設定した質量は100kgなのでこの質量に加速度1Gがかかった場合に発生する荷重は約981N(100×9.80665)になります。

試しに質量を0にしてこの荷重をY方向にかけてもほぼ同じ変位になります。なお節点2のZ方向は柱で支えているのでZ方向の荷重はかけなくてもほとんど影響はありません。

なお[フレーム構造解析11]からイメージ表示条件で質量イメージを荷重イメージで表示したり質量の値や荷重値を表示したりそれらの値に単位を付けて表示したりできるようになっています。これらの設定はイメージ表示枠の上の[質]ボタンでも切り替えが可能ですのでどのような表示になるのか試してみてください。

以上のように質量を設定した節点には質量×加速度の荷重が発生するので集中荷重のように使えますが[荷重パターン条件]の加速度条件により発生する荷重の大きさや方向が異なってきますので注意してください。

なお質量1kgで加速度を1Gとしたときに発生する荷重は工学単位の1kgfになります。SI単位では9.80665Nの荷重となりますので入力する質量の単位と発生する荷重の単位に注意して使ってください。また節点質量は総重量にも含まれるようになっています。

節点質量の機能は簡単ですので各自で試してみてください。

節点質量を設定してみよう 終了

◇注目フラグを設定してみよう

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。

注目フラグを設定すると下に示すようにフラグ(FLAGで旗の意味)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。

また節点を挿入したり削除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ことで視覚的に分かりやすくなります。

なお[質量・注目フラグ]のタブにある[全消去]ボタンでは節点質量の設定も消去してしまうので注意してください。

ここでは節点3に注目フラグ“C”を設定してみます。

注目フラグイメージと選択した記号が表示されている

節点質量の設定も消去されるので注意

No	X座標	Y座標	Z座標	質量(kg)	フラグ
1	0	0	0	0	
2	0	0	1000	100	
3	2000	0	1000	0	C
4	2000	0	0	0	

また注目フラグは集中荷重等の設定と同じで節点挿入などで節点番号が変わっても同じ節点に表示されるようになっています。次に節点3の前に節点を挿入した例を示します。

削除 挿入 追加 構造作成ウィザード

座標単位=(mm) 支持解説>>

No	X座標	Y座標	Z座標	支持の種類
1	0	0	0	全固定
2	0	0	1000	自由
3	0	0	1000	自由
4	0	0	1000	自由
C5	2000	0	1000	自由
6	2000	0	0	全固定

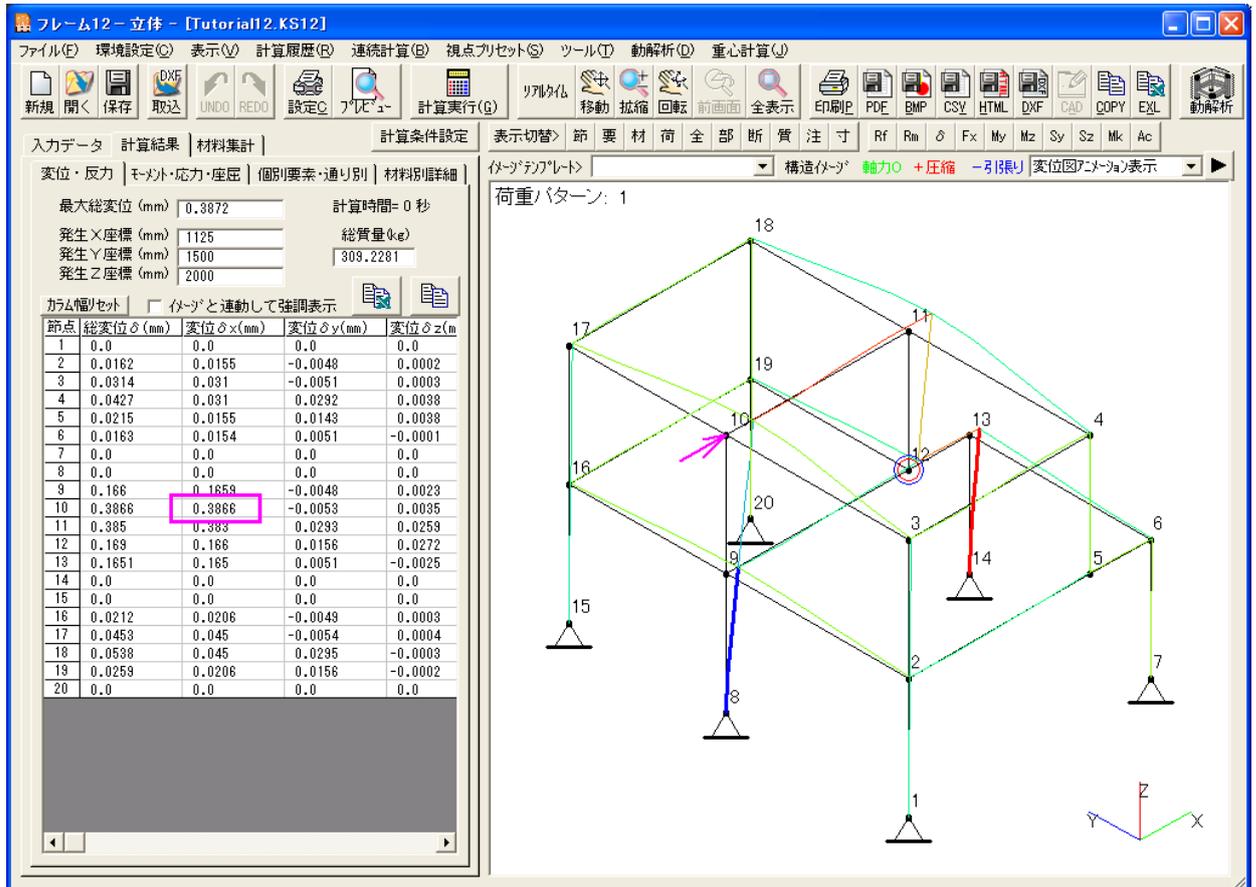
節点番号は5に変わっていますが同じ位置に注目フラグが表示されています。

さらに計算結果等の節点番号の頭に選択した記号がつくので、注目する節点がある場合は節点番号で確認するより注目フラグを設定しておいた方が分かりやすくなります。

◇格子壁を作成してみよう

[フレーム構造解析9] から平鋼の材料を格子状に配置して壁や床の近似モデルを作成する [格子壁・床作成] 機能がありますのでそれを試してみましょう。

門形ラーメンに壁を作成しても面白くないのでここではD×Fファイルを読み込んで作成したサンプルデータの Tutorial12.KS12 を読み込んでから一度計算を実行してみます。

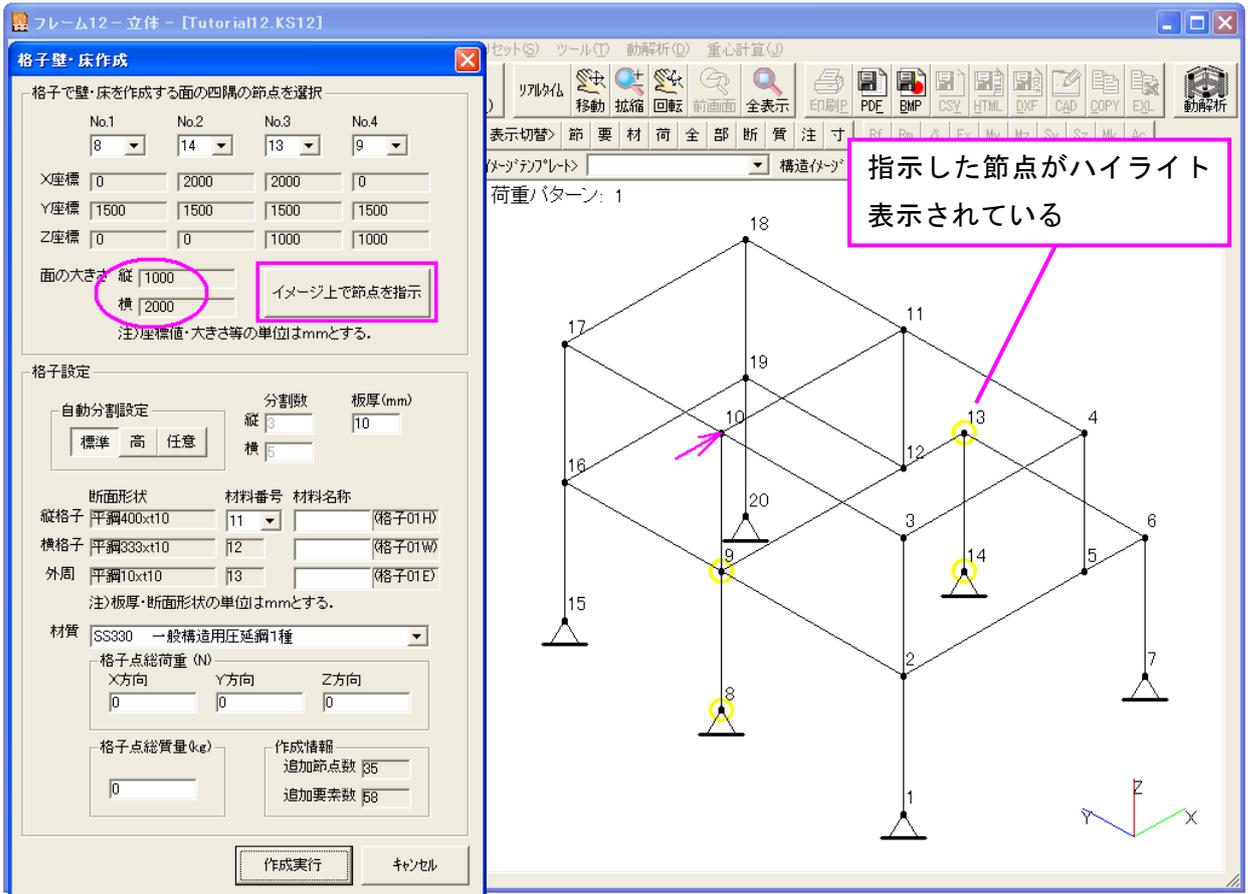


このデータでは節点10に大きな集中荷重がかかっていますので節点10を含むX-Z面の通りの変形が大きいことが分かります。節点10のX方向は0.3866mmになっています。ではこの通り面に格子壁を作ってみてこの変位がどうなるか調べてみましょう

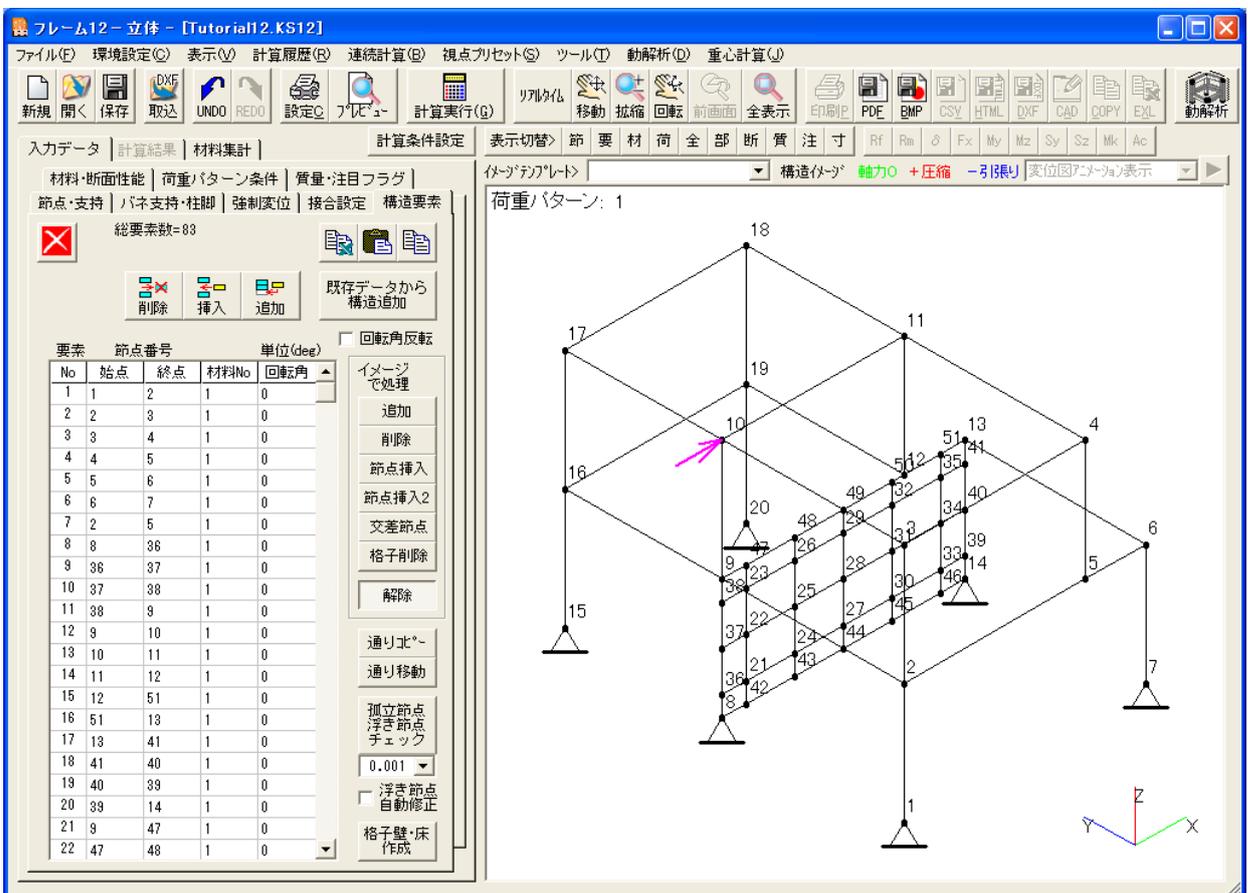
では [構造要素] のタブを開いてこのタブの下部にある [格子壁・床作成] ボタンをクリックすると格子壁・床作成ダイアログが開きます。

格子壁・床は矩形を構成する4つの節点を選択する必要があり、上段のNo.1~4のリストボックスには設定されている節点番号が表示されますので、そこで選択しても良いですが、 [イメージ上で節点を指示] ボタンをクリックしてイメージ上で節点8, 9, 13, 14を指示します。

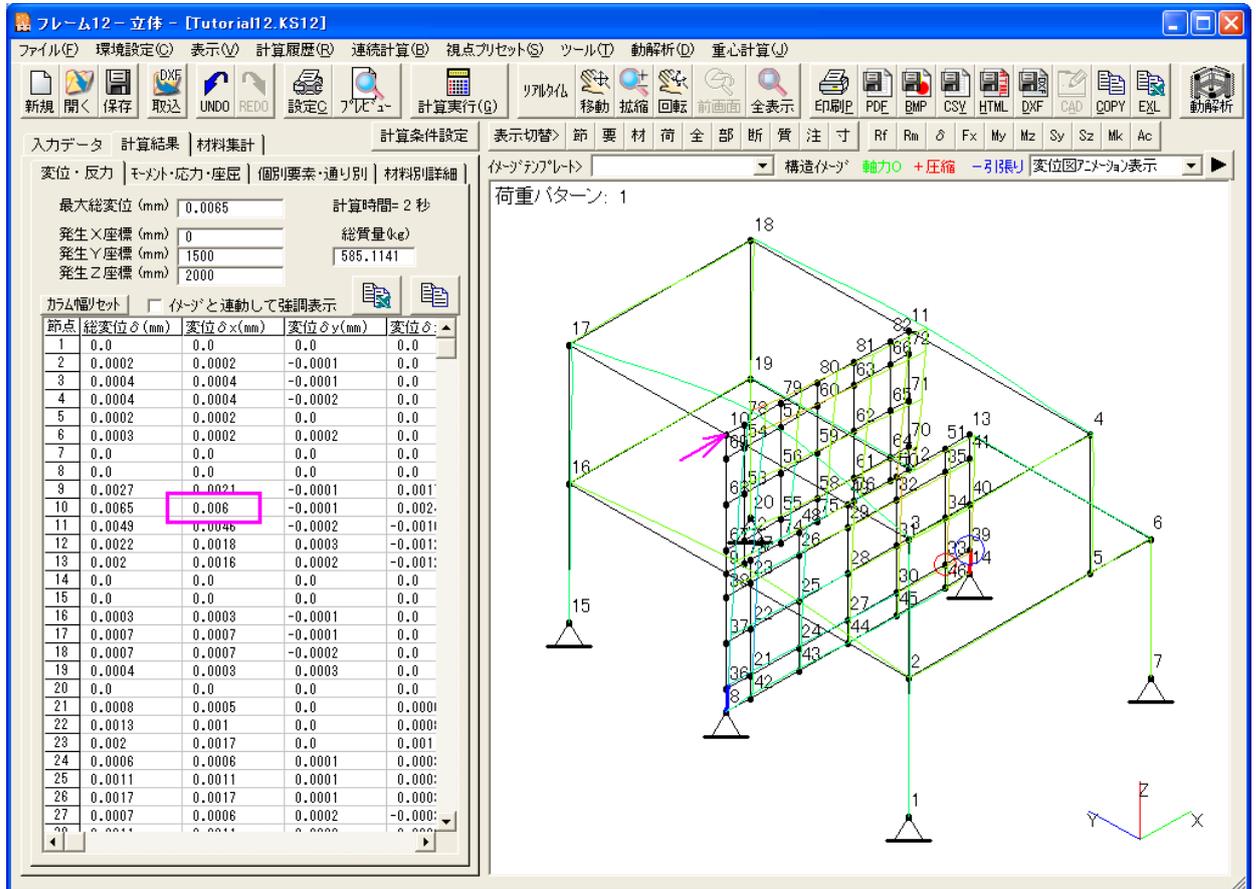
指示する順番は関係ありません。4つの節点が正しく矩形を構成すると認識できれば面の大きさが表示されます。面の大きさが表示されない場合は4つの設定が矩形になっていないのでチェックしてみてください。



節点がうまく取得できたら格子設定で板厚を入力し格子に使う材料番号を選択します。ここでは板厚に10、材料番号は11を選択して「作成実行」ボタンをクリックします。



同様の操作で上階にも格子壁を作成してみます。指示する節点は節点 9, 10, 11, 12 になります。板厚は同じ 10 とし材料番号は 21 を選択して格子壁を作成し、計算を実行してみます。



節点 10 の X 方向変位は 0.006 mm となり壁がない時の約 1.6% の変位量になりました。このように格子壁は強度的にはかなり効果があることが分かります。

〔フレーム構造解析〕では板要素を直接扱えませんのでこのように格子状の要素をつかって近似するしかありませんが従来はその設定をするのに手作業で多くの工数がかかりました。

〔フレーム構造解析 9〕から近似モデルで矩形のみの対応となりますが自動でモデルを作ることができるので作業の効率が上がっています。ただし今回の事例でも要素数が壁の無いときの 28 から壁作成後には 137 まで増えています。同様に節点数も増えて計算時間もかかるようになります。

〔フレーム構造 - 立体〕で設定できる要素数は 999 までなので同様の格子壁を 20 面も作れば計算できる要素数を越えてしまいます。この特性を理解して、むやみな多用は避けて使ってください。

◇荷重パターン条件を使ってみよう

荷重パターン条件は名称、コメント、加速度条件、安全率算出区分、集中荷重、分布荷重、モーメント荷重、台形分布荷重をセットとして最大50までの荷重パターン条件を登録しておき、同じ構造物に対して荷重パターンを切り換えて計算できる機能です。

ここで安全率算出区分とは荷重パターン条件タブにある“許容応力度を短期（長期の1.5倍）として安全率を算出”のチェックボックスのことで、未チェックなら長期、チェックすれば短期とした許容応力度で安全率を算出します。主に材質グループを“鉄骨構造（長期）”として鉄骨構造設計を行う時に使用しますが材質グループについては後で説明します。

ここでは最初の門形ラーメンを使って説明していきますのでサンプルデータのTutorial01.KS12を読み込んでおいてください。

デフォルトの荷重パターン番号は1になりますので集中荷重だけ設定しているサンプルデータの荷重パターン1の荷重パターン名称に“集中荷重”と入力しておきます。

The screenshot shows the software interface for Tutorial01.KS12. The left panel displays the 'Load Pattern Conditions' (荷重パターン条件) tab. A list shows '1 集中荷重' (1 Concentrated Load) selected. Below the list, the 'Acceleration Conditions' (加速度条件) are set to 0 Gx, 0 Gy, 0 Gz. The 'Safety Factor Calculation' (許容応力度を短期(長期の1.5倍)として安全率を算出) checkbox is unchecked. The 'Load Type' (集中荷重) is selected. A table below shows the load values for nodes 1, 2, 3, and 4.

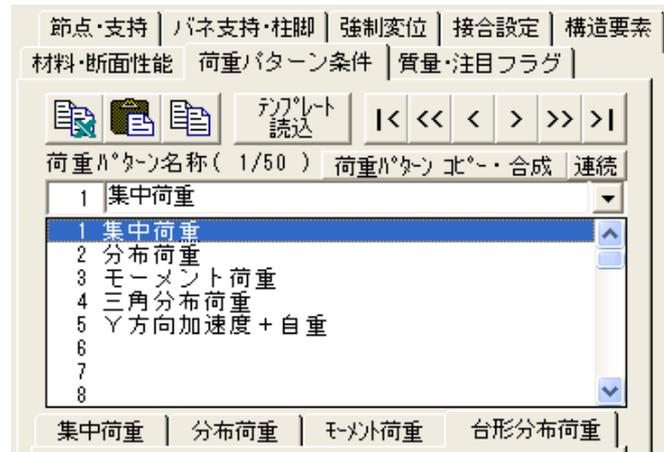
No	X軸方向	Y軸方向	Z軸方向
1	0	0	0
2	100	0	0
3	0	0	0
4	0	0	0

The right panel shows a structural diagram of a portal frame with nodes 1, 2, 3, and 4. Node 1 is the base support, node 2 is the top-left corner, node 3 is the top-right corner, and node 4 is the base support. A pink box highlights the text '設定によりここに荷重パターン名称を表示することができる' (Depending on the settings, the load pattern name can be displayed here). Another pink box highlights the text '荷重パターン名称に“集中荷重”と入力' (Input 'Concentrated Load' as the load pattern name).

荷重パターン番号の変更は材料番号と同様のスクロールボタンを使って行います。このスクロールボタンの操作は [<] [>] で前後に一つずつ進み、[<<] [>>] は前後の荷重パターン名称が未入力の荷重パターン番号は飛ばして入力済みの荷重パターン番号に進み、[| <] は荷重パターン番号1、[> |] は最後の荷重パターン番号50に進みます。

ここでは荷重パターン番号2に分布荷重の説明と同じ要素2にZ方向の-1、荷重パターン番号3にモーメント荷重の説明と同じ節点2にY軸回りに100000、荷重パターン番号4に台形分布荷重の説明と同じ三角分布荷重、5に加速度条件で説明したY方向の加速度と自重というように、今まで説明してきたものを1パターンずつ設定してみます。

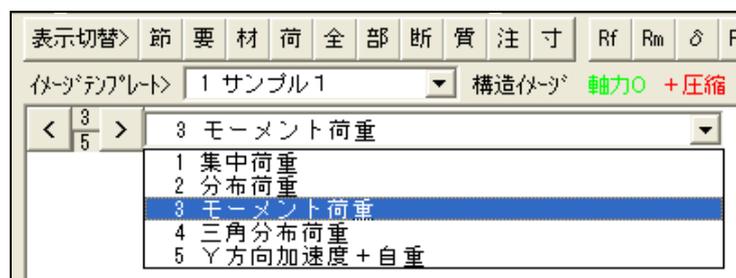
なお荷重パターンの加速度条件は自重の $G_z = -1$ がデフォルトで入っているので加速度を設定した荷重パターン5以外の加速度条件は全て0にしておいてください。



以上のように設定できたら荷重パターン名称の右端にある▼で荷重パターン番号と名称をリストに一覧表示して確認してみましょう。またそこから計算に使いたい荷重パターンを選択することもできます。

計算結果は今まで説明してきたものと同じですが一度設定してしまえば荷重パターンを切り替えて直ぐに結果を見ることができます。

また「フレーム構造解析11」から荷重パターン毎の計算結果を保持して、計算済みの荷重パターンであれば再計算なしで荷重パターンを切り替えて計算結果を表示できるようになっています。さらにイメージ表示条件の設定で複数の荷重パターンの計算結果がある場合には荷重パターンのスクロールボタンをイメージ左上に表示することができます。



この [<] [>] ボタンで計算済みの荷重パターンを切り替えて計算結果を確認できます。また [<] [>] ボタンの間には下段に計算済みの荷重パターンの総数、上段には表示している順番（荷重パターン番号ではないので注意）が表示されるようになっています。

荷重パターンは特に操作としては難しいものではありませんので、この例以外にも各自で設定してみて試してみてください。

(Tutorial16.KS12)

荷重パターン条件を使ってみよう 終了

◇荷重パターンのコピー・合成機能を使ってみよう

荷重パターン条件は単独の荷重条件を切り替えて計算するものですが荷重パターンのコピー・合成機能を使えば既存の荷重パターンをコピーしたり複数の荷重パターンを合成して新しい荷重パターンを設定することもできます。その方法を試してみます。

この荷重パターンのコピー・合成機能では新しく設定される荷重パターン番号を先に選択しておく必要があります。ここでは前の荷重パターン条件のデータを引き続き使っていきますが各自で追加したものもあるかもしれないのでコピー・合成先の荷重パターン番号には11を先に選択しておきます。

続いてスクロールボタンの下にある [荷重パターンコピー・合成] ボタンをクリックすると次に示すダイアログが表示されます。

荷重パターンのコピー・合成

コピー・合成元の荷重パターン名称を選択

+ -

1 集中荷重
2 分布荷重
3 モーメント荷重
4 三角分布荷重
5 Y方向加速度+自重
6
7

+ -

+ -

+ -

注)加速度条件、分布荷重の傾斜要素対象長さの設定および台形分布荷重は先頭の荷重パターンの設定が使われます。

コピー先の荷重パターン名称を入力・編集

11 C

パターン名称の後にコピー元の番号を付ける(ビルド)

注)コピー先の荷重パターンは更新されますので注意してください。

コピー実行

キャンセル

ここではコピー・合成元の荷重パターン名称をリストボックスから選択していきます。複数の荷重パターンを選択した場合はリストボックスの上にある [+] [-] ボタンで、合成するときの符号が選択できます。また下段のコピー先の荷重パターン名称にも選択した荷重パターン名称が追加されていきますが、この欄は修正可能なので分かりやすい名称に変更することができます。

選択した荷重パターンを未選択にするにはリストボックスの先頭にある空のリストを選択してください。

“パターン名称の後にコピー元の番号を付ける” をチェックするとパターン名称の後に (コピ-*) とコピー元の荷重パターン番号が付くようになります。荷重パターン名称が未入力の場合に使うと分かりやすいです。

では前の荷重パターン条件で設定した荷重パターンを選択していきます。

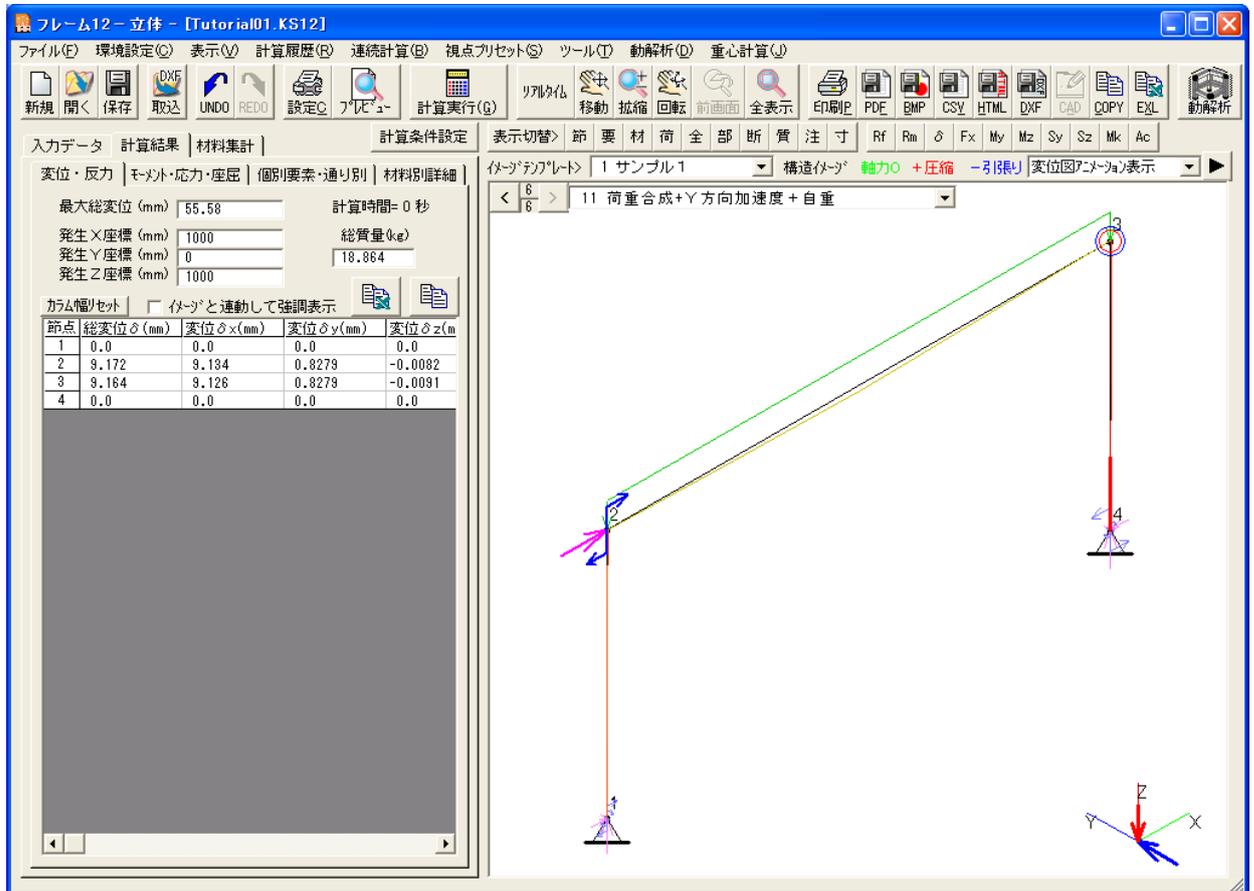
三角分布荷重は分布荷重とイメージがかぶりますので三角分布荷重は未選択とします。

荷重パターンが選択できたらコピー先の荷重パターン名称を編集します。ここにはそれぞれの荷重パターン名称が選択した符号でつなげられ表示されますのでそのままでは長すぎます。簡単で分かりやすい名称に変更しておきます。

コピー先は既に選択してある荷重パターン番号 1 1 になります。では [コピー実行] ボタンをクリックして荷重パターンを合成してみます。なお選択する荷重パターンは一つでもかまいませんのでその場合は単純にコピーになります。

また加速度条件は選択した符号に関係なく合成する荷重パターンの中での最大値がコピーされるようになっています。

コピーができたら荷重パターンの [集中荷重] [分布荷重] [モーメント荷重] のタブを開いてそれぞれの荷重パターンの設定値がコピーされたか確認して計算を実行してください。



計算ができれば既に計算済みの荷重パターンにイメージ左上のスクロールボタンで切り替えてみてください。

このように荷重パターンコピー・合成機能では既存の荷重パターンから新しい荷重パターンが簡単に作成できますので、例えば荷重パターンの 1～10 に基本的な荷重条件を設定しておき、11～20 にこの荷重パターンコピー・合成機能でそれらを組み合わせさせた荷重パターンを作るような使い方も考えられます。また次に説明する荷重パターンの連続コピー・貼り付け機能でも簡単に荷重パターンを設定することができます。

では [フレーム構造解析 12] から追加された荷重パターンの連続コピー・貼り付け機能について説明します。

先ほどの [荷重パターンコピー・合成] ボタンの右にある [連続] ボタンをクリックすると次に示すダイアログが表示されますがこれは既に貼り付け条件を設定した例になります。

荷重パターンの連続コピー・貼り付け

コピー元の荷重パターン名称の範囲を選択

コピー開始荷重パターン名称

コピー終了荷重パターン名称

貼り付け条件を選択

貼り付け開始荷重パターン番号

貼り付け終了荷重パターン番号

貼り付け時の荷重増減係数

注)一つだけ四則演算記号が入力可、Enterで計算実行

加速度条件も増減させる

荷重パターン名称末尾付加文字

注)貼り付け先の荷重パターンは更新されますので注意してください

貼り付け実行

キャンセル

ここで連続コピーを開始する荷重パターン名称と連続コピー終了のパターン名称をリストボックスから選択します。ここでは荷重パターン条件1～5を選択しています。貼り付け条件では貼り付け開始荷重パターン番号を選択すると自動的に貼り付け終了荷重パターン番号が表示されます。

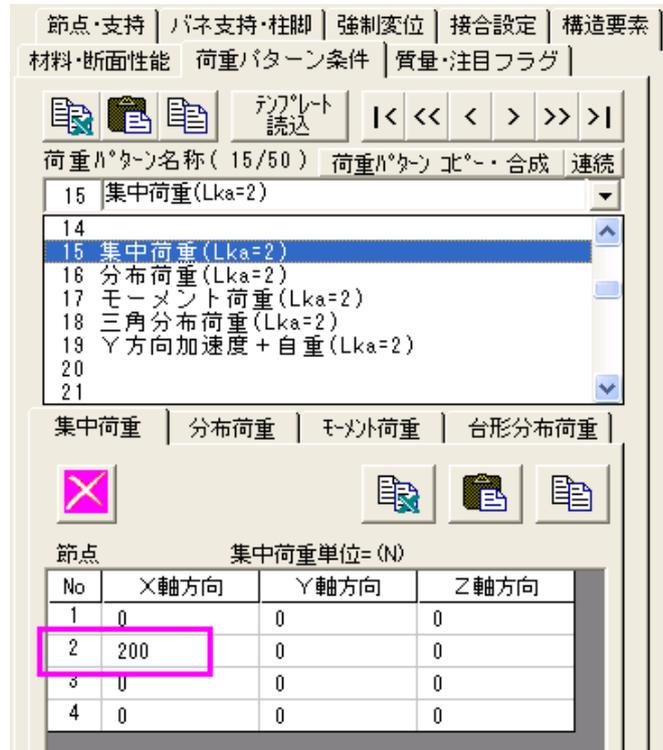
荷重パターンの連続コピー・貼り付け機能では貼り付け時の荷重増減係数を必要に応じて設定することができます。荷重増減係数が1の場合はコピー元と同じ荷重値となりますがここに1以外の数値を入れれば連続コピーする荷重パターン条件の荷重値を一律増減することができます。

荷重増減係数は通常は数十%レベルの増減になるかと思いますがここでは荷重の変化が分かりやすいように荷重増減係数を2を入力しています。この機能を使えば試しに荷重を全体に20%アップさせたときにどうなるかなどの荷重パターン条件を簡単に作ることができます。

また荷重増減係数に1以外の値が設定されている場合はグレーアウトしていた“加速度条件も増減させる”のチェックボックスがチェックできるようになります。これをチェックすると加速度条件も荷重増減係数により増減します。

荷重パターン名称末尾付加文字に文字を入力すると新たに貼り付け得られる荷重パターン名称の末尾に追加されます。荷重増減係数を1以外の*にすると“(Lk=*)”の文字が自動的に表示されます。また“加速度条件も増減させる”をチェックすると荷重パターン名称末尾付加文字は“(Lka=*)”となります。ここでLはLoadの荷重、kは係数、aは加速度の意味で使っていますが荷重パターン名称末尾付加文字は自由に変更は可能です。また右の[C]ボタンでクリアもできます。

ここでは荷重パターン番号 1～5 をコピーして荷重と加速度を 2 倍にして荷重パターン番号 15～19 に貼り付ける設定になっています。ではこの条件で [貼り付け実行] ボタンをクリックしてみます。



このように荷重パターン番号 15 から 19 に連続して貼り付けられています。また荷重パターン名称には荷重パターン名称末尾付加文字の“(Lka=2)”が追加されており、荷重パターン番号 15 の荷重条件を見ると集中荷重が 2 倍になっているのが分かります。

なお荷重パターン名称が設定されていない場合は末尾付加文字も付けられないようになっています。

これらの荷重パターン条件のコピー・合成機能と [フレーム構造解析 12] で追加された連続コピー・貼り付け機能、および計算結果保持機能と連続計算を有効に使うことで、複数の荷重パターン条件の計算結果を効率良く比較・検討できるようになっています。

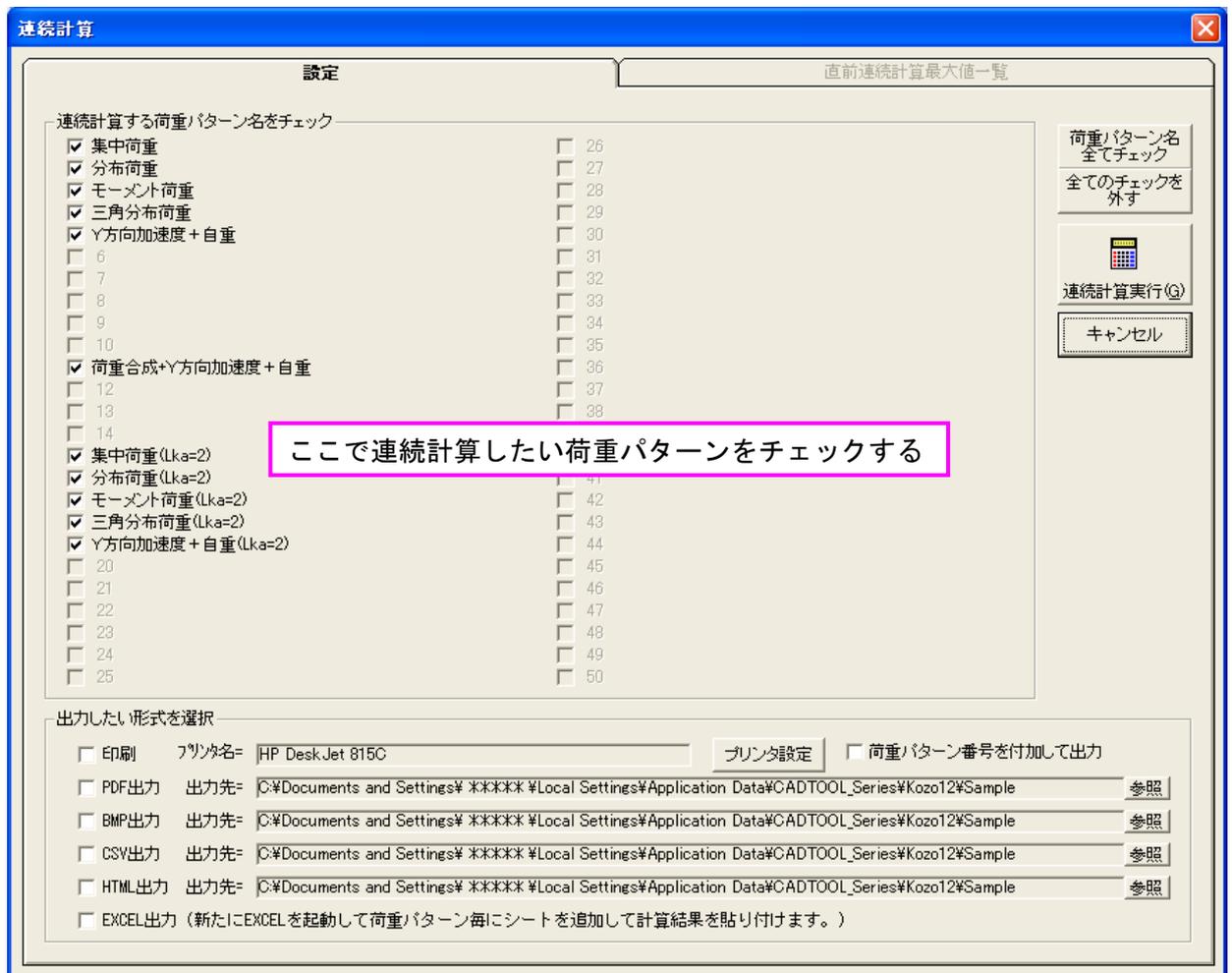
(Tutorial17.KS12)

◇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、同じ構造物に対して荷重パターンを切り換えて計算できましたが、[フレーム構造解析8]から自動的に荷重パターンを切り換えて連続して計算できる機能が付いています。

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。前の荷重パターンコピー・合成機能のデータでは荷重パターン名を6つ設定していますのでこのデータを使って説明していきます。データを変更している場合は Tutorial17.KS12 を読み込んでおいてください。

連続計算はプルダウンメニューから実行します。プルダウンメニューの[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。

出力したい形式は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。

[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 [フレーム構造解析9] から EXCEL 出力が追加されましたが、これ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。

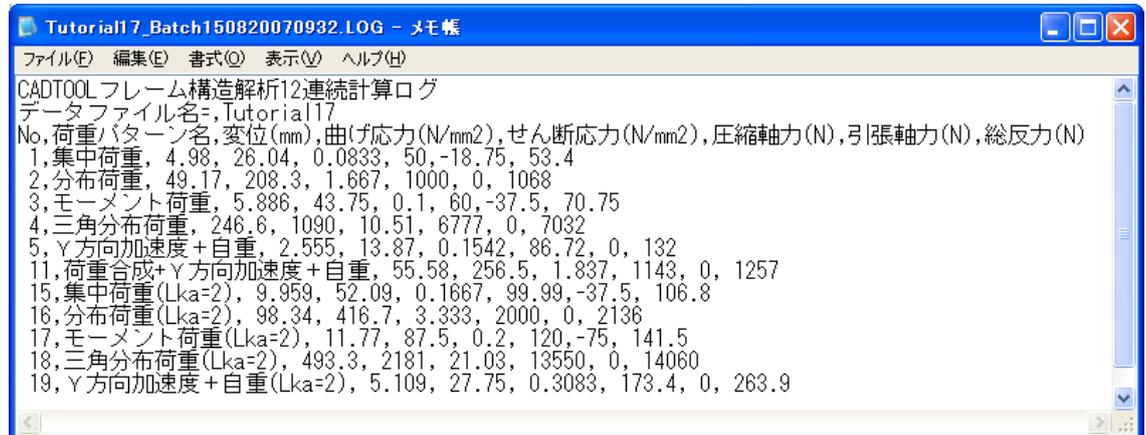
ここではまず出力先を何も選択しないで [連続計算実行] ボタンをクリックすると自動的に荷重パターンが切り替わり計算が実行されていきます。

計算が終了すると再度このダイアログが表示されタブが [直前連続計算最大値一覧] に切り替わります。[フレーム構造-立体] では最大値一覧として荷重パターン名と変位、曲げ応力、せん断応力と軸力を圧縮と引張りに分けて圧縮軸力と引張軸力、総反力のそれぞれの最大値が表示されるようになっています。

設定		直前連続計算最大値一覧					
		カラム幅リセット		ログファイル出力		閉じる	
No	荷重パターン名	変位(mm)	曲げ応力(N/mm)	せん断応力(N)	圧縮軸力(N)	引張軸力(N)	総反力(N)
1	集中荷重	4.98	26.04	0.0833	50	-18.75	53.4
2	分布荷重	49.17	208.3	1.667	1000	0	1068
3	モーメント荷重	5.886	43.75	0.1	60	-37.5	70.75
4	三角分布荷重	246.6	1090	10.51	6777	0	7032
5	Y方向加速度+自重	2.555	13.87	0.1542	86.72	0	132
6							
7							
8							
9							
10							
11	荷重合成+Y方向加速度+自重	55.58	256.5	1.837	1143	0	1257
12							
13							
14							
15	集中荷重(Lka=2)	9.959	52.09	0.1667	99.99	-37.5	106.8
16	分布荷重(Lka=2)	98.34	416.7	3.333	2000	0	2136
17	モーメント荷重(Lka=2)	11.77	87.5	0.2	120	-75	141.5
18	三角分布荷重(Lka=2)	493.3	2181	21.03	13550	0	14060
19	Y方向加速度+自重(Lka=2)	5.109	27.75	0.3083	173.4	0	263.9
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							
31							
32							
33							
34							
35							
36							

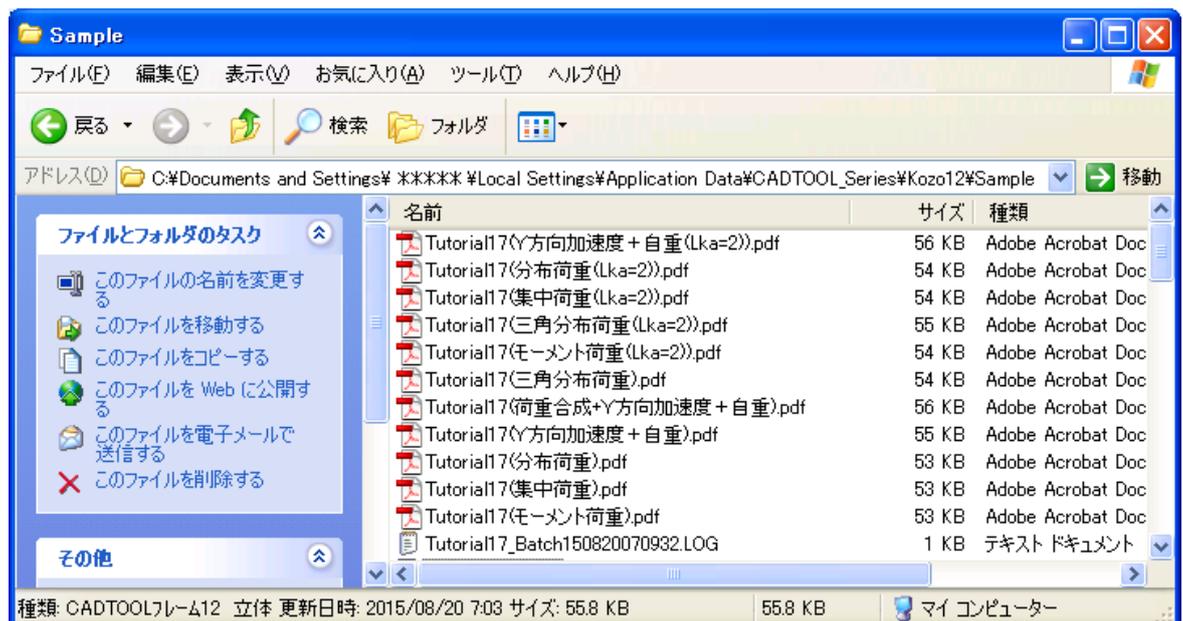
この直前連続計算最大値一覧は次に連続計算を実行すると更新してしまいますので必要な場合は[ログファイル出力] ボタンをクリックしてログファイルに出力しておいてください。

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が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。

次に[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。前述のように[フレーム構造解析 1 1] から計算済みの荷重パターンは再計算しないので直ぐに連続計算は終了するので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。



[フレーム構造解析 1 1] から既に計算結果が得られている荷重パターンについては再計算をしないようになりましたので計算に時間がかかる場合でもとりあえず連続計算を実行しておき、必要なものだけ出力設定をして連続計算を実行すれば計算済みの荷重パターンについては再計算なしに各種の出力を行うことができます。

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。

要素No	始点節点	終点節点	材料No	回転角(deg)	反転無し
1	1	2	1	0	
2	2	3	1	0	
3	3	4	1	0	

要素No	始点節点	終点節点	材料No	分布荷重X	分布荷重Y	分布荷重Z(N/mm)
2	2	3	1	0	0	-1

節点No	水平反力F	反力Fx(N)	反力Fy(N)	反力Fz(N)	反モーメントM	反モーメントM	反モーメントMz(N・mm)
1	412.8	402.3	-92.5	1036	69370	107000	-1011
4	510.8	-502.3	-92.5	1149	69370	-194500	1011

[フレーム構造解析 1 2] では上記のようにエクセル出力に構造イメージも一緒に貼り付けられるようになっているためエクセル出力前に画像サイズや位置等を設定するダイアログが表示されます。これについては計算結果の出力のエクセル貼り付けで説明します。

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。

また新規に設定してまだ未保存のデータは連続計算が実行できませんのであらかじめデータを保存しておく必要があります。また構造上の不具合でエラーが出るかも知れませんが新規に作成したり構造を大きく変更した場合は通常の計算実行が通るかどうかを確かめてから連続計算を実行するようにしてください。

◇通り別詳細を見てみよう

個別要素詳細については既に説明していますが [フレーム構造解析 1 2] では [個別要素詳細] とタブで切り替えて [通り別詳細] 機能がありますのでそれを試してみましょう。

ここではDXFファイルを読み込んで作成したサンプルデータの Tutorial12.KS12 を読み込んでから計算を実行しておきます。

計算が終わったら [個別要素・通り別] のタブを開き、さらに [通り別詳細] のタブを開きます。ここで基準節点に節点10、通り面に [X-Z面] を選択します。

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 筒 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

個別要素詳細 通り別詳細

基準節点 10

通り面 X-Z面 Y-Z面 X-Y面

節点	総変位 δ (mm)	変位 δ_x (mm)	変位 δ_y (mm)	変位 δ_z (mm)
8	0.0	0.0	0.0	0.0
9	0.166	0.1659	-0.0048	0.0023
10	0.3866	0.3866	-0.0053	0.0035
11	0.385	0.383	0.0293	0.0259
12	0.169	0.166	0.0156	0.0272
13	0.1651	0.165	0.0051	-0.0025
14	0.0	0.0	0.0	0.0

要素	節点	材料	曲げモーメント MyB	曲げ応力 σ_yB	σ_yB 安全率
8	8	1	-242100.0	-6.456	51.58
8	9	1	100700.0	2.685	124.0
9	9	1	-146100.0	-3.896	85.46
9	10	1	206400.0	5.504	60.5
10	10	1	206200.0	5.5	60.55
10	11	1	-227300.0	-6.061	54.94
11	11	1	-227500.0	-6.067	54.89
11	12	1	291400.0	7.772	42.85
12	12	1	106700.0	2.845	117.1
12	13	1	-195300.0	-5.208	83.94

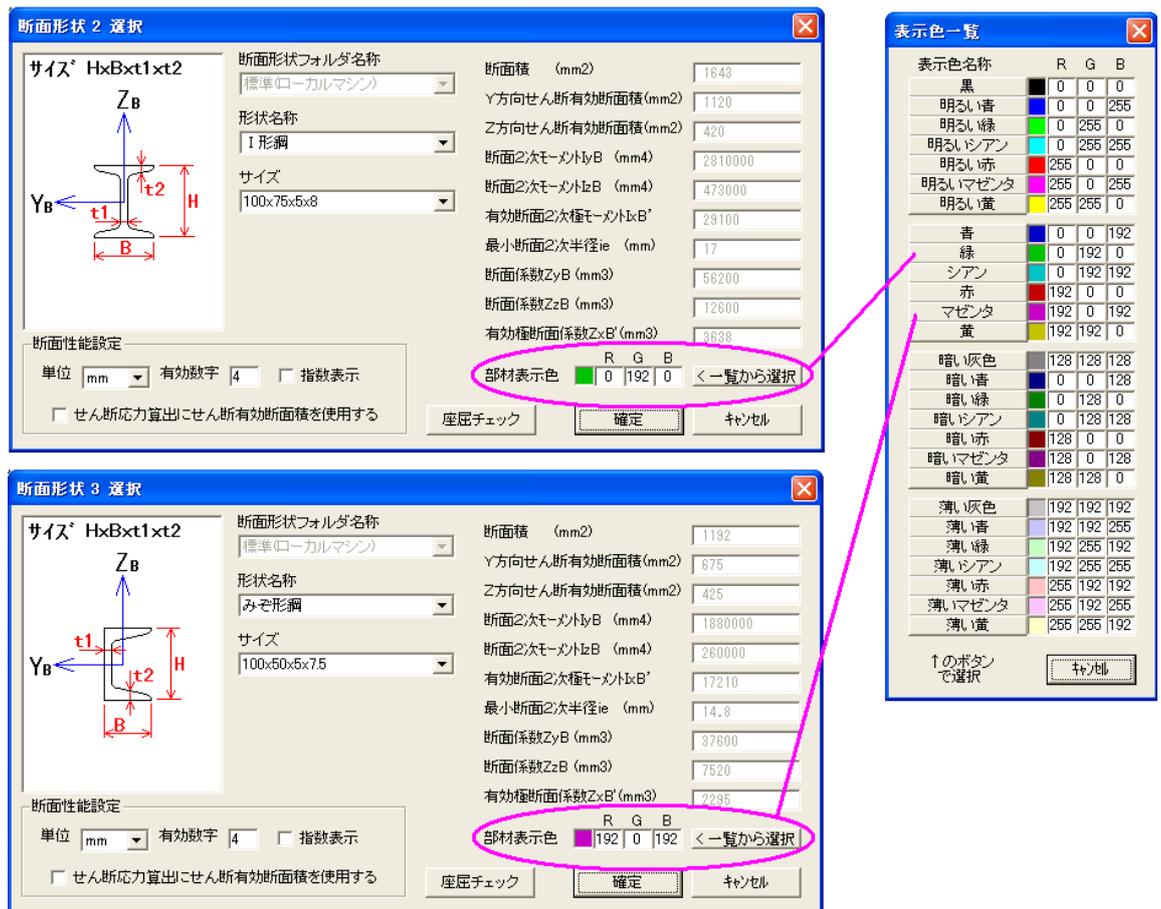
上記のようにイメージは選択した通り面が元のまま後の構造要素は薄く表示されるようになっています。また計算結果もその通り面にある節点および要素だけが表示されるようになっています。

なお [個別要素詳細] や [通り別詳細] タブが開いている場合はその計算結果が出力されるようになっています。

◇部材色分け表示を試してみよう（NEW）

[フレーム構造解析 1 2] では材料番号毎に部材表示色を設定して構造イメージを色分け表示する機能が追加されましたのでそれを試してみましょう。

ここではサンプルデータの Tutorial12. KS12 を読み込んで材料番号 2 と材料番号 3 に適当な断面と部材表示色を選択しておきます。

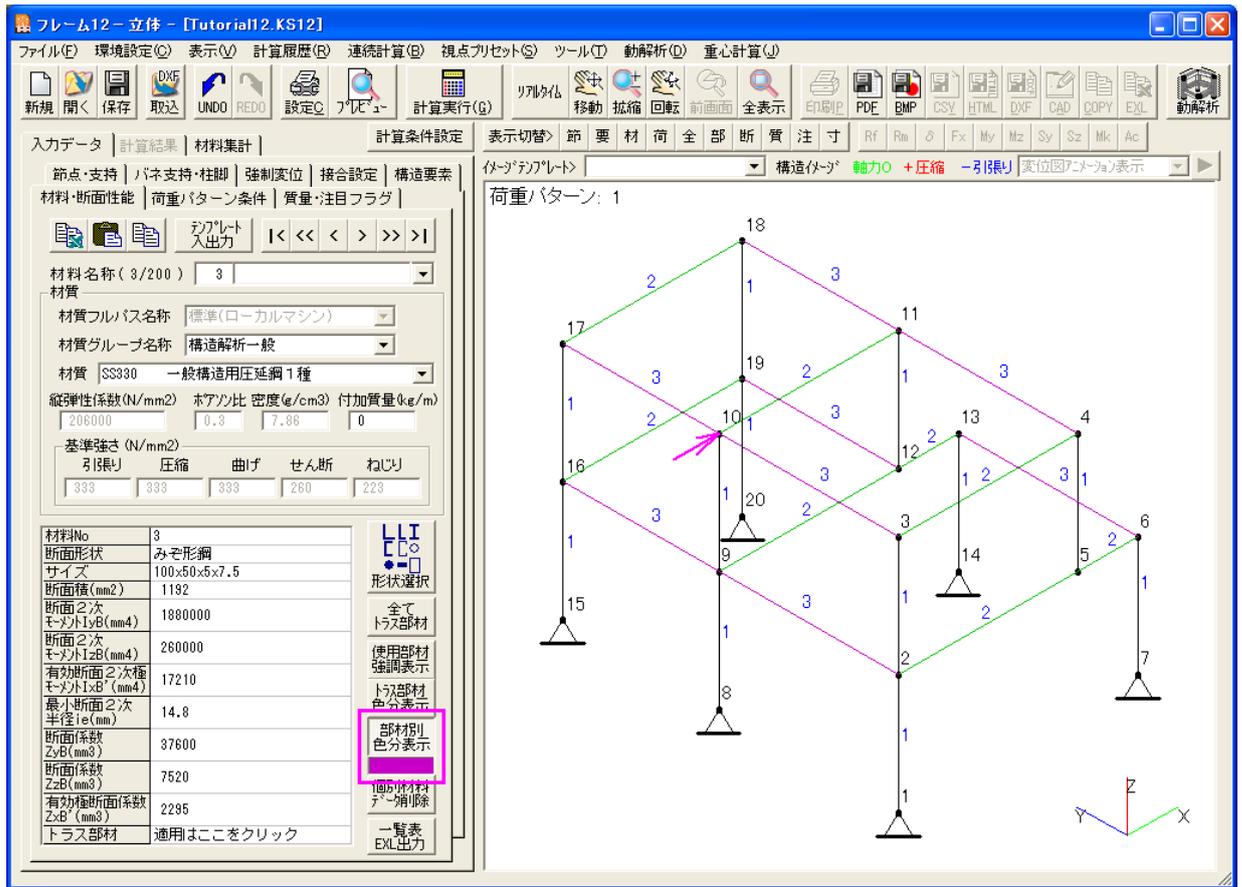


部材表示色はRGBの数値で設定しますが [〈一覧から表示〉] ボタンをクリックすると表示色一覧から選択できます。

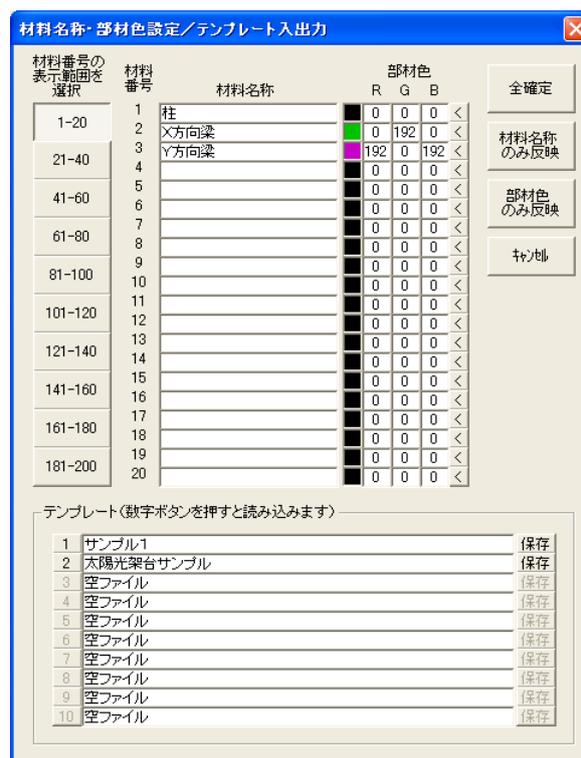
続いてX方向の部材の材料番号を2、Y方向の部材の材料番号を3に変更しておきましょう。この操作は表示グループ機能と一括修正機能を使うと簡単にできるので、操作を忘れてしまったらそちらを参照しながら操作してみてください。

また材料番号の1はデフォルトのままの黒としておきます。材料番号が変更できたら [材料・断面性能] タブにある [部材別色分表示] ボタンを押してみます。

なお [部材別色分表示] ボタンを押すとその下にも選択されている部材色が表示されるようになっています。

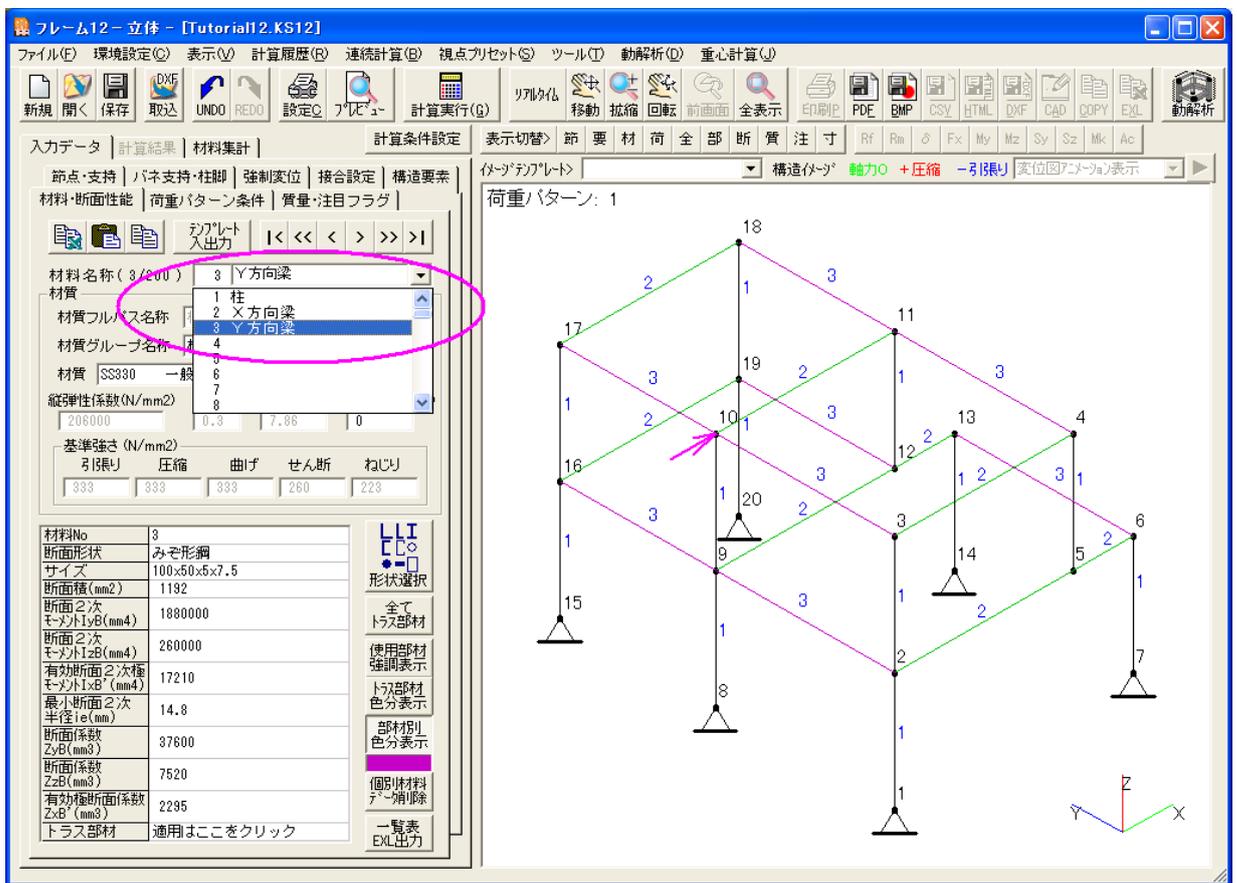


ここでは部材表示色と材料番号の関係が分かりやすくなるように材料番号も表示しています。このように材料を設定するときには部材色も選択しておけば良いですが材料名称と同様に後から設定したい場合やテンプレートで先に設定しておく方法も考えられます。そこで [材料・断面性能] タブにある [テンプレート入出力] ボタンをクリックすると次に示す [材料名称・部材色設定/テンプレート入出力] ダイアログが表示されます。



このダイアログでは材料名称と部材表示色を一括して設定することができ、左側の[材料番号の表示範囲を選択]の下ボタンで切り替えて200種類の全ての材料番号についてここで設定できます。部材色はRGBの入力欄で設定しますがここで部材色右の[<] ボタンをクリックすると前述の表示色ダイアログが表示されますのでそこから選択することも可能です。

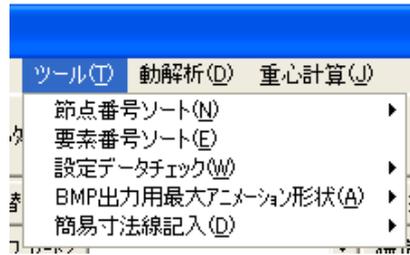
設定内容はテンプレートのタイトルを入力して[保存] ボタンをクリックするとその番号のテンプレートに保存され、テンプレートの数字番号をクリックすると読み込みできますので材料番号や部材色を確認して[全確定] ボタンをクリックすると材料番号と部材表示色が確定します。またこのボタンの下にある[材料番号のみ反映] や [部材色のみ反映] ボタンではそれぞれの設定のみ反映することができます。



あらかじめ材料番号に対する材料名称や部材色を決めてテンプレートに保存しておき新規の構造を作成するときも先にテンプレートを読み込んでから作業すれば構造データの標準化も可能になると考えられます。是非活用してみてください。

◇ ツールメニューを試してみよう

プルダウンメニューの [ツール] をクリックすると次に示すサブメニューが表示されます。

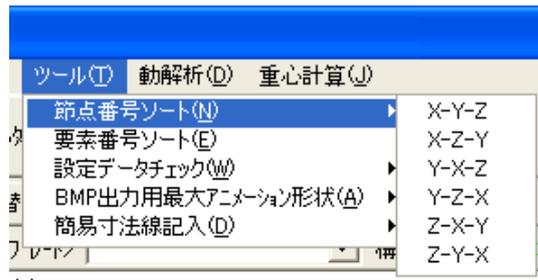


ここではそれぞれのサブメニューの機能について説明していきます。

● 節点番号ソート機能

節点番号ソート機能は座標値の優先順位によって節点番号を並べ替える機能です。

[節点番号ソート] をクリックするとさらに次に示すサブメニューが表示されます。



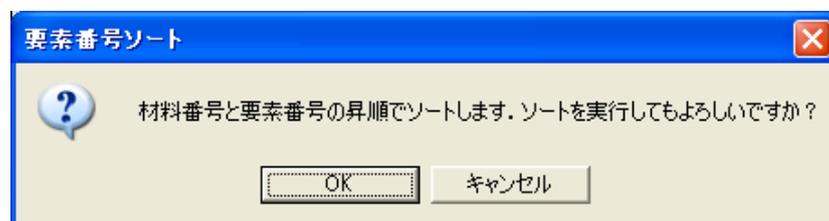
これがソートするときの座標値の優先順位となり、例えば [X-Y-Z] をクリックした場合はX座標、Y座標、Z座標の優先順位で座標値の昇順の並べ替えが行われます。

後の並べ替えは各自で試してみてください。この機能は後から節点を追加した場合やDXFで形状を取り込んだときなどで節点がバラバラになったのを並べ替えることができます。

● 要素番号ソート機能

要素番号ソート機能は材料番号と要素番号で並べ替える機能です。

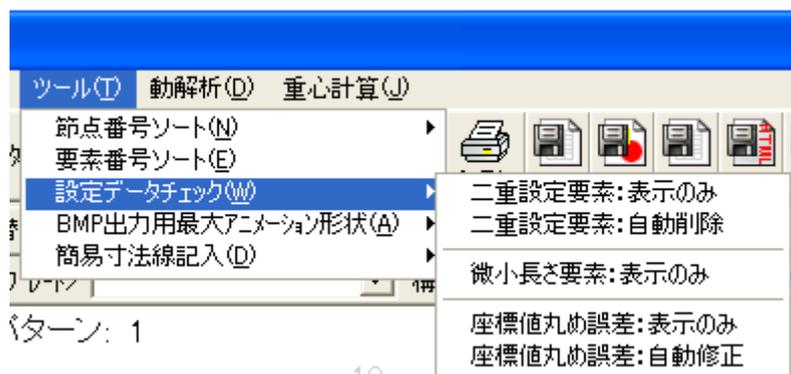
[要素番号ソート] をクリックすると次のメッセージが表示されます。



ここで [OK] ボタンをクリックすると材料番号と要素番号の昇順で並べ替えします。使っている材料が多くまた、後からいろいろな材料番号の要素を追加していった同じ材料番号の要素がバラバラに並んでしまった場合に使います

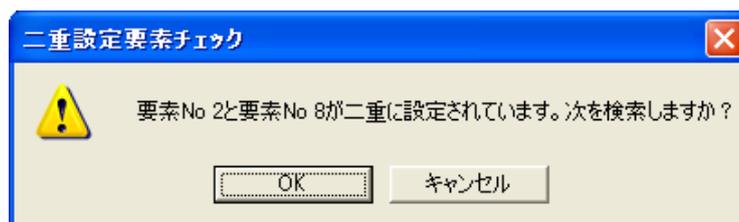
●設定データチェック

「設定データチェック」をクリックするとさらに次に示すサブメニューが表示されます。



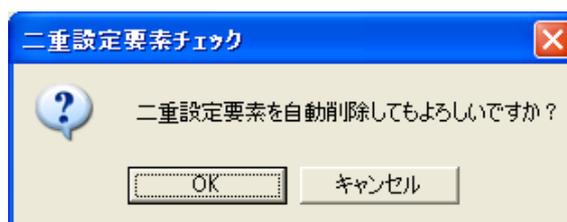
設定データチェックの機能は従来の「二重設定要素チェック」に「フレーム構造解析 1 1」から「微小長さ要素」「座標値丸め誤差」のチェック機能を追加したのになります。

「二重設定要素：表示のみ」をクリックすると同じ始終点の節点で複数の要素が設定されていないかをチェックしていき、二重要素が見つかった場合は右のような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次の二重要素を検索し、最後に見つかった二重要素の数を表示します。

「二重設定要素：自動削除」をクリックすると最初に確認のメッセージが表示されます。

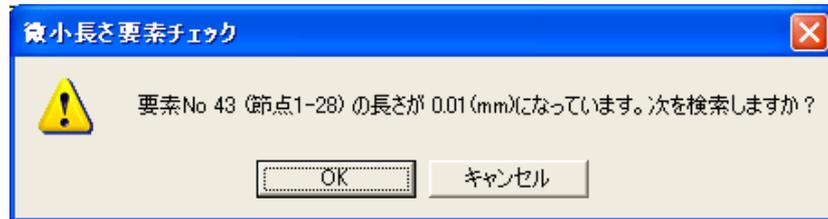


ここで「OK」ボタンをクリックすると見つかった二重要素を自動で削除し、最後に削除した箇所が表示されます。

要素を二重に設定すると新たに材料を設定することなくその部分の強度を上げることができ、あえて二重に設定する場合があるので通常の計算時にはチェックされません。ただし要素数が多くなってくるとうっかり二重に設定してしまうこともあります。要素数が多いと探すのも大変になります。要素数の多いときには構造要素が設定できた時点でチェックしてみると良いでしょう。

なお「フレーム構造解析 1 1」から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のでこれらの鋼材の二本使いで強度を上げたい場合は二重に要素を設定せずこちらを使ってください。

〔微小長さ要素：表示のみ〕は1mm未満の要素をチェックする機能で、1mm未満の要素が見つかったと次のようなメッセージが表示されます。

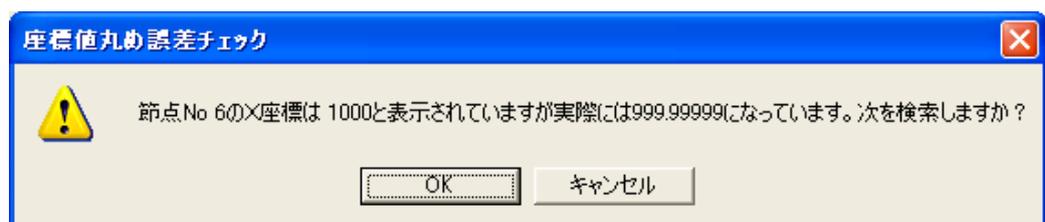


これには自動修正機能はありませんので表示されている要素番号や節点番号から正常な要素かどうか確認してください。

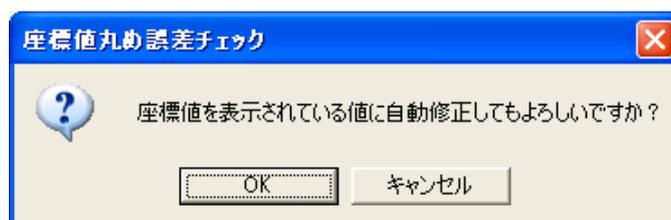
また微小長さ要素ができている場合は節点が微小に離れているので接合設定にもならず、浮き節点チェックでもチェックできないことがありますので必要に応じて〔微小長さ要素チェック〕も実施してみてください。

〔座標値丸め誤差：**〕は〔節点・支持〕タブの節点の座標値の表示と実際の座標値が異なるものをチェックします。データ表示欄に表示される節点の座標値は小数点を含み最大8桁に丸められて表示されます。999.99999の座標値は丸められて1000と表示されますので、表示上は同じ座標値で接合設定となると考えられるものが、座標値が丸められて表示されているため接合設定とならずこの場合も予想外の動作となる場合があります。

〔座標値丸め誤差：表示のみ〕をクリックすると表示と実際の座標値をチェックしていき、値が異なるものが見つかった場合は次のようなメッセージが表示されます。



〔座標値丸め誤差：自動削除〕をクリックすると最初に確認のメッセージが表示されます。



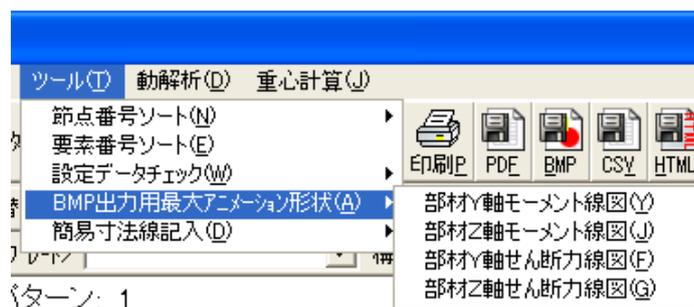
ここで〔OK〕ボタンをクリックすると見つかった丸め誤差のある座標値を表示されている値に自動で修正します。

〔微小長さ要素チェック〕と〔座標値丸め誤差チェック〕は〔フレーム構造解析 1 1〕から追加された機能で、DXFコンバータの誤差等で発生した見つけにくい設定ミスを見つける機能となります。設定データを見直してもエラーが出る、接合設定になるはずがならないなど思ったような動作とならない場合は従来の〔浮き節点チェック〕と合わせてこれらのチェックも実施してみてください。

●BMP出力用最大アニメーション形状

〔フレーム構造－立体〕ではモーメント線図やせん断力線図のアニメーション表示ができますが従来は一時停止ができなかったのでアニメーションの画像をBMP出力することができませんでした。

このメニューをクリックするとさらに次に線図の種類を示すサブメニューが表示されます。

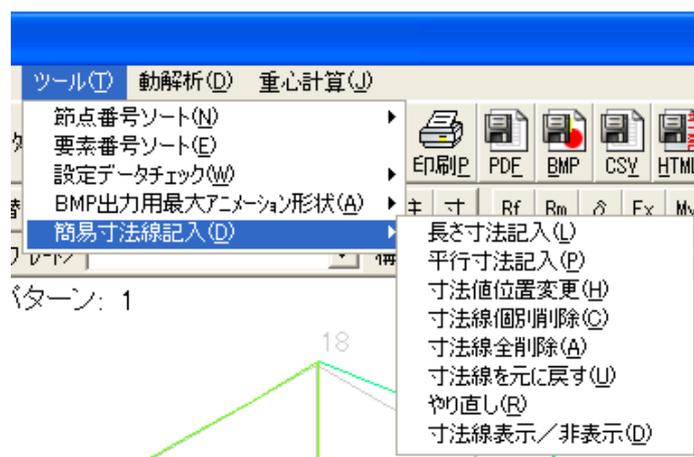


ここで表示したい線図の種類をクリックするとその線図の最大アニメーションの状態が止まってイメージ表示されますので、そのイメージをBMP出力することができます。簡単な機能なので各自で試してみてください。なお最大アニメーション形状を解除するにはイメージ上でマウス左クリックすると解除できます。

●簡易寸法線記入

簡易寸法線機能は2つの節点を指示して長さ寸法や平行寸法を記入する機能です。

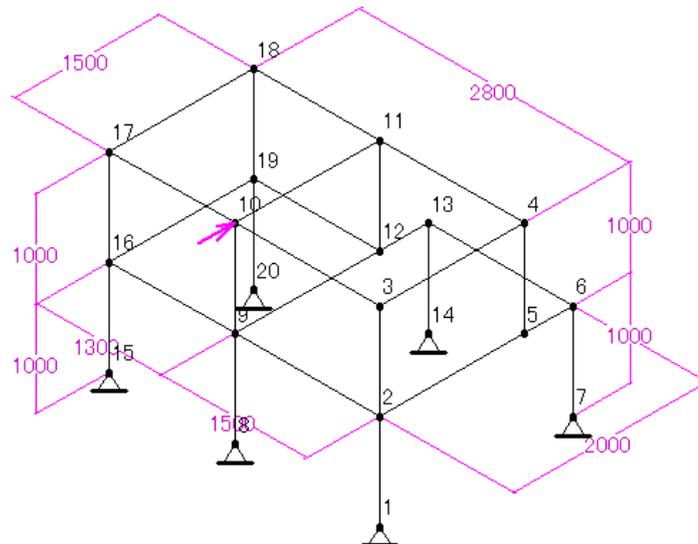
〔簡易寸法線記入〕をクリックするとさらに次に示すサブメニューが表示されます。



以下、各サブメニューについて説明します。

・長さ寸法記入：2つの節点を指示すると全体座標を基準とした水平あるいは垂直寸法線がマウスについて仮表示されますので記入点を指示して寸法を作成します。寸法線の引出方向はマウスの位置で自動的に決まります。また寸法線が仮表示の時に〔Shift キー〕を押すとその時の引出方向で固定されるようになっています。

- ・ 平行寸法記入：2つの節点を指示すると2点と平行な寸法線がマウスについて仮表示されますので記入点を指示して寸法を作成します。引出方向は右か左かになります。
 - ・ 寸法値位置変更：[フレーム構造解析 1 1] から追加された機能で既に記入済みの寸法線の寸法値の位置を変更することができます。寸法値の位置を変更したい寸法線にマウスを持っていき寸法線を認識するとハイライト表示されますのでそこでマウス左クリックすると寸法線がマウスについて仮表示の状態に戻りますので記入点を指示して寸法値位置を変更します。
 - ・ 寸法線個別削除：削除したい寸法線にマウスを持っていき、寸法線を認識するとハイライト表示されますのでマウス左クリックするとその寸法線が削除されます。
 - ・ 寸法線全削除：全ての寸法線を削除します。
 - ・ 寸法線を元に戻す：個別削除や全削除で削除した寸法線を元に戻します。
 - ・ やり直し：元に戻した寸法線を削除された状態にやり直します。
 - ・ 寸法線表示／非表示：寸法線を表示したり非表示にしたりします。
- 次に通り別詳細で使ったデータに寸法線を入れた例を示します。



なお簡易寸法線は標準のUNDO・REDO機能には対応していませんのでサブメニューの[元に戻す]や[やり直し]を使いますがこの機能は最大10回までとなっています。

イメージ表示条件設定やイメージ表示枠の上の[寸]ボタンでも寸法線の表示・非表示を切り替えることができます。また寸法値に単位を付けて表示したり寸法線や寸法値の表示色を設定することができるようになっています。

また簡易寸法線は最大30箇所に記入でき[フレーム構造解析 1 0]から簡易寸法線の情報もデータファイルに保存されるようになりました。

簡易寸法線記入は簡単な機能ですので各自で試してみてください。なおこの簡易寸法線は内部的には3次元で構成されていますので回転させてみると面白いです。

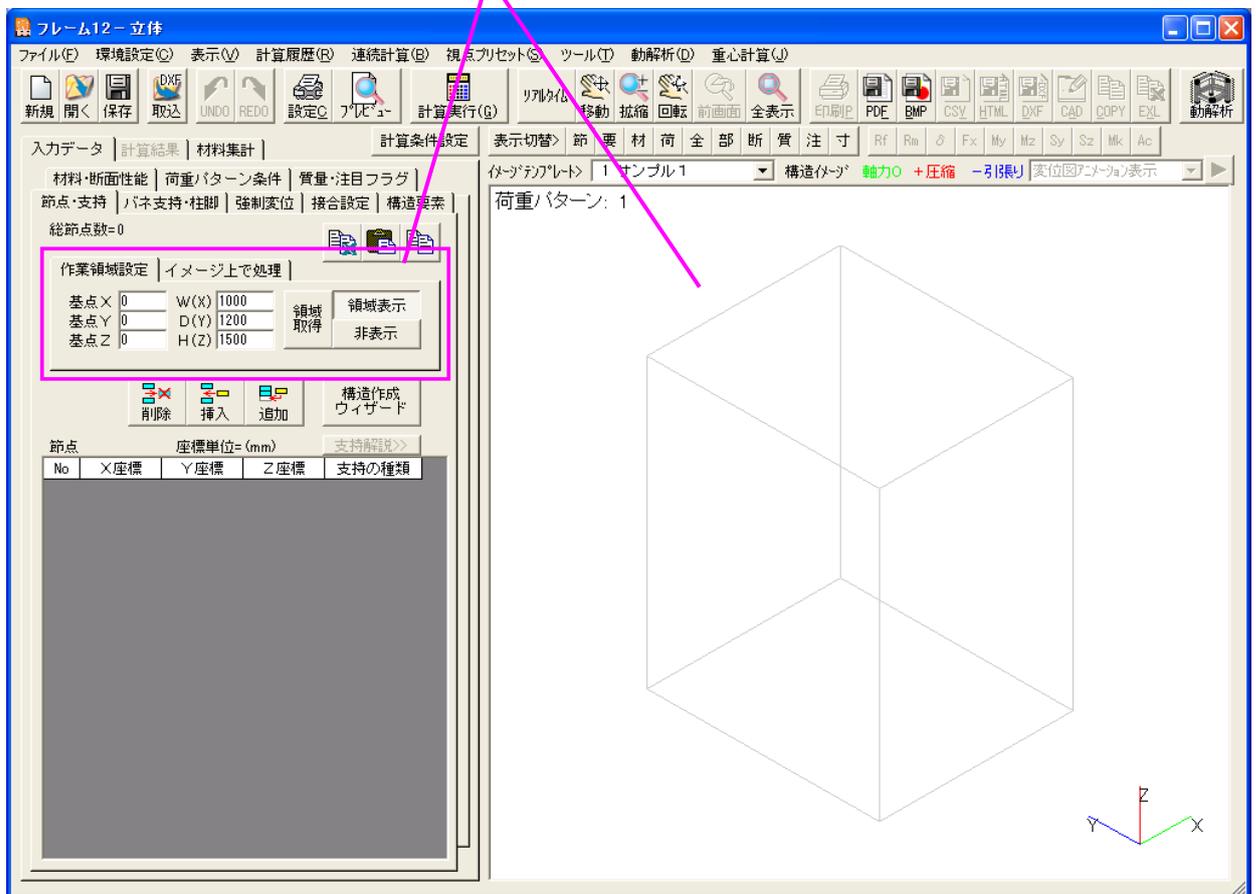
◇マウスで節点条件を編集してみよう

●STEP 1 (作業領域の設定)

新規に起動した場合はスタートアップから [0からスタート] をクリックします。既存の設定が残っている状態で引き続き作業する場合は [新規] ボタンをクリックして確認メッセージが出るので材料データまで含めて消去するとして [はい] をクリックして全てのデータを消去しておきます。

まず [節点・支持] タブにある [作業領域設定] タブを開きます。ここで作業領域の基点座標と幅 (W)、奥行き (D)、高さ (H) の寸法を設定し [領域表示] ボタンを押すとイメージ上にその領域が薄く表示されます。

作業領域を設定するとイメージ上に薄くその領域が表示される



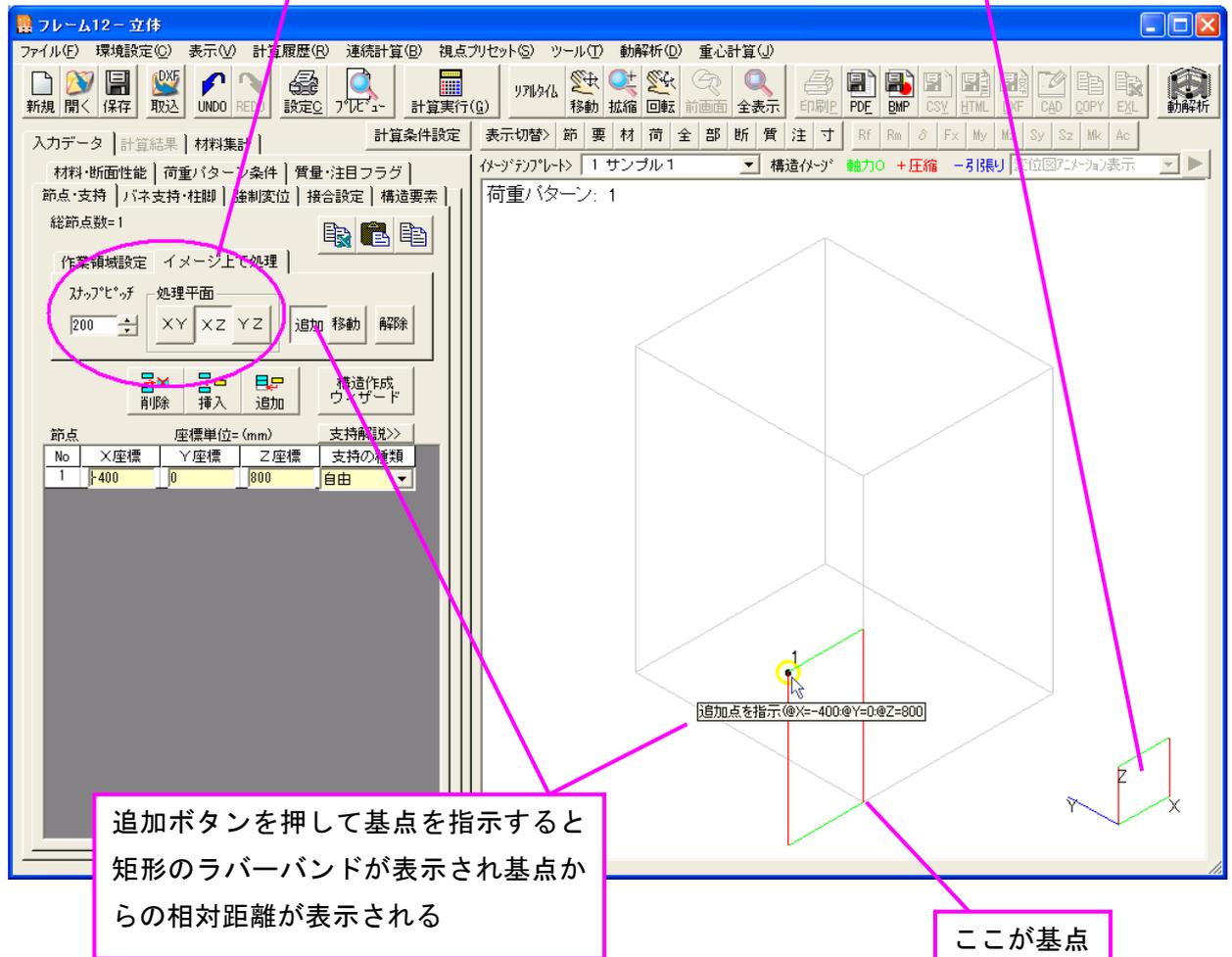
●STEP 2 (節点の追加)

次に [イメージ上で処理] のタブを開きます。スナップピッチを入力し処理平面を選択したら [追加] ボタンを押してマウスをイメージ上に持っていきます。

節点を追加する場合はまず基点を指示します。基点は既存の節点か作業領域の各コーナーが指示できます。ここでは作業領域の基点のコーナーを指示します。

スナップピッチを入力し処理平面を選択する

処理平面が表示される



基点が指示されると選択した処理平面に応じた矩形のラバーバンドが表示され追加点の指示になります。マウスの位置には基点からの相対距離も表示されるようになっており、全体座標にも選択している処理平面が表示されるようになっています。

なお基点からの相対距離はスナップピッチの倍数になりますので必要に応じて節点を追加する前にスナップピッチを変更しておいてください。希望の位置になったらマウス左クリックするとその位置に節点が追加されます。また基点として指示した節点やコーナーを追加点として指示することも可能です。

ここでは分かりやすくするため基点として指示した作業領域の基点を追加点として指示してここを節点1とします。これを元に基点>追加点と連続して指示していき簡単な門形ラーメンを作ってみます。

フレーム12 - 立体

ファイル(F) 環境設定(Q) 表示(V) 計算履歴(H) 連続計算(C) 視点プリセット(S) ツール(T) 動解析(D) 重心計算(W)

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 動解析

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

材料・断面性能 | 荷重パターン条件 | 質量・注目フラグ | 表示切替 | 1 サンプル1 | 構造タブ | 軸力O +圧縮 -引張 | 変位図アニメーション表示

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

総節点数=4

作業領域設定 | イメージ上で処理 | 追加 移動 解除

スナップピッチ | 処理平面 | 200 | XY XZ YZ | 追加 移動 解除

削除 挿入 追加 構造作成 ウィザード

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	自由
2	0	0	800	自由
3	1000	0	800	自由
4	1000	0	0	自由

マウスを動かすと追加点の座標がリアルタイムで更新されていく

後は支持条件をつけて節点をつないでいけば次に示すような構造が簡単に作成できます。
 なおマウスでの作業を終わる場合は「解除」ボタンを押すかイメージ上でマウス右ボタンをクリックしてください。

フレーム12 - 立体

ファイル(F) 環境設定(Q) 表示(V) 計算履歴(H) 連続計算(C) 視点プリセット(S) ツール(T) 動解析(D) 重心計算(W)

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 動解析

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

材料・断面性能 | 荷重パターン条件 | 質量・注目フラグ | 表示切替 | 1 サンプル1 | 構造タブ | 軸力O +圧縮 -引張 | 変位図アニメーション表示

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

総節点数=4

作業領域設定 | イメージ上で処理 | 追加 移動 解除

スナップピッチ | 処理平面 | 200 | XY XZ YZ | 追加 移動 解除

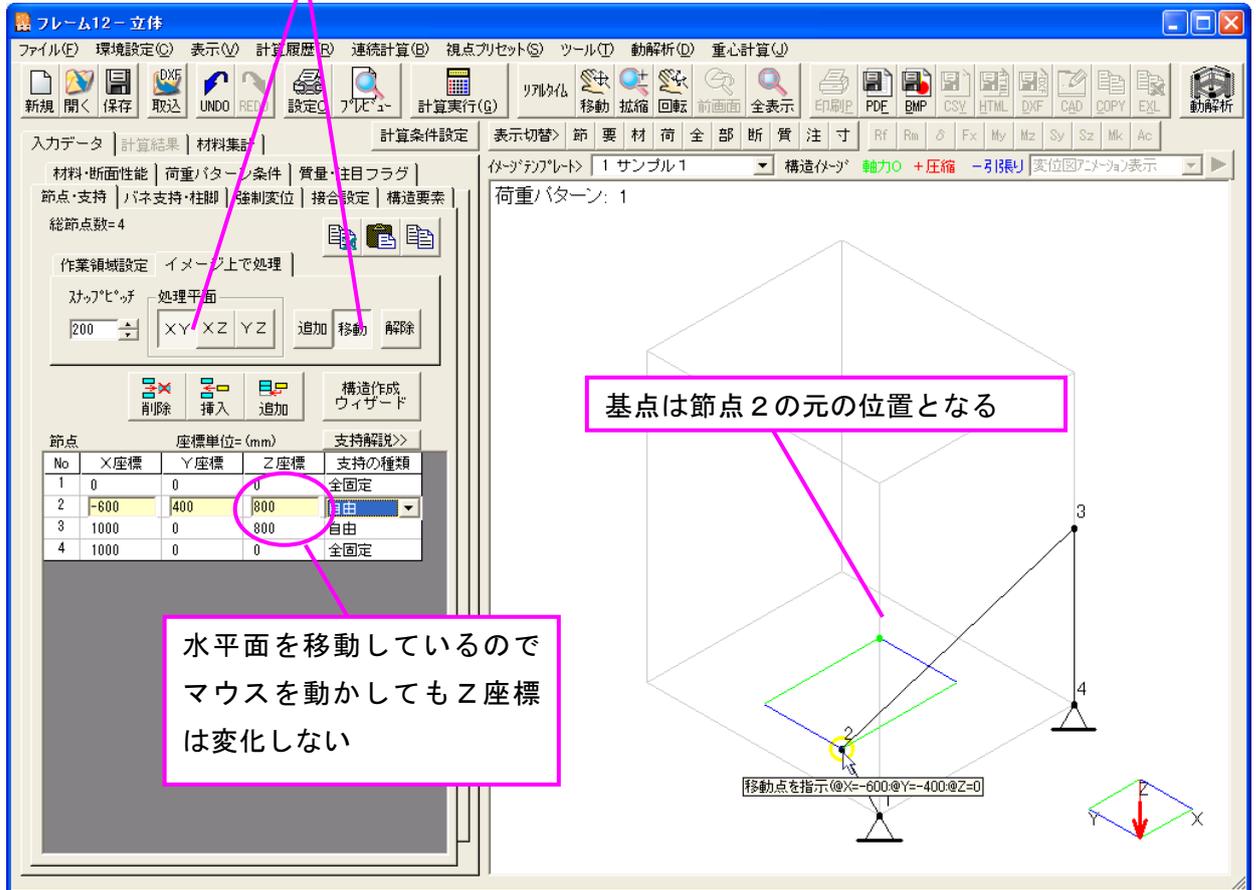
削除 挿入 追加 構造作成 ウィザード

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	0	0	800	自由
3	1000	0	800	自由
4	1000	0	0	全固定

●STEP 3 (節点の移動)

節点を移動したい場合も操作は同じで追加の時の基点の指示の代わりに移動したい節点を指示します。

処理平面にXY (水平面) を選択して移動ボタンを押す



基点の節点を指示されると選択した処理平面に応じた矩形のラバーバンドが表示され移動点の指示になりマウス左クリックした点で節点が移動します。

移動の場合もスナップピッチの倍数で移動しますので必要に応じてあらかじめスナップピッチを変更しておきます。

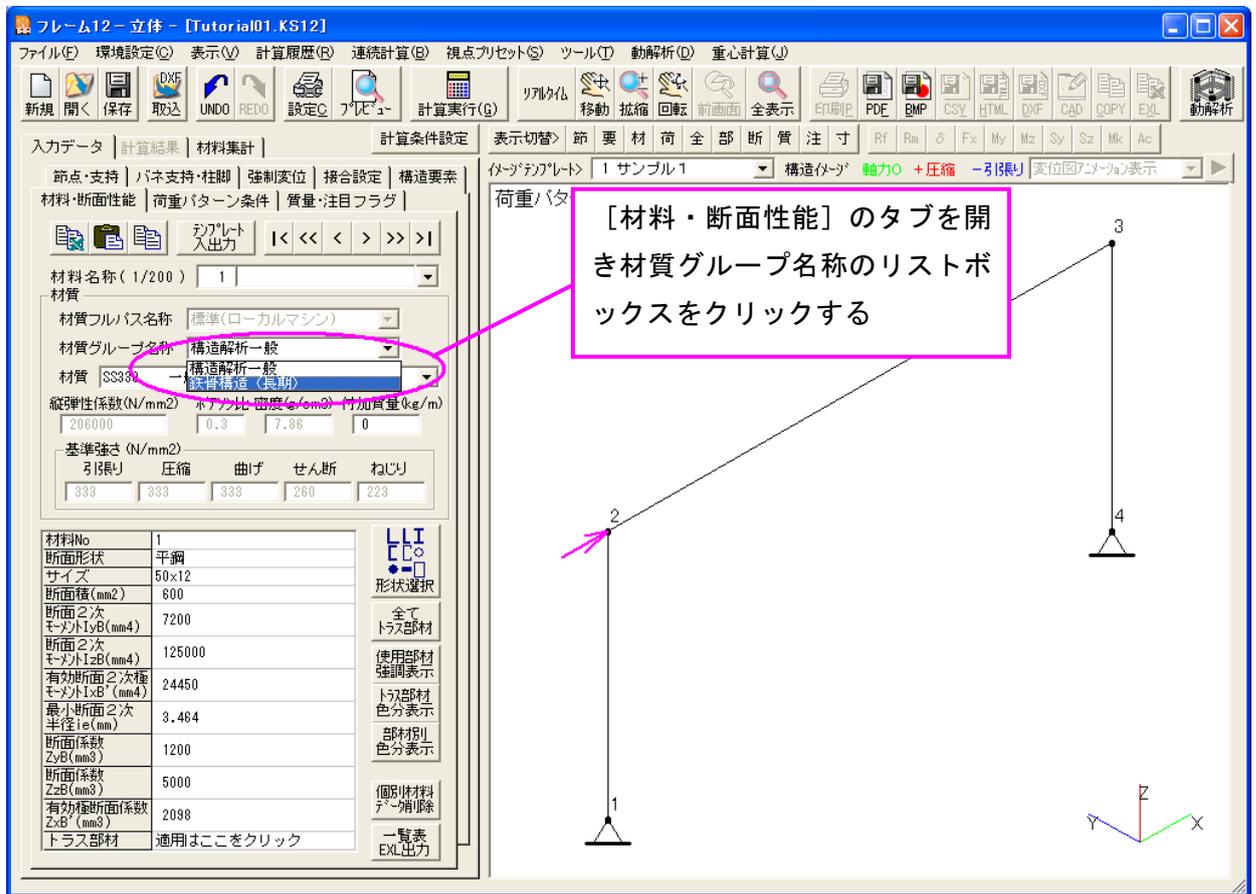
イメージ上で節点を追加したり移動するのは簡単な構造や部分的に構造を追加・編集するようなとき場合に分かりやすく便利な機能ですので操作に慣れておくと良いでしょう。

◇材質グループを変更してみよう

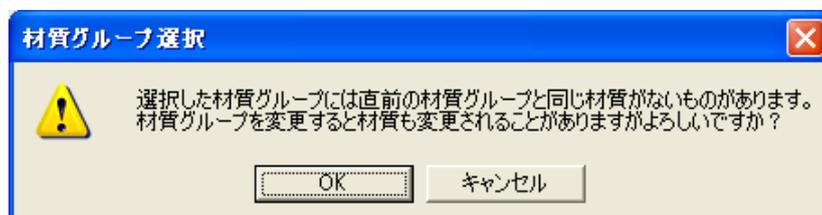
材質グループとはあらかじめ材質データを区分けすることにより最大10までの材質グループを設定できそれを切り換えて計算できる機能です。

従来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簡単に出来るようにしていましたが〔フレーム構造解析10〕から材質グループで許容応力度の長期と短期を切り替えるのではなく荷重パターン条件で切り替えるようになりましたので、鉄骨構造用の材質グループは〔鉄骨構造（長期）〕のみとなり〔鉄骨構造（短期）〕は廃止しています。また以前の標準の材質は〔構造解析一般〕という材質グループ名になっています。

ではサンプルデータの Tutorial01.KS12 を読み込んで材質グループの機能を確認してみます。

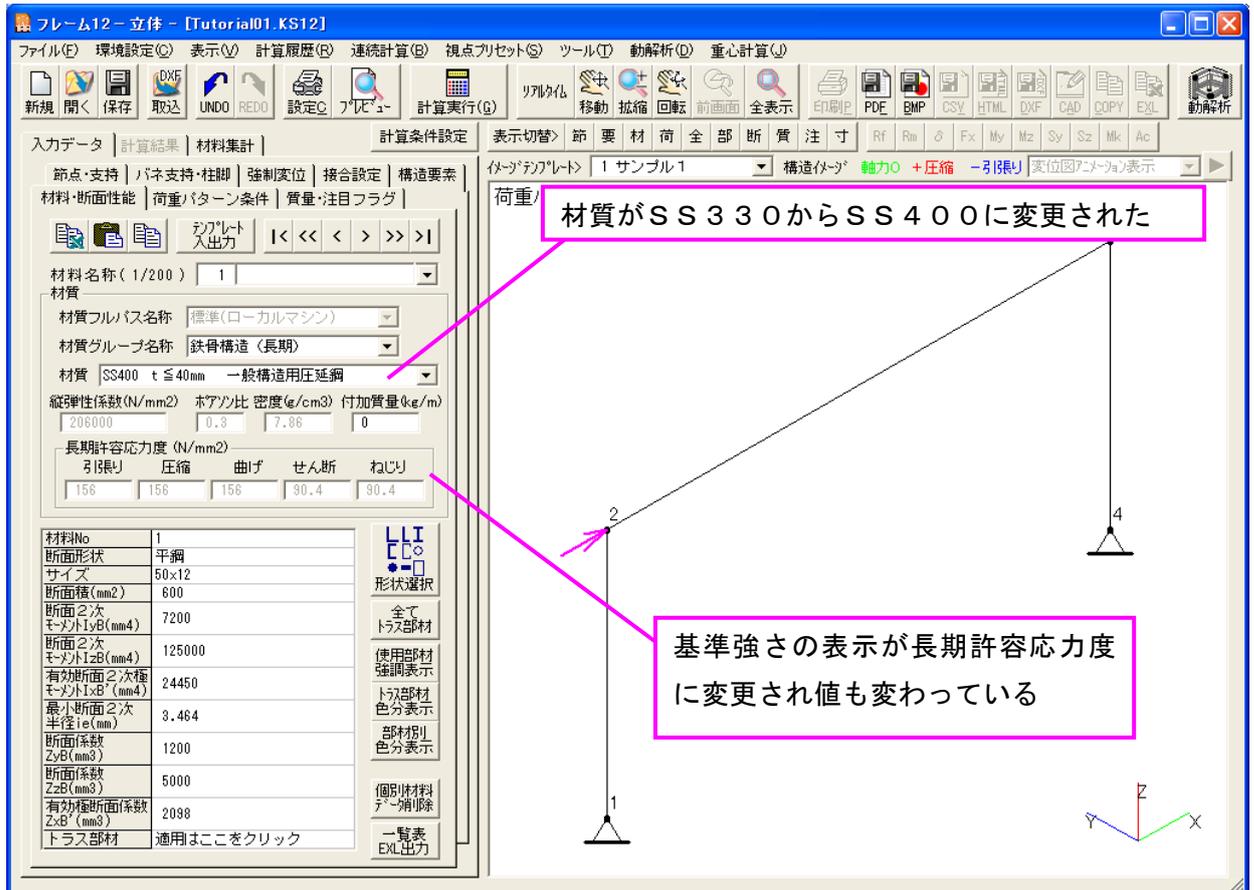


〔材料・断面性能〕のタブを材質グループのリストボックスから〔鉄骨構造（長期）〕を選択すると次のメッセージが表示されます。



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。



〔構造解析一般〕では材質は SS330 でしたが〔鉄骨構造（長期）〕には SS330 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。

ただし〔フレーム構造解析10〕から〔鉄骨構造（長期）〕の材質グループは従来の4種類から42種類と大幅にデータを増やしてここに見られるように板厚の区分も追加されています。

〔鉄骨構造（長期）〕を選択すると基準強さの表示が“長期許容応力度”と変更されその値も変わっています。ではこの条件で計算を実行してみましょう。

入力データ			計算結果	材料集計	計算条件設定
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		
最大曲げモーメント(N・mm)	31250	1	発生要素		
最大曲げ応力(N/mm ²)	28.04	1	No		
最小曲げ応力安全率	5.99	1	No		
最大せん断力(N)	50	1	発生要素		
最大せん断応力(N/mm ²)	0.0833	1	No		
最小せん断応力安全率	1085	1	No		

長期許容応力度を使った最小曲げ応力安全率は約6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 [モーメント・応力・座屈] のタブを開いて最小曲げ応力安全率を確認してみると約6になっています。

今度は荷重パターン条件で“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] にします。

入力データ			計算結果	材料集計	計算条件設定
節点・支持	バネ支持・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			
<div style="text-align: center;"> <input type="button" value="ファイル読み込み"/> <input type="button" value="リセット"/> <input type="button" value="読込"/> </div>					
荷重パターン名称 (1/50)		荷重パターン 番号・合成			
1 (短期)					
加速度条件(単位はG) Gx: 0 Gy: 0 Gz: 0					
<input checked="" type="checkbox"/> 許容応力度を短期(長期の1.5倍)として安全率を算出					
集中荷重	分布荷重	モーメント荷重	台形分布荷重		

この条件で計算を実行して、先ほどと同様に最小曲げ応力安全率を確認してみます。

入力データ			計算結果	材料集計	計算条件設定
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		
最大曲げモーメント(N・mm)	31250	1	発生要素		
最大曲げ応力(N/mm ²)	28.04	1	No		
最小曲げ応力安全率	8.985	1	No		
最大せん断力(N)	50	1	発生要素		
最大せん断応力(N/mm ²)	0.0833	1	No		
最小せん断応力安全率	1627	1	No		

短期許容応力度を使った最小曲げ応力安全率は約9になっている

安全率算出区分が [短期] では最小曲げ応力安全率は約9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。

この安全率算出区分は荷重パターン番号毎に設定できるので一つのデータファイルで長期と短期を切り替えて計算できるようになっています。

このように従来は材質グループで切り替えていたものが [フレーム構造解析 10] から荷重パターンで設定できるようになりましたが従来のような材質グループに長期、短期のデータを作って材質グループで切り替えて計算することも可能です。

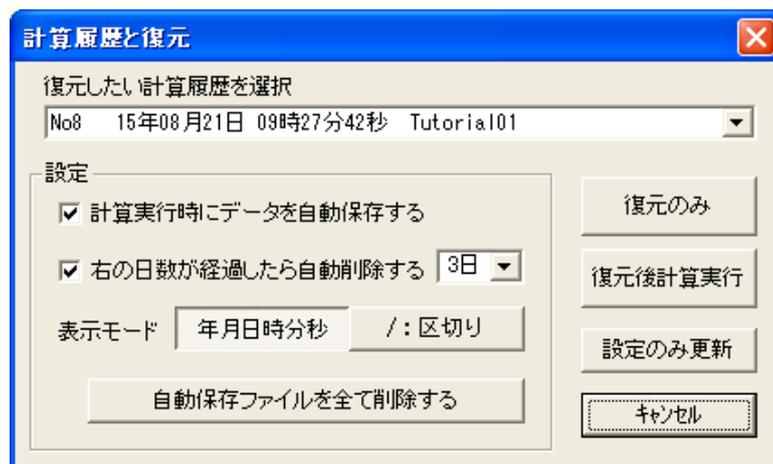
材質グループを変更してみよう 終了

◇計算履歴を使ってみよう

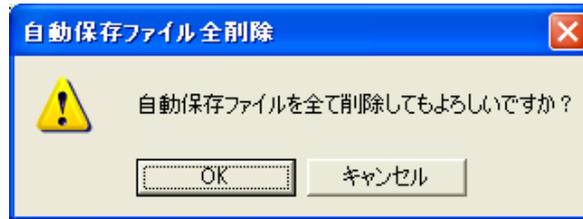
プルダウンメニューにある [計算履歴] は設定データを編集して計算するとその時の設定内容を自動保存して後から再現できる機能です。これは保険みたいな機能になりトライアンドエラーで最適な設計条件を探している場合に、本来は計算する毎に手動で保存していけば良いのですが面倒ですし無駄なデータも増えるので通常は保存しないで作業を進めることが多いと思います。

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もし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.KS12 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。

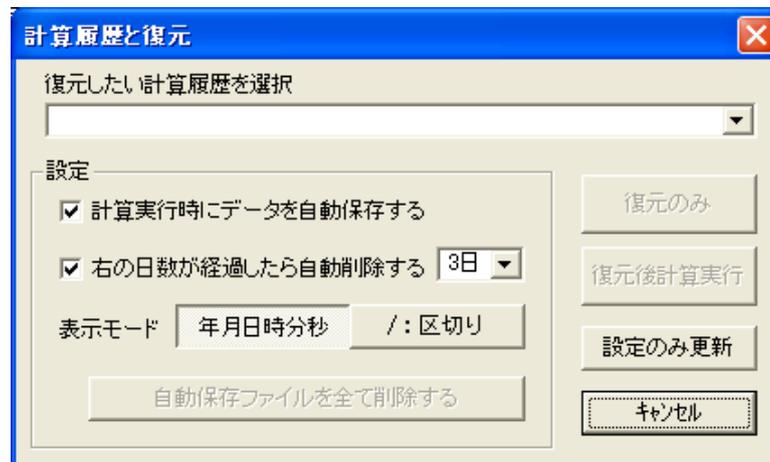


上部のリストボックスで復元したい計算履歴を選択します。その下の設定で自動保存をするかしないか、設定したある日数毎に自動保存したデータを削除するかどうか、計算履歴に表示される時刻の表示モードの選択、自動保存ファイルを全て削除するなどができるようになっています。この機能を知らないで自動保存されているデータが多いと思いますので一旦 [自動保存ファイルを全て削除する] をクリックすると次のメッセージが表示されます。



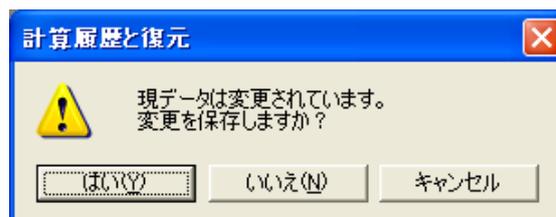
ここで [OK] をクリックして自動保存ファイルを全て削除しておきます。

メインのダイアログはサンプルデータの Tutorial01.KS12 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。

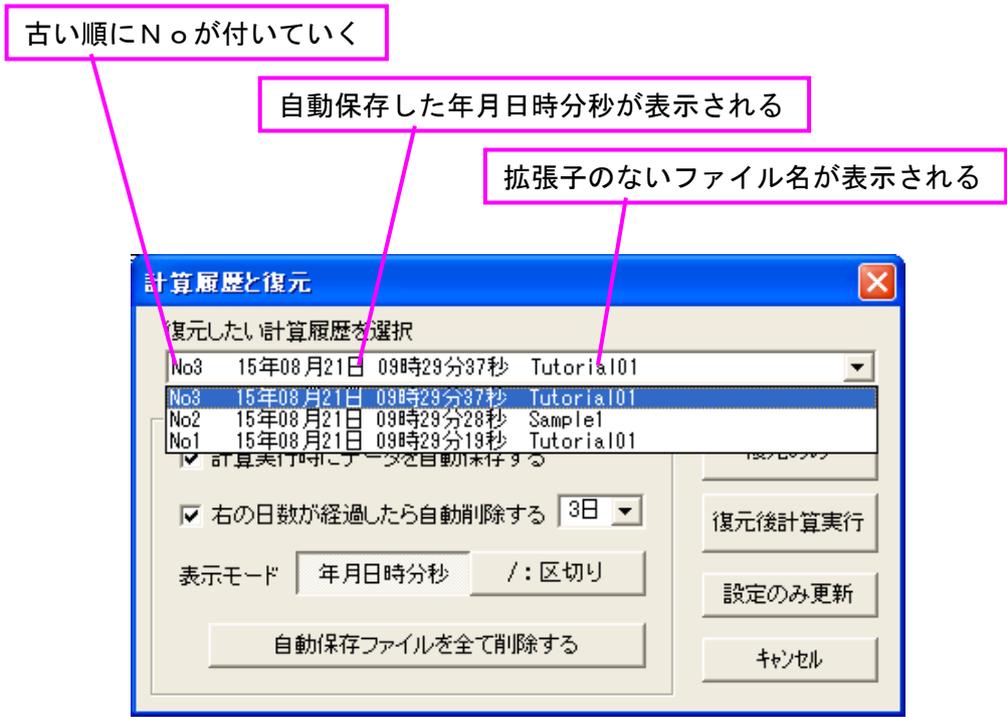


計算を実行したのに計算履歴は空になっています。計算履歴の自動保存はデータが編集してある場合のみ実行されるので既存データを読み込んで直ちに計算実行を行っても自動保存はされません。[キャンセル] でこのダイアログを閉じて何かデータを変更してみます。

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判断しているので、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。



計算履歴のリストボックスには自動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No.2を選択して「復元後計算実行」をクリックしてみます。



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。

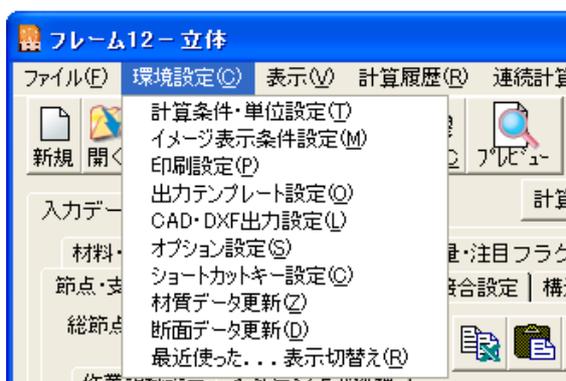
前述のように計算履歴は保険のような役割で設定によりデータを編集して計算を実行するごとにどんどん自動保存されて溜まっていきます。あまり古いデータでは取っておいても役に立たないことが多いので3日程度で自動的に消去していく設定（デフォルト設定）が良いように思いますが計算する頻度や運用方法等を考慮して各自で設定を決めてください。

なお参考までに説明しておく、自動保存するファイルは「フレーム構造解析11」の作業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

◇環境設定を見よう

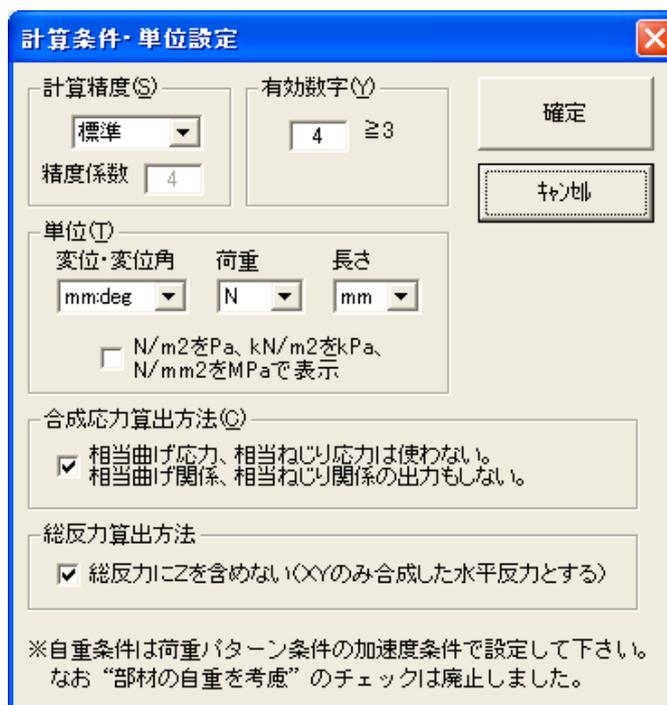
プルダウンメニューの「環境設定」をクリックしてどのような設定があるのかを見てください。



つぎ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、自重条件の設定ができます。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。



計算精度を変更すると最大たわみ等の発生位置が比較的大きく変わる場合があります。これは発生位置を計算用の内部節点を含めた節点で取得しているため、発生位置の精度を上げたい場合は計算精度を高くするか近くに節点を設けると良いでしょう。内部節点が増えるとたわみ曲線やモーメント線図等もなめらかに表示されます。

有効数字ではそ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。なお単位を変更すると取得していたUNDO情報もクリアされますので注意してください。また合成応力算出方法で合成応力に「立体構造解析3」では相当曲げ応力、相当ねじり応力を使っていましたが相当曲げ応力、相当ねじり応力は主に円形の断面形状に適用できる計算方法なので鋼材の場合は条件によって過大な応力値が出ていました。そこでここをチェックしておけば合成応力の算出に相当曲げ応力、相当ねじり応力を使わないようになります。合成応力の詳細についてはマニュアルを参照してください。

総反力算出方法でここをチェックすると総反力の項目が水平反力となりX方向とY方向のみ合成した反力が表示され、チェックを外すとZ方向の反力も含めた総反力となります。反力の評価として分かりやすい方を選択してください。

また「計算実行」ボタンの下の「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開くようになっています。

なおこの設定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。

●STEP 2 (イメージ表示条件設定)

「フレーム構造解析10」から計算結果をイメージ中に表示できるようになったり、単位を付けて表示できるようになるなど大きく設定項目が増えています。

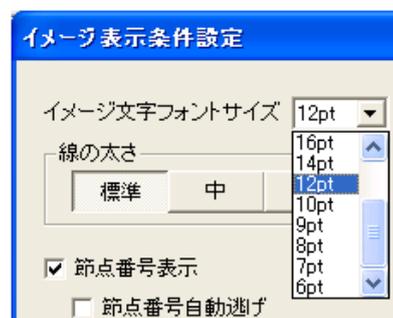
ではイメージ表示条件の設定ダイアログを開いてみます。プルダウンメニューの「環境設定」>「イメージ表示条件設定」をクリックするかイメージ表示枠左上の左上にある「表示切替」ボタンをクリックしても同じダイアログが表示されます。



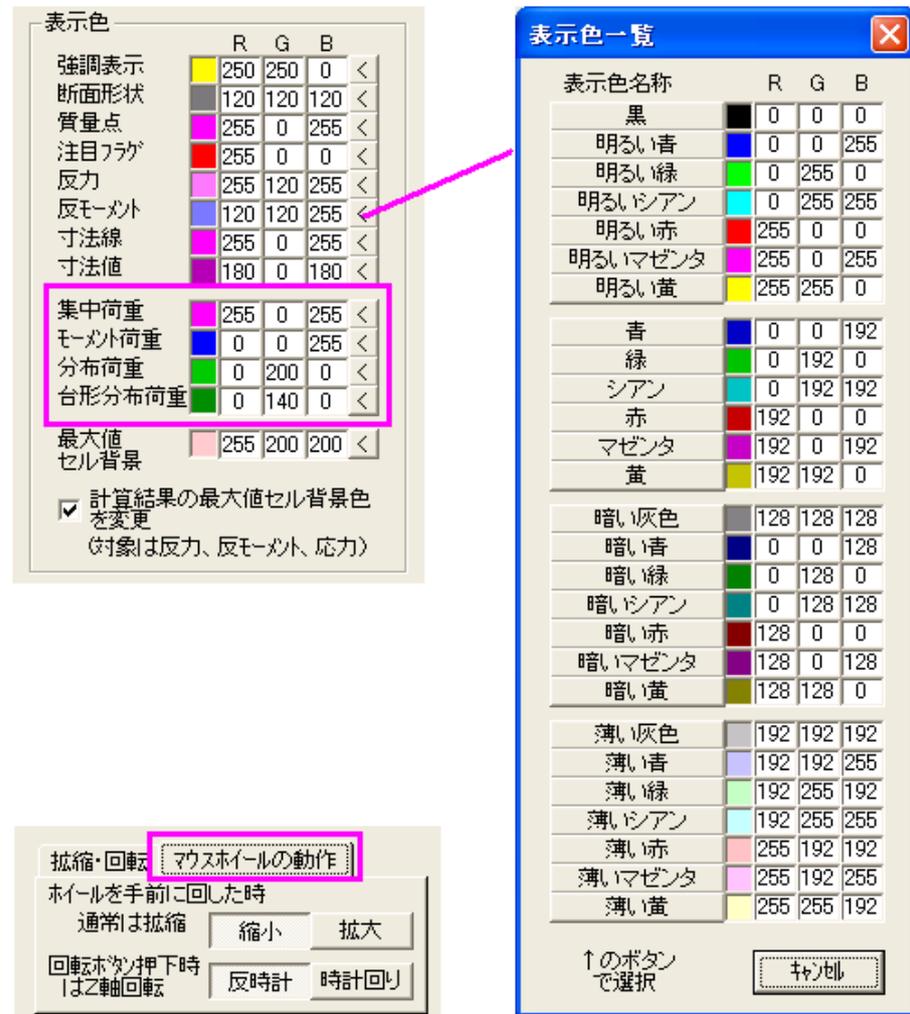
イメージ表示条件設定ではここでイメージ中に表示される番号や記号、計算結果や各種線図等の表示、非表示の切り替え、支持や荷重イメージ、各種線図の大きさを変更することができます。設定内容を変更して「確定」ボタンをクリックするとイメージに反映され計算書のイメージにも影響します。また入力時のイメージ表示にも反映されます

「フレーム構造解析 1 1」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。

「フレーム構造解析 1 2」からイメージ中に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 6 p t ~ 2 4 p t の 1 2 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、台形分布時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。



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おり、[フレーム構造解析12] から [回転] ボタン押下時はホイールで構造イメージをZ軸回転できるようになっていますがその回転方向もここで切り替えできます。

イメージ表示枠の上の [節] ~ [寸] の小さなボタンは表示切替ボタンになっていて [節] : 節点番号、[要] : 要素番号、[材] : 材料番号、[荷] : 荷重イメージ、[全] : 全体座標、[部] : 部材座標、[断] : 断面形状、[質] : 質量点、[注] : 注目フラグ、[寸] : 寸法線で、クリックする毎に表示を切り替えられ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。

さらに [フレーム構造解析 1 1] から計算実行後にイメージ表示枠の上の [Rf] ~ [Ac] のボタンが使えるようになります。こちらは計算結果の表示切替ボタンになっていて [Rf] : 反力関係、[Rm] : 反モーメント関係、[δ] : 変位関係、[Fx] : 軸力関係、[My] : 部材 Y 軸曲げモーメント関係、[Mz] : 部材 Z 軸曲げモーメント関係、[Sy] : 部材 Y 軸せん断力関係、[Sz] : 部材 Z 軸せん断力関係、[Mk] : イメージ中の各計算結果の記号表示、[Ac] : イメージ中の各計算結果の一括非表示となっています。

これらのボタンも基本的にはイメージ表示条件設定の関連した設定をクリックする毎に切り替えているものになります。どのようにイメージ表示が変わるのかいろいろと試してみてください。

さらにこれらのボタンには後で説明するようにショートカットキーも割り当てることができデフォルトの設定ではファンクションキーを主体とした設定になっており、キーボードから表示の切り替えが可能になっています。

[フレーム構造解析 1 0] からこのようにイメージ表示条件が大幅に増えており簡単に切り替えることもできるようになっていますが、データ入力時や計算結果の検討時などその時々に応じた設定をこれらのボタンや設定ダイアログのチェックボックスでいちいち変更していくのは面倒です。そこで [フレーム構造解析 1 0] からイメージ表示条件にもテンプレート機能を追加して、あらかじめそれぞれの作業に応じたイメージ表示条件を設定しておいて、簡単に表示の切り替えができるようにしています。テンプレートの機能はイメージ表示条件設定ダイアログの右上にあります。



テンプレートの設定を読み込むときは読み込みたい設定の数字ボタンをクリックします。また [保存] ボタンをクリックすると現設定がその番号にタイトルと一緒に保存されますのでどのような設定なのか分かるようなタイトルに編集しておくといいでしょう。

また [フレーム構造-立体] では表示切替の小さなボタンの下にテンプレート名称を表示したリストボックスがあり、イメージ表示条件設定ダイアログを開かなくてもテンプレートの切り替えが可能になっています。

●STEP 3 (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。



ここではファイル名や日付を出力するかどうかや出力タイトル、出力コメントの出力設定、および計算書のイメージ設定、ページ設定、行を色分けするかどうか、計算書の各項目の出力位置などを設定した出力テンプレートの選択、複数ページの時に1枚に複数ページを印刷するかどうかの印刷レイアウト、使用するプリンタの情報とプリンタ設定が行えるようになっています。

この出力設定のファイル名・日付、出力タイトルや出力コメントはCSV出力、HTML出力にも反映されますので必要に応じてそれらを出力する前にここで設定しておいてください。

また計算実行後は右側にプレビューも表示されここから印刷もできるようになっています。

[フレーム構造解析10] から [ページ番号設定] のタブが追加されページ番号の出力の有無、総ページ数の出力の有無、任意の総ページ数やページ番号の初期値を設定でき、ページ番号の位置も選択できるようになっています。

この機能により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 1 2] で出力した計算書も一緒にまとめる場合に計算書のページ番号を前後の書類と合わせるすることができます。

●STEP 4 (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 5 (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。

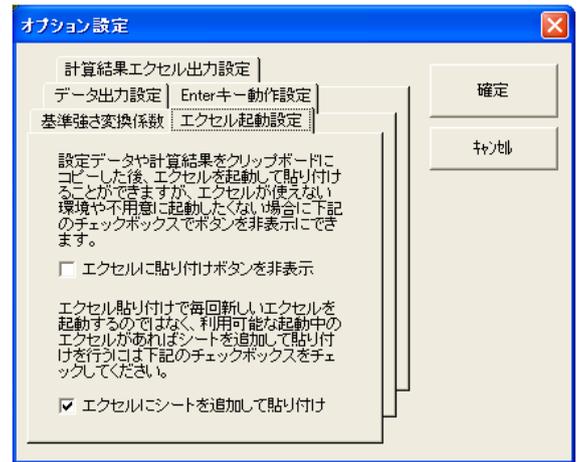
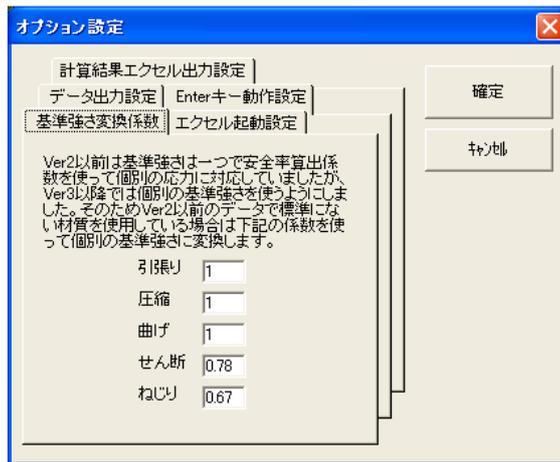
	レイヤ名	色番号		レイヤ名	色番号
節点	1	7	変位図	4	1
支持図形	1	7	モーメント図	5	6
構造要素	2	5	せん断力図	6	4
集中荷重	3	4	節点番号	1	7
分布荷重	3	3	要素番号	2	5
座標軸	1	7	材料番号	3	6

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 6 (オプション設定)

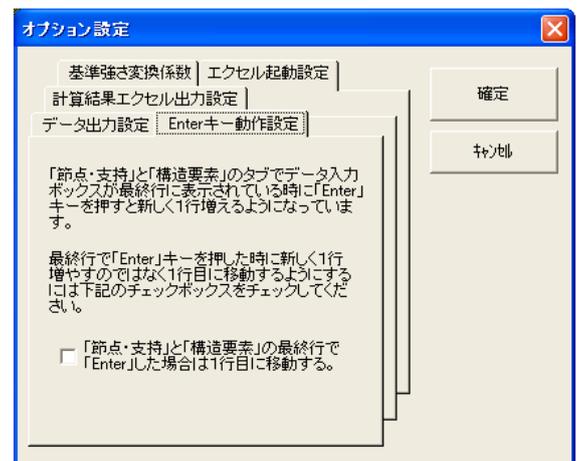
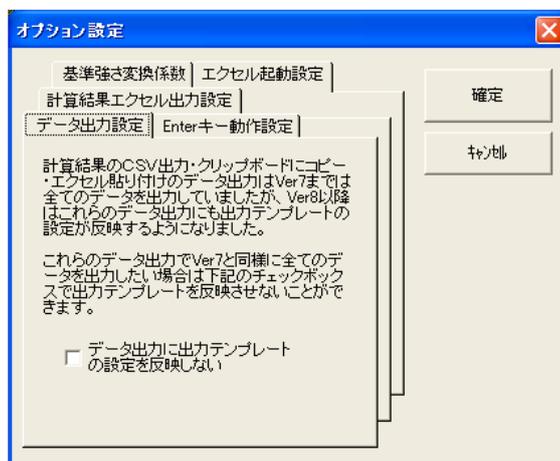
[オプション設定] には従来からの [基準強さ変換係数] [エクセル起動設定] [データ出力設定] [Enter キー動作設定] に [フレーム構造解析 1 2] から追加された [計算結果エクセル出力設定] の5つのタブがあります。それぞれ解説が出ていますのでそれらを参照して設定してください。

[基準強さ変換係数] タブでは [立体構造解析 Ver 2] 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に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。その係数を設定します。



「エクセル起動設定」タブ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「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「フレーム構造解析9」から起動中のエクセルがあればそれにシートを追加して貼り付けができるようになっていますがOS環境やエクセルのバージョン等でうまく動作しない場合は“エクセルにシートを追加して貼り付け”のチェックを外すと従来通りの毎回新しいエクセルを起動して貼り付ける動作となります。

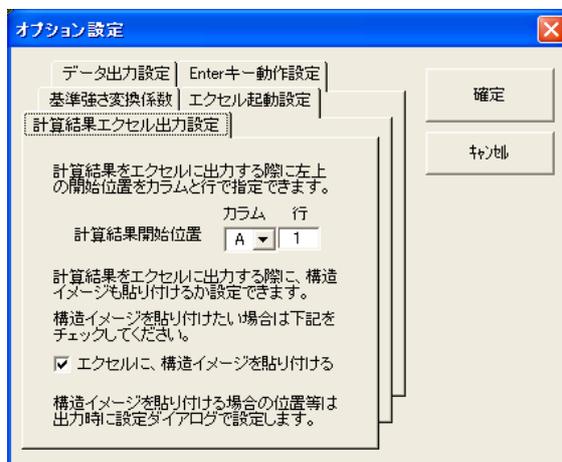
なおデータ編集用と計算結果表示用のエクセルは別々に起動し、またこの設定に関係なく連続計算のエクセル出力も新しいエクセルを起動してシートを追加して計算結果を貼り付けていきます。



「データ出力設定」タブでは計算結果のCSV出力やクリップボードにコピー等に出力テンプレートの設定を行います

「Enter キー動作設定」タブでは「節点・支持」と「構造要素」のタブでデータ入力ボックスが最終行に表示されている時に「Enter」キーを押したときに、新しく1行増えるようにしたり1行目に移動するように動作を選択できます。

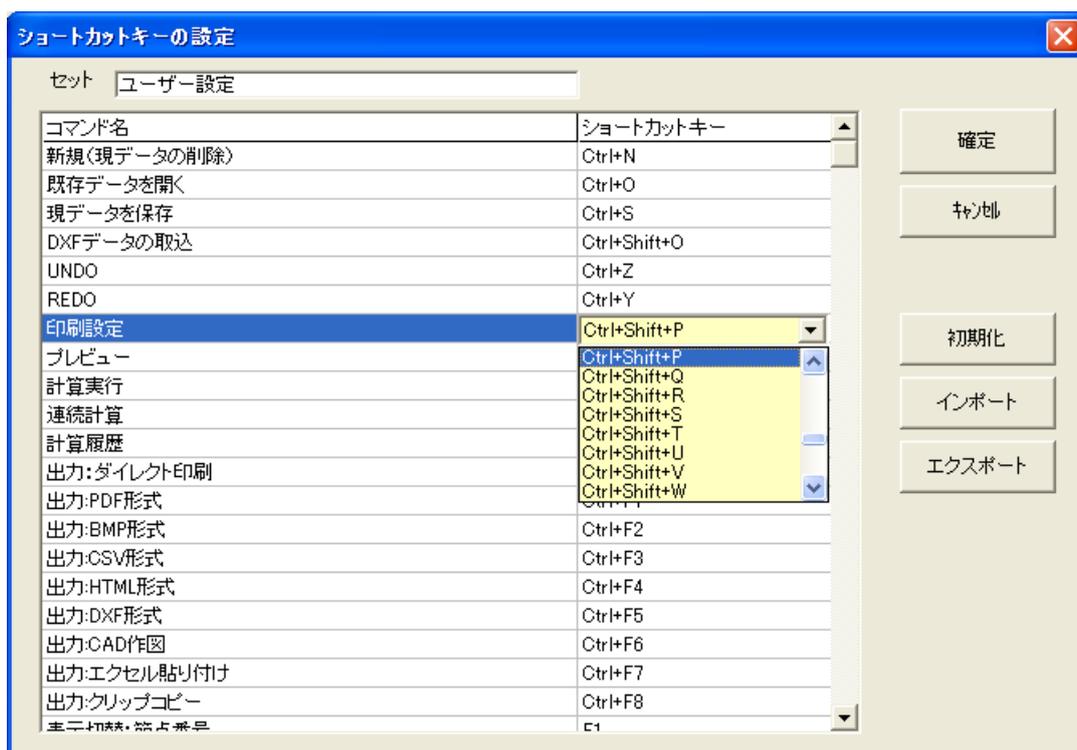
次に示す「計算結果エクセル出力設定」タブは「フレーム構造解析12」で追加されたもので計算結果をエクセルに出力するときの開始位置を設定することができます。また「フレーム構造解析12」から計算結果のエクセル貼り付けに構造イメージも貼り付けできるようになりましたが、貼り付けたい場合はこの“エクセルに構造イメージを貼り付ける”をチェックしておきます。



この“エクセルに構造イメージを貼り付ける”をチェックすると計算結果のエクセル貼り付け時に別途、構造イメージのサイズや貼り付け位置を設定するダイアログが表示され、計算結果の開始位置もそのダイアログで設定するのでこのタブにある計算結果の開始位置は無効となります。詳しくは計算結果の出力のところで説明します。

●STEP 7 (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。このメニューをクリックすると次に示すショートカットキーの設定ダイアログが表示されます。



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。

ここで [確定] ボタンをクリックすると選択したショートカットキーが登録されます。

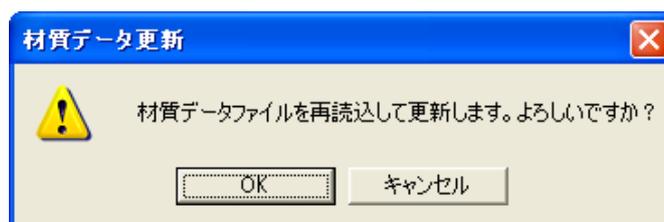
[初期化] ボタンをクリックするとインストール直後のデフォルトの設定に戻ります。

[インポート] [エクスポート] ボタンではデータファイル入出力と同様のファイル選択ダイアログが出てショートカットキーの設定を別のファイルに出力したり、あるいは設定を読み込むことができます。

●STEP 8 (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。

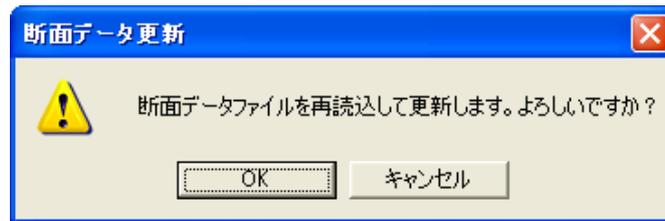


ここで [OK] ボタンをクリックすると材質データファイルを再読み込んで更新します。なおファイルの編集ミスなどがあると不具合が発生することもありますので大幅な変更の場合は作業中のデータを保存し一旦コマンドを終了してから行ってください。

●STEP 9 (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。

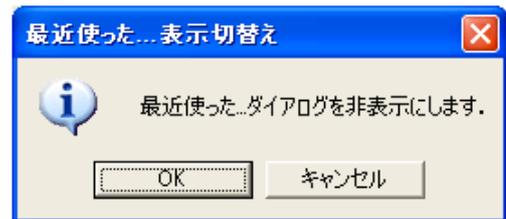
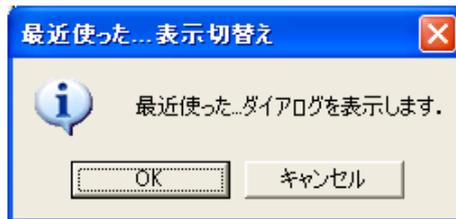
環境設定の「断面データ更新」をクリックすると次に示すメッセージが表示されます。



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 10 (最近使った... 表示切り替え)

「フレーム構造解析 1 2」から計算条件の保存と読込の時に「最近使った...」ダイアログを表示できるようになっていますがこれをクリックする毎に次に示すメッセージが表示され「最近使った...」ダイアログを表示する非表示にするかを設定できます。



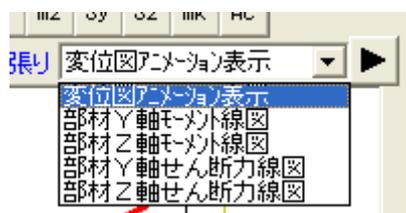
非表示にするのは「最近使った...」ダイアログを表示でもできますが一旦非表示にしてから表示するようにしたい場合はこのメニューをクリックして行います。なお「最近使った...」ダイアログの操作については計算条件の保存と読込のところで説明します。

環境設定を見よう 終了

◇アニメーションを表示してみよう

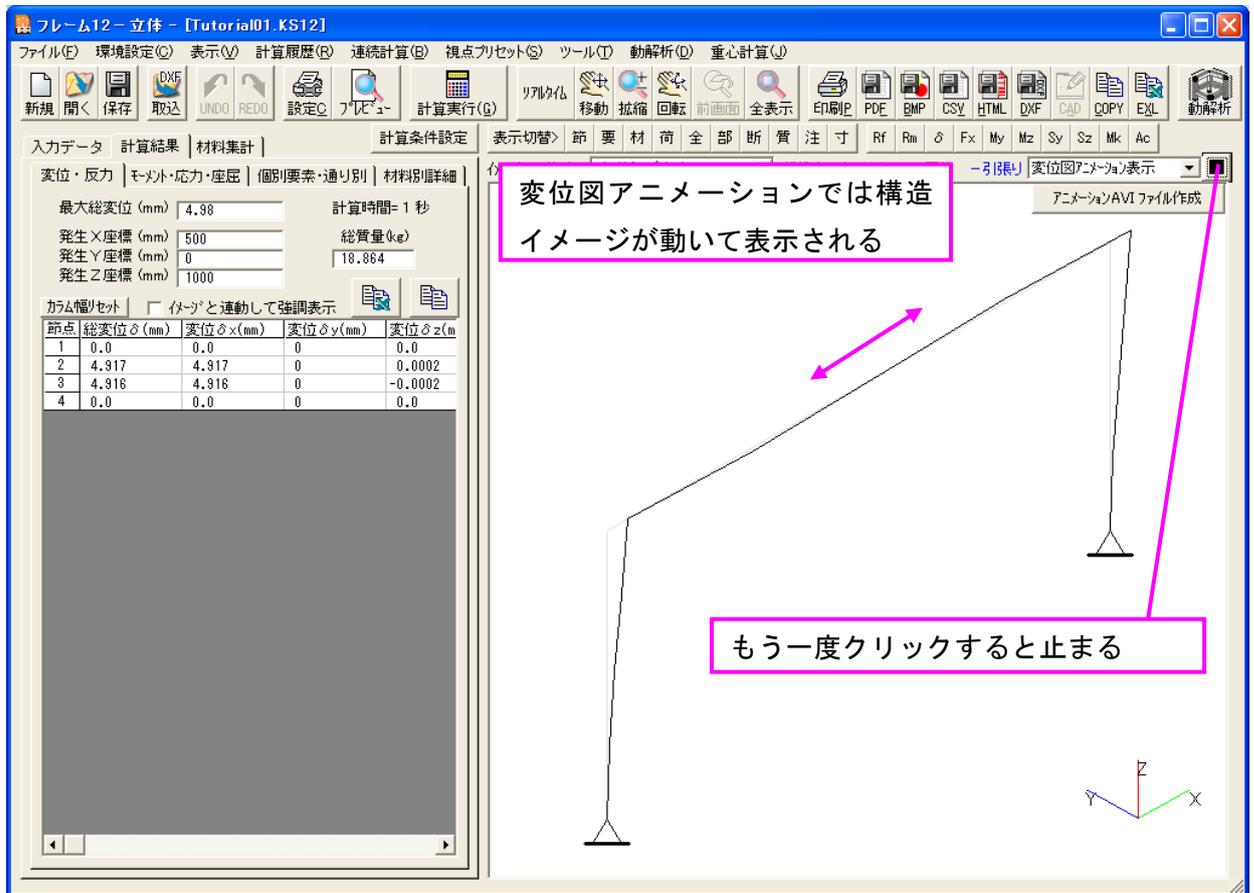
●STEP 1 (アニメーションの選択)

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。

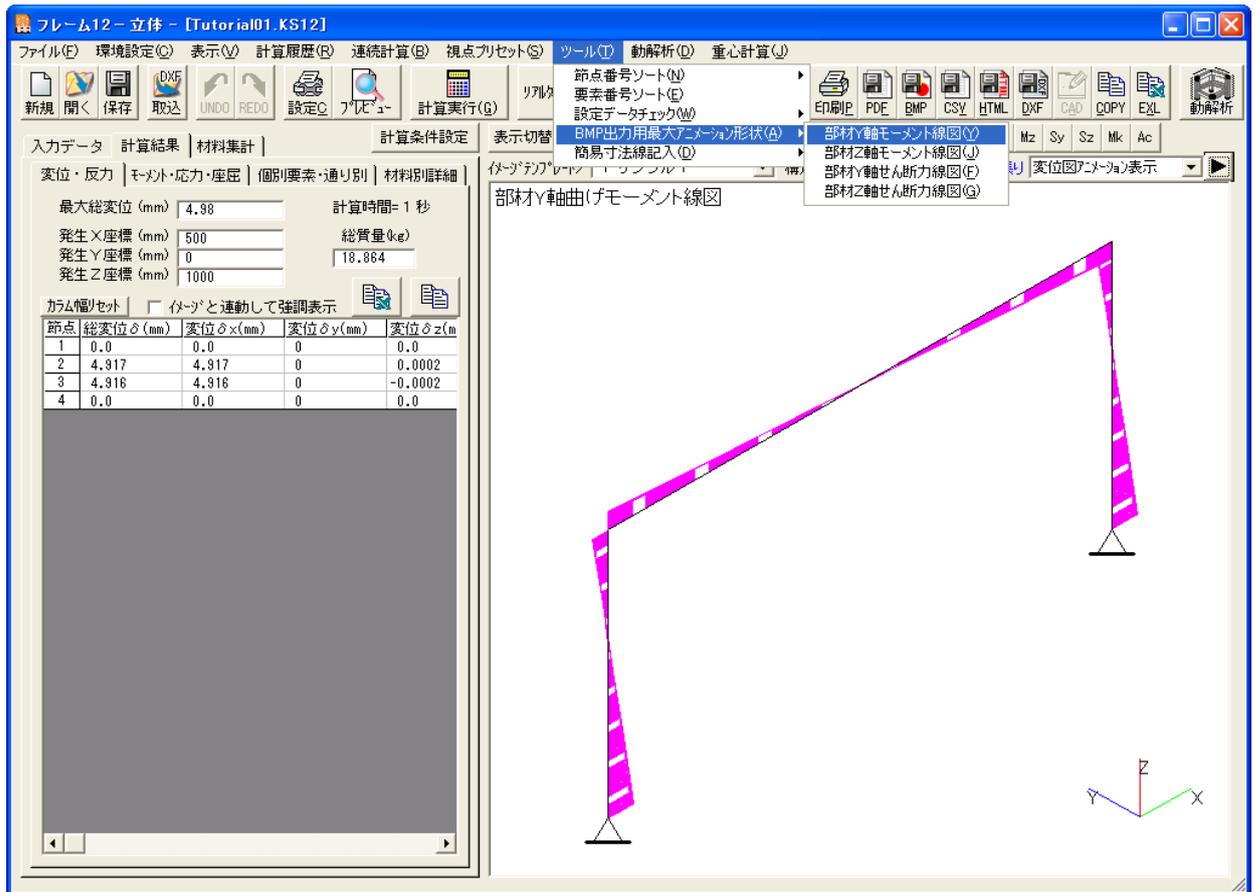


アニメーション表示中は、再生ボタンはストップボタンに変わり、ストップボタンをクリックするとアニメーション表示は終了します。

また [フレーム構造解析 12] では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] ボタンが表示され後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。

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 9] からツールメニューで曲げモーメント線図とせん断力線図の最大アニメーション形状が表示できるようになっており、この状態で BMP 出力ができるようになっています。

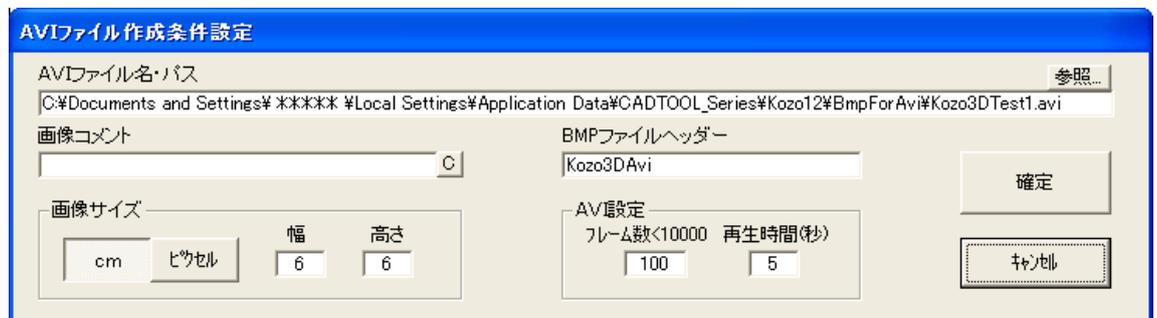
次に部材 Y 軸モーメント線図の最大アニメーション形状を表示した例を示します。



最大アニメーション形状をクリアするにはイメージをクリックしてください。

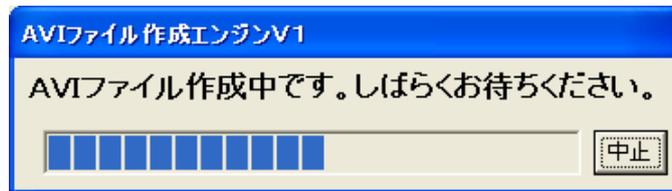
●STEP 3 (アニメーションAVIファイルの作成)

[フレーム構造解析11]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AVI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、AVIを作成するときに使う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、AVI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 1 2] 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。

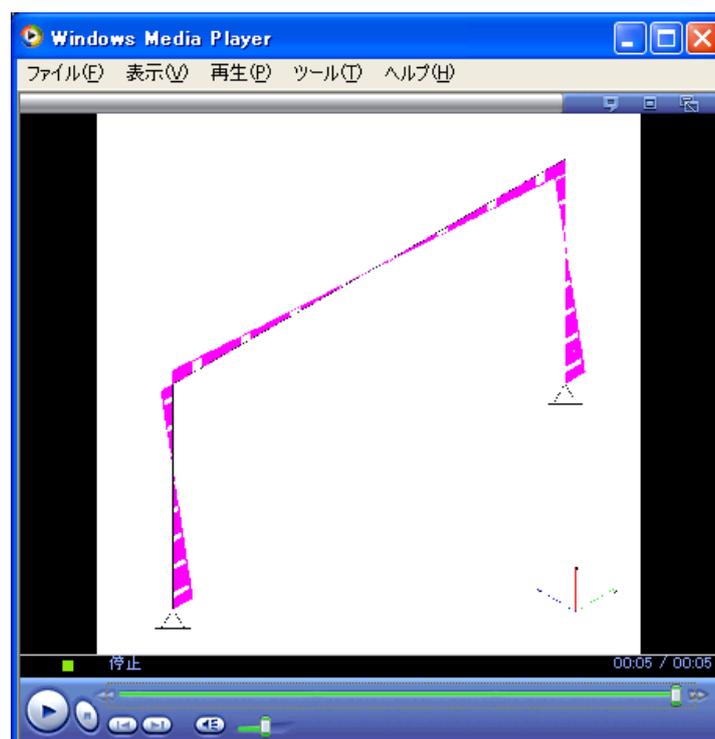


正常にA V I ファイルが作成されると次に示すメッセージが表示されます。



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。

次に [部材 Y 軸モーメント線図] でA V I ファイルを作成して Windows Media Player で開いたものを示します。



作成されるAVI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AVIファイルやBMPファイルからアニメーションGIF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12〕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・回転してみよう

●STEP 1 (移動・拡大・回転モードの選択)

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〕〔回転〕〔前画面〕〔全表示〕がイメージ操作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。

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。

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。

●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プ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た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した時点で移動・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。[フレーム構造解析 1 2] では前述のイメージ表示条件設定でホイールの回転方向と拡縮の切り替えができるようになっていますので操作に慣れた設定にしておくとい良いでしょう。

●STEP 4 (イメージの回転)

[フレーム構造一立体] は3次元なのでイメージの回転させることができるようになっています。操作は[回転] 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。その後は移動と同じ操作で左右方向にドラッグするとZ軸回りに回転し、上下にドラッグするとX軸回りに回転します。またイメージを回転させると全体座標も回転角に応じた表示となります。

また[フレーム構造解析 1 2] からホイールマウスを使っている場合に[回転] ボタンを押下した状態ではホイールを回転させると構造イメージをZ軸回転できるようになっています。また前述のイメージ表示条件設定でホイールの回転方向と回転方向の切り替えができるようになっていますので操作に慣れた設定にしておくとい良いでしょう。

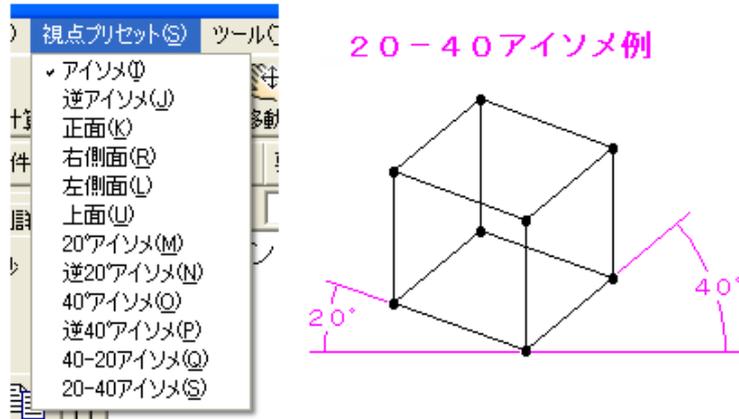
●STEP 5 (前画面と全表示)

イメージの移動や拡縮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・拡縮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イメージ表示条件設定で選択しているデフォルトの視点に戻ります。さらにイメージ表示条件設定では次で説明する視点オフセットの種類から全表示したときのデフォルトの視点とZ回転角のオフセットを設定することができるので節点や要素が重なりやすい構造の場合は見やすいものを設定しておくとい良いでしょう。

●STEP 6 (視点プリセット)

[フレーム構造解析 1 2] ではイメージの回転位置を視点プリセットとしてあらかじめ用意しています。これを使うにはプルダウンメニューの [視点プリセット] をクリックします。



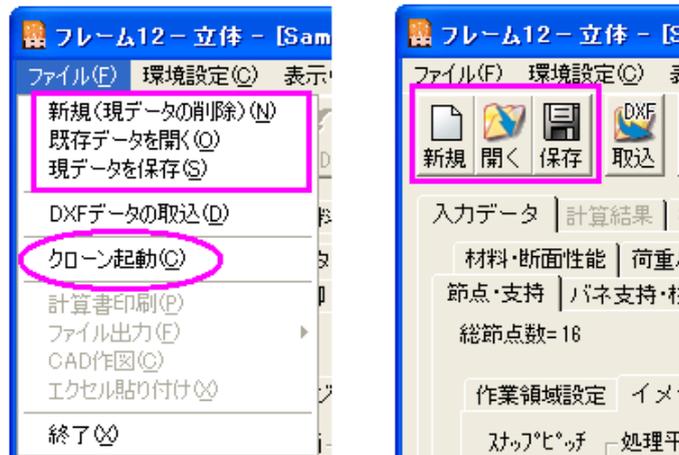
何か構造イメージが表示されている時にこれらをクリックすれば直ちに視点が切り替わりますのでいろいろと試してみてください。

なお通常のアイソメは立方体を例にして底辺と水平線との角度が左右とも 30° になるように表示されますが例えば 20° アイソメはこれが左右とも 20° になり、 $40-20$ アイソメは右側が 40° 左側が 20° という意味になります。

また [全表示] ボタンをクリックしたときのデフォルトをイメージ表示条件で選択できますがそこで選択している視点に チェックが付くようになっています。

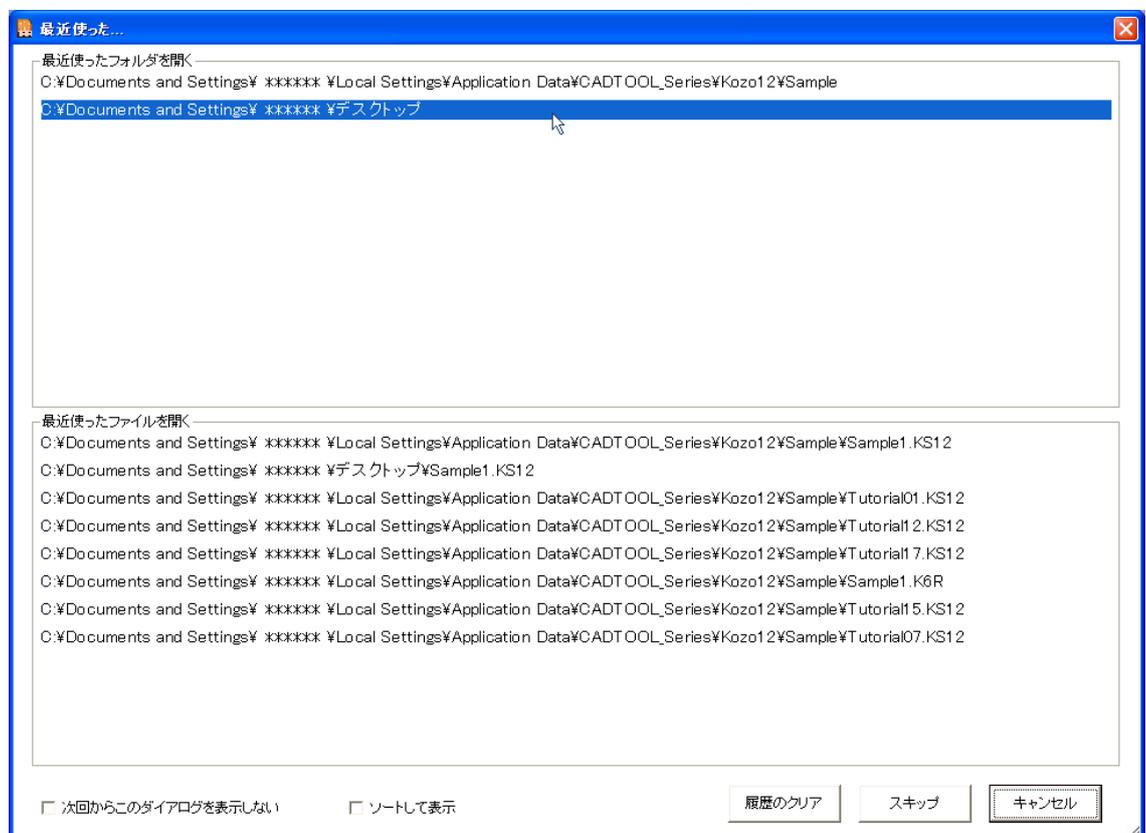
◇計算条件の保存と読込、新規、クローン起動

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 2] から追加された [最近使った...] ダイアログや [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) (NEW)

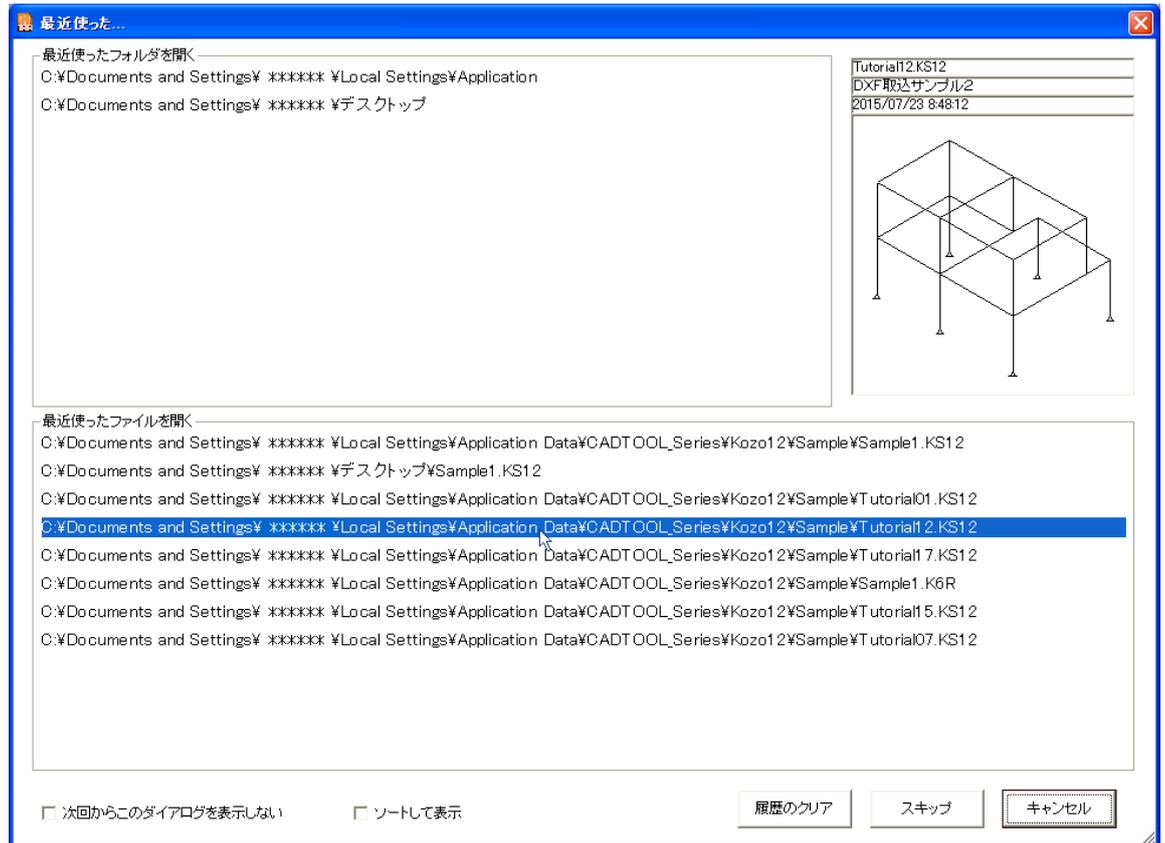
プルダウンメニューの [現データを保存] か [既存データを開く]、[保存] アイコンか [読込] アイコンをクリックすると [フレーム構造解析 1 2] では設定により [最近使った...] ダイアログが表示されます。



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、構造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。

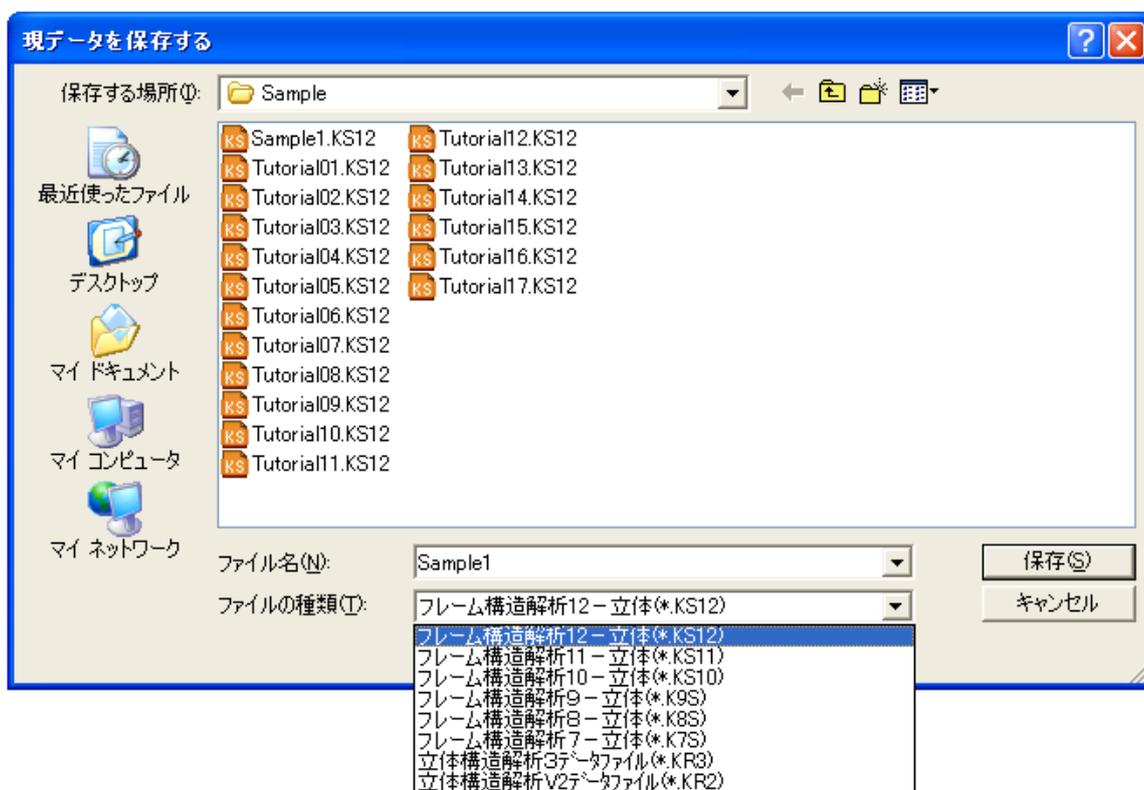
[履歴のクリア] ボタンをクリックすると最近使ったフォルダおよびファイルの履歴が表示からクリアされますが間違えてクリアしてしまった場合は [キャンセル] ボタンでダイアログを閉じれば履歴は残ったままになります。

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。

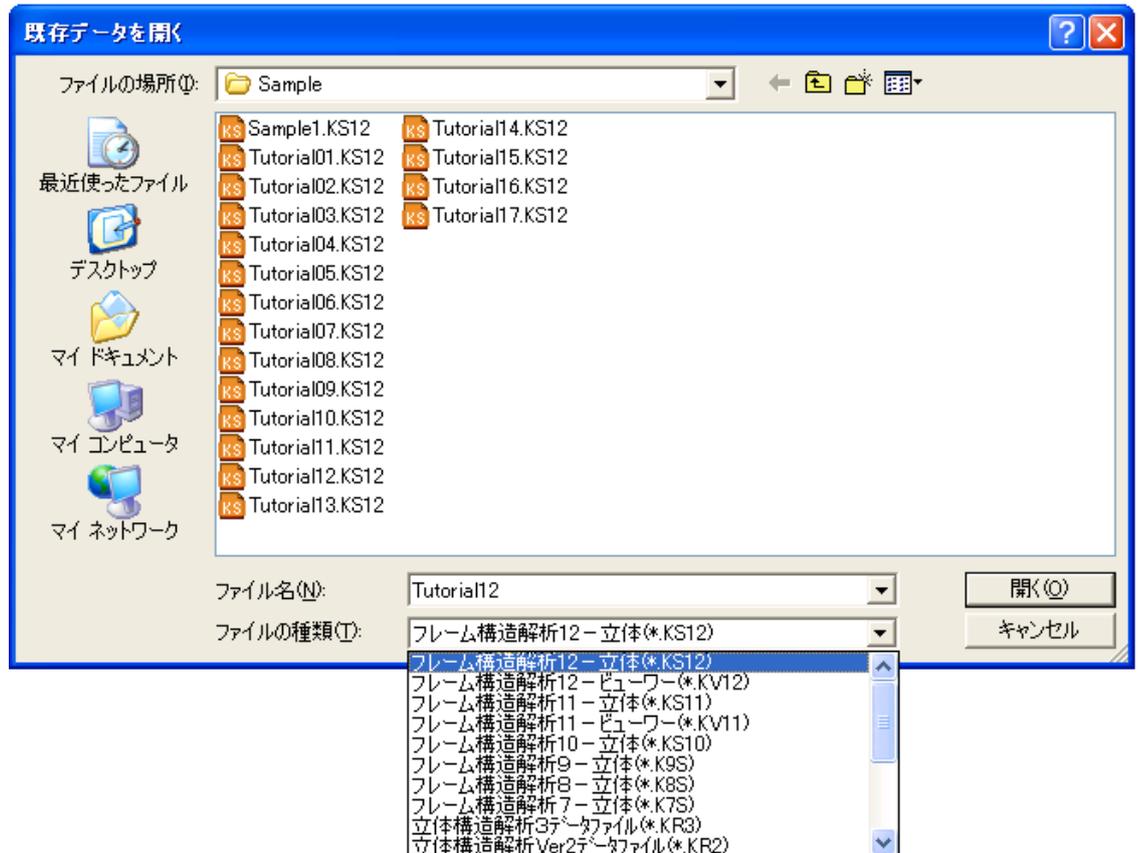
ここにファイル名が表示される



●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。

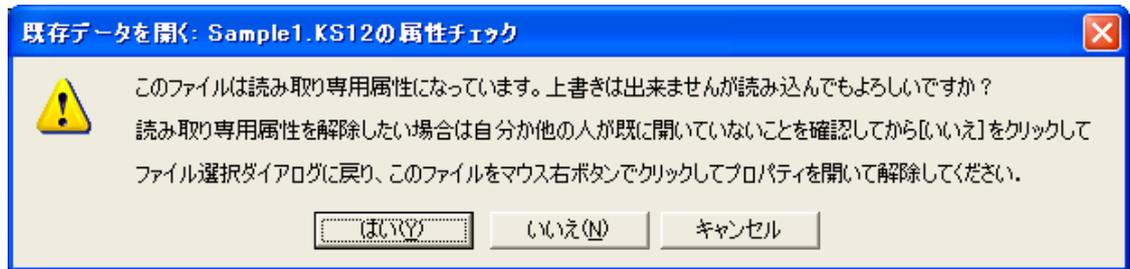


目的のファイルを選択したら [開く] ボタンをクリックして読み込みを実行します。既存データを読み込んだ場合もタイトルバーに読み込んだファイル名が表示されます。

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 1 2] 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 1 0] からは他の [フレーム構造-立体] で開いていた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とき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。

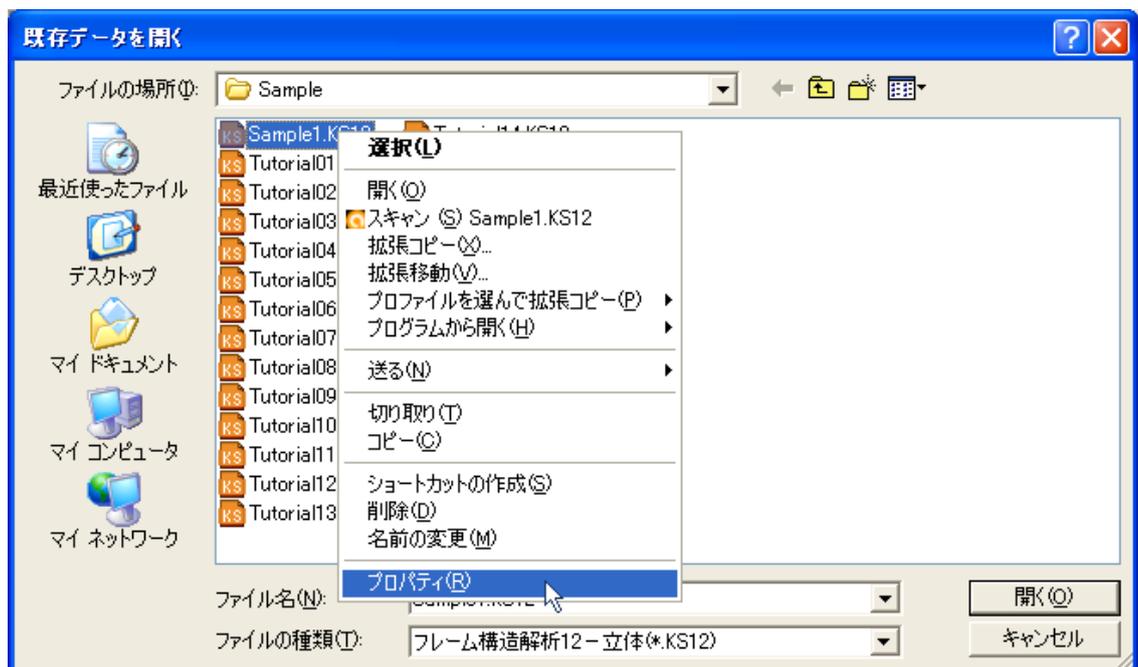


また読み取り専用のファイルを開いた場合はタイトルバーに“(読み取り専用)”と表示されるようになっていきます。



なお通常のファイルを開いた場合も他の [フレーム構造 - 立体] 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。

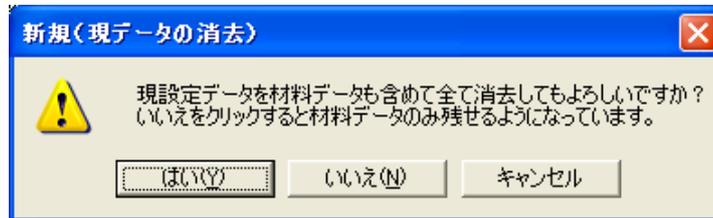
その場合は前述の属性チェックメッセージで [いいえ] をクリックして現データを開くダイアログで読み取り専用属性の追加ファイルをマウス右クリックし、さらにプロパティをクリックしてファイルのプロパティ画面で“読み取り専用”の属性を解除することができます。



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。

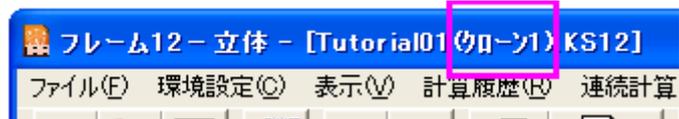
●STEP 5（クローン起動）

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.KS12 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1).KS21”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ませんので注意してください。



“(クローン*)”の*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結果は取っておいてちょっと条件を変えた場合の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[フレーム構造-立体]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[フレーム構造-立体]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7]からは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。

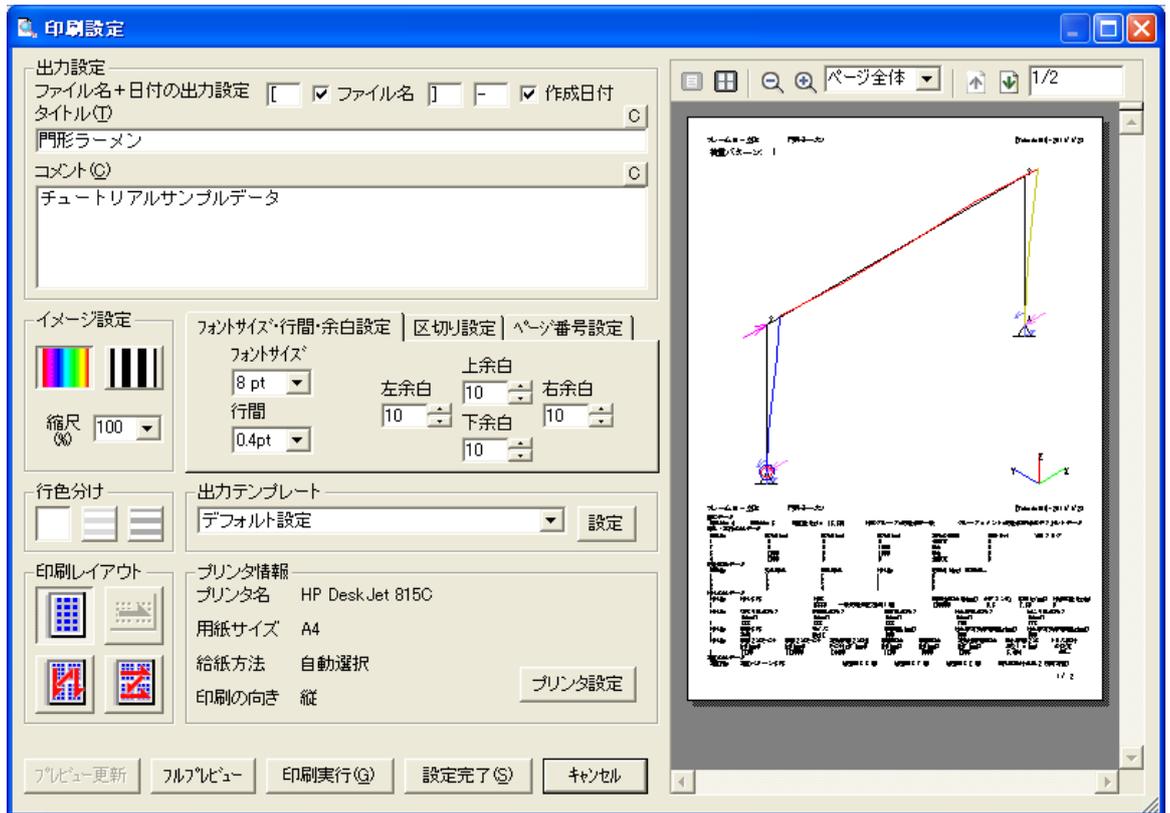
個別要素詳細の計算結果を出力する場合は[個別要素・通り別]タブでさらに[個別要素詳細]タブを開き、通り別詳細の計算結果を出力する場合は同じタブの[通り別詳細]タブを開きます。

材料別詳細の計算結果を出力するときは[材料別詳細]タブ、材料集計結果を出力する場合は[材料集計]タブを開いておきます。その他のタブが開いているときは標準の計算結果の出力となります。

[材料集計]タブが開いている場合は計算実行前でも印刷やCSV出力、HTML出力、クリップコピー、エクセルに貼り付けのボタンが使えるようになっています。

●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るようになります。節点数や要素数が多い場合はページ設定にある“計算結果に右の間隔で項目行を追加する”をチェックしてその右で間隔の行数を選択すると計算結果の途中で項目行が追加されていき、何の値なのか分かりやすくなります。

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。

出力テンプレート設定

タイトル デフォルト設定

コメント 全項目出力
材料条件4行出力

設定を読み込む 設定を保存する 保存しないで適用

標準出力(通り別・材料別詳細共通) 個別要素詳細 材料集計

基本データ 節点・支持 構造要素 材料条件 荷重条件 最大値 変位・反力 伝達力 応力関係 合成応力 備考

全て出力しない 最大値にマークを付ける(全てに適用) =MAX

変位・変位角は出力しない

項目名を出力しない 変位の大きいものだけ出力する 変位の大きいものにマークを付ける

項目名 変位・変位角データ 最大変位比 60 %以上 最大変位比 80 %以上 マーク >80%

	節点No	総変位 δ	変位 δ_x	変位 δ_y	変位 δ_z	変位角 θ_x	変位角 θ_y	変位角 θ_z
コラム幅	16	26	26	26	26	28	28	28
位置	0	16	42	68	94	120	148	176

反力・反モーメントは出力しない

項目名を出力しない 反力の大きいものだけ出力する 反力の大きいものにマークを付ける

項目名 反力データ 最大反力比 60 %以上 最大反力比 80 %以上 マーク >80%

	節点No	総反力F	反力Fx	反力Fy	反力Fz	反モーメントMx	反モーメントMy	反モーメントMz
コラム幅	16	26	26	26	26	28	28	28
位置	0	16	42	68	94	120	148	176

変位・反力・応力の大きいものの背景色を変える 背景色 R 255 G 220 B 220

最大値の背景色を変える 背景色 R 255 G 160 B 160

※背景色を変えたい場合は“...にマークを付ける”をチェックのこと

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用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。

なお通り別詳細および材料別詳細も標準出力と同じ設定(コラム幅)を用いますが“応力の大きいものだけ出力する”や“応力の大きいものにマークを付ける”のチェックはこれらの詳細の出力には無効となり選択した通り面や材料番号を使っている全ての計算結果が出力されます。

●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。

2 ページ目を表示

設定により全ページにヘッダーが出力される

フレーム12-立体 門形ラーメン [Tutorial01]-2015/8/21

節点No	集中荷重X(N)	集中荷重Y(N)	集中荷重Z(N)	モーメント荷重X(N・mm)	モーメント荷重Y(N・mm)	モーメント荷重Z(N・mm)
1	100	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0

節点No	総変位x (mm)	変位x (mm)	変位y (mm)	変位z (mm)	変位角θx (deg)	変位角θy (deg)	変位角θz (deg)
1	0.0	0.0	0	0.0	0	0.0	0
2	4.917	4.917	0	0.0002	0	0.2415	0
3	4.916	4.916	0	-0.0002	0	0.2414	0
4	0.0	0.0	0	0.0	0	0.0	0

節点No	水平反力 F(N)	反力 Fx(N)	反力 Fy(N)	反力 Fz(N)	反モーメント Mx(N・mm)	反モーメント My(N・mm)	反モーメント Mz(N・mm)
1	50	-50	0	-18.75	0	-31250	0
4	50	-50	0	18.75	0	-31250	0

要素No	節点No	材料No	曲げモーメント MyB(N・mm)	曲げ応力 σyB(N/mm ²)	σyB安全率	曲げモーメント MzB(N・mm)	曲げ応力 σzB(N/mm ²)	σzB安全率
1	1	1	-31250	-26.04	12.79	0	0	****
1	2	1	18750	15.63	21.31	0	0	****
2	2	1	18750	15.63	21.31	0	0	****
2	3	1	-18750	-15.62	21.31	0	0	****
3	3	1	-18750	-15.62	21.31	0	0	****
3	4	1	31250	26.04	12.79	0	0	****

要素No	節点No	材料No	ねじりモーメント MxB(N・mm)	ねじり応力 τxB(N/mm ²)	τxB安全率
1	1 > 2	1	0	0	****
2	2 > 3	1	0	0	****
3	3 > 4	1	0	0	****

要素No	節点No	材料No	せん断力 FyB(N)	せん断応力 τyB(N/mm ²)	τyB安全率	せん断力 FzB(N)	せん断応力 τzB(N/mm ²)	τzB安全率
1	1	1	0	0	****	50.0	0.0833	3120
1	2	1	0	0	****	50.0	0.0833	3120
2	2	1	0	0	****	-18.75	-0.0312	8320
2	3	1	0	0	****	-18.75	-0.0312	8320
3	3	1	0	0	****	50.0	0.0833	3120
3	4	1	0	0	****	50.0	0.0833	3120

要素No	節点No	材料No	軸力 FxB(N)	軸応力 σxB(N/mm ²)	σxB安全率	要素全長(mm)	座屈荷重 For(N)	座屈安全率
1	1	1	-18.75	-0.0312	10660	1000	14630	****
1	2	1	-18.75	-0.0312	10660	1000	14630	****
2	2	1	50.0	0.0833	3996	2000	3658	73.17
2	3	1	50.0	0.0833	3996	2000	3658	73.17
3	3	1	18.75	0.0313	10660	1000	14630	780.5
3	4	1	18.75	0.0313	10660	1000	14630	780.5

要素No	節点No	材料No	合成引張り応力 σsC(N/mm ²)	σsC安全率	合成圧縮応力 σcC(N/mm ²)	σcC安全率	合成せん断応力 τC(N/mm ²)	τC安全率
1	1	1	-26.07	12.77	26.01	12.8	0.0833	3120
1	2	1	-15.66	21.27	15.59	21.35	0.0833	3120
2	2	1	-15.54	21.43	15.71	21.2	0.0313	8320
2	3	1	-15.54	21.43	15.71	21.2	0.0313	8320
3	3	1	-15.59	21.36	15.66	21.27	0.0833	3120
3	4	1	-26.01	12.8	26.07	12.77	0.0833	3120

備考
計算精度=標準(4) セクション力算出条件: 全断面を使用
チュートリアルサンプルデータ

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。

また [フレーム構造解析12] では入力データのタブが [節点・支持] [構造要素] [材料・断面性能] の場合には計算実行前でも [プレビュー] ボタンが押せるようになり、それぞれ単独で印刷やPDF出力ができるようになっています。これは計算書等をまとめるときに基本データだけを先に説明しておきたい時などに便利です。

●STEP 3 (ダイレクト印刷)

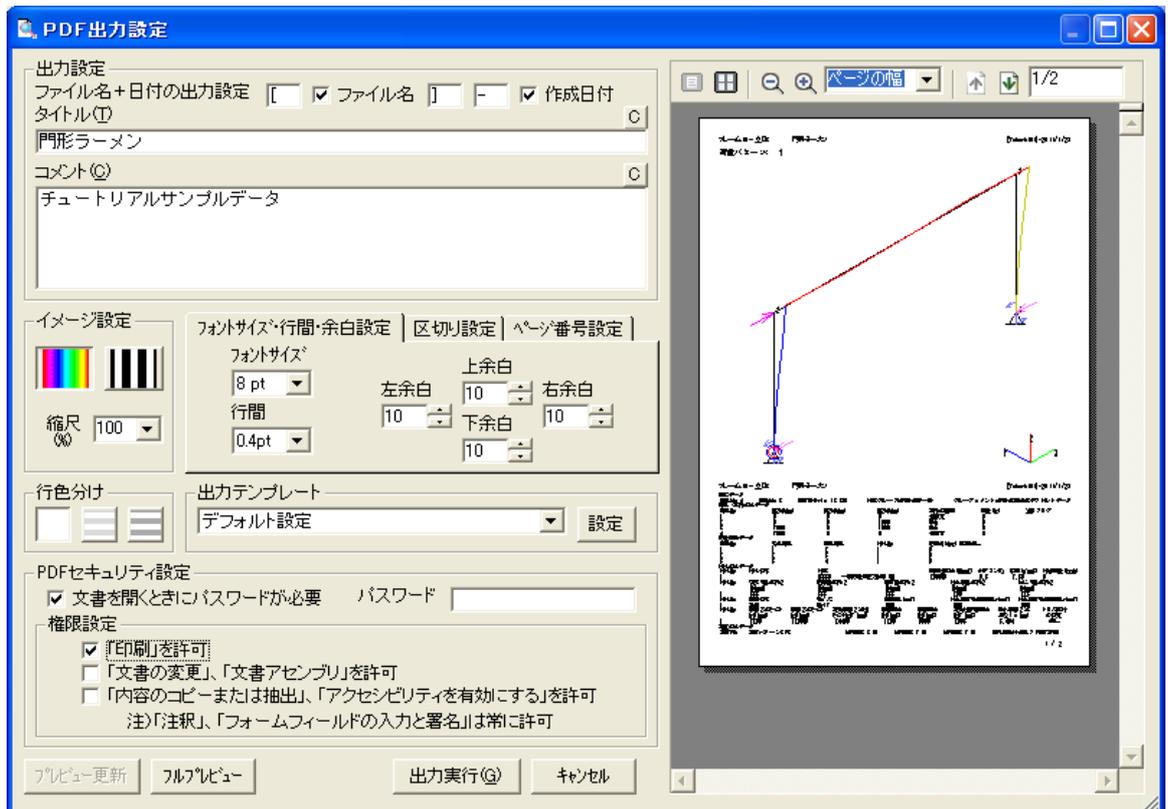
[印刷] ボタンをクリックすると次に示すプリンタ名が表示された確認メッセージが表示され
[OK] ボタンをクリックすると直ちに計算書の印刷を実行します。



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。

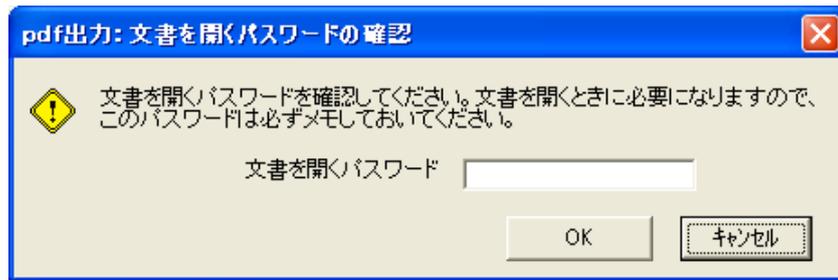
●STEP 4 (PDF出力)

[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は不要です。

●STEP 5 (BMP出力)

このボタン (メニュー) をクリックすると [現データ保存] と同じファイルの保存ダイアログが表示されますので、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。

[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。テンプレートの設定を読み込むときは数字ボタンをクリックします。また [保存] ボタンをクリックすると現設定がその番号にコメントと一緒に保存されますのでどのような設定なのか分かるようなコメントに編集しておくといいでしょう。

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いてください。

●STEP 7 (クリップコピー)

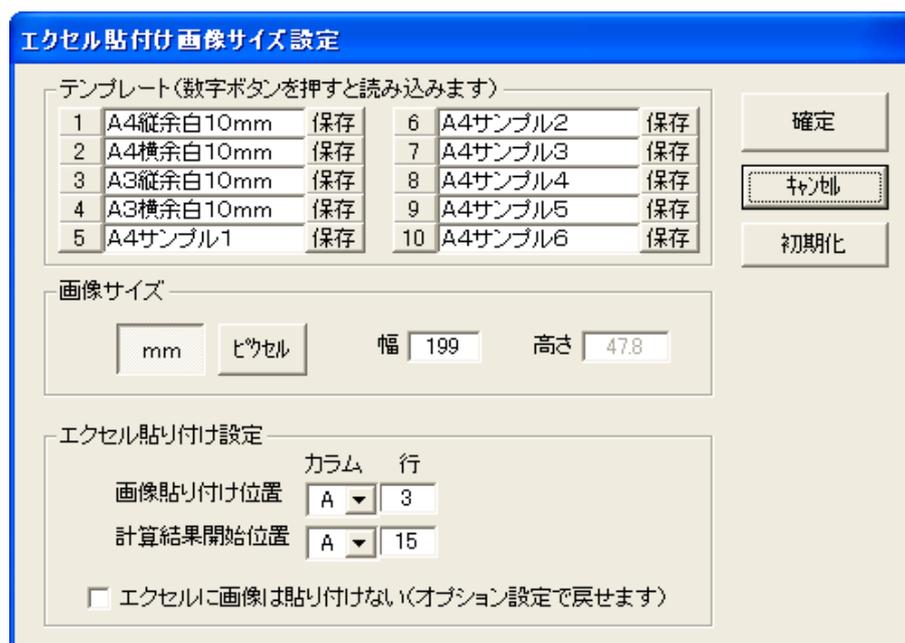
[COPY] ボタンをクリックすると設定データと計算結果をクリップボードにコピーしますので他のソフトに貼り付けて利用することができます。

●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12]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“エクセルに構造イメージを貼り付ける”がチェックされている場合は構造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7]からはダイアログのサイズが大きくなったので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。[材料集計] タブが開いている時以外は計算が実行されないと押せないようになっていますが [材料集計] タブが開いている場合は計算実行前でも印刷やCSV出力、HTML出力、クリップコピー、エクセルに貼り付けのボタンが使えるようになっています。

[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。なおオプション設定により出力テンプレートの設定を反映するかどうか選択できます。

[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。

計算結果の出力 終了

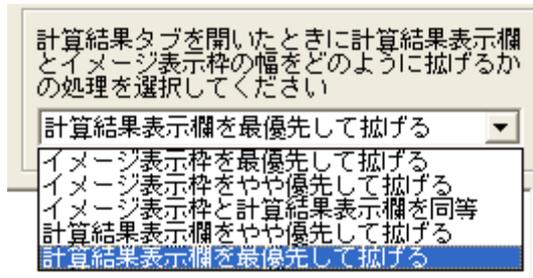
◇高解像度対応とカラム幅テンプレート (NEW)

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おり、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。

最近ではこれを越える高解像度のディスプレイが普及しています。そこで [フレーム構造解析12] ではメインのダイアログを拡げた場合に計算結果表示欄も拡げられるようにしています。

●STEP 1 (処理方法を選択)

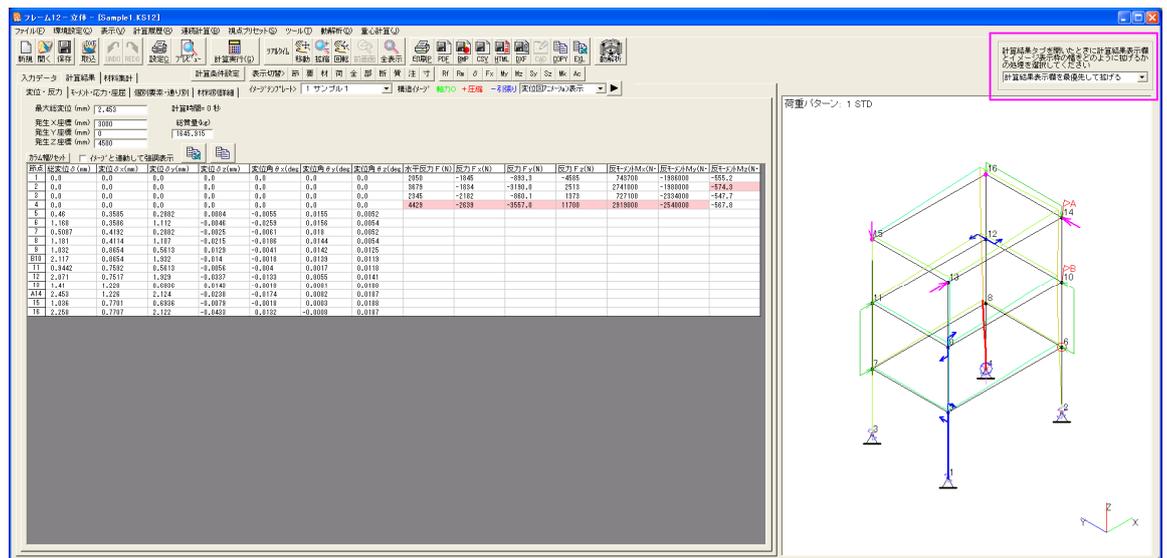
メインのダイアログを拡げていくとダイアログ右上にイメージと計算結果表示欄をどのように拡げるかの処理方法のリストボックスが表示されます。



[イメージ表示枠を最優先して拡げる]を選択すると従来と同様にダイアログを拡げた場合にイメージ表示枠が広がっていきます。一方「計算結果表示欄を最優先して拡げる」を選択するとイメージ表示枠は最小の幅となり計算結果表示欄が広がっていきます。中間の設定を含めて5種類の設定が選択できるようになっていますのでお使いのディスプレイの解像度や目的に応じて見やすい設定を選択してください。ただし解像度が1024×768レベルのディスプレイでダイアログを拡げてもこの設定欄が表示されない場合は残念ながらこの機能は使えません。

●STEP 2 (変位・反力の表示)

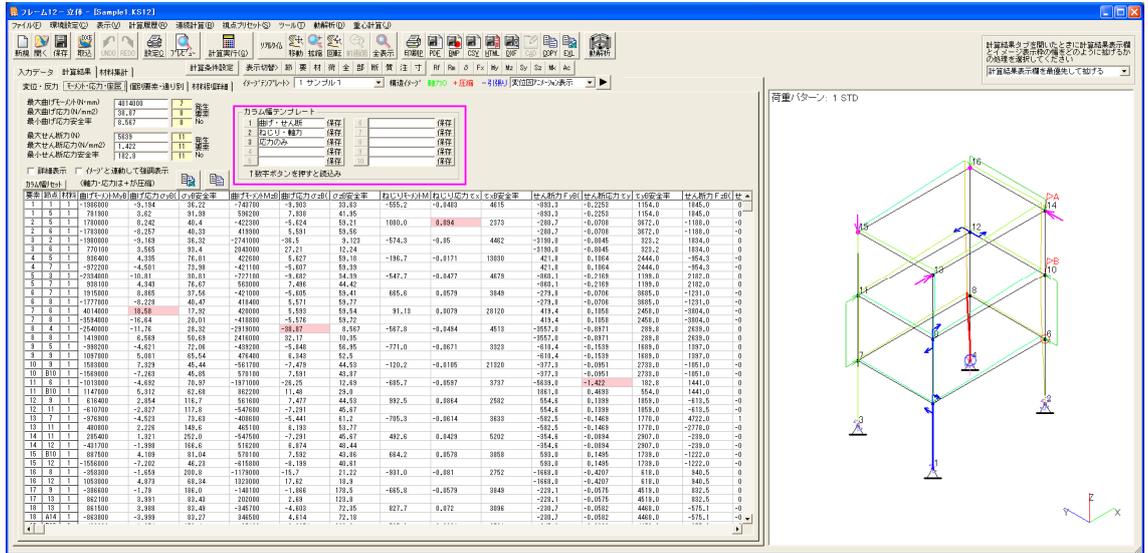
次に現在普及しているFull-HD(1920×1080)のディスプレイで「計算結果表示欄を最優先して拡げる」設定で[変位・反力]タブを開いた例を示します。



縮小しているので見にくいですが[変位・反力]では項目数が少ないので計算結果の全ての項目一覧表示することができます。また右上には前述の設定欄が表示されているのが分かります。

●STEP 3 (モーメント・応力・座屈の表示)

[モーメント・応力・座屈] タブをクリックすると計算結果の表示が次のように切り替わります。



[モーメント・応力・座屈] の計算結果は項目数が多いので全てを表示することはできませんがカラム幅を変更して目的の計算結果を並べて表示することはできます。またこのための新機能として次に説明するカラム幅テンプレート機能を追加しています。

●STEP 4 (カラム幅テンプレート)

[モーメント・応力・座屈] の計算結果は項目数が多いので評価したいものだけ残して他のカラム幅を小さくすることで計算結果を見やすくできますがいちいちカラム幅を変更するのは面倒です。そこであらかじめ評価方法に応じてみやすくしたカラム幅の設定をテンプレートとして保存しておき、そのテンプレートを読み込んでカラム幅を切り替える機能がカラム幅テンプレートになります。カラム幅テンプレートもダイアログを拡げていくと最大値一覧の右側に表示されるようになります。



サンプルが入っているので一例としてテンプレートの [3] ボタンを押して応力のみ表示したものを示します。

要素	節点	材料	曲げ応力σyB	曲げ応力σzB	ねじり応力τx	せん断応力τyz	せん断応力τzx	軸応力σx(N)	相当曲げ応力σc	相当曲げ応力σt	相当ねじり応力τc	合成引張り応力	合成圧縮応力σc	合成せん断応力
1	1	1	-9.194	-9.903	-0.0469	-0.2293	0.4654	-1.166	-9.194	-9.903	184.8	-20.25	17.94	0.5854
1	5	1	3.82	7.938		-0.2293	0.4654	-1.166	3.82	7.938	85.57	-12.71	10.4	0.5854
2	5	1	8.242	-5.624	0.094	-0.0708	-0.2996	-0.0068	8.242	-5.624	159.2	-13.87	13.86	0.4018
2	6	1	-8.257	5.591		-0.0708	-0.2996	-0.0068	-8.257	5.591	159.5	-13.85	13.84	0.4018
3	2	1	-9.169	-36.5	-0.05	-0.8045	0.4625	0.6397	-9.169	-36.5	294.3	-45.04	46.3	0.9779
3	6	1	3.565	27.21		-0.8045	0.4625	0.6397	3.565	27.21	190.1	-30.14	31.41	0.9779
4	5	1	4.335	5.627	-0.0171	0.1064	-0.2407	-0.0005	4.335	5.627	89.41	-9.962	9.961	0.2809
4	7	1	-4.501	-5.607		0.1064	-0.2407	-0.0005	-4.501	-5.607	92.21	-10.11	10.11	0.2809
5	3	1	-10.81	-9.692	-0.0477	-0.2169	0.5502	0.3463	-10.81	-9.692	212.8	-20.14	20.84	0.6391
5	7	1	4.343	7.496		-0.2169	0.5502	0.3463	4.343	7.496	85.22	-11.48	12.19	0.6391
6	7	1	8.865	-5.605	0.0579	-0.0706	-0.3104	0.5343	8.865	-5.605	170.6	-13.94	15.9	0.3782
6	8	1	-8.228	5.571		-0.0706	-0.3104	0.5343	-8.228	5.571	158.9	-13.27	14.33	0.3782
7	6	1	18.58	5.593	0.0079	-0.1058	-0.3594	0.5469	18.58	5.593	351.2	-23.83	24.72	0.9731
7	8	1	-16.64	-5.576		0.1058	-0.3594	0.5469	-16.64	-5.576	314.9	-21.87	22.76	0.9731
8	4	1	-11.76	-38.87	-0.0494	-0.8971	0.6657	2.95	-11.76	-38.87	336.8	-47.88	53.58	1.166
8	8	1	6.569	32.17		-0.8971	0.6657	2.95	6.569	32.17	243.8	-35.79	41.69	1.166
9	5	1	-4.621	-5.848	-0.0671	-0.1539	0.3923	-0.616	-4.621	-5.848	94.91	-11.08	9.959	0.4516
9	9	1	5.081	6.343		-0.1539	0.3923	-0.616	5.081	6.343	104.1	-12.04	10.81	0.4516
10	9	1	7.329	-7.479	-0.0105	-0.0951	-0.265	-0.0025	7.329	-7.479	146.2	-14.91	14.91	0.292
10	B10	1	-7.263	7.591		-0.0951	-0.265	-0.0025	-7.263	7.591	145.9	-14.86	14.95	0.292
11	6	1	-4.692	-26.25	-0.0597	-1.422	0.3633	1.294	-4.692	-26.25	192.9	-23.65	32.23	1.528
11	B10	1	5.312	11.48		0.4693	0.3633	1.294	5.312	11.48	124.9	-15.5	18.09	0.632
12	9	1	2.854	7.477	0.0864	0.1399	-0.1547	-0.0013	2.854	7.477	72.57	-10.33	10.33	0.295

ディスプレイの解像度にもよりますがこのように目的の計算結果に絞り込んで一覧表示することができるようになっています。

カラム幅の調整方法は表計算ソフト等と同様で一行目の項目欄の区切りにマウスを持っていくと左右矢印にマウスポインタが変わりますのでマウス左ボタンを押しながら希望の幅までドラッグします。カラム幅を希望の幅に設定したらカラム幅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番号に保存され、その数字ボタンを押すと読み込みできるようになっています

またカラム幅の情報は終了時等に保存されますので、次回起動時も同じ状態で表示することができます。一方、カラム幅を狭くしすぎてマウス操作でうまく戻せない場合は [カラム幅リセット] ボタンをクリックするとデフォルトの幅に戻るようにになっています。

簡単な機能ですが従来できなかったことなので高解像度のディスプレイをお使いであれば評価方法に応じて見やすいカラム幅に調整して試してみてください。

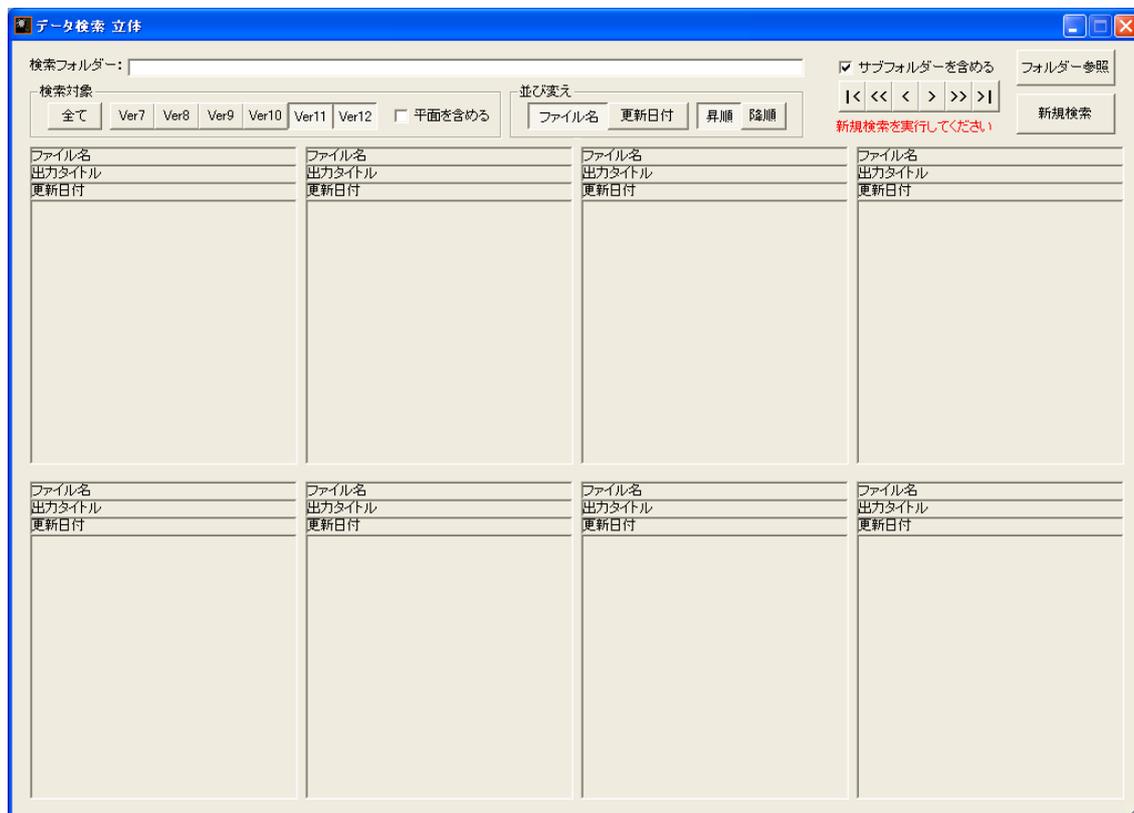
データ検索（NEW）

◇データ検索の概要について。

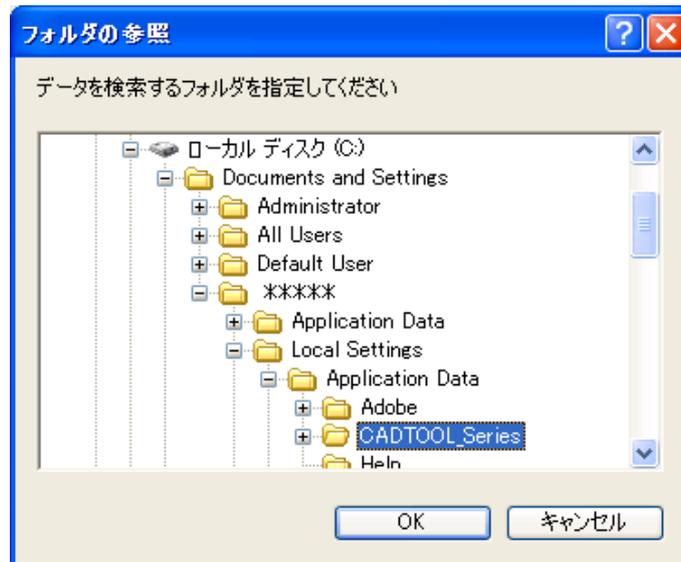
[フレーム構造解析12]では新たにデータ検索の機能が追加されています。3Dではフレーム構造-立体用があります。データ検索は解析の本体プログラムとは別に起動するもので [フレーム構造解析7] から [フレーム構造解析12] までバージョンを指定（複数指定も可）してフォルダを選択して検索し該当データをイメージ付きで一覧表示するものです。このデータ検索は旧バージョン（Ver7～Ver11）をお持ちのユーザーで過去に作った構造データを流用したい場合にどのフォルダに保存したか、どういうファイル名で保存したか忘れてしまった場合に効率的に探し出すことを主な目的と考えています。設定によりサブフォルダも含めて検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。

◇フレーム構造-立体用データ検索

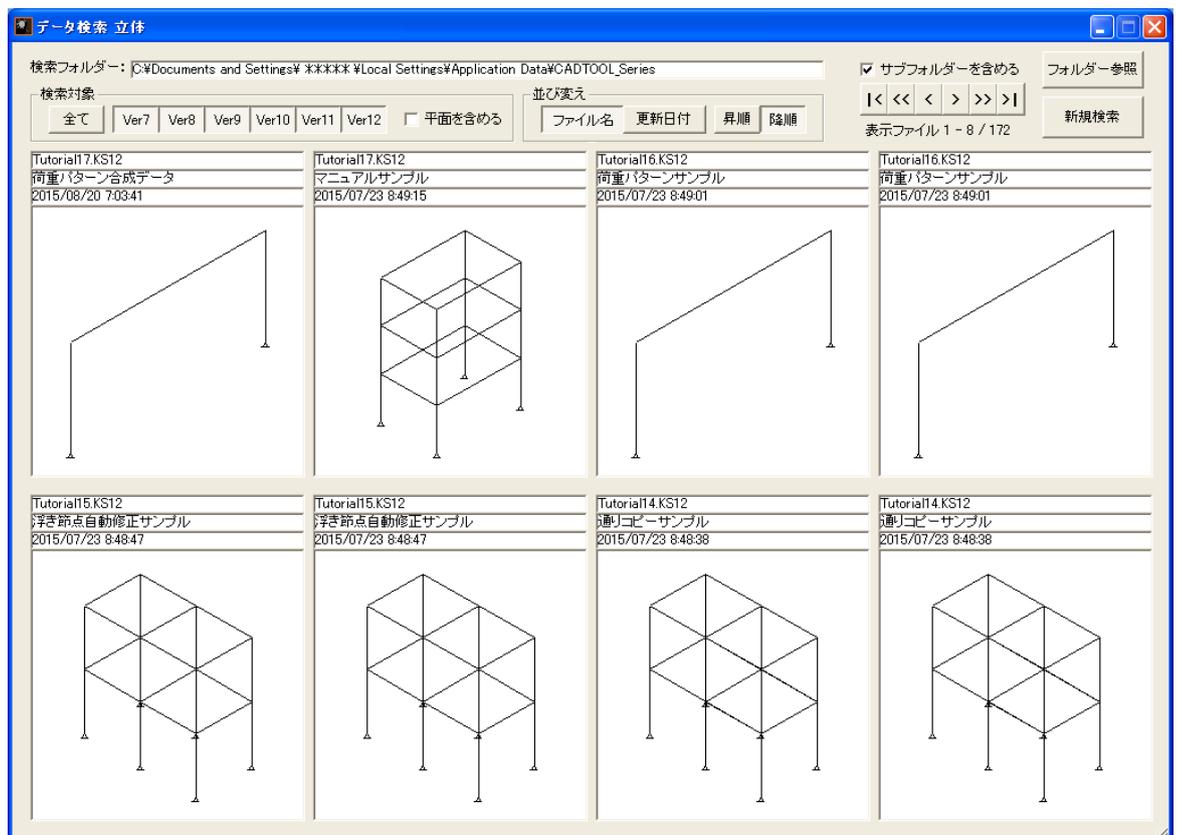
コマンド選択メニューから [データ検索 立体] をクリックすると次のダイアログが表示されます。



ここで右上の [フォルダー参照] 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。



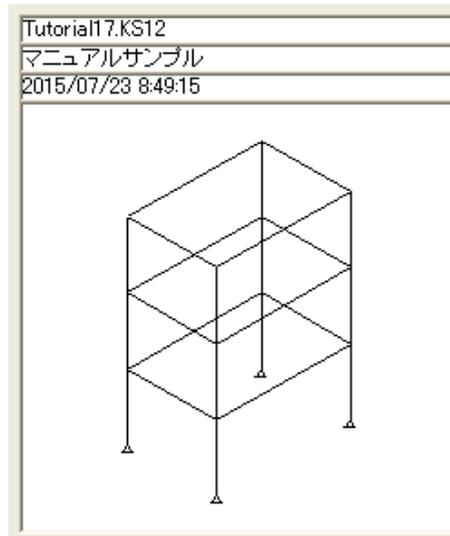
検索対象は [全て] ボタンで Ver7 から Ver12 の全てのボタンが押された状態とし、“サブフォルダを含める” をチェックして [新規検索] ボタンをクリックします。



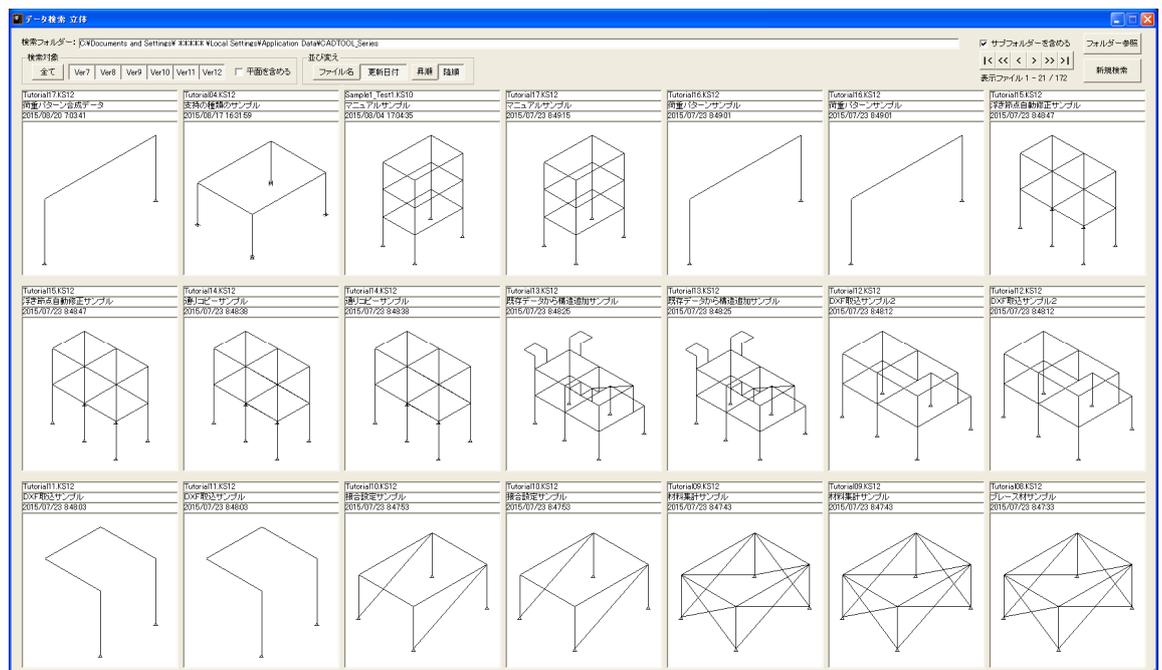
[新規検索] ボタンの左側に“表示ファイル 1 - 8 / 172”と表示されていますがこれは検索されたデータが172個あり、現在表示しているデータが1から8という意味になります。

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 8 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。

フレーム構造－立体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、更新日付が表示されます。



最小のダイアログサイズでは前に示したように 4 列 2 行で 8 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ダイアログを拡げていくと次に示すように最大 7 列 3 行の 21 個のデータが表示できるようになります。



検索条件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“平面を含める”をチェックするとフレーム構造—平面のデータも検索対象とすることができます。なお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。

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 1 2〕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 1 2〕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 1 2〕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

以上で、〔フレーム構造解析 1 2 / 3 D〕のチュートリアルは終了です。

2 Dと共通で使う材質データや断面データについての解説や〔断面性能計算〕コマンドや〔データファイル管理〕コマンドの操作等については〔フレーム構造解析 1 2 / 2 D〕のチュートリアルを参照してください。

注) (Tutorial**. KS12) 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しています。