

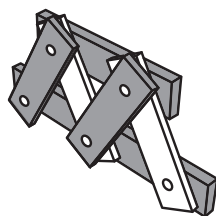
機能別に分類した  
**技術計算** ソフトウェア



はり・トラス・ラーメンの骨組構造解析

# CADTOOL フレーム構造解析 **12** **2D**

ユーザーズマニュアル



キャデナス・ウェブ・ツー・キャド株式会社

# 目次

## CADTOOLフレーム構造解析 1 2 / 2 D

### 第1章 CADTOOLフレーム構造解析の概要

1. 有限要素法とは	1
2. CADTOOL 構造解析の有限要素法	2
3. 有限要素法の参考文献	2

### 第2章 CADTOOLフレーム構造解析 1 2 / 2 D の導入

1. インストーラの起動	3
2. セットアップ開始	4
3. アンインストールする場合	6
4. アンインストール後の処理	6
5. 作業フォルダの変更 (システム管理者向け)	7

### 第3章 コマンドの起動

1. Aコード入力	9
2. ライブアップデート	9
3. コマンド選択メニュー	12
4. チュートリアル	13
5. CAD通信設定	14
6. バージョン情報／アップデート設定	15
7. 「メモリ不足です」の対応について	16

### 第4章 基本操作

1. ブルダウンメニューとアイコンボタン	17
2. データファイル入出力	18
3. [最近使った...] ダイアログ	22
4. 既存データの形式	24
5. UNDO・REDO機能	25
6. 環境設定	26
7. プレビューと各種出力	40
8. 画面操作	51
9. ウィンドウサイズ	53
10. クリップボードの活用	53
11. 材料名称・部材色設定／テンプレート入出力	55
12. 部材色分け表示機能について	58
13. 一覧表EXL出力機能について	59
14. 荷重パターン名称テンプレート	60
15. アニメーション表示	62
16. 材質データ	64
17. 断面データ	69
18. せん断有効断面積について	73
19. 有効断面2次極モーメントについて	74
20. 合成応力について	76
21. 計算履歴機能について	78
22. クローン起動について	80
23. データ検索機能について	81

## **第5章 はりの計算**

1. スタートアップメニュー	88
2. 節点・支持条件の設定	89
3. 材料・断面性能の設定	94
4. 荷重条件の設定	99
5. 計算実行と計算結果	102
6. 高解像度対応	105
7. 可動節点条件	107
8. ステップ計算機能	109
9. 節点質量設定	111
10. 注目フラグ設定	112
11. ポップアップメニュー	114
12. イメージ表示条件について	115
13. 荷重パターン条件について	120
14. 連続計算機能について	126

## **第6章 フレーム構造－平面**

1. 概要	129
2. スタートアップメニュー	129
3. 節点・支持条件設定	130
4. 構造要素設定	146
5. 材料・断面性能設定	152
6. 集中荷重設定	158
7. 分布荷重設定	161
8. モーメント荷重設定	163
9. 台形分布荷重設定	164
10. 節点質量設定	165
11. 注目フラグ設定	166
12. 計算結果と高解像度対応	167
13. パネ支持設定	174
14. 柱脚（回転パネ支持）設定	176
15. 強制変位設定	180
16. *±自由と*±固定について	182
17. トラス部材の使用法	185
18. プレース材について	189
19. 接合設定	192
20. 材料集計	198
21. イメージ表示条件について	199
22. 荷重パターン条件について	208
23. 連続計算機能について	218
24. 格子壁・床作成機能について	222
25. 視点プリセットについて	226
26. ツールメニューについて	226
27. 節点条件のイメージ上での処理	231
28. 表示グループ機能について	235
29. 複数選択機能について	237
30. 一括修正機能について	239

**第7章 断面性能計算**

1. 概要	242
2. スタートアップメニュー	243
3. DXF形状データ取込	243
4. 材質・ねじり条件・図編	245
5. メッシュ作成	246
6. 計算実行	249
7. 環境設定	252
8. ビルドアップ材について	255
9. データファイルフォーマット	260
10. 断面データ登録	262
11. 形状作成機能	263
12. 図形編集機能	265
13. 簡易寸法機能	267
14. プレビューと各種出力	268
15. 画面操作とウインドウサイズ	269
16. データファイル入出力	269
17. 計算結果の検証	269
18. せん断応力の計算精度について	275
19. 線積分方式について	278

**第8章 データファイル管理**

1. 材質データファイル	281
2. 断面データファイル	286
3. テンプレートフォルダについて	290
4. 起動時デフォルトデータについて	291
5. データファイルの拡張子の関連づけ	293
6. デスクトップにアイコンを作成	293
7. 簡易セキュリティ機能	294
8. コマンド選択メニューの情報ウィンドウの処理	295
9. 作業フォルダの変更（システム管理者向け）	295

**付録 ミスミ アルミフレームデータ**

1. インストール	297
2. インストール後の確認	297
3. 別フォルダでの運用方法	298



## 第1章 CADTOOLフレーム構造解析の概要

### 1. 有限要素法とは

CADTOOLフレーム構造解析は材料力学の公式にあてはめて計算しているのではなく有限要素法という計算方法を使っています。まずはその有限要素法について一般的な説明をしてみます。

その昔、コンピュータの無かった時代には解析したい物を単一のモデルで近似し計算していました。例えば船や飛行機も一本のはりとして計算していて、当然、このような方法では複雑な形状の物や計算結果の高精度化は困難ですがそれでもコンピュータの無い時代から巨大戦艦や戦闘機が作られていたわけですからたいしたものですね。

現在、このような船や飛行機、あるいは自動車などを設計するには有限要素法が不可欠です。一般的な有限要素法の計算方法はまず解析したいものを有限個の三角形や四角形、立体であれば四面体や六面体などの小さな要素の集まりに近似します。どんなに複雑な形状のものでもこれらの単純な要素の集まりで表現し、各要素については比較的単純な方程式が立てられ、これらを連立方程式として全体を解いていくのが有限要素法の計算方法です。このように有限の要素を使った計算方法であるから有限要素法、英語ではFinite Element Methodとなるのでそれぞれの単語の頭文字を取ってFEMと表されることも多いです。

有限要素法の計算過程は有限個といっても膨大な連立方程式をコンピュータが解いていくものであり、手計算のように計算過程を見てどのような計算がなされているか理解するとか検算するとかは不可能で通常はブラックボックスとして提供されます。そのため計算結果の信頼性や精度について疑ってかかる人もいます。ただ、これはエンジニアとしては当然のことであり計算結果に何の疑問を持たないほうが問題です。

有限要素法の計算結果のチェックには手計算で解けるものを有限要素法で解いてその結果を比較する方法が良く取られています。この場合、気を付けないといけないのは従来行っていた手計算が近似計算でないかどうかで、比較的単純な形状の物でも厳密解を求めるものが困難なものもあり手計算用の近似式が使われている場合がありますので、このようなものと比較してもあまり意味がありません。ただチェックを行った上で有限要素法の計算結果を信頼できれば有限要素法は非常に自由度が高く、手計算では計算できなかったものも解析可能になりエンジニアとして便利なツールを手に入れることができます。

ただし便利なツールといっても使い方を間違えれば誤った結果も出るし、利用する分野の基礎知識がなければ計算結果の評価もできないので、使う人の基礎的な知識も必要とされるツールであることを忘れてはいけません。

## 2. CADTOOLフレーム構造解析の有限要素法

一般的な有限要素法は前述のように平面であれば三角形や四角形、立体であれば四面体や六面体などの要素を使っていますが、CADTOOLフレーム構造解析では2節点骨組要素を使った有限要素法になっています。すなわち2つの節点を結んだ構造要素が有限要素法での一つの骨組要素（フレーム要素）ということになります。

ただしCADTOOLフレーム構造解析で使っている2節点骨組要素では分布荷重を扱うことができないので分布荷重は集中荷重に近似してかけるようになっていて分布荷重（加速度の影響も同じ）を使用する場合はその近似誤差が発生します。その誤差を少なくするため構造要素を計算精度という設定により自動で分割し、構造要素の内部に新たに内部節点を設けて分布荷重に相当する集中荷重を分散させてかけるようになっています。

有限要素法では無限に細かく分割すれば厳密解と同じ計算結果が得られるといわれていますがCADTOOLフレーム構造解析の2節点骨組要素の分布荷重の近似方法でも同じことが言えます。ただし無限に細かく分割すれば計算時間も無限にかかるわけで現実にはできません。一般にこのような手法では4分割すれば数%以下の誤差に収まるとされている（3. 有限要素法の参考文献参照）のでそれを標準として後は計算精度という設定で変更できるようになっています。

なお集中荷重やモーメント荷重のみかかる場合はCADTOOLフレーム構造解析の2節点骨組要素は非常に精度良く計算できますので精度向上のためにむやみに要素を細かく分割する必要はありませんが、有限要素法の計算結果は節点について求められるので節点が無い場所の計算結果を求めることができず変位やモーメント線図の表示などで内部節点が必要になっています。

## 3. 有限要素法の参考文献

現在では、温度分布、電場、磁場、音場、流体などのさまざまな現象の解析に用いられている有限要素法ですが元々、構造解析からスタートしたもので有限要素法による構造解析を解説した参考文献は多いです。しかしながら入門書として骨組要素について解説しているものはあまりなく、その中で次にあげるものは大学の教科書としても実績があり内容も分かりやすくCADTOOLフレーム構造解析を開発するにあたって実際に参考にしましたものです。有限要素法の計算方法や計算式、骨組要素等について詳しく知りたい場合は本書を参考にすると良いでしょう。

「よくわかる有限要素構造解析入門」 T.Y.Yang著 当麻庄司・真柄祥吾 訳

技報堂出版 1996年発行

## 第2章 CADTOOLフレーム構造解析 12 / 2Dの導入

### 1. インストーラの起動

起動している他のアプリケーションがあればすべて終了してください。またセキュリティソフトが起動している場合は停止または終了しておいてください。次にマスターCD-ROMをドライブに挿入すると、インストール用メニューが自動起動します。



インストールメニューが上手く起動できない場合には、下記より直接セットアッププログラムを実行します。

〔スタート〕 → 〔ファイル名を指定して実行〕 をクリックします。

〔ファイル名を指定して実行〕 のウィンドウが表示されます。

〔名前〕 欄に以下のように入力し、〔OK〕 をクリックします。

D : ¥ f r a m e 1 2 ¥ s e t u p . e x e (CD-ROMのドライブがDドライブの場合)

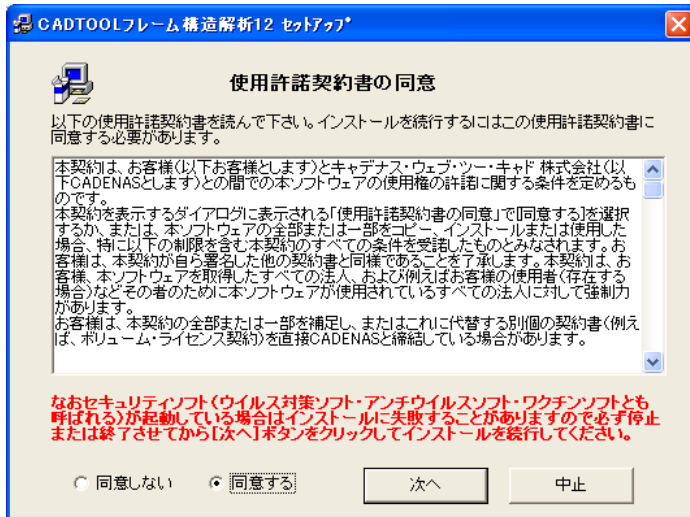
なおエクスプローラを起動してCD-ROMのSetup.exeをダブルクリックしてもセットアッププログラムを起動することができます。

※ CADTOOLをインストールする時は、必ず Administrator 権限 (コンピュータの管理者) でインストールを行ってください。またセキュリティソフトが起動している場合は停止させてからインストールを 行ってください。



## 2. セットアップの開始

セットアッププログラムが起動すると初期化ファイルのコピーを行った後、ソフトウェア使用許諾契約書の画面が表示されます。



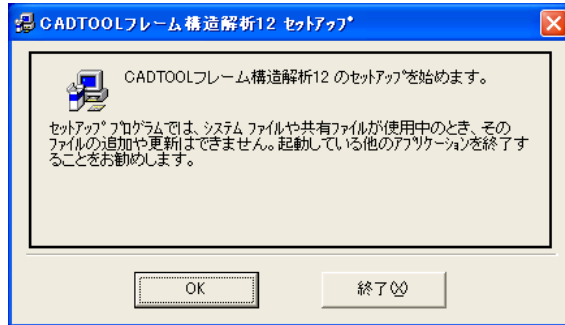
CADTOOLをインストールして使用するにはこの使用許諾契約書に同意する必要があります。スクロールして全ての文書に目を通して同意できる場合はオプションボタンの「同意する」をクリックすると「次へ」のボタンが押せるようになりますので次に進みます。

### ※重要※

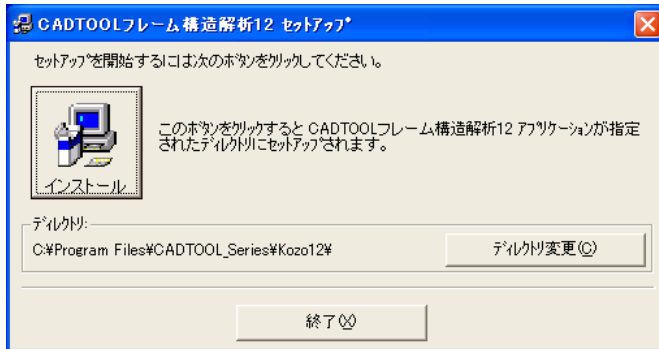
最近、セキュリティソフトを起動したままインストールを行い、CADTOOLが起動できないとか起動できてもエラーが出て落ちる等の不具合が発生しており、セキュリティソフトを停止または終了して再インストールすることでこれらの不具合が直る事例が多くなっています。このダイアログにも赤字で表示されているように、このタイミングで構いませんのでセキュリティソフトは必ず停止または終了してからインストールを続行してください。

同意できない場合は「中止」ボタンをクリックしてください。中止すると初期化ファイルが削除されセットアップは中止されます。

続いて「CADTOOLフレーム構造解析12」セットアップ開始画面が表示されます。ここでも終了すると初期化ファイルが削除されセットアップは中止されます。

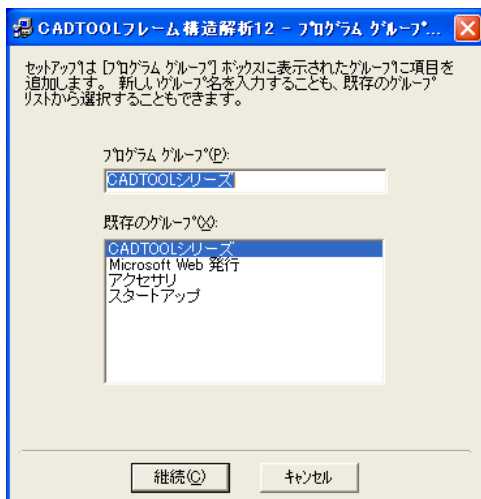


[OK] ボタンをクリックすると次の画面が表示されます。



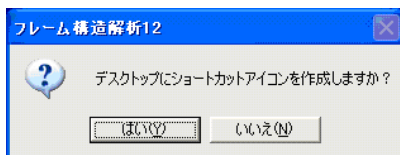
ここで左上の大きなボタンをクリックするとインストールが開始されます。インストール先のディレクトリを変更したい場合は [ディレクトリ変更] ボタンをクリックして変更することができ、変更したディレクトリがない場合は新規にディレクトリが作成されます。ただしアンインストールする可能性があれば専用のディレクトリにインストールするようにしてください。またルートディレクトリにはインストールしないで必ずサブディレクトリにインストールしてください。通常はこのままでかまいません。

次にプログラムグループを選択する画面が表示されます。



標準の設定では「CADTOOLシリーズ」というプログラムグループが作られそこに「フレーム構造解析12」が追加されるようになっています。ここで「継続」ボタンをクリックするとプログラムのインストールが開始されます。

セットアップの最後に次に示すアイコン作成の問い合わせメッセージが表示されます。



ここで「はい」をクリックするとデスクトップにコマンド選択メニューのショートカットアイコンが作成され、セットアップが完了します。

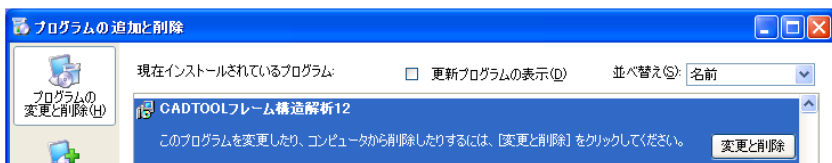
セットアップが完了すると「スタートメニュー」→「プログラム」に「CADTOOLシリーズ」グループが追加され、その中に「フレーム構造解析12」ができます。

なおインストールが完了したら次章で説明するAコード入力およびライブアップデートを実施するまでセキュリティソフトを停止または終了しておき、ライブアップデートが完了した後にセキュリティソフトを起動するようにしてください。

### 3. アンインストールする場合

「CADTOOLフレーム構造解析 12」のアプリケーションが起動している場合はすべて終了します。

「スタートメニュー」→「コントロールパネル」をクリックします。「コントロールパネル」のウィンドウが表示されますので「アプリケーションの追加と削除」のアイコンをクリックして次のウィンドウを表示します。



一覧から「CADTOOLフレーム構造解析 12」を選択して「変更と削除」ボタンをクリックするとアンインストールできます。

### 4. アンインストール後の処理

「CADTOOLフレーム構造解析 12」を実行するとインストールしたディレクトリにデータファイルが作られますのでそのディレクトリとデータファイルは自動で削除されません。

また「CADTOOLフレーム構造解析 9」からOSに関係なくユーザーフォルダの下に作業フォルダを作ってCAD作図用ドライブ、各種テンポラリファイルの作成やサンプルデータフォルダやテンプレートフォルダ等をコピーして使うようにしています。WindowsXPでは下記のパスが作業フォルダになります。

C:\Document and Settings\\*\*\*\*\Local Setting\Application Data\CADTOOL\_Series\Kozo12  
Windows Vista以降、Windows 7、8では下記のフォルダが作業フォルダになります

C:\Users\\*\*\*\*\AppData\Local\CADTOOL\_Series\Kozo12

ここで\*\*\*\*の部分はログオンユーザー名になりますのでユーザー毎に変わってきます。

インストールしたディレクトリと作業フォルダに他のアプリケーションや必要なデータファイルが入っていない場合はアンインストール後にインストールディレクトリと作業フォルダを削除してください。

### 5. 作業フォルダの変更（システム管理者向け）

前述のように「CADTOOLフレーム構造解析 12」でもWindowsXPの作業フォルダは下記のパスになります。

C:\Document and Settings\\*\*\*\*\Local Setting\Application Data\CADTOOL\_Series\Kozo12  
Windows Vista以降、Windows 7、8では下記のフォルダが作業フォルダになります

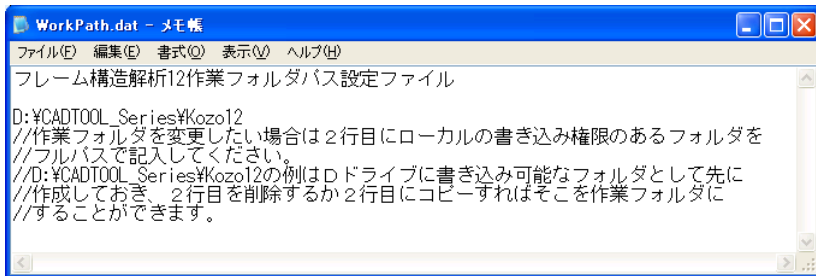
C:\Users\\*\*\*\*\AppData\Local\CADTOOL\_Series\Kozo12

ここで\*\*\*\*の部分はログオンユーザー名になりますのでユーザー毎に変わってきます。

従来の作業フォルダはインストールフォルダを使っていたのですがWindows Vista以降ユーザーアカウント制御機能によってデフォルトのインストールフォルダであるC:\ProgramFiles以下のサブディレクトリにプログラムからファイルの書き出しができなくなったため、自由に書き込みができるユーザーフォルダの下に作業フォルダを作らなくなっていきます。

ただしこの作業フォルダはフルパスが長く分かりにくかったり、Windows Xpの場合やVista以降でもユーザーアカウント制御を解除してC:\ProgramFilesのインストールフォルダに書き込みできるようにしてあったり、Dドライブにインストールするなどしている場合には作業フォルダをインストールフォルダに変更しておいた方が管理しやすくなります。また一部のCADではログオンユーザー名に全角文字を使っていると標準の作業フォルダにも全角文字が含まれてしまい作図が上手くできない場合もあります。

そこで「フレーム構造解析 1 2」ではインストールフォルダにあるWorkPath.datというファイルで作業フォルダを設定できるようになっています。そのファイルをメモ帳で開いたものを示します。



このファイルの2行目が作業フォルダの設定になります。標準では空行になっていますのでこの2行目にローカル（共有フォルダはNG）でユーザーの書き込み権限のあるフォルダのフルパスを記入すればそこを作業フォルダにすることができます。3行目以降はコメントとなりますが3行目は6～8行目のコメントで説明している作業のためのデフォルトのインストールフォルダが記入されています。

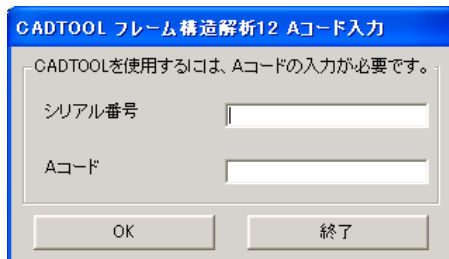
また作業フォルダを変更する場合はなるべく早い時点で変更してください。運用を開始してから作業フォルダを変更した場合はテンプレートファイル等が新たに作業フォルダにコピーされるので修正等を行っていた場合は元の作業フォルダからコピーしてきてください。

なおこの機能はシステム管理者向けなのでデータファイル管理等で簡単に変更できるようにはなっておらず、あえてWorkPath.datをテキストエディタで修正して設定するようにしています。作業フォルダを変更する場合は機能を十分理解して変更するようにしてください。

## 第3章 コマンドの起動

### 1. Aコード（オーソライゼーションコード）入力

インストール直後に [スタートメニュー] → [プログラム] → [CADTOOL シリーズ] → [フレーム構造解析 12] をクリックして [CADTOOL フレーム構造解析 12] を起動すると次の Aコード入力ウインドウが表示されます。



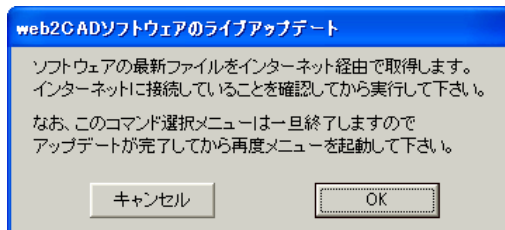
ここで同梱のユーザー登録用紙に記載されている [CADTOOL フレーム構造解析 12 / 2 D] のシリアル番号と Aコード を入力欄に入力して [OK] ボタンをクリックすると、それらが適正なものであれば Aコード が登録されコマンド選択メニューが表示されます。不適正なものを入力した場合はメッセージが表示されますので再度入力してください。

Aコード が登録されると次回起動時からこの Aコード 入力ウインドウは表示されません。

Windows8、Windows7、Windows Vista、Windows Xp、Windows 2000 上でオーソライズを行ったユーザー権限以外で初めて CADTOOL をご使用の際に再度オーソライズを行う必要があります。また、Guest 権限で CADTOOL をご使用になる時はログイン毎にオーソライズを行う必要があります。

### 2. ライブアップデート

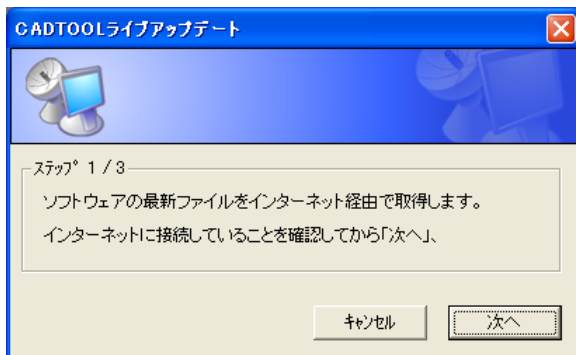
Aコード 入力完了すると初回起動時に次に示す [web2CADソフトウェアのライブアップデート] のウインドウが表示されます。また後で説明する [バージョン情報 / アップデート 設定] で手動アップデートを実行しても同じウインドウが表示されます。



ここで ライブアップデートを実行するとインターネット経由で最新のファイルを自動的にダウンロードして更新しますのでインターネットに接続されている場合はライブアップデートを実行することを推奨します。

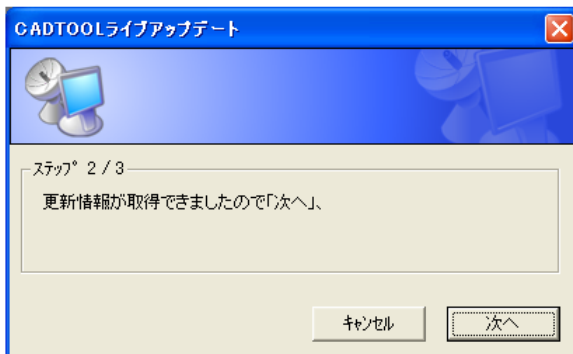
次にライブアップデートの流れを説明します。

「web2CADソフトウェアのライブアップデート」のウインドウで「OK」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のでメッセージにしたがってインターネットに接続されていることを確認して「次へ」ボタンをクリックします。



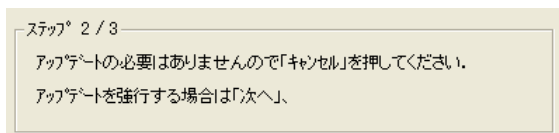
なおWindowsの「ユーザーアカウント制御」のダイアログが表示された場合は「許可」を選択するとこのダイアログが表示されます。

「次へ」ボタンをクリックすると続いてサーバーに最新アップデート版が公開されているかどうか更新情報を確認し、最新アップデート版が公開されている場合は次のダイアログが表示されます。

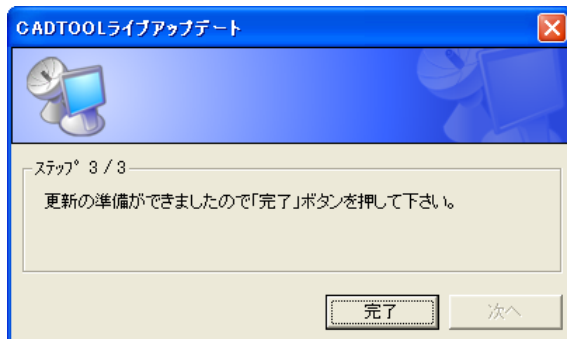


通常はここでも「次へ」ボタンをクリックしてライブアップデートを続けます。

お使いのものが最新版の場合は「ステップ2 / 3」の内容が次に示したものになります。



通常は [キャンセル] ボタンをクリックしてライブアップデートを終了しますがここで [次へ] ボタンをクリックするとライブアップデートを強行することができます。ここで [次へ] ボタンをクリックするとアップデートプログラムのダウンロードが開始されその進行状況が表示されます。ダウンロードが完了すると右に示すダイアログが表示されます



ここで [完了] ボタンをクリックするとアップデート作業は終了です。ダウンロードした更新ファイルが自動で展開されますのでそれが完了するまでお待ちください。

ライブアップデートを実行するとコマンド選択メニューは一旦終了しますのでアップデートが完了してから再度 [CADTOOLフレーム構造解析 1 2] を起動してください。パソコンを再起動する必要はありません。

[web2CADソフトウェアのライブアップデート] のウインドウで [キャンセル] ボタンをクリックするとライブアップデートを実行しないでコマンド選択メニューのウインドウが表示されますが後で説明する [バージョン情報/アップデート設定] で手動アップデートをしたり自動的にアップデートするように設定することもできます。

ライブアップデートを使用せずにアップデートを行う場合はインターネット (<http://product.web2cad.co.jp/>) の [サポート] ページからアップデート用のファイルをダウンロードしてWindowsエクスプローラなどを使ってアップデートすることができます。

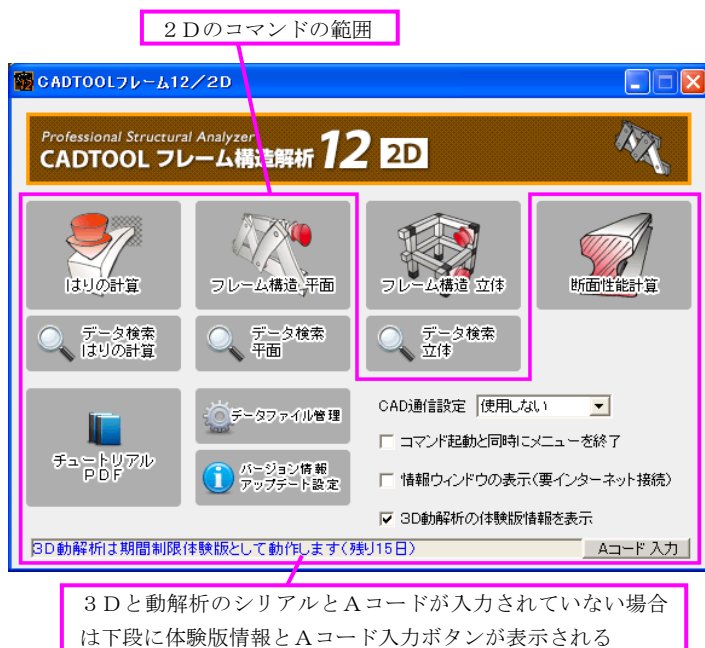
CADTOOLをインストールしているコンピュータがインターネットに接続していない場合などはインターネットに接続しているコンピュータからアップデートファイルをダウンロードしてご利用ください。

また最新アップデートファイルの修正内容やダウンロードの方法なども [サポート] ページに記載してあります。



### 3. コマンド選択メニュー

「CADTOOLフレーム構造解析 1 2」を起動すると次のコマンド選択メニューのウインドウが表示されます。



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インドウが開きます。

“コマンド起動と同時にメニューを終了”がチェックされているとクリックしたコマンドの起動と同時にコマンド選択メニューは終了します。チェックしていない場合は、コマンド選択メニューは終了しませんので起動させたままコマンドの種類を変更して計算することもできますので使用方法に応じて選択してください。

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

「3D」のシリアル番号とAコードを入力しない場合はコマンド選択メニューの初回起動時より15日間は「CADTOOLフレーム構造解析 1 2 / 3D動解析」の全ての機能が使える期間制限体験版として動作します。

また期間終了後は計算できる節点数が16点に制限された機能制限体験版として動作します。全ての機能が使える期間内に「フレーム構造－立体」や「動解析」のチュートリアルやPDF版マニュアルを参照してどんな計算ができるのか是非試してみてください。

なお期間制限体験版の残りの期間や機能制限体験版かどうかはコマンド選択メニューの最下部の体験版情報に表示されていますのでここを確認してください。

またこの「Aコード入力」ボタンをクリックすると最初に説明したAコード入力ウインドウが表示されますので、後から「3D」や「動解析」のシリアル番号とAコードを入力しても製品版として動作するようになります。

体験版情報を表示したくない場合はその上の「3D動解析の体験版情報を表示しない」をチェックすると隠すことができます。

コマンド選択メニューを終了する場合は右上の「×」ボタンをクリックします。

## 4. チュートリアル

コマンド選択メニューの「チュートリアルPDF」ボタンをクリックするとインターネットエクスプローラにチュートリアル起動画面が表示されます。またチュートリアルはpdf形式なのでAdobe Readerが必要となります。Adobe Readerがインストールされていない場合は「[こちら](#)」をクリックして、Adobe Readerをダウンロードしてインストールしてください。



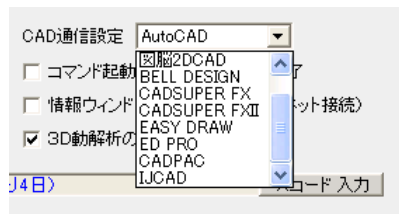
また「フレーム構造解析 1 2」ではチュートリアルだけでなくマニュアル冊子の PDF 版も開くことができるようになっています。

ここで各リンクをクリックするとインターネットエクスプローラのセキュリティ保護機能がポップアップすることがありますので、その場合はポップアップをクリックして“ブロックされているコンテンツを許可”をクリックしてください。

チュートリアルの内容は細かな機能説明は省いて実際の解析の流れを順序立てて解説していますので、先にチュートリアルを見ながら実際に一通り操作してみると基本的な機能が良く分かります。マニュアルはコマンドリファレンスの機能説明が主体になっていますのでチュートリアルを試した上で、マニュアルで細かい機能を確認していくと良いでしょう。

## 5. CAD通信設定

計算結果をCADに出力したい場合は「CAD通信設定」で通信先のCADを選択してください。



CAD通信可能なCADはAutoCADシリーズと図脳2DCAD、BELL DESIGN、CADSUPER FX、CADSUPER FXII、EASY DRAW、EASY DRAW PRO (ED PROと表記)、CADPAC、IJCADです。“使用しない”を選択するとCAD作図はできないようになっています。

また各コマンドの環境設定でもCAD通信設定を変更することができますが、このコマンド選択メニューからコマンドを起動するとこちらの設定が有効となります。

CAD作図とDXFファイル出力時の図形のレイヤ名と色番号はそれぞれのコマンドの環境設定で行いますがCADによってレイヤ名と色番号の扱いが異なるのでそれぞれのCADのマニュアル等で確認してください。

## 6. バージョン情報／アップデート設定

［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次に示すウインドウが表示され、CADTOOLのバージョンやシリアル番号を確認することができますのでサポートを受ける場合はこれらもお伝えください。



また［2. ライブアップデート］で説明したライブアップデートの設定もここでを行います。

“自動アップデートを有効にする”をチェックするとその右のリストボックスで選択した日ごとに起動時にライブアップデートウインドウが表示され、［手動アップデート］ボタンをクリックしてもライブアップデートウインドウが表示されライブアップデートを行うことができます。

［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／ISO TOOLの製品紹介のURL、サポートのメールアドレスなどが確認できます。

## 7. 「メモリ不足です」の対応について

〔CAD TOOL フレーム構造解析 1 2〕で使っているプログラム開発言語の仕様によりパソコンの実装メモリやOSとは関係なく開発したプログラムで扱えるメモリに限界があり、この限界を超えると「メモリ不足です」が表示されます。

〔フレーム構造一平面〕の最大要素数は9 9 9点ですがこれは設定上の構造要素の数で、後で説明する計算精度によって計算時には一つの構造要素がいくつかの内部要素に自動分割され、また接合設定でも内部的に要素が追加されるようになっています。

計算条件にもよりますが最終的な計算時の要素数にして3 0 0 0前後でプログラムの扱えるメモリの限界を超えてしまいます。一例として構造要素が7 5 0として計算精度を〔標準〕にすると一つの構造要素が4分割されるので計算上の要素数は3 0 0 0となり「メモリ不足です」が表示され計算できない可能性が出てきます。

この「メモリ不足です」は計算実行時に発生するもので実装メモリやOSに関係なく発生するものです。計算実行時に「メモリ不足です」が表示された場合は計算精度が〔標準〕であれば〔低〕または〔最低〕にしてもらうか、あまり重要でない部分の構造を省いて全体の要素数を減らしてもらうかで対応してください。ただし計算精度の〔最低〕は構造要素が多く計算時間がかかる場合に構造上の問題により計算が通るか通らないかのチェックを計算時間を短縮してできますが計算結果の精度は良くないので最終的には〔低〕以上の計算精度で計算するようにしてください。

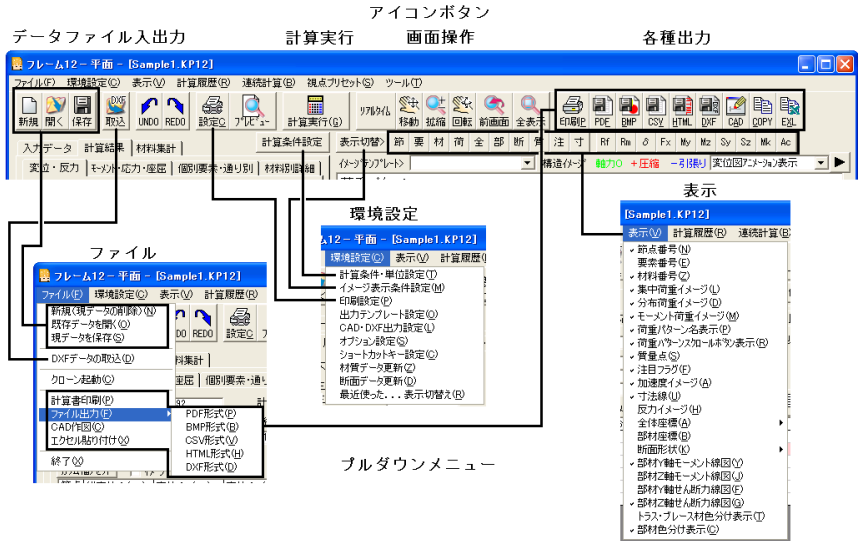
また後で説明する接合設定も1設定あたり1 2要素使いますので接合設定を多用していると計算時の要素数が増えてしまいます。トラス部材で代用できるところはトラス部材を使ってください。

## 第4章 基本操作

### 1. プルダウンメニューとアイコンボタン

〔CADTOOLフレーム構造解析〕の基本操作はプルダウンメニューとアイコンボタンから実行できるようになっています。

下に〔フレーム構造－平面〕のプルダウンメニューとアイコンボタンを示します。



以下、〔フレーム構造－平面〕を基本に説明していきます。なお、〔はりの計算〕では〔DXF形状データ取込〕がないとかコマンドによって若干差はありますが基本的な操作は同じです。

データファイル入出力、各種出力の機能についてはプルダウンメニューとアイコンボタンに同じ機能が割り付けられているので使いやすい方を使用してください。

またアイコンボタンの上にマウスを置いておくとボタンの機能説明がポップアップするようになっています。

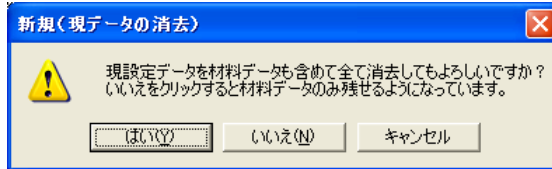
コマンドの終了はプルダウンメニューの〔ファイル〕にある〔終了〕をクリックするかタイトルバー右の〔×〕ボタンをクリックします。〔ファイル〕＞〔終了〕でコマンドを終了した場合はウィンドウの位置や大きさ、データファイルのパスや環境設定の設定内容が起動時デフォルト用のデータファイルに保存されるようになっていて、次回起動時に同じ設定内容を再現できるようになっています。タイトルバー右の〔×〕ボタンでコマンドを終了した場合はこれらの設定は保存されずに終了します。

## 2. データファイル入出力



### 【ファイル】 > 【新規（現データの削除）】

このボタン（メニュー）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 [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い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のか、1からやり直した方が早いのか、材料データのみ残した方が早いのか、状況に応じて使い分けてください。

また新規を実行すると後で説明するUNDO情報も削除され元に戻すことはできなくなりますので注意してください。



### 【ファイル】 > 【既存データを開く】

このボタン（メニュー）をクリックするとファイル選択ダイアログが表示され過去に保存したデータを読み込んで使うことができます。ここではWindows標準のファイル選択ダイアログが開くようになっています。

また [フレーム構造解析 1 2] では「はりの計算」と「フレーム構造－平面」でWindows標準のファイル選択ダイアログが開く前に「最近使った. . .」ダイアログを表示することができるようになっています。この機能については後で説明します。

データファイルの拡張子は

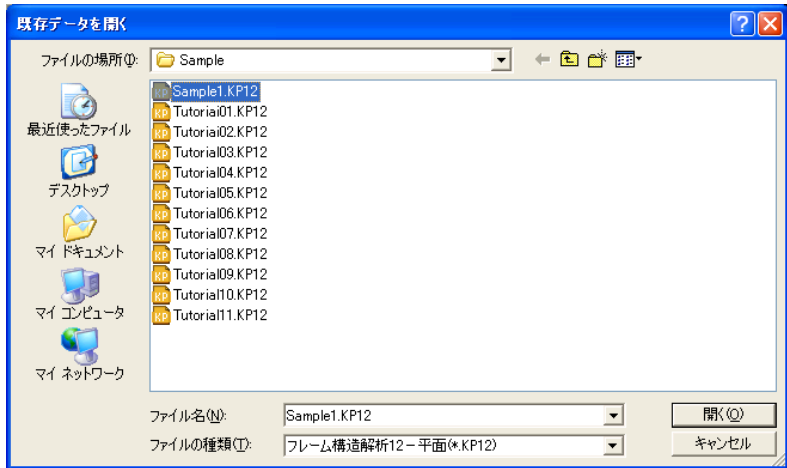
はりの計算 : KH 1 2

フレーム構造－平面 : KP 1 2

断面性能計算 : KD 1 2

となっており、選択したファイルの場所に該当するデータがある場合はファイルリストに表示されます。

次にWindows Xpのファイル選択ダイアログを示します。



お使いのWindowsのバージョンによりダイアログのデザインや操作が若干異なりますが操作についての詳細はWindowsのマニュアル等を参照してください。

〔フレーム構造解析 1 2〕ではOSに関係なく標準ではユーザーフォルダの下に作業フォルダを作成してサンプルデータも作業フォルダの下の¥Sampleというフォルダに入っています。WindowsXPでは下記のパスになります。

C:\¥Document and Settings¥\*\*\*\*¥Local Setting

¥Application Data¥CADTOOL\_Series¥Kozo12¥Sample

WindowsVista以降、Windows7、8では下記のフォルダになります

C:\¥Users¥\*\*\*\*¥AppData¥Local¥CADTOOL\_Series¥Kozo12¥Sample

ここで\*\*\*\*の部分はログオンユーザー名になりますのでユーザー毎に変わってきます。

また第2章の「5. 作業フォルダの変更」を参照して作業フォルダを変更することもできます。作業フォルダを変更した場合はコマンド選択メニューを起動したときに新しい作業フォルダに必要なファイルがコピーされこの¥Sampleフォルダもコピーされるようになります。

表示されたファイルをクリックするとファイル名の欄にファイル名が表示されます。なおWindows標準のファイル選択ダイアログを使っているのでデータファイルには個別のコメントを付けることができませんので分かりやすいファイル名を使う必要があります。

またファイルの種類のリストボックスを変更すると以前のバージョンのデータファイルや〔構造解析 6〕の〔ラーメン構造解析〕のデータファイルを表示して選択することもできます。選択したファイルで良ければ〔開く〕ボタンをクリックします。

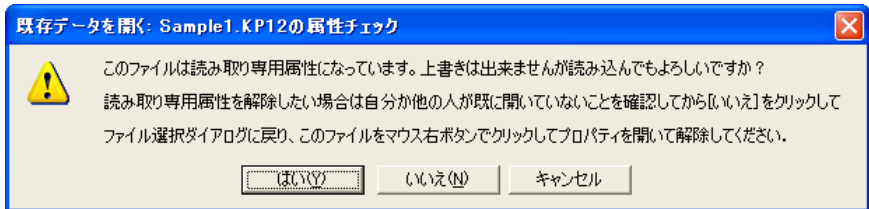


データが読み込まれると次に示すように読み込んだファイル名がタイトルバーに表示され、直ちに計算可能な状態になりますので必要に応じてデータを編集して計算してください。

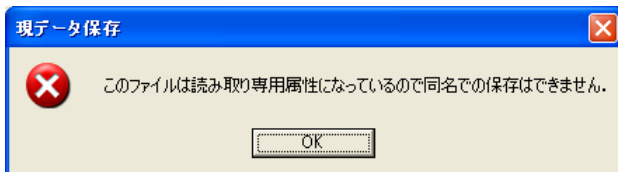


また計算精度、単位設定もデータ保存時の設定や出力時のタイトル、コメント等も読み込まれ更新されますので注意してください。

なお「フレーム構造解析10」から既存データを開くと開いたデータファイルには“読み取り専用”属性が付けられ、同じコマンドでそのデータファイル開くと次のメッセージが表示されます。またエクスプローラ等でファイルのプロパティに“読み取り専用”属性を付けている場合も同じ動作となります。



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



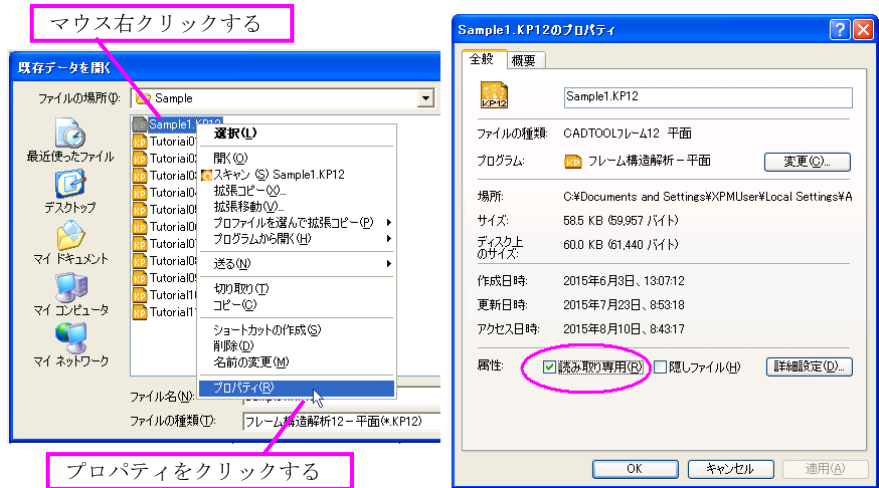
また読み取り専用のファイルを開いた場合はタイトルバーに“(読み取り専用)”と表示されるようになっています。



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。

読み取り専用属性の解除方法は先ほどの属性チェックのメッセージに簡単に解説されていますがここでもう少し詳しく説明しておきます。

属性チェックのメッセージで [いいえ] ボタンをクリックすると左下に示すWindows標準のファイル選択ダイアログに戻りますので“読み取り専用”の属性を解除したいファイル名の上でマウス右クリックします。ショートカットメニューが開きますのでそのメニューの「プロパティ」をクリックしてプロパティダイアログを開きます。



右上に示すプロパティダイアログが開いたら [全般] タブの属性にある“読み取り専用”のチェックを外せば“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ダイアログを開き同様に“読み取り専用”の属性を解除することもできます。ただしプロパティダイアログで“読み取り専用”の属性を解除する場合は自分か他の人が既に開いていないことを必ず確認して行ってください。



### 【ファイル】 > 【現データの保存】

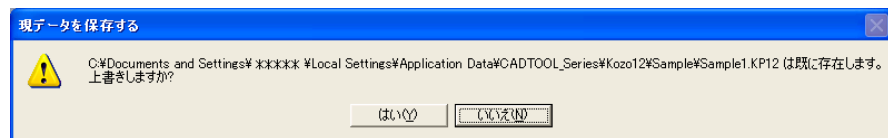
このボタン（メニュー）をクリックすると現データ保存ダイアログが表示され現データをファイルに保存することができます。

保存の場合もWindows標準のファイル選択ダイアログを使い、基本的な操作は既存データを開く場合と同じです。また直前に読み込みや保存を行ったドライブとフォルダがデフォルトとして表示されるようになっています。さらに既存データを読み込んでいる場合はそのファイルがデフォルトで選択されるようになっています。

また [フレーム構造解析 1 2] では [現データの保存] でも [はりの計算] と [フレーム構造－平面] で、後で説明する [最近使った. . .] ダイアログを表示することができるようになっています。

データを保存するときはファイル名入力欄にファイル名を入力します。このとき拡張子は実行中のコマンドに対応したものが自動的に付くので拡張子は不要です。また前述のように「フレーム構造－平面」ではコメントの入力はできませんので分かりやすいファイル名を付けてください。

保存ボタンをクリックすると保存されますが既に同じ名前のファイル名がある場合は次のメッセージが表示され「はい」をクリックすると上書きされます。



データを保存した場合もタイトルバーにファイル名が表示されます。

また計算精度、単位設定、出力時のタイトルやコメント等も同じデータファイルに保存されるようになっています。

また後で説明する各種ファイル出力でも拡張子やファイルの種類は異なるものの同じWindows標準のファイル選択ダイアログを使っており操作も同じになっています。



### 【ファイル】 > 【DXF形状データの取込】

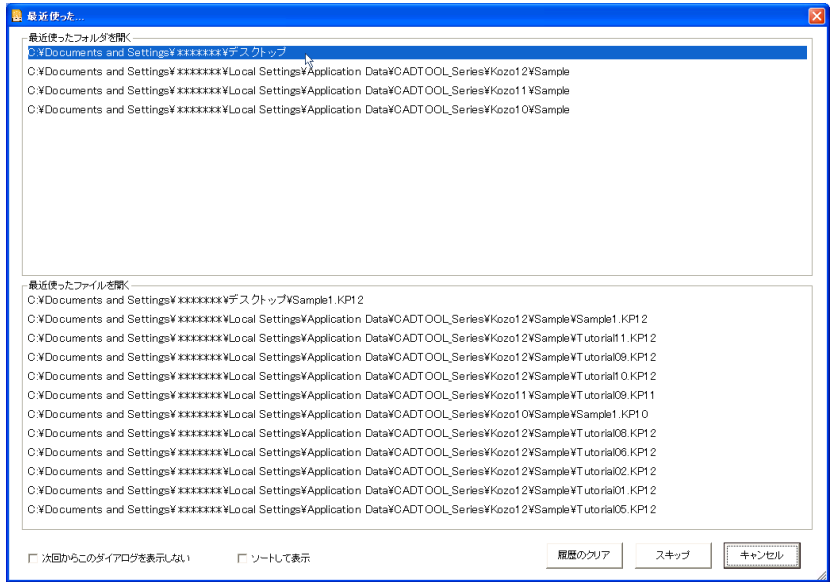
DXF形状データの取込については「はりの計算」にありませんので「フレーム構造－平面」で説明します。

## 3. 「最近使った. . .」ダイアログ

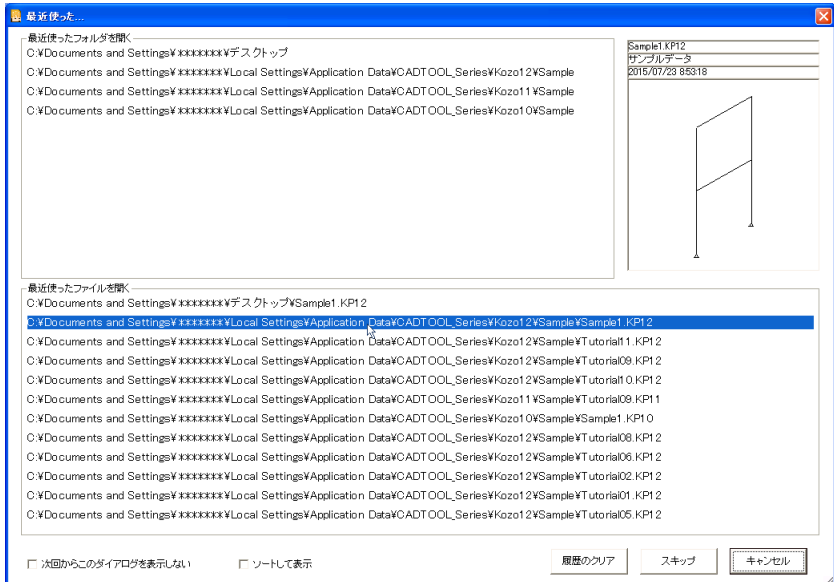
「フレーム構造解析12」では「はりの計算」と「フレーム構造－平面」のプルダウンメニューの「現データを保存」か「既存データを開く」、「保存」アイコンか「読込」アイコンをクリックすると設定により「最近使った. . .」ダイアログが表示されます。

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ていくと背景色が青くなりクリックするとWindows標準のファイル選択ダイアログが開き、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、データを読込するときは現データを開くファイルの場所となっています。

「最近使ったフォルダ」はデータをフォルダ分けして管理している場合や臨時のデータ置き場にデスクトップを使う方には便利な機能になります。



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



データを読み込む際に最近使ったファイル名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。旧バージョンのデータを読み込む際はWindows標準のファイル選択ダイアログでファイルの種類をバージョンに合わせて変更する必要がありますが一旦ここに表示されるようになれば旧バージョンでもファイル名をクリックすれば旧バージョンでも直ちに読み込みします。

データを保存する際に最近使ったファイル名をクリックした場合も一旦Windows標準のファイル選択ダイアログ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。なお旧バージョンのファイル名をクリックした場合でもWindows標準のファイル選択ダイアログのファイルの種類はフレーム構造 1 2 のものがデフォルトとなりますので旧バージョンの形式で保存したい場合はファイルの種類を変更する必要があります。

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標準のファイル選択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。

## 4. 既存データの形式

[フレーム構造解析 1 2] では既存データの形式をCSV形式にしていますのでエクセル等の表計算ソフトで読み込んで編集することが可能です。データの種類毎に\*\*\*\_DATAから\*\*\*\_DATA\_ENDで区切られています。またそれぞれに項目名が表示してありますのでそれを参考に編集することができます。節点数および要素数は対象となるデータ数から取得しますので個別の設定はありません。

特に難しいデータフォーマットではありませんのでサンプルデータを参考に編集してみれば容易に理解できると思います。これを利用することで節点数や要素数が多いものでも表計算ソフトに慣れていれば比較的簡単にデータが作成でき、他のシステムから構造データを流用してデータを自動作成するようなことにも応用できると思います。

## 5. UNDO・REDO機能



UNDO（アンドゥ）機能とは入力や編集などの操作をやり直すことができる機能で、REDO（リドゥ）機能とはUNDOでやり直した処理を元に戻す機能です。

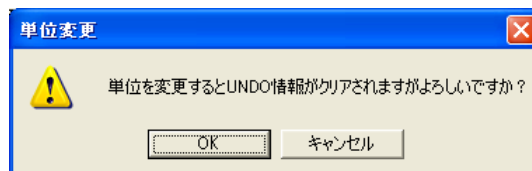
〔フレーム構造解析7〕以前は節点・支持条件を行単位で削除したときに最大10回のUNDO機能がありましたが〔フレーム構造解析8〕以降では節点の座標値や荷重値等の数値入力、材料・断面性能の変更など計算に関係する設定について回数が無制限のUNDO・REDO機能を盛り込みました。

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。

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

0からスタートした場合は最終的に起動直後の状態まで戻ります。またREDOボタンはどのタイミングでクリックしてもかまいませんがこちらはUNDOのやり直しになります。また次の環境設定で説明するショートカットキー登録機能でデフォルト設定ではショートカットキーの〔Ctrl+Zキー〕にUNDO、〔Ctrl+Yキー〕にREDOが割り当てられていますのでキーボードからも実行することもできます。

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



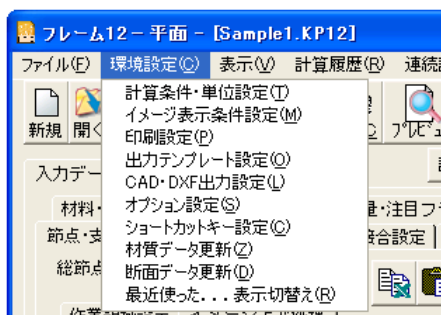
ここで「OK」をクリックすると単位が変更されますがUNDO情報もクリアされますので注意してください。

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

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

## 6. 環境設定

プルダウンメニューの「環境設定」の各メニューではそれぞれの設定ダイアログが表示され設定を行います。



以下、それぞれの設定ダイアログについて説明しますが「断面性能計算」の「環境設定」については後で個別に説明します。なお設定項目名の後に（ ）でコマンド名が表示されているものはそのコマンドのみの設定となります。

## 【環境設定】 > 【計算条件・単位設定】

このメニューをクリックすると次に示すダイアログが表示されます。また【計算条件設定】ボタンをクリックしても同じダイアログが表示されるようになっています。

### はりの計算

### フレーム構造－平面

計算条件・単位設定

計算精度(S) 標準 有効数字(Y) 4  $\geq 3$  確定 キャンセル

精度係数 4

単位(U) たわみ 角度 荷重 長さ  
mm deg N mm

☐ N/m2をPa, kN/m2をkPa, N/mm2をMPaで表示

注)自重条件は荷重パターン条件の重力加速度に統合されました。  
自重を考慮したくない場合は重力加速度を0にしてください。

計算条件・単位設定

計算精度(S) 標準 有効数字(Y) 4  $\geq 3$  確定 キャンセル

精度係数 4

単位(U) 変位・変位角 荷重 長さ  
mm:deg N mm

☐ N/m2をPa, kN/m2をkPa, N/mm2をMPaで表示

合成応力算出方法(C)  
☐ 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。

ここでは計算精度、有効数字、単位、合成応力算出方法を設定できます。

なお【フレーム構造－平面】の総反力算出方法の設定は【フレーム構造－立体】用なので設定が変更できないようになっています。以下、設定項目について説明していきます。

また【はりの計算】で【フレーム構造解析 9】以前にこのダイアログにあった自重条件の設定は荷重パターン条件の重力加速度の数値で設定しますので廃止されています。

## ●計算精度

まず計算精度について説明します。FEM解析（有限要素法）はある構造物をいくつかの要素に分けて計算する方法で【フレーム構造解析 12】もこの方法を用いています。FEM解析の特徴として細かく区分すればするほど精度が向上しますが計算時間も多くなります。

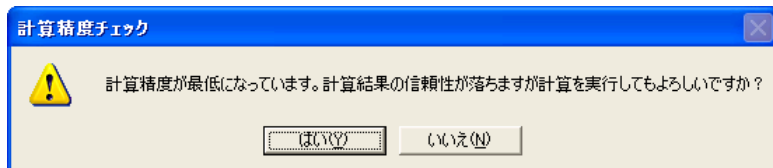
また内部的には節点毎の設定となるため分布荷重は直接扱えず、【フレーム構造解析 12】では一つの構造要素を内部的にいくつかに分けて新しく節点を作り、分布荷重を集中荷重に振り分けて計算するようになっています。

このように分布荷重は集中荷重に置き換えて計算するため分布荷重を使用する場合は若干の誤差が生じます。一般にこのような手法では4分割すれば数%以下の誤差に収まるとされています。なお加速度による力も分布荷重と同じ扱いなので同じ誤差が発生します。さらに曲げモーメント線図を作成するためにも要素内での曲げモーメントの変化等を考慮して一つの構造要素を分割して曲げモーメント等を計算しています。



この区分数が精度係数として表示され計算精度の選択で切り替えています。精度係数は最低：1、低：2、標準：4、高：8となっています。また任意のボタンを押すと精度係数の入力欄が入力できるようになり任意の数値を入れられるようになります。

計算精度が最低になっているときに〔計算実行〕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。



計算精度が最低の場合はここに示すように計算誤差が大きくなり計算結果の信頼性が落ちますので、とりあえず構造上のエラーが無いかどうか、計算が通るかどうかの確認に使ってください。

### ●有効数字

有効数字の桁数によって計算結果の値を丸めて表示しますので必要最小限の値を設定しておくで計算結果も見やすくなります。最小の桁数は3桁で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

単位設定では変位、荷重、長さの単位が設定できます。また“N/m2をPa、kN/m2をkPa、N/mm2をMPaで表示”のチェックボックスがチェックされていると応力をパスカルで表示することができます。

節点の位置、荷重など既に入力されているデータは単位を変更すると選択した単位系に変換されます。ただし丸め誤差の問題で単位を変更してから元に戻しても最初の値に戻らない場合があります。また計算実行後に単位を変更すると計算結果はクリアされますので再度、計算を実行してください。

またUNDO情報を取得しているとき単位を変更するとUNDO・REDO機能で説明したメッセージが表示され〔OK〕ボタンをクリックすると単位が変更されUNDO情報はクリアされます。このメッセージで〔キャンセル〕をクリックするとUNDO情報はクリアされませんが単位の変更も実施されないようになっています。

### ●合成応力算出方法（フレーム構造－平面）

〔フレーム構造－平面〕は2次元の構造しか設定できませんが計算自体や計算結果は3次元の〔フレーム構造－立体〕と同じになっています。

その「フレーム構造－立体」の以前のバージョンの「立体構造解析 3」から計算結果に合成応力を追加しましたがその合成応力の算出に相当曲げモーメントと相当ねじりモーメントを使っていました。

これらは主に軸の設計に使用するもので円断面に対応した計算式なので鋼材のような断面に適用した場合に過大な合成応力が算出されてしまうことが指摘されました。

「フレーム構造－平面」ではここのチェックボックスをチェックしておくで合成応力に相当曲げモーメントと相当ねじりモーメントを使わないで算出できるようにし、また出力テンプレートの設定に関係なく相当曲げ関係と相当ねじり関係の出力をしないようになっています。なお合成応力の計算式等の詳細は「20. 合成応力について」を参照してください。

#### **【環境設定】 > 【イメージ表示条件設定】**

このメニューをクリックするとイメージ表示条件設定ダイアログが表示されますが「フレーム構造解析 1 0 / 2 D」から「はりの計算」と「フレーム構造－平面」の設定項目が大幅に増えていますのでそれぞれのコマンド毎の章で説明します。

#### **【環境設定】 > 【印刷設定】**

これはコマンドボタンの「設定」ボタンを押した場合と同じで計算実行前は次に示す印刷設定ダイアログが表示され計算実行後はこのダイアログの右側に計算書のプレビューが表示されるようになっています。

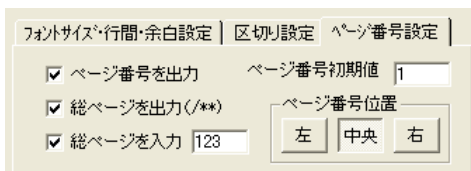
ここではファイル名や日付を出力するかどうかや出力タイトル、出力コメントの出力設定、および計算書のイメージ設定、ページ設定、行を色分けするかどうか、計算書の各項目の出力位置などを設定した出力テンプレートの選択、複数ページの時に 1 枚に複数ページを印刷するかどうかの印刷レイアウト、使用するプリンタの情報とプリンタ設定が行えるようになっています。詳しくは後で説明します。



こ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。

また前述のように計算実行後は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12〕で出力した計算書と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ことができます。

## 【環境設定】 > 【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

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 [50] %以上 最大変位比 [50] %以上 マーク >80%

カラム幅	節点No	総変位δ	変位δx	変位δy	変位δz	変位角θx	変位角θy	変位角θz
位置	16	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 [50] %以上 最大反力比 [50] %以上 マーク >80%

カラム幅	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
位置	16	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

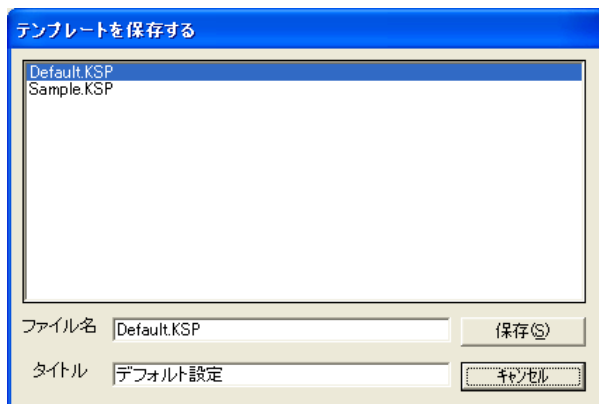
ここでは計算書の出力種類毎にタブで分けられていて各出力項目のカラム幅を指定していくことで、左詰で各出力項目の位置を決めています。計算書はA4を基本としていてカラム幅はmm単位の値となります。カラム幅の下には左端からの位置が表示されます。

各タブにある“全て出力しない”のチェックボックスをチェックするとそのタブの項目は出力されないようになっています。

またこの例に示しているように変位・反力やモーメント・応力の出力などでは値の大きいものだけ出力したり、値の大きなものにマークを付けたり、最大値にマークを付けることもでき、処理対象の下限値やマークは自由に変更できます。

“変位・反力・応力の大きいものの背景色を変える”や“最大値の背景色を変える”をチェックし、さらに“・・・にマークを付ける”をチェックするとそれらの背景色がRGBで設定された背景色に変更されます。

〔設定を保存する〕 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。



保存先はデフォルトでは「フレーム構造解析 1 2」の作業フォルダの下の¥Templateになります。後で説明するデータファイル管理で別のフォルダを選択することができます。詳しくは「第 8 章 データファイル管理」を参照してください。

また出力テンプレートファイルの拡張子は

はりの計算 : KSH

フレーム構造－平面 : KSP

となっています。同じフォルダには「フレーム構造解析 1 2 / 3 D」の出力テンプレートファイルも入っていますのでファイルを直接編集する場合は注意してください。

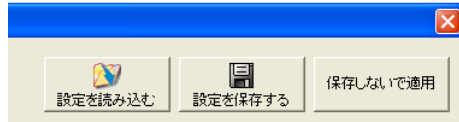
インストール時にはファイル名がDefault.KSHとDefault.KSPがコピーされていますが最低一つは出力テンプレートファイルが無いと出力できなくなるのでこれらのファイルは削除しないでください。またこのダイアログでもファイル名がDefaultの場合は保存できませんので名前を変えて保存してください。

ここで入力したタイトルは印刷設定の出力テンプレートのリストボックスに表示されますのでどのような設定をしたのか分かりやすい名称を付けておくと良いでしょう。

また「フレーム構造解析 1 0」からコメントを 2 行使えるようになっていきますので必要に応じて保存するまえに設定ダイアログのコメント入力欄で入力しておきます。

〔設定を読み込む〕 ボタンをクリックした場合も保存時と同様のダイアログが表示され、ファイルを選択してそのファイルの設定を編集することができます。

印刷設定ダイアログから出力テンプレートの「設定」ボタンを押して出力テンプレート設定ダイアログを表示した場合は次に示す「保存しないで適用」ボタンが表示され、編集した設定で出力することができますが印刷設定ダイアログを閉じてしまうとその設定は残らないので常時使う設定は保存しておいてください。



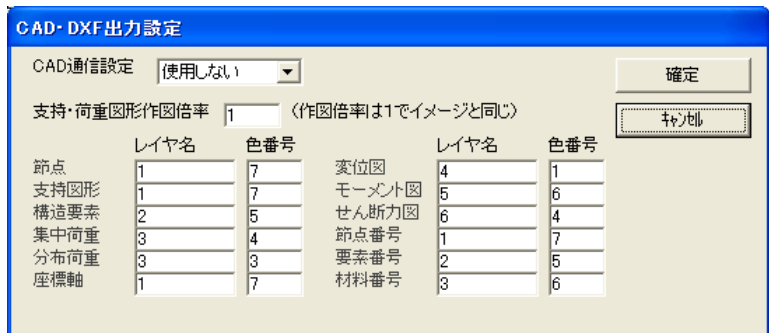
出力テンプレート設定の活用例としては社内検討用、社内報告書用、A社提出用、B社提出用などを作っておき出力時に出力テンプレートを切り換えて目的に応じた計算書の印刷やPDFファイルを出力することが考えられます。

また後で説明するフルサイズの「プレビュー」を計算結果の確認に使う場合には計算結果確認用の出力テンプレートを設定しておくとい良いでしょう。また「材料別詳細」の設定は「標準出力」の設定から「材料別詳細」で使う出力項目の設定を抜き出して使うようになっています。

なお「フレーム構造解析10」からCSV出力、HTML出力、エクセル貼り付けにこの出力テンプレートの設定が反映されますが「フレーム構造－平面」は後で説明するオプション設定で反映の有無も選択できます。

## 「環境設定」＞「CAD・DXF出力設定」

このメニューをクリックすると次に示すダイアログが表示されます。



ここではCAD通信設定、支持・荷重図形作図倍率、各作図形状のレイヤ名、色番号を設定します。

### ●CAD通信設定

コマンド選択メニューのCAD通信設定と同じ機能で、ここでコマンド起動中に作図先のCADを変更することができます。

ただしコマンド選択メニュー起動中にここでCAD通信設定を変更してもコマンド選択メニューのCAD通信設定は変わらないので、恒久的にCAD通信設定を設定したい場合はコマンド選択メニューのCAD通信設定を設定してください。

### ●支持・荷重図形作図倍率

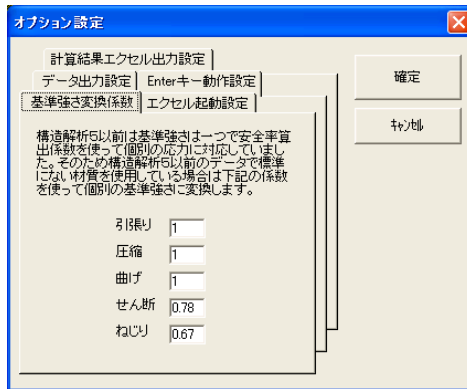
CAD作図やDXF出力では要素は実寸で作図され、それを基準にイメージと同じ比率で各種線図も作図されます。支持・荷重図形をイメージより小さく作図したい場合は作図倍率を1より小さくします。またイメージ表示条件設定の支持・荷重イメージの表示基準値はCAD作図やDXF出力の支持や荷重イメージの大きさには影響しないのでこの倍率で設定してください。

### ●レイヤ名色番号

それぞれの作図要素についてレイヤ名、色番号を設定することができます。基本的には全ての要素が作図されるので不要な要素を非表示する等はCADで行ってください。

## [環境設定] > [オプション設定]

このメニューをクリックすると次に示すダイアログ（[フレーム構造－平面]の例）が表示されます。

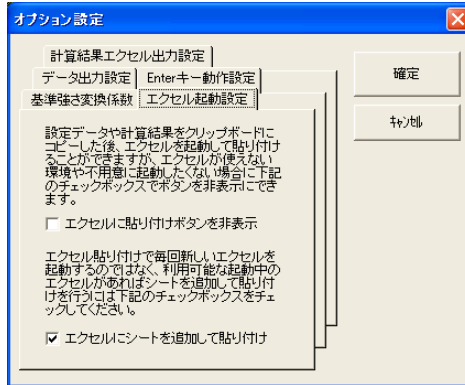


### ●基準強さ変換係数

「構造解析5」以前の基準強さは応力の種類に関係なく材質毎に一つだけで安全率算出時にそれぞれの応力に対応した係数をかけて求めるようになっていましたが「フレーム構造解析12」では応力毎の基準強さを使用しています。そのため構造解析5以前で標準にない材質を使用しているデータを読み込んだ場合はこの基準強さ変換係数で基準強さをそれぞれの応力の基準強さに変換するようになっています。なお「はりの計算」では曲げとせん断の2つになります。

## ●エクセル起動設定

〔フレーム構造解析 12〕には設定データや計算結果を、エクセルを自動起動してクリップボードを介して貼り付ける機能がありますが、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設定します。次にこのタブを開いた例を示します。



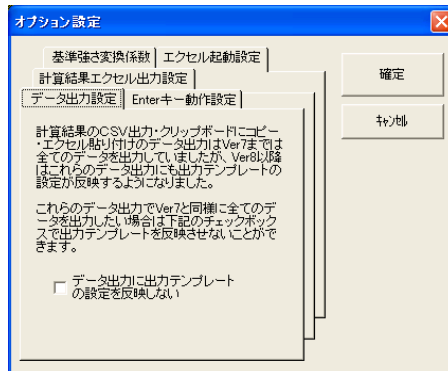
ここでエクセル起動設定タブを開いて“エクセルに貼り付けボタンを非表示”をチェックするとエクセルを自動起動するボタン類を非表示にすることができます。

また“エクセルにシートを追加して貼り付け”をチェックしておくで編集用や計算結果の貼り付けで起動したエクセルがある場合にシートを追加してそこに貼り付けることができます。

毎回エクセルを新たに起動するのではないので効率的に作業できますがエクセルのバージョンやOS環境によってシートの追加がうまく動作しない場合はこのチェックを外してください。

## ●データ出力設定（フレーム構造一平面）

データ出力設定のタブを開いた例を次に示します。

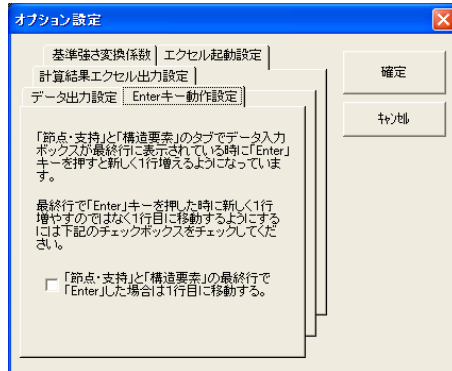




[フレーム構造－平面] で計算結果のCSV出力・クリップボードにコピー・エクセルに貼り付けに出力テンプレートの設定を反映させたくない場合はこのチェックボックスをチェックすると全てのデータが出力されるようになります。

## ●Enterキー動作設定（フレーム構造－平面）

Enterキー動作設定のタブを開いた例を次に示します。

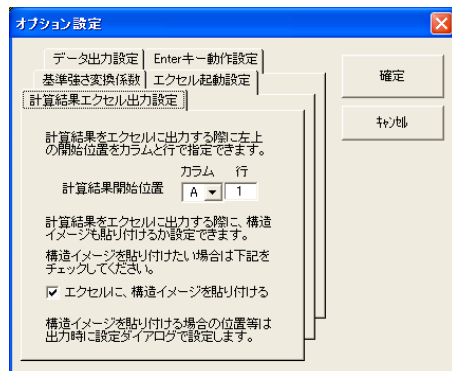


[フレーム構造－平面] で「節点・支持」と「構造要素」のタブでデータ入力ボックスが最終行に表示されている時に [Enter] キーを押したとき、標準の設定では新規の入力作業に便利のように新しく 1 行増えるようになっています。ただし編集作業等では間違っって行を増やしたくない場合もありますのでその場合には“「節点・支持」と「構造要素」の最終行で [Enter] した場合は 1 行目に移動する”をチェックしてください。

これがチェックされていると最終行にデータ入力ボックスが表示されている場合に [Enter] キーを押すと 1 行目にデータ入力ボックスが移動します。

## ●計算結果エクセル出力

計算結果エクセル出力設定のタブを開いた例を次に示します。

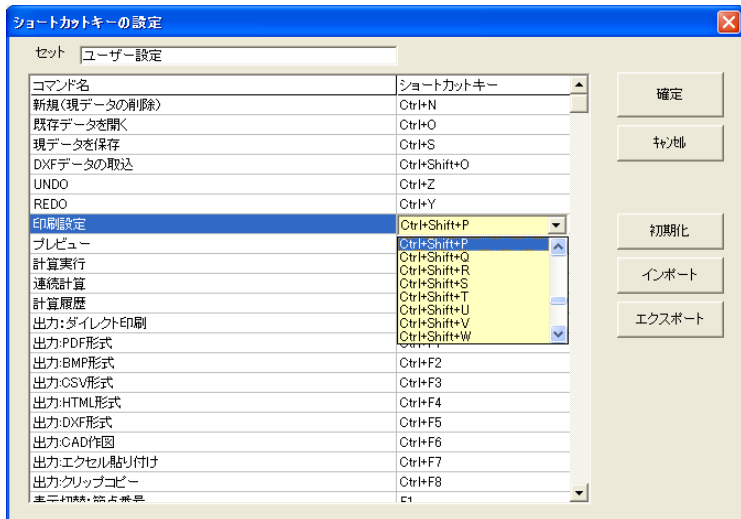


〔フレーム構造解析 1 2〕では計算結果のエクセル出力の開始位置をカラムと行で設定できるようになっています。計算結果開始位置を変更する場合は開始位置のカラムを選択し行を入力します。

また〔フレーム構造解析 1 2〕ではエクセル出力にはりイメージや構造イメージを貼り付けることができるようになっています。はりイメージや構造イメージをエクセルに貼り付けたい場合は“エクセルに\*イメージを貼り付ける”をチェックします。これがチェックされると前述の計算結果開始位置は無効となりエクセル出力時にイメージの大きさと貼り付け位置、計算結果開始位置を設定するダイアログが開き計算結果開始位置はこちらが有効となります。なおエクセルにイメージを貼り付ける機能の詳細は後で説明します。

### 〔環境設定〕 > 〔ショートカットキー設定〕

〔フレーム構造解析 1 0〕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（〔フレーム構造－平面〕の例）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。

使用可能なキーとしてはF1～F12、Shift+F1～Shift+F12、Ctrl+F1～Ctrl+F12、Alt+F1～Alt+F12、Ctrl+アルファベット、Ctrl+Shift+アルファベット、Ctrl+Alt+アルファベット、Ctrl+0～9、Ctrl+矢印キー、Ctrl+プラス・マイナスの142種類のキーとなりますが一部の組み合わせについては使えないものもあり、それらについては使用不可と表示され選択もできません。

ここで[確定] ボタンをクリックすると作業フォルダに設定内容がCSV形式で保存されます。そのファイル名ははりの計算ではHari\_ShortCutKey.csv、[フレーム構造－平面] と [フレーム構造－立体] は共通でKz3D\_ShortCutKey.csvとなっており、このファイルがある場合はこちらを読み込んで起動します。

[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が[確定] ボタンを押さないと前述のファイルは更新されませんので注意してください。

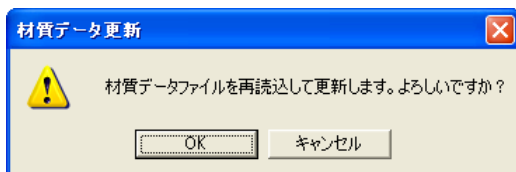
[インポート] [エクスポート] ボタンではデータファイル入出力と同様のファイル選択ダイアログが出てショートカットキーの設定を別のファイルに出力したり、あるいは設定を読み込むことができます。複数のPCを使っている場合はこの機能で同じショートカットキーの設定にしたり、逆に共用PCで個人用の設定を作っておきそれを読み込んで使うことができます。[インポート] [エクスポート] には任意のファイル名が使えますがファイル形式はCSV形式で拡張子もCSVで固定となります。

なおショートカットキーは登録内容を覚えて使うものなので慣れないうちは前述のファイルをエクセル等で開いて印刷しておくとうれしいでしょう。

### [環境設定] > [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。

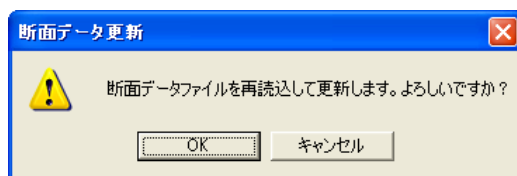


ここで [OK] ボタンをクリックすると材質データファイルを再読込して更新します。なおファイルの編集ミスなどがあると不具合が発生すること考えられますので大幅な変更の場合は作業中のデータを保存し一旦コマンドを終了してから行ってください。

#### [環境設定] > [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。

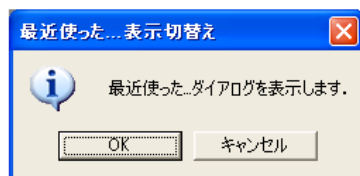
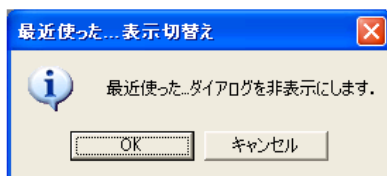


ここで [OK] ボタンをクリックすると断面データファイルを再読込して更新します。通常は断面性能計算で断面を登録した場合に使いますが、断面データを直接編集するような場合は編集ミスなどがあると不具合が発生すること考えられますので材質データと同様に作業中のデータを保存し一旦コマンドを終了してから行ってください。

#### [環境設定] > [最近使った... 表示切り替え]

[フレーム構造解析 12] では計算条件の保存と読込のときに「最近使った...」ダイアログを表示できるようになり、最近使ったフォルダから選択したり、最近使ったファイルを簡単に開くことができるようになっていますが「最近使った...」ダイアログにある「次回からこのダイアログを表示しない」をチェックすると開かなくすることもできます。

このメニューをクリックする毎にメッセージが表示されて「最近使った...」ダイアログを表示するか、表示しないかを選択できるようになっていますので前述のチェックで開かなくなったダイアログを表示できるようになります。

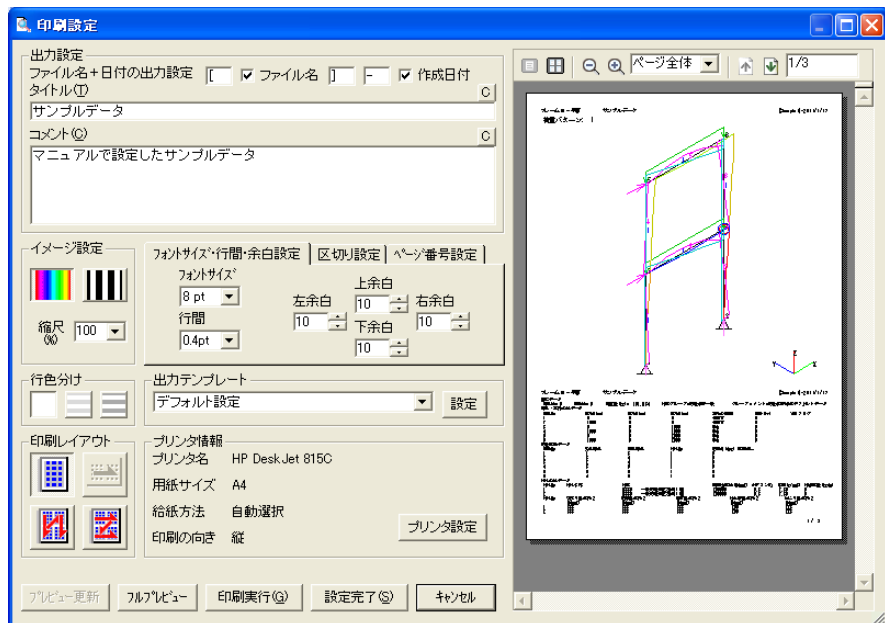


## 7. プレビューと各種出力



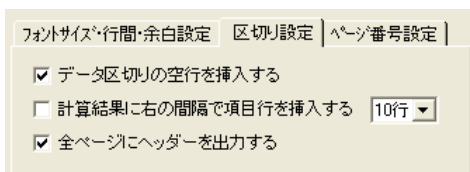
### 【環境設定】>【印刷設定】

計算実行後にこのボタンをクリックするかプルダウンメニューの「環境設定」から【印刷設定】をクリックすると下に示すダイアログが表示されます。



右側に表示されるプレビューは計算書やPDFの出力イメージでダイアログを大きくすると大きく表示することができます。またプレビュー上部のボタンで拡大して表示したり、ページを変えたりすることができます。

- **出力設定**：ファイル名+日付の出力設定や出力タイトル、出力コメントを入力します。
- **【フォントサイズ・行間・余白設定】タブ**：フォントサイズや行間、各余白を設定します。行間は変な位置で改ページされるような場合の調整に使うと便利です。
- **【区切り設定】タブ**：このタブではデータの区切りの設定を行います。



ここにある“データ区切りの空行を挿入する”をチェックするとデータの区切りに空行を 1 行追加します。また“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のリストボックスで行数を選択すると計算結果でそれよりも長い行数の場合に計算結果の間に項目行を追加していきます。

“全ページにヘッダーを出力する”を 1 ページの 1 行目のヘッダー行が全てのページに出力されるようになります。また [はりの計算] のページ設定では“データ区切りの空行を挿入する”のチェックのみになります。

- **【ページ番号設定】タブ：**このタブではページ番号の設定を行います。

ここにある“ページ番号を出力”をチェックするとページ番号が出力されます。また“総ページを出力”をチェックすると総ページが自動で出力され、“総ページを入力”をチェックしてその右の入力欄で数値を入力すると実際の総ページに関係なく入力した値を総ページとして出力します。

ページ番号初期値に数値を入力するとページ番号の初期値を変更することができ、ページ番号位置では 3 箇所の出力位置が選択できます。

先の出力設定やこのタブの設定を変更しても直ちにはプレビューには反映されません。これらの設定を変更すると [印刷実行] ボタンがグレーアウトして押せなくなり、グレーアウトしていた [プレビュー更新] ボタンが押せるようになりますので設定が完了したら [プレビュー更新] ボタンをクリックしてください。プレビューが更新されたら希望する設定になっているか確認してください。

- **イメージ設定：**イメージの [カラー] と [モノクロ] の色の切り換えとイメージの縮尺を選択します。色を変更した場合は自動でプレビューが更新されるようになっています。縮尺を小さくすると計算書のイメージが小さく出力されますが文字の大きさは変わらないのでイメージ自体は見にくくなってしまいます。

見にくくても良い場合にはイメージを小さくして計算結果等の出力範囲を大きくすることができますが通常は 100% にしておくのが良いでしょう。なお [立体構造解析 Ver 2] 以前の計算書のイメージはメインのダイアログのイメージをビットマップとして使っていましたが [フレーム構造解析 1 2] はプレビュー用にベクトルのイメージで出力されます。

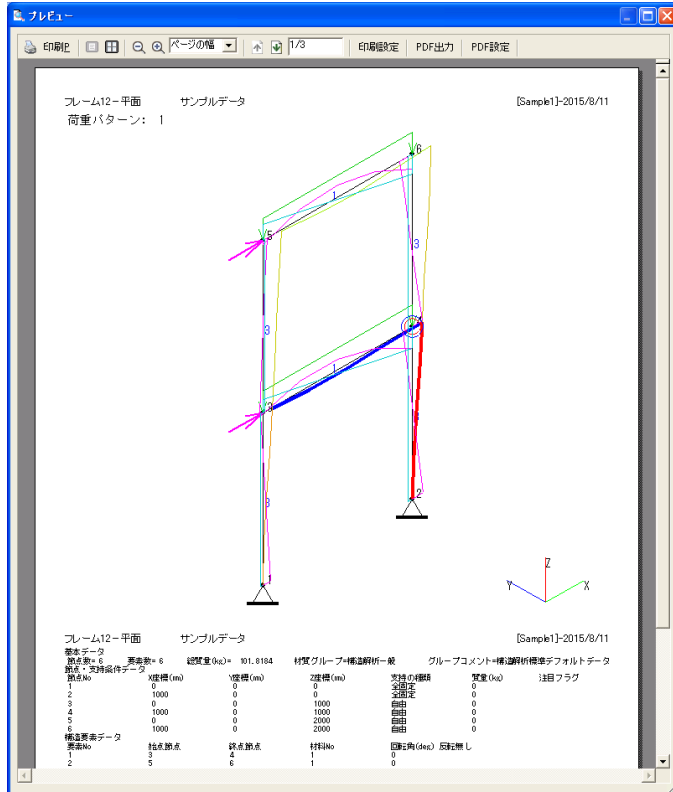
- 行色分け**：節点数や要素数が多く計算結果の横の並びがわかりにくい場合には行色分け機能で一行毎に背景色を付けると横の並びが分かりやすくなります。これも自動でプレビューが更新されるようになっています。
- 出力テンプレート**：[環境設定] > [出力テンプレート設定] で説明した出力テンプレートの設定ファイルが複数ある場合はこのリストボックスで設定を切り換えてプレビューを自動で更新します。またここにある [設定] ボタンをクリックするとプルダウンメニューの [出力テンプレート設定] で説明した出力テンプレート設定ダイアログが表示されます。
- [印刷レイアウト]**：計算書の2ページあるいは4ページで1枚に印刷したい場合に設定します。[フレーム構造解析 1 2] の計算書はA4縦で出力することを基本にデザインしていますがA4以外の用紙でも印刷することができます。プリンタ設定の印刷の向きが縦の場合で、印刷レイアウトが [標準 (1 ページ/枚)] の場合ではA4縦のイメージが用紙に合わせてそのまま拡張されて印刷されます。[4 アップ (4 ページ/枚)] が選択されている場合は計算書4ページ分が1枚の用紙に印刷され、印刷する順序により2つのボタンがあります。プリンタ設定で印刷の向きを横にすると印刷レイアウトで [2 アップ (2 ページ/枚)] が選択され、横に計算書が2ページ分並べて印刷されます。例えば用紙がA3横の場合はA4縦を横に2ページ分並べたように印刷されます。このように印刷レイアウト機能を使えばページ数の多い計算結果でも少ない枚数で印刷することができます。なおプリンタによってはプリンタドライバに機能を備えているものもありますので使いやすい方を使ってください。
- プリンタ情報**：現在の出力先のプリンタの情報が表示されています。この [プリンタ設定] このボタンをクリックするとプリンタ名や用紙、印刷の向きを選択するダイアログが表示され、印刷条件を変更することができます。

以上の設定が良ければ [印刷実行] ボタンをクリックして印刷を開始することができます。また [フルプレビュー] ボタンをクリックすると次で説明するプレビューだけのウインドウ表示に切り換えることもできます。[設定完了] ボタンをクリックすると変更した設定を保存してダイアログを閉じます。ただし出力テンプレート設定を変更して [保存しないで適用] ボタンをクリックした場合はその設定は保存されませんので注意してください。



### (フルプレビュー表示)

計算実行するとこのボタンが押せるようになり、このボタンをクリックすると次に示すようにダイアログ全体にプレビューが表示されます。



プレビューの表示条件は印刷設定ダイアログで設定した条件となります。またダイアログ上部の「印刷設定」メニューをクリックすると印刷設定ダイアログに表示を切り換えることができます。

また左端の「印刷」メニューをクリックするとWindows標準の印刷設定ダイアログが表示されページや部数を指定して印刷ができるようになります。

「PDF出力」メニューをクリックするとパスワード無しのPDF形式のファイルを出力し「PDF設定」メニューをクリックすると後で説明するPDF出力設定ダイアログに表示を切り換えることができます。



計算結果のタブにある計算結果表示欄は表示スペースが限られていますが、このプレビュー画面はダイアログ右上の最大化ボタンで画面一杯に表示することもでき、マウスでドラッグしたりホイールマウスのホイールを回転させることで簡単にスクロールでき計算結果の確認にも利用できます。

さらに業務内容に対応した計算結果確認用の出力テンプレートを設定しておくことでより分かりやすく計算結果の確認ができるようになるでしょう。

フルプレビューを閉じる場合は右上の×ボタンをクリックします。

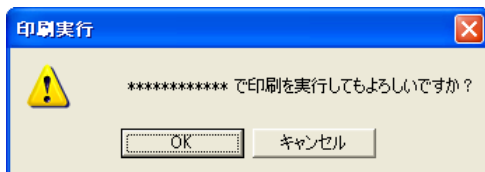
また「フレーム構造解析 1 2」では入力データのタブが「節点・支持」「構造要素」「材料・断面性能」の場合には計算実行前でも「プレビュー」ボタンが押せるようになり、それぞれ単独で印刷やPDF出力ができるようになっています。これは計算書等をまとめるときに基本データだけを先に説明しておきたい時などに便利です。



### 【ファイル】>【計算書印刷】

このボタン（メニュー）をクリックすると次に示す印刷を実行するプリンタ名の確認メッセージ（\*\*\*\*\*はプリンタ名が表示される）を表示して「OK」

ボタンをクリックすると規定の印刷設定で直ちに印刷が実行されます。



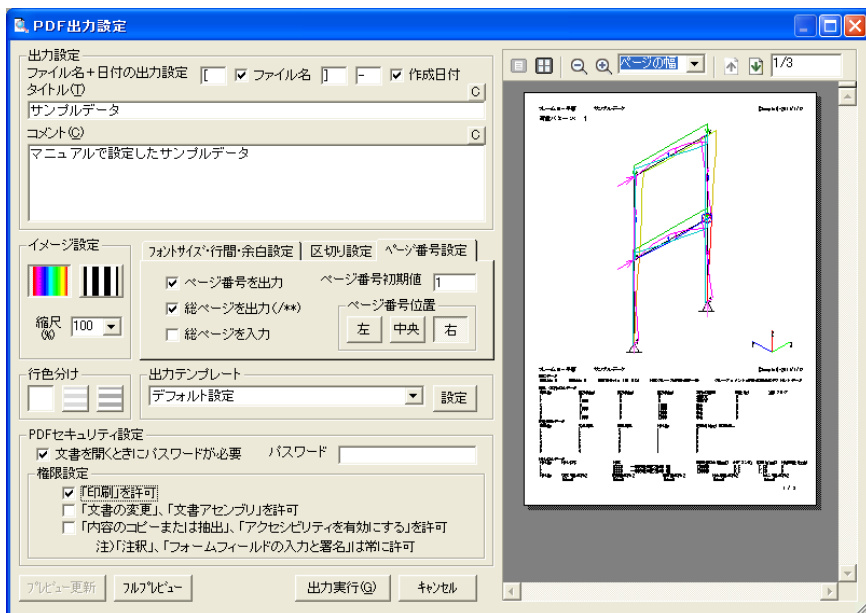
特に印刷設定を変更する必要のない場合はこの機能で計算書を素早く印刷することができます。



# [ファイル] > [ファイル出力] > [PDF形式]

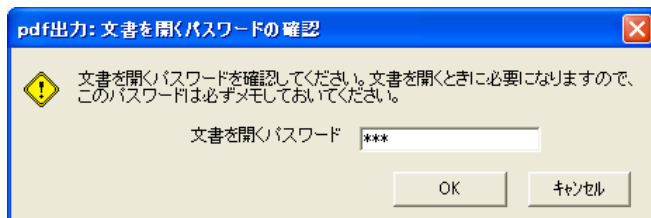
この機能ではAdobe®PDF形式で計算書を出力することができます。

このボタン（メニュー）をクリックすると次に示すPDF出力設定ダイアログが表示されます。



プレビューおよび左上半分は印刷設定ダイアログと同じものになっているので操作についてはそちらを参照してください。左下がPDFセキュリティ設定になっていて、ここでPDFファイルにパスワードをかけるかどうかとパスワードをかけた場合の権限が選択できます。

“文書を開くときにパスワードが必要”をチェックした場合はパスワードを入力してください。入力したパスワードは\*\*\*で表示され、[出力実行] ボタンをクリックしたときに次に示すように再度パスワードの確認ダイアログが表示され、同じパスワードを入力しないと出力ができなくなっています。



PDFセキュリティ設定をしないで「出力実行」ボタンをクリックしたときや前のダイアログでパスワードの再確認ができた場合は「現データの保存」と同じファイルの保存先、ファイル名を入力するファイルの保存ダイアログが表示されますので保存先を選択してファイル名を入力して出力を実行します。拡張子は自動的にpdfが付けられますので拡張子の入力はありません。



### 【ファイル】>【ファイル出力】>【BMP形式】

この機能では計算結果の表示されたイメージをBMPファイルに出力することができます。

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。

**BMP 画像サイズ設定**

テンプレート(数字ボタンを押すと読み込みます)

1	A4縦余白10mm	保存	6	A4サンプル2	保存
2	A4横余白10mm	保存	7	A4サンプル3	保存
3	A3縦余白10mm	保存	8	A4サンプル4	保存
4	A3横余白10mm	保存	9	A4サンプル5	保存
5	A4サンプル1	保存	10	A4サンプル6	保存

画像サイズ

幅  高さ

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う良いでしょう。

このテンプレートの設定は前述の出力テンプレート設定と同じフォルダにコピーされており、  
 はりの計算ではTplHariBmpSet\*\*.csv、[フレーム構造－平面]と[フレーム構造－立体]は共  
 通でTpl3DBmpSet\*\*.csvとなっています。ここで\*\*には“00”から“10”が入り、“0  
 0”が[初期化]ボタンをクリックしたときのデフォルト設定用で“01”～“10”がテ  
 ンプレート番号の1～10に対応します。

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



### 【ファイル】>【ファイル出力】>【CSV形式】

この機能では計算結果の数値をC S V形式のテキストファイルに出力することが  
 できます。

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  
 クリックするとC S Vファイルが出力されます。

C S V形式の出力でも計算書と同様にファイル名と作成日付、タイトル、コメントの出力が  
 できるようになっていますのであらかじめプルダウンメニューの[環境設定]>[印刷設定]  
 か[設定]ボタンをクリックして印刷設定ダイアログを開きその出力設定で設定しておき  
 ます。

C S V形式とは表計算ソフトに対応したテキストファイル形式で上記のように自動的に区分  
 けされて読み込むことができる形式で[フレーム構造－平面]では既存データファイルも  
 C S V形式としています。また表計算ソフトがなくてもメモ帳等のテキストエディタで開い  
 て見ることもできます。

なおC S V出力にも出力テンプレートの設定が反映されるようになっていますが[フレーム  
 構造－平面]ではオプション設定で出力テンプレートの設定を反映しないように設定す  
 ることもできます。



### 【ファイル】>【ファイル出力】>【HTML形式】

この機能では計算結果のイメージと数値をH T M L形式のファイルに出力するこ  
 とができます。

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  
 クリックするとH T M Lファイルが出力されます。拡張子は自動的にh t mが付くよう  
 になっていますおり、イメージ表示用に同名で拡張子がBMPの画像ファイルも出力され  
 ます。

同じ名前のBMPファイルがある場合は上書きされますので注意してください。

HTML形式の出力でもCSV形式の出力と同様にファイル名と作成日付、タイトル、コメントの出力ができるようになっていきますのであらかじめプルダウンメニューの「環境設定」>「印刷設定」か「設定」ボタンをクリックして印刷設定ダイアログを開きその出力設定で設定しておきます。

HTML形式とはウェブブラウザで読み込める形式で画像と計算結果をウェブブラウザの画面上で表示することができ、全体の大きさや文字の大きさなどはある程度ブラウザ側で変更できるので見やすいように表示できます。

また最近のワープロソフトでは直接、読み込みもできるのでワープロの文書として管理することもできます。この際、画像のリンクを外して文書に保存するようにしておくとう管理が容易になります。ワードの場合は編集→リンクの設定→文書に図を保存をクリックします。

HTML出力で計算結果をHTML形式に変換するには「フレーム構造解析12」の作業フォルダにコピーされる「フレーム構造一立体」と共用のKozo3D\_Html\_Set.txt(なお\_Set.txt : 標準および通り別詳細、\_Set2.txt : 個別要素詳細、\_Set3.txt : 材料集計、\_Set4.txt : 材料別詳細の4種類がある)とKozo3D\_Html\_Table.txtの2つのファイルを参照しながらキーワードの部分で計算結果に置き換えて変換していきます。前者が全体のフォーマットを設定し後者は表のフォーマットを設定しています。

HTMLの知識があれば特に難しいフォーマットではないのでこれらのファイルを編集して表示形式を変更することも可能です。それぞれのファイルにはコメントが入っていますのでそれらを参照しながら編集してみてください。

なおHTML出力はオプション設定に関係なく出力テンプレートの設定が反映されるようになっていきます。



### 【ファイル】>【ファイル出力】>【DXF形式】

この機能では計算結果のイメージをDXF形式の図形ファイルに出力することができます。

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」ボタンをクリックするとDXFファイルが出力されます。

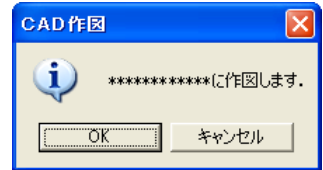
DXF形式とはCADのデータ交換用のフォーマットなのでCAD通信機能で作図できないCADに取り込みたい場合は一旦、DXFファイルに出力してから読み込んでください。各作図要素のレイヤ名、色番号はあらかじめ環境設定の「CAD・DXF出力設定」で設定しておいてください。



### 【ファイル】>【CAD作図】

この機能では計算結果のイメージをCADで直接作図することができます。

このボタン（メニュー）をクリックすると右に示すメッセージが表示されてCAD通信設定で設定したCADの名称が\*\*\*\*\*に表示されます。



またCAD通信設定が「使用しない」になっているとボタンやメニューが使えないようになっています。

ここで「OK」ボタンをクリックするとCADに作図します。各作図要素のレイヤ名、色番号はあらかじめ環境設定の「CAD・DXF出力設定」で設定しておいてください。その後の操作はCADによって異なりAutoCADでは一旦作図された図形がマウスに付いてドラッグするので配置点を指示します。図脳RAPIDでは先に配置点を指示するとその位置に作図するようになります。



### （クリップコピー）

この機能では計算結果をクリップボードにコピーすることができます。

なおクリップコピーにも出力テンプレートの設定が反映されるようになっていますが「フレーム構造－平面」ではオプション設定で出力テンプレートの設定を反映しないように設定することもできます。



### 【ファイル】>【エクセル貼り付け】

この機能では計算結果をクリップボードにコピーしてからエクセルを起動して貼り付けることができます。また「フレーム構造解析 12」ではエクセル出力にはりイメージや構造イメージを貼り付けることができるようになっています。

はりイメージや構造イメージをエクセルに貼り付けたい場合は「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\*\*イメージを貼り付ける”をチェックします。これがチェックされていない場合は従来と同じ計算結果のみのエクセル貼り付けになりますが上記のタブで計算結果を貼り付け開始位置を設定することができます。

上記のタブで“エクセルに\*\*イメージを貼り付ける”がチェックされている場合に、このボタン（メニュー）をクリックすると次に示すエクセル貼付け画像サイズ設定ダイアログが表示されます。

上段のテンプレートと中段の画像サイズの設定は前述のBMPファイルを出力する際のBMP画像サイズ設定と同じで、テンプレートファイルも共用となっています。

**エクセル貼付け画像サイズ設定**

テンプレート(数字ボタンを押すと読み込みます)

1	A4縦余白10mm	保存	6	A4サンプル2	保存
2	A4横余白10mm	保存	7	A4サンプル3	保存
3	A3縦余白10mm	保存	8	A4サンプル4	保存
4	A3横余白10mm	保存	9	A4サンプル5	保存
5	A4サンプル1	保存	10	A4サンプル6	保存

確定

キャンセル

初期化

画像サイズ

mm    ピクセル    幅 190    高さ 277

エクセル貼り付け設定

カラム    行

画像貼り付け位置    H    3

計算結果開始位置    A    3

☐ エクセルに画像は貼り付けない(オプション設定で戻せます)

下段の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う良いでしょう。

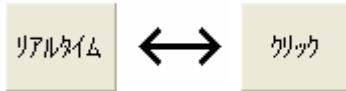
ここにある“エクセルに画像は貼り付けない”をチェックすると従来通りの計算結果だけのエクセル出力になり次回からこのダイアログは表示されなくなります。再度エクセル出力にはりイメージや構造イメージを貼り付けたい場合は前述の環境設定のオプション設定で戻すことができます。

環境設定の「オプション設定」で“エクセルに貼り付けボタンを非表示”がチェックされているとボタンが表示されません。また既に起動しているエクセルがある場合はオプション設定によりシートを追加して貼り付けるか新規にエクセルを起動して貼り付けるか選択できるようになっています。またエクセル貼り付けにも出力テンプレートの設定が反映されるようになっていますが「フレーム構造ー平面」ではオプション設定で出力テンプレートの設定を反映しないように設定することもできます。

なお計算書やPDF出力等計算結果を出力する場合に「個別要素詳細」、「通り別詳細」、「材料別詳細」タブが開いていてそれらの計算結果が表示されている時はそれぞれの計算結果が出力され、「材料集計」タブが開いているときは材料集計表が出力されるようになっています。

## 8. 画面操作

アイコンボタンとマウス操作によりイメージを移動したり拡大縮小したりすることができます。以下、その操作について説明します。



### 移動・拡大縮小モード

アイコンボタンの [リアルタイム] あるいは [クリック] と表示されているボタンが移動・拡大縮小モードになります。このボタンをクリックする毎に表示が入れ替わるようになっており、選択したモードにより移動・拡大縮小の操作が異なります。



#### 移動

イメージを移動したい場合は [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けます。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し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。



#### 拡大縮小

イメージを拡大縮小したい場合は [拡大縮小] ボタンを押してからマウスをイメージの上に持っていけます。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上にドラッグするとリアルタイムでイメージが拡大され、下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・拡大縮小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・拡大縮小の処理を行うのでスピーディに移動・拡大縮小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大縮小することができます。[フレーム構造解析 1 2] からイメージ表示条件設定でホイールマウスの動作の切り替えができるようになっています。詳しくは各コマンドのイメージ表示条件の説明を参照してください。





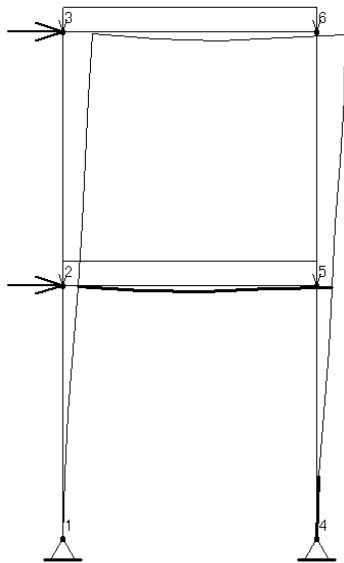
## 回転

構造イメージを3次元回転させたい場合は「回転」ボタンを押して、そのままイメージ上にマウスを持っていくとマウスアイコンが手のひらの形に変わります。リアルタイムモードの場合はマウス左ボタンをクリックするとマウスアイコンがグーに変わりますのでこの状態のまま上方向へドラッグすると水平線を基準に奥側へ倒れるように3次元回転し最終的には水平方向から構造を見たイメージまで回転します。

また下方向にドラッグすると手前に倒れるように3次元回転し最終的には真上から構造を見たイメージまで回転します。

Z軸を基準に回転させたい場合はマウスを左右にドラッグすると全体座標のZ軸を中心と構造イメージを3次元回転させることができます。クリックモードの場合は、ドラッグ中はクリックした点からラバーバンドが出てイメージは回転せずにマウスのボタンを離れた時点で回転が実行されます。右に3次元回転させてXZ平面を表示させたイメージを表示しますが全体座標を見るとどのように回転しているのかが分かります。またクリックモードでの回転角は環境設定の「イメージ表示条件設定」にある拡張・回転の設定の“クリック移動角度”で変えることができます。

また「フレーム構造解析12」から「フレーム構造一平面」で「回転」ボタンが押されているときにホイールマウスのホイールを回転させるとZ軸回転できるようになっており、イメージ表示条件設定で回転方向の切り替えができるようになっています。詳しくは「フレーム構造一平面」のイメージ表示条件の説明を参照してください。



## 前画面

イメージの移動や拡張、回転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・拡張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

「全表示」ボタンをクリックすると移動・拡張をリセットしてイメージ表示条件で設定しているデフォルトの視点に戻すことができます。

なお、はりの計算のイメージの移動・拡張は左右方向のみとなります。

## 9. ウィンドウサイズ

メインのウィンドウとプレビューのあるウィンドウは他のWindowsアプリケーションと同様にタイトルバー右のボタンで最大化、アイコン化できるようになっています。またウィンドウ右下の角をマウスアイコンが斜め矢印になった状態でドラッグすると任意の大きさに大きくすることができます。

〔フレーム構造解析 1 2〕から追加された〔最近使った...〕ダイアログもウィンドウ右下の角をマウスドラッグすることで拡張られますが縦方向はファイル名が20行まで表示される大きさが最大となります。

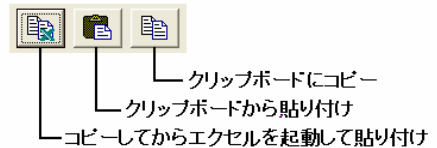
初回起動時には初回起動時には画面一杯にウィンドウが表示されますので必要に応じてウィンドウ右下をドラッグして大きさを調整してください。また一定の大きさ以下にはなりません。

〔フレーム構造解析 1 2〕では高解像度のディスプレイに対応するようにウィンドウを大きくした場合に〔フレーム構造－平面〕では従来のイメージ領域を拡張だけでなく、設定により計算結果表示欄を拡張することができるようになっていたり、はりの計算では計算結果の文字の大きさが変更できるようになっています。詳しくは各コマンドの説明を参照してください。

ウィンドウの大きさと表示位置はプルダウンメニューの〔ファイル〕>〔終了〕でコマンドを終了したときにデータファイルに保存されるようになっており次回起動時には終了時と同じ位置、大きさに起動されるようになっています。

## 10. クリップボードの活用

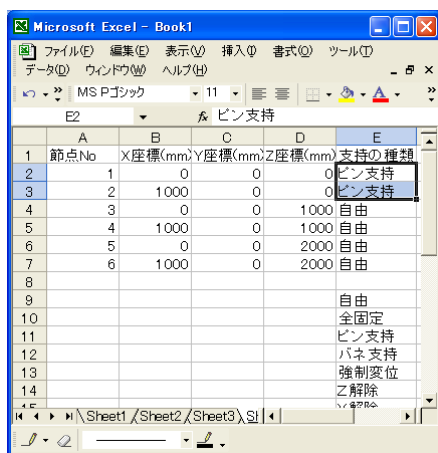
〔はりの計算〕や〔フレーム構造－平面〕では各タブにある右のボタンで節点・支持条件や荷重条件の設定データや計算結果をクリップボードにコピーしたり、さらにエクセルを起動してクリップボードにコピーしたデータを起動したエクセルに貼り付けたりすることができます。



節点・支持条件や荷重条件の設定データのタブにはクリップボードから貼り付けボタンもあり（計算結果のタブにはありません）、エクセル等で編集した設定データをクリップボードにコピーして元の設定データに反映させることもできるようになっています。

右にサンプルデータの節点・支持条件を「コピーしてからエクセルを起動して貼り付け」ボタンで貼り付けた例を示します。節点・支持条件は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のでこれをコピー・ペーストして編集に利用することができます。

下には支持の種類をエクセルで編集した例を示します。編集が終わったら設定データをクリップボードにコピーします。



コピーする範囲は設定データだけでも全て  
コピーしてもかまいません。

ただしデータの項目名を貼り付けるときにチェックしますので項目名は必ず含めてクリップボードにコピーしてください。

コピーができたら [クリップボードから貼り付け] ボタンをクリックします。右にはエクセルで編集した設定データを貼り付けた例を示します。

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。



〔材料・断面性能〕タブでは材料名称のみ編集が可能です。また〔フレーム構造解析 10〕から〔荷重パターン条件〕タブで全ての荷重パターン条件の一括編集ができるようになり、個別の荷重設定タブでは従来通りそれぞれの荷重条件を編集することができます。

なお環境設定の〔オプション設定〕で“エクセルに貼り付けボタンを非表示”がチェックされていると〔コピーしてからエクセルを起動して貼り付け〕ボタンは表示されません。また既に編集用に起動しているエクセルがある場合はオプション設定によりシートを追加して貼り付けたり新規にエクセルを起動して貼り付けることが選択できます。詳しくは環境設定のオプション設定を参照してください。

## 11. 材料名称・部材色設定／テンプレート入出力

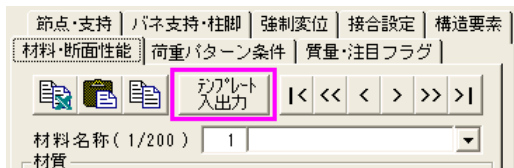
材料名称は解析する構造物によっては同じになる場合がありますが新規に設定していくときは材料番号毎に入力する必要がありました。また〔フレーム構造解析 12〕では部材表示色が設定できるようになっており個別には形状選択ダイアログで設定できますが、これも材料名称と同様にまとめて編集したり決まった設定を読み込めるようにしておくとう便利です。

そこであらかじめ設定しておいた材料名称や部材色をテンプレートとして保存しておき、必要な場合に呼び出してまとめて設定できるようにしたのが材料名称・部材色設定／テンプレート入出力の機能になります。

ここでは〔フレーム構造－平面〕の例で説明していきますが〔はりの計算〕にもこの機能があり操作や機能は同じです。

まず〔フレーム構造－平面〕を起動して〔0 からスタート〕ボタンをクリックします。

次に〔材料・断面性能〕タブを開いて〔テンプレート入出力〕ボタンをクリックします。



[テンプレート入出力] ボタンをクリックすると左した示すダイアログが表示されます。

材料名称・部材色設定／テンプレート入出力

材料番号の表示範囲を選択

材料番号

材料名称

部材色

R G B

0 0 0 <

0 0 0 <

0 0 0 <

0 0 0 <

0 0 0 <

0 0 0 <

0 0 0 <

0 0 0 <

0 0 0 <

0 0 0 <

0 0 0 <

0 0 0 <

0 0 0 <

0 0 0 <

0 0 0 <

0 0 0 <

0 0 0 <

0 0 0 <

0 0 0 <

全確定

材料名称のみ反映

部材色のみ反映

キャンセル

テンプレート(数字ボタンを押すと読み込みます)

1 サンプル1

2 太陽光架台サンプル

3 空ファイル

4 空ファイル

5 空ファイル

6 空ファイル

7 空ファイル

8 空ファイル

9 空ファイル

10 空ファイル

保存

保存

保存

保存

保存

保存

保存

保存

保存

保存

表示色一覧

表示色名称

R G B

黒

0 0 0

0

0

0

明るい青

0 0 255

0

255

0

明るい緑

0 255 0

255

0

0

明るいシアン

0 255 255

255

255

0

明るい赤

255 0 0

255

0

0

明るいマゼンタ

255 0 255

255

0

255

明るい黄

255 255 0

255

255

0

青

0 0 192

0

192

0

緑

0 192 0

192

0

0

シアン

0 192 192

192

192

0

赤

192 0 0

192

0

0

マゼンタ

192 0 192

192

0

192

黄

192 192 0

192

192

0

暗い灰色

128 128 128

128

128

128

暗い青

0 0 128

0

0

128

暗い緑

0 128 0

128

0

0

暗いシアン

0 128 128

128

128

0

暗い赤

128 0 0

128

0

0

暗いマゼンタ

128 0 128

128

0

128

暗い黄

128 128 0

128

128

0

薄い灰色

192 192 192

192

192

192

薄い青

192 192 255

192

192

255

薄い緑

192 255 192

192

255

192

薄いシアン

192 255 255

192

255

255

薄い赤

255 192 192

255

192

192

薄いマゼンタ

255 192 255

255

192

255

薄い黄

255 255 192

255

255

192

↑のボタンで選択

キャンセル

このダイアログで材料名称をまとめて編集したり部材色の設定ができるようになっています。

材料名称や部材色の設定欄は20個なので左側の材料番号の表示範囲を示すボタンで切り替えて設定していきます。

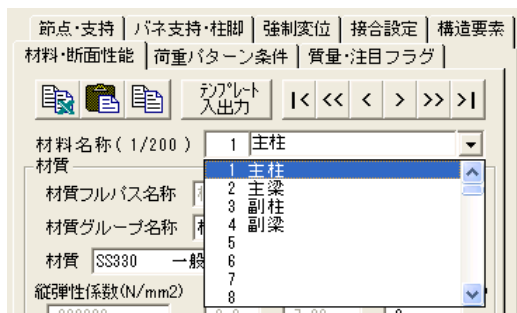
部材色はR、G、Bの入力欄で0～255の数値で設定しますが右側の[<]ボタンをクリックするか色表示枠をクリックすると右上に示す「表示色一覧ダイアログ」を表示することができます。表示色名称のボタンをクリックするとそのRGBを部材色として設定できるようになっています。

このダイアログ下部はテンプレートの入出力になりテンプレートデータが設定されているものだけテンプレート名称が表示され左の数字ボタンが使えるようになっています。またテンプレートデータが設定されていないものは「空ファイル」と表示されています。

次にサンプル1の「1」ボタンを押してテンプレートを読み込んだ例を示しますがこのように材料名称と部材色が設定されています。



ここで「全確定」ボタンをクリックすると材料名称と部材色が確定し、「材料名称のみ反映」ボタンや「部材色のみ反映」ボタンでは材料名称だけとか部材色だけを反映させることができます。「全確定」ボタンをクリックして材料名称のリストを開いたものを次に示します。



材料名称は「テンプレート入出力」ボタンの左側にある「エクセル貼り付け」「ペースト」「クリップコピー」でも編集が可能ですが、あらかじめ解析内容に合わせて標準となるテンプレートを設定しておけばそのテンプレートを読み込んで材料名称や部材色の設定ができ、これを基準として材料の選択をしていくと解析データの共通化ができていきます。

この材料名称テンプレートのデータファイルは作業フォルダの下の¥Templateに入っており、「はりの計算」では入っているTplHariZairyo\*\*.CSVで「フレーム構造—平面」では「フレーム構造—立体」と共通のTpl3dZairyo\*\*.CSVになります。ここで\*\*は01～10までの数字となり最大10種類のテンプレートファイルが使えます。また「表示色一覧ダイアログ」の設定は同じテンプレートフォルダにあるStdColorSet.CSVになりこのファイルを編集すれば表示色一覧の色設定を変更できます。

では先ほどのサンプル 1 のテンプレートデータを直接エクセルで開いてみます。これはインストール時にコピーされたサンプルデータで Tpl3dZairyo01.CSV になります。

	A	B	C	D	E
1	テンプレート名称=	サンプル1	部材色		
2	材料No	材料名称	R	G	B
3	1	主柱	0	0	255
4	2	主梁	0	192	0
5	3	副柱	0	192	192
6	4	副梁	192	0	192
7	5		0	0	0
8	6		0	0	0
9	7		0	0	0

3 行目から材料名称と部材色を設定しています。材料は 2 0 0 まで使えますので材料名称も 2 0 0 まで登録が可能です。データファイルの 1 行目をテンプレート名称とし、これが先ほどのテンプレート入出力ダイアログで表示されます。またテンプレート名称が“空ファイル”の場合は読み込み用の数字ボタンがグレースアウトして使えないようになります。

## 1 2. 部材色分け表示機能について

〔フレーム構造解析 1 2 〕では前述の材料名称・部材色設定で説明したように材料番号毎に部材色を設定して構造イメージを色分け表示することができるようになっています。個々の材料番号の部材色については次に示す〔断面形状選択ダイアログ〕の右下で先ほどの材料名称・部材色設定と同様に R、G、B の入力欄で 0 ～ 2 5 5 の数値で設定します。

断面係数 $Z_yB$  (mm<sup>3</sup>) 75600  
 断面係数 $Z_xB$  (mm<sup>3</sup>) 26700  
 有効断面係数 $Z_xB$  (mm<sup>3</sup>) 5625  
 部材表示色 R G B  
 0 0 255  
 ←一覧から選択

〔←一覧から選択〕ボタンをクリックすると材料名称・部材色設定で説明した〔表示色一覧ダイアログ〕が表示されその表示色名称のボタンをクリックするとその RGB を部材色として設定できるようになっています。

部材色を設定している場合に構造イメージに反映するためには断面性能表示欄の右側にある「部材別色分表示」ボタンを押します。

材料No	2
断面形状	不等辺不等厚山形鋼
サイズ	200x90x8x14
向き	X
断面2次モメント(mm <sup>4</sup> )	2966
断面2次モメント(mm <sup>4</sup> )	12100000
断面係数Z(mm <sup>3</sup> )	88700

**部材別色分表示**  
部材別色分表示  
 一覧表EXL出力

材料No	2
断面形状	1 形鋼
サイズ	100x75x5x8
断面2次モメント(mm <sup>4</sup> )	1643
断面2次モメント(mm <sup>4</sup> )	2810000
断面2次モメント(mm <sup>4</sup> )	473000
有効断面2次係数モメント(mm <sup>4</sup> )	29100
最小断面2次係数	17
断面係数Z <sub>Y</sub> (mm <sup>3</sup> )	56200
断面係数Z <sub>Z</sub> (mm <sup>3</sup> )	12600
有効断面係数Z <sub>Y</sub> (mm <sup>3</sup> )	3638
トラス部材	適用ここをクリック

**部材別色分表示**  
部材別色分表示  
 一覧表EXL出力

左上が「はりの計算」、右上が「フレーム構造－平面」になります。このボタンを押すとはりイメージや構造イメージが設定された部材色で表示されるとともにボタンの下にも設定されている部材色が表示されるようになっています。

### 13. 一覧表EXL出力機能について

「フレーム構造解析 12」の「はりの計算」と「フレーム構造－平面」では前述の「部材別色分表示」ボタンの下に「一覧表EXL出力」ボタンが追加されています。このボタンをクリックすると次に示すような材料一覧表が断面イメージ付きでエクセルに出力できます。

材料No	材料名	サイズ	断面2次モメント(mm <sup>4</sup> )	断面係数Z(mm <sup>3</sup> )
1	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
2	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
3	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
4	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
5	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
6	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
7	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
8	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
9	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
10	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
11	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
12	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
13	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
14	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
15	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
16	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
17	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
18	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
19	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
20	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
21	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
22	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
23	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
24	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
25	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
26	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
27	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
28	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
29	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
30	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
31	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
32	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
33	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
34	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
35	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
36	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
37	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
38	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
39	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
40	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
41	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
42	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
43	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
44	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
45	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
46	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
47	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
48	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
49	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
50	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500

材料No	材料名	サイズ	断面2次モメント(mm <sup>4</sup> )	断面係数Z(mm <sup>3</sup> )
1	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
2	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
3	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
4	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
5	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
6	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
7	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
8	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
9	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
10	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
11	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
12	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
13	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
14	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
15	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
16	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
17	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
18	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
19	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
20	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
21	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
22	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
23	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
24	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
25	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
26	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
27	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
28	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
29	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
30	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
31	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
32	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
33	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
34	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
35	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
36	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
37	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
38	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
39	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
40	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
41	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
42	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
43	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
44	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
45	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
46	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
47	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
48	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
49	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500
50	主梁	SS400 150x40mm 一般構造用圧延鋼	1870000	37500



左が「はりの計算」で右が「フレーム構造－平面」の材料一覧表の例になります。材料番号毎に材料名称と材質、断面形状やサイズ、断面性能が出力され、その右側には「断面形状選択ダイアログ」に表示される断面イメージも表示されるのでどのような材料を使っているのか 視覚的に分かりやすい一覧表となっています。

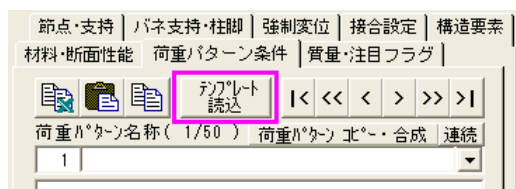
なお材料一覧表の出力フォーマットは上記の例に示すものが固定フォーマットとなり変更はできません。必要に応じてエクセル側で編集してください。

### 1 4. 荷重パターン名称テンプレート

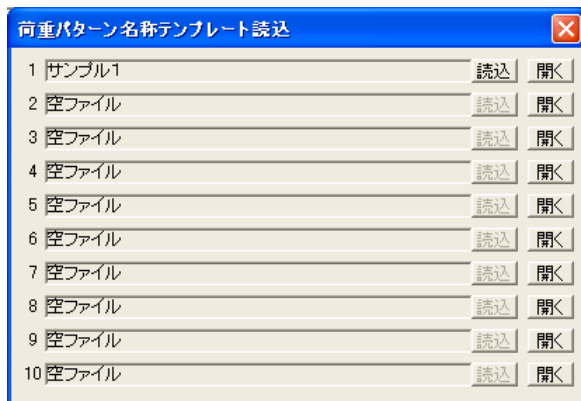
荷重パターン名称も解析する構造物によっては同じになる場合がありますが新規に設定していくときはこれらも毎回入力する必要がありました。

そこで荷重パターン名称もあらかじめ設定しておいたテンプレートを読み込んで設定ができるようになっています。

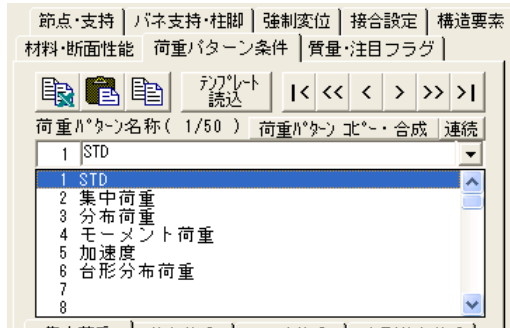
まず「荷重パターン条件」タブの「テンプレート読込」ボタンをクリックします。



このボタンをクリックすると次のダイアログが表示されます。



ここでテンプレートが設定されていないものは「読込」ボタンがグレースアウトしていますのでグレースアウトしていないサンプル1の「読込」ボタンをクリックするとそのテンプレートを読み込んで次のように荷重パターン名称が設定されます。



この荷重パターン名称のテンプレートデータファイルは作業フォルダの下の¥Templateに入っており「はりの計算」では入っているTplHariLoadPt\*\*.CSVで「フレーム構造－平面」では「フレーム構造－立体」と共通のTpl3dLoadPt\*\*.CSVになります。ここで\*\*は0 1～1 0までの数字となり最大1 0種類のテンプレートファイルが使えます。

次にサンプルデータのTpl3dLoadPt01.CSVを開いたものを示します。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	テンプレート名称=	サンプル1								
2	荷重パターンNo	荷重パターン名称	コメント1	コメント2	コメント3	GX	GY	GZ	安全率算出区分	傾斜要素対象長さ(分
3	1	STD	comment1	comment2	comment3	0	0	-1	長期	基準軸投影長
4	2	集中荷重				0	0	0	長期	基準軸投影長
5	3	分布荷重				0	0	0	長期	基準軸投影長
6	4	モーメント荷重				0	0	0	長期	基準軸投影長
7	5	加速度				0	0	0	長期	基準軸投影長
8	6	台形分布荷重				0	0	0	長期	基準軸投影長
9	7					0	0	0	長期	基準軸投影長
10	8					0	0	0	長期	基準軸投影長
11	9					0	0	0	長期	基準軸投影長
12	10					0	0	0	長期	基準軸投影長
13	11					0	0	0	長期	基準軸投影長
14	12					0	0	0	長期	基準軸投影長
15	13					0	0	0	長期	基準軸投影長

荷重パターン名称のテンプレートデータは名称だけでなくコメント、加速度、安全率算出区分と分布荷重の傾斜要素対象長さの設定が保存されます。

なお材料名称や荷重パターン名称のテンプレートのフォーマットやファイル名は従来のものと異なりますので従来のテンプレートの内容を使いたい場合はエクセル等でデータファイルを開いて項目のみコピーしてください。

なおテンプレートフォルダは標準では作業フォルダの下の¥TemplateになりますのでWindowsXPでは下記のフォルダがテンプレートフォルダになります。

C:¥Document and Settings¥\*\*\*\*¥Local Setting

¥Application Data¥CADTOOL\_Series¥Kozo12¥Template

WindowsVista以降、Windows7、8では下記のフォルダになります

C:¥Users¥\*\*\*\*¥AppData¥Local¥CADTOOL\_Series¥Kozo12¥Template

ここで\*\*\*\*の部分はログオンユーザー名になりますのでユーザー毎に変わってきます。

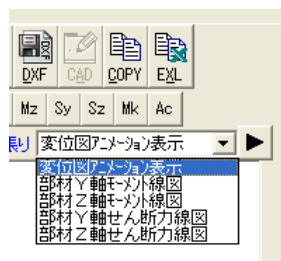
ただしテンプレートフォルダはデータファイル管理機能で任意のフォルダに変更が可能になっており、サーバー上のフォルダに設定して共通で同じテンプレートを使うこともできるようになっています。この機能についての詳細は「第8章 データファイル管理」を参照してください。

## 15. アニメーション表示

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。

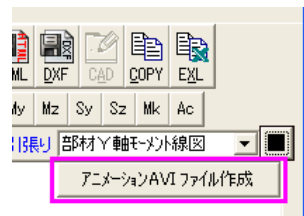
表示したいアニメーションの種類を選択して右の再生ボタンをクリックするとアニメーションが実行されます。

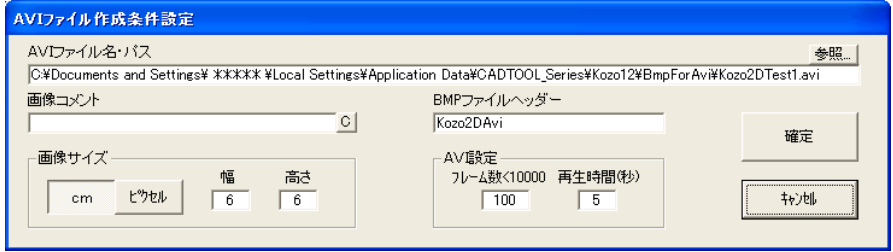
アニメーション表示中は、再生ボタンはストップボタンに変わり、ストップボタンをクリックするとアニメーション表示は終了します。



アニメーションは簡単に実行できますので変位図や各軸のモーメント線図、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。

〔フレーム構造解析12〕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。

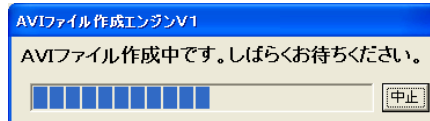




ここではAVIファイルの名前と出力先のパス、画像に追加するコメント、AVIを作成するときに使うBMPファイルのヘッダー（BMPファイル名はヘッダー+連番になります）、画像サイズ、AVIファイルを作成するときのフレーム数と再生時間を設定します。

デフォルトの出力先は「フレーム構造解析 12」の作業フォルダの下の¥BmpForAviとなります。AVI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。

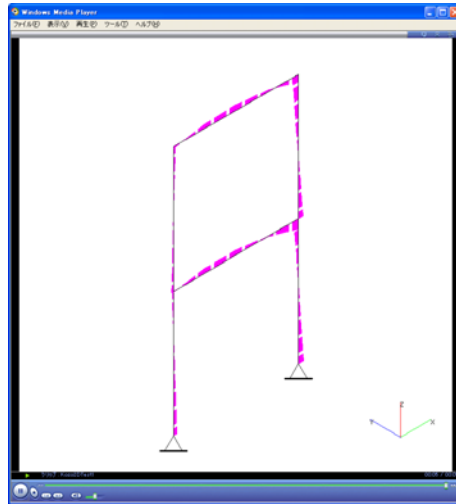
ここで「確定」ボタンをクリックすると作業進行を示すプログレスバーが表示され、まずフレーム数に応じたBMPファイルが出力されてからそれを元にAVIファイルが作成されます。



正常にAVI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AVIファイルはWindows標準のWindows Media PlayerやAVI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AVIが関連づけられたアプリケーションが起動して再生できるようになります。



作成される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と不要な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。

## 16. 材質データ

「フレーム構造解析12」ではOSに関係なく標準ではユーザーフォルダの下に下記に示すパスの作業用フォルダを作ってそこにデータファイル等をコピーして使うようになって、材質データファイルもこの作業フォルダに入っています。

WindowsXPでは下記のフォルダが作業フォルダになります。

C:\¥Document and Settings¥\*\*\*\*¥Local Setting¥Application Data¥CADTOOL\_Series¥Kozo12

WindowsVista以降、Windows7,8では下記が作業フォルダになります

C:\Users¥\*\*\*\*¥AppData¥Local¥CADTOOL\_Series¥Kozo12

ここで\*\*\*\*の部分はログオンユーザー名になりますのでユーザー毎に変わってきます。

またデータファイル管理機能で材質データファイルのフルパスと材質フルパス名称をセットで登録しておくことで、材質データファイルを任意のフォルダに置いたり任意のファイル名にすることができ材質選択時に材質フルパス名称を選択して材質データファイルを切り替えて選択することができるようになっています。なおこの機能は主にクライアントサーバーシステムでの運用を考えたものなので詳細については「第 8 章 データファイル管理」を参照してください。

材質データファイルのデフォルトは上記の作業フォルダに入っているkzt\_mat12.csvになり材質選択時の材質フルパス名称は[標準 (ローカルマシン)] と表示されます。

[フレーム構造解析 1 2] の材質データは [フレーム構造解析 7 ~ 1 1] と同じフォーマットになっていますので [フレーム構造解析 7 ~ 1 1] で編集・追加したデータはそのまま使えますが、材質データは [フレーム構造解析 1 0] から鉄骨構造関係のデータを大幅に増やしていますのでそれ以前のバージョンの場合は必要な行のみコピーすると良いでしょう。

また後で説明するデータファイル管理機能で材質データファイルのフルパスを登録することで [フレーム構造解析 7 ~ 1 1] の材質データファイルを元のフォルダにおいたまま参照することもできるようになっています。この機能の詳細については「第 8 章データファイル管理」を参照してください。

標準で入っている材質データファイルは代表的な材質があらかじめ登録しており、[フレーム構造解析 1 0] から鉄骨構造関係の材質を従来の 4 種類から 4 2 種類と大幅に増やし板厚による区分も追加しています。この材質データファイルは C S V 形式のテキストファイルなのでユーザー側でも任意に編集、追加ができるようにしています。

次に材質データファイルをエクセルで開いたものを示します。

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
グループ名	構造解析一般									
1	グループ名	構造解析一般								
2	安全率用	基準強さ								
3	コメント	構造解析標準デフォルトデータ								
4	種類	記号	縦弾性係数ポアソン比	密度 $\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )	引張強さ $f_t$ (N/mm <sup>2</sup> )	圧縮強さ $f_c$ (N/mm <sup>2</sup> )	曲げ強さ $f_b$ (N/mm <sup>2</sup> )	せん断強さ $f_s$ (N/mm <sup>2</sup> )	ねじり強さ $f_t$ (N/mm <sup>2</sup> )	
5	一般構造用	SS330	206000	0.3	7.86	333	333	333	260	223
6	一般構造用	SS400	206000	0.3	7.86	402	402	402	314	269
7	一般構造用	SS490	206000	0.3	7.86	490	490	490	382	328
8	冷間圧延	SPCC	206000	0.3	7.86	275	275	275	215	184
9	機械構造用	S25C	206000	0.3	7.86	441	441	441	344	295
10	機械構造用	S45C	206000	0.3	7.86	569	569	569	444	381
11	アルミニウム	A1100-O	69000	0.33	2.71	88	88	88	69	59
12	アルミニウム	A1100-H	69000	0.33	2.71	127	127	127	99	85
13	ジュラルミン	A2017-O	72000	0.33	2.79	226	226	226	176	151
14	ジュラルミン	A2017-T4	72000	0.33	2.79	402	402	402	314	269
15	グループ名	鉄骨構造(長期)								
16	安全率用	長期許容応力度								
17	コメント	建築系鉄骨構造長期参考データ								
18	種類	記号	縦弾性係数ポアソン比	密度 $\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )	引張強さ $f_t$ (N/mm <sup>2</sup> )	圧縮強さ $f_c$ (N/mm <sup>2</sup> )	曲げ強さ $f_b$ (N/mm <sup>2</sup> )	せん断強さ $f_s$ (N/mm <sup>2</sup> )	ねじり強さ $f_t$ (N/mm <sup>2</sup> )	
19	一般構造用	SS400 t ≤ 4	206000	0.3	7.86	156	156	156	90.4	90.4
20	一般構造用	SS400 t > 4	206000	0.3	7.86	143	143	143	82.7	82.7
21	一般構造用	SS490 t ≤ 4	206000	0.3	7.86	183	183	183	105	105
22	一般構造用	SS490 t > 4	206000	0.3	7.86	170	170	170	98.1	98.1
23	一般構造用	SS540	206000	0.3	7.86	250	250	250	144	144
24	建築構造用	SN400 t ≤ 4	206000	0.3	7.86	156	156	156	90.4	90.4
25	建築構造用	SN400 t > 4	206000	0.3	7.86	143	143	143	82.7	82.7
26	建築構造用	SN490 t ≤ 4	206000	0.3	7.86	216	216	216	125	125
27	建築構造用	SN490 t > 4	206000	0.3	7.86	196	196	196	113	113
28	建築構造用	SKR490 t ≤ 4	206000	0.3	7.86	216	216	216	125	125
29	建築構造用	SKR490 t > 4	206000	0.3	7.86	196	196	196	113	113
30	建築構造用	SSC400 t ≤ 4	206000	0.3	7.86	156	156	156	90.4	90.4
31	建築構造用	SWH400 t ≤ 4	206000	0.3	7.86	156	156	156	90.4	90.4
32	建築構造用	SUS304A	193000	0.3	7.93	156	156	156	90.4	90.4
33	建築構造用	SUS316A	193000	0.3	7.98	156	156	156	90.4	90.4
34	建築構造用	SUS304N2	193000	0.3	7.93	216	216	216	125	125

〔フレーム構造解析8〕以降では材質グループの機能が追加され材質データファイルのフォーマットがVer3以前の材質データと異なりますので注意してください。また〔フレーム構造解析7～11〕とは同じフォーマットになっていますので〔フレーム構造解析7～11〕で編集・追加したデータはそのまま行単位でコピーして使えるようになります。続いて材質データファイルのフォーマットについて説明します。

カラムAの“グループ名”をキーとして次にカラムAに“グループ名”が出てくるまでが1つの材質グループとなり、標準の材質データには3つの材質グループがあります。“グループ名”の右のカラムが材質グループの名称となり材質グループのリストボックスに表示されるものです。“グループ名”の行を1行目として2行目は安全率用の強さの名称となりダイアログの表示や出力項目として使われます。

3 行目は材質グループのコメントになり材質グループのリストボックスにマウスを置くと表示され、計算結果にも出力されます。4 行目からは従来の材質データと同じで 4 行目は項目行 5 行目から材質データとなりますので、ここの数値を変更したり同じ形式で新しい材質を追加したりして編集することができます。

ここで材質グループ 1 は Ver 3 以前の材質データと同じでこれを構造解析一般用とし、鉄骨構造用として「フレーム構造解析 7～9」では材質グループ 2 と 3 の材質を同じにして許容応力度を長期と短期で分けていたのですが「フレーム構造解析 10」から荷重パターン条件の安全率算出区分で長期と短期を切り替えられるので長期のみとなっています。

また前述のように「フレーム構造解析 10」から材質データでは鉄骨構造用の材質グループ 2 を大幅に増やし板厚による区分もしています。これは「鋼構造設計基準—許容応力度設計法—（日本建築学会）」のデータを参考に作成していますが必要に応じて追加や編集をしてください。

基準強さ（許容応力度）は応力の種類毎に設定するようになっていて、各応力の安全率はこの基準強さ（許容応力度）を応力で割ったもので現状に対して何倍の荷重に耐えられるかの目安になります。

材質グループ 1 の構造解析一般の基準強さは引張り強さを基準にしているので安全率が 1 以上なら安全というわけではなく、機械設計では軟鋼を例にすると静荷重では 3、繰り返し荷重で 5、衝撃荷重では 1.2 以上というように荷重のかかり方で必要な安全率は大きく変わってきます。

材質グループ 2 では鉄骨設計用の長期許容応力度となっていますので安全率が 1 以上なら安全と判断できるようになっています。

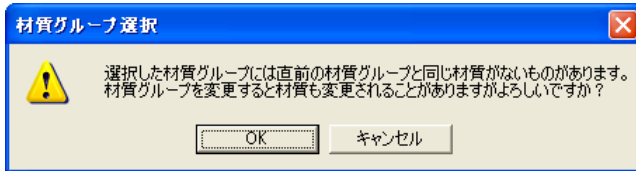
ただし多くの材質では引張り強さ以外の圧縮、曲げ、せん断、ねじりの強さ（許容応力等）が分かっていないものが多いので、従来から「フレーム構造解析」では「JIS にもとづく機械設計製図便覧 第 10 版（理工学社）」の「4 章 材料力学」の「4・2 表 許容応力」の一覧表を参考に引張り強さから他の基準強さを決めています。

この一覧表には材質別に引張り、圧縮、曲げ、せん断、ねじりの許容応力が荷重の種類別にでており、具体的にはこの表の軟鋼で静荷重の場合の下限値を使い、引張り強さ 90 に対し、圧縮 90、曲げ 90、せん断 70、ねじり 60（単位は  $\text{N}/\text{mm}^2$ ）と出ているので、この比率を使って引張り強さから他の基準強さ（許容応力）を決めています。

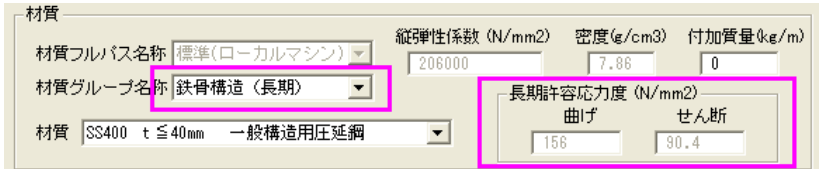


なお「フレーム構造解析 1 0」から短期の安全率を求める場合は材質グループを変更するのではなく荷重パターン条件で安全率算出区分を短期にします。これについては後で説明します。

材質グループを切り替え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があるので、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「OK」ボタンをクリックすると材質グループが切り替わります。次に「はりの計算」で材質グループを変更したものを示します。

A form for material properties. It includes fields for material name, group, and specific material type. The "材質グループ名称" (Material Group Name) is set to "鉄骨構造〈長期〉" (Steel Structure〈Long-term〉). The "材質" (Material) is "SS400 t ≤ 40mm 一般構造用圧延鋼" (SS400 t ≤ 40mm General structural hot-rolled steel). The "縦弾性係数 (N/mm²)" (Young's Modulus) is 206000. The "密度 (g/cm³)" (Density) is 7.86. The "付加質量 (kg/m)" (Additional mass) is 0. The "長期許容応力度 (N/mm²)" (Long-term allowable stress) is shown with two sub-fields: "曲げ" (Bending) at 156 and "せん断" (Shear) at 90.4.

材質グループを「鉄骨構造（長期）」に切り替えると基準強さの表示も「長期許容応力度」と表示が変わり、前述のように安全率が1以上であれば安全ということになります。ただし鉄骨設計では単に応力だけでなく局所圧縮、横座屈、リベットや溶接等の強度も考慮しなければいけませんので単純に計算結果に表示される安全率のみで判断はできません。

このように計算結果の安全率はあくまでも1つの目安であり構造物が“持つ、持たない”の判断は必ず設計者自身が応力だけでなく使用状況や構造などを総合的に考慮して判断するようにしてください。

なお縦弾性係数、基準強さ（許容応力度）はSI単位系（N/mm<sup>2</sup>）になっていますので追加や編集するときは注意してください。またポアソン比は縦弾性係数からねじりにつかう横弾性係数を求めるのに使い、密度は総重量の算出と部材に加速度をかける場合（自重等）に使用します。

材質グループは最大で10グループまで追加できますのでユーザーの仕様に応じた基準強さを設定した材質グループを作成することでユーザー仕様の安全率の表示も可能になります。運用にあたっては十分注意して行ってください。前述のように「フレーム構造解析10」から荷重パターン条件の安全率算出区分で長期と短期を切り替えられるので標準の材質グループは長期のみとなっていますが「フレーム構造解析9」以前のように長期と短期の材質グループを作って運用することも可能です。

また材質データはテキストファイルなのでメモ帳や他のテキストエディタでも編集は可能ですがCSV形式はカンマで区切られていますので一行のカンマの数が合わないとうまくデータが読み込めなくなり起動時にエラーが発生することがあります。テキストエディタで編集する場合はカンマとピリオドを間違えないように注意して行ってください。データを追加する場合は既存の一行をコピーして名称や値を変更するのが良いでしょう。また必ずバックアップを取ってから編集してください。

なお「フレーム構造解析12」ではコマンド選択メニューに「データファイル管理」コマンドがあり前述のフルパスの登録や材質データのCSVファイルを簡単に開くことができるようになっています。このコマンドの操作については「第8章 データファイル管理」を参照してください。

## 17. 断面データ

断面データにも代表的な断面性能があらかじめ登録してありますが材質データと同様にユーザー側でも任意に編集、追加ができるようにしています。

断面データが入っている断面データフォルダのデフォルトは下記に示すように前述の作業フォルダの下の¥Zairyō11となり、断面データとして使うのはそこに入っている\*\*\*.CSVと\*\*\*.BMP、\*\*\*.DXFになります。WindowsXPでは下記のフォルダが材料フォルダになります。

C:¥Document and Settings¥\*\*\*\*¥Local Setting

¥Application Data¥CADTOOL\_Series¥Kozo12¥Zairyō12

WindowsVista以降、Windows7、8では下記が材料フォルダになります

C:¥Users¥\*\*\*\*¥AppData¥Local¥CADTOOL\_Series¥Kozo12¥Zairyō12

ここで\*\*\*\*の部分はログオンユーザー名になりますのでユーザー毎に変わってきます。

またデータファイル管理機能で断面データフォルダのパスと断面形状フォルダ名称をセットで登録しておくことで、断面データを任意の複数のフォルダに分けて置くことができ断面形状選択時に断面形状フォルダ名称を選択して断面データのパスを切り替えて選択することができるようになっています。

なおこの機能は主にクライアントサーバーシステムでの運用を考えたものなので詳細については「第8章データファイル管理」を参照してください。

断面データフォルダのデフォルトは上記に示したフォルダで断面形状選択時の断面形状フォルダ名称は「標準（ローカルマシン）」と表示されます。

拡張子がC S Vのファイルに断面性能データ、BMPは断面形状選択ダイアログに表示される面形状イメージとなっていてKZT\_\*\*\*.BMPがはりの計算用でそれ以外が立体用となっています。\*\*\*.DXFはイメージに表示される断面形状用で1つの断面形状に対応したファイルが1つあります。

断面形状表示用のD X Fファイルは必須ではありませんが前述のように 断面形状を表示させると部材座標や回転角が分かりやすいので新規に登録する場合も作っておくと良いでしょう。

以下に標準で入っている各鋼材とファイル名の関係を示します。

Kz3D\_ang1.csv: 等辺山形鋼  
Kz3D\_ang2.csv: 不等辺山形鋼  
Kz3D\_ang3.csv: 不等辺不等厚山形鋼  
Kz3D\_ang4.csv: 軽山形鋼  
Kz3D\_chan.csv: 溝形鋼(チャンネル)  
Kz3D\_hira.csv: 平鋼  
Kz3D\_hkou.csv: H形鋼  
Kz3D\_ikou.csv: I形鋼  
Kz3D\_kaku.csv: 角形鋼管  
Kz3D\_keim.csv: 軽溝形鋼  
Kz3D\_keiz.csv: 軽Z形鋼  
Kz3D\_maru.csv: 丸鋼  
Kz3D\_pipe.csv: 鋼管  
Kz3D\_ripm.csv: リップ溝形鋼  
Kz3D\_ripz.csv: リップZ形鋼  
Kz3D\_tamahira.csv: 玉平形鋼(フレーム構造解析9で追加)  
Kz3D\_tee.csv: T形鋼(フレーム構造解析9で追加)  
Kz3D\_Wang.csv: W山形鋼(フレーム構造解析11で追加、等辺山形鋼の背中合わせ材)  
Kz3D\_Wchan.csv: Wみぞ形鋼(フレーム構造解析11で追加、みぞ形鋼の背中合わせ材)

データの形式は平鋼、丸鋼、鋼管を除きどの鋼材も同じなので等辺山形鋼のデータを表計算ソフトのエクセルで読み込んだ例を示します。

A1	01-等辺山形鋼										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
	サイズ	断面積A	lyB	lzB	iv	ZyB	ZzB	Ix'	Iz'	Ay	Az
2	25x25x3	142.7	7970	7970	4.83	448	448	423	141	66	66
3	30x30x3	172.7	14200	14200	5.85	661	661	513	171	81	81
4	40x40x3	233.6	35300	35300	7.9	1210	1210	693	231	111	111
5	40x40x5	375.5	54200	54200	7.74	1910	1910	3125	625	175	175
6	45x45x4	349.2	65000	65000	8.8	2000	2000	1835	459	164	164
7	45x45x5	430.2	79100	79100	8.74	2460	2460	3542	708	200	200
8	50x50x4	389.2	90600	90600	9.83	2490	2490	2048	512	184	184
9	50x50x5	480.2	111000	111000	9.76	3080	3080	3958	792	225	225
10	50x50x6	564.4	126000	126000	9.63	3550	3550	6768	1128	264	264
11	60x60x4	469.2	160000	160000	11.9	3660	3660	2475	619	224	224
12	60x60x5	580.2	196000	196000	11.8	4520	4520	4792	958	275	275
13	65x65x5	636.7	253000	253000	12.8	5350	5350	5208	1042	300	300
14	65x65x6	752.7	294000	294000	12.7	6260	6260	8928	1488	354	354
15	65x65x8	976.1	368000	368000	12.5	7960	7960	20821	2603	456	456
16	70x70x6	812.7	371000	371000	13.7	7330	7330	9648	1608	384	384
17	75x75x6	872.7	461000	461000	14.8	8470	8470	10368	1728	414	414
18	75x75x8	1269	644000	644000	14.5	12100	12100	34263	3807	594	594
19	75x75x12	1656	819000	819000	14.4	15700	15700	79488	6624	756	756
20	80x80x6	932.7	564000	564000	15.8	9700	9700	11088	1848	444	444
21	90x90x6	1055	807000	807000	17.8	12300	12300	12528	2088	504	504
22	90x90x7	1222	930000	930000	17.7	14200	14200	19780	2826	581	581
23	90x90x10	1700	1250000	1250000	17.4	19500	19500	56667	5667	800	800
24	90x90x13	2171	1560000	1560000	17.3	24800	24800	122300	9408	1001	1001
25	100x100x7	1362	1290000	1290000	19.8	17700	17700	22066	3152	651	651
26	100x100x1	1900	1750000	1750000	19.5	24400	24400	63333	6333	900	900
27	100x100x1	2431	2200000	2200000	19.4	31100	31100	136946	10534	1131	1131
28	120x120x8	1876	2580000	2580000	23.8	29500	29500	166240	20780	896	896
29	130x130x8	2274	3660000	3660000	25.7	38700	38700	60993	6777	1089	1089
30	130x130x1	2976	4670000	4670000	25.4	49900	49900	142848	11904	1416	1416
31	130x130x1	3675	5680000	5680000	25.3	61500	61500	275625	18375	1725	1725
32	150x150x1	3477	7400000	7400000	29.6	68100	68100	165888	13824	1656	1656
33	150x150x1	4274	8880000	8880000	29.2	82600	82600	320625	21375	2025	2025
34	150x150x1	5338	10900000	10900000	29.1	103000	103000	642460	33814	2489	2489
35	175x175x1	4052	11700000	11700000	34.4	91800	91800	194688	16224	1956	1956

1行目は形状名称となっていて断面形状選択ダイアログの形状名称に表示されます。形状名称のリストボックスにはここでの形状名称でソートされて入ります。

この例では形状名称の頭に“01:”を付けてリストボックスに先頭にソートされるようにしています。形状名称にこの“\*\*:”を付けることで形状名称のリストボックスの並びを任意に変更することができます。

“\*\*:”は必須ではありませんので無ければ形状名称でのソートとなります。また“\*\*:”は形状名称のリストボックスに登録するときには削除されますので“\*\*:”以外には“:”を材料名に使わないようにしてください。

2行目は項目名となっており読み飛ばされ、それ以下のサイズデータをファイルの終わりまで読み込み断面形状選択ダイアログのサイズの欄に表示します。

この項目名に表示されている記号は「フレーム構造－平面」および「フレーム構造－立体」の部材座標系となっていて水平がY軸、垂直がZ軸で部材座標を示すBが付きます。

断面に対して奥行き方向がX軸となります。はりの計算での断面性能の表示は水平がX軸、垂直はY軸になりますので項目名のY BをX、Z BをYに読み替えて理解してください。

ここでIは断面2次モーメント、Zが断面係数となります。また $I_{x'}$ が有効極断面2次モーメント、 $Z_{x'}$ が有効極断面係数でねじりの断面性能になりますが、これについての詳細は「17. 有効断面2次極モーメントについて」を参照してください。

せん断応力の算出にはせん断有効断面積を使うことができるようになったのでそのデータも $A_y$ 、 $A_z$ で設定していますが、これについての詳細は「18. せん断有効断面積について」を参照してください。なおせん断有効断面積が0か空欄になっていると全断面積をせん断有効断面積とします。

単位はmm系となっていて、断面2次半径 $i_v$ は座屈計算のみで使いますので最小断面2次半径を設定してください。またせん断有効断面積以外は0以外の数値を設定してください。

断面データは起動時に断面データフォルダにある拡張子がCSVのファイルを断面データとして取り込みますので断面データ以外のCSVファイルはこの断面データフォルダには入れないようにしてください。また同じ形式のデータファイルであればユーザーが新しく作ったデータファイルでも断面データとして取り込みます。

断面形状選択ダイアログに表示される断面形状のイメージは選択した断面データのCSVファイル名の拡張子csvをbmpに置き換えた画像ファイルを読み込んで表示しますのでユーザーが作った断面データでもBMPファイルを作ってやれば断面形状選択ダイアログに断面形状のイメージを表示させることができます。

またサイズを選択したときに断面データフォルダにCSVファイル名+選択サイズ.BMPの画像ファイルがあるかどうかを検索して見つければそれを表示するようになっていますので一つのCSVファイルで複数の形状の画像ファイルを表示させることもできるようになっています。

画像イメージファイルを作成するときはイメージの大きさの問題がありますので断面データフォルダにある既存のBMPファイルを元に作成すると良いでしょう。

断面データを編集する場合の注意する点として形状名称の平鋼、丸鋼、鋼管、任意とサイズの任意は特別な処理をするため使わないようにしてください。また断面データも材質データと同様に表計算ソフトやテキストエディタで追加や編集できますが材質データのところで説明したように編集前にバックアップを取ってから行ってください。

## 18. セン断有効断面積について

〔フレーム構造解析 12〕ではせん断応力の算出にせん断有効断面積を使うことができますようになっています。

これを使用する場合は右に示す断面形状選択ダイアログにある断面性能設定で“せん断応力算出にせん断有効断面積を使用する”をチェックします。

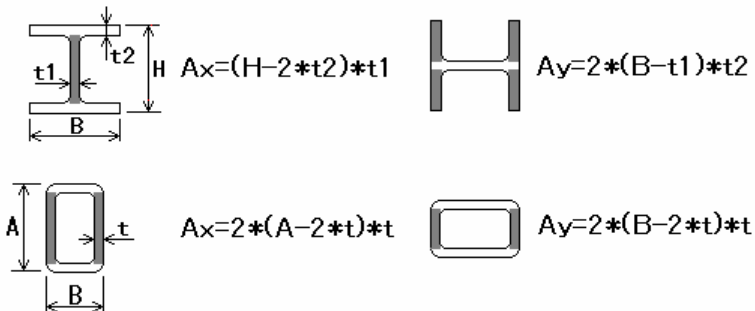
断面性能設定

単位  有効数字  ☐ 指数表示

☒ せん断応力算出にせん断有効断面積を使用する

標準の材料には既にせん断有効断面積が設定してありますがその計算方法は仮に同じサイズのもの、鋼板を組み合わせで溶接して作ったときにウェブ面積が小さくなる組み合わせ方をした最小ウェブ面積としています。

代表例としてH形鋼と角形鋼管でそれぞれのせん断有効断面積の部分を塗りつぶし、計算式を表示したものを下に示します。



成形成鋼として考えると上記の計算方法ではせん断有効断面積が若干少なくなってしまうますが強度的に不利な条件ということで上記の計算方法を採用しています。修正が必要な場合は断面データを修正してください。

なお平鋼、丸鋼、鋼管のせん断有効断面積は全断面積と同じになっています。

また「フレーム構造解析 1 2 / 2 D」の「断面性能計算」コマンドは 2 D、3 D 共通で任意の形状の断面を DXF ファイルで読み込んで断面性能を計算し登録して「はりの計算」や「フレーム構造－平面」および「フレーム構造－立体」の断面データとしても使えるようになっていきます。

この「断面性能計算」コマンドでもせん断有効断面積が自動で求められるようになっていますが、その算出方法は各方向の平均板厚の 80 % 以上の厚みのある部分を積算して求めていますので上記の例と比べると若干大きく（例えば H 形鋼では全高や全幅からマイナスしている板厚分も含まれるなど）なります。

「断面性能計算」コマンドでは断面データ登録時にせん断有効断面積を編集することも可能なので必要に応じて上記の例を参考に手計算等で求めた値に変更して登録してください。

## 19. 有効断面 2 次極モーメントについて

「フレーム構造－平面」では 2 次元の構造しか設定できませんが計算自体や計算結果は 3 次元の「フレーム構造－立体」と同じになっていますので部材のねじりの影響も考慮する必要があります。そのために有効断面 2 次極モーメント  $I_{x'}$  を設定しておく必要があります。

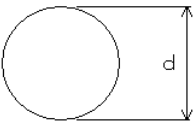
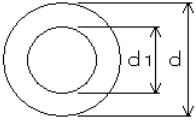

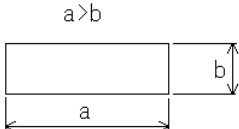
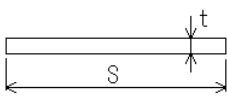
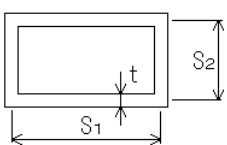
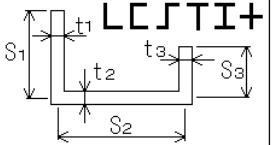
ねじり角を  $\theta$ 、ねじりモーメントを  $T$ 、横弾性係数を  $G$ 、部材の長さを  $L$  とすると右に示す関係があります。またねじり応力（最大せん断応力） $\tau$  と有効極断面係数  $Z_{x'}$  の関係も示しています。

$$\theta = \frac{T L}{G I_{x'}} \\ \tau = \frac{T}{Z_{x'}}$$

ここで断面形状が円形（中空を含む）の場合は全ての面がねじりを受けますので計算上の断面 2 次極モーメントと有効断面 2 次極モーメントは同じものになり計算で簡単に求められます。しかしながらそれ以外の断面の場合はねじりの受け方が均等ではなくなるため実質的にねじりを受ける部分の断面 2 次極モーメントを取り出して有効断面 2 次極モーメントとしています。

したがって有効断面 2 次極モーメントや有効極断面係数は断面形状によって大きな影響を受けるので全ての断面形状に対応するような計算式はありません。

次にいくつかの決まった形状の計算式（近似式を含む）を示しますが、これらの式の詳細や有効断面 2 次極モーメントについてのこれ以上の解説はマニュアルの範囲を超えたものですので材料力学の解説書や参考文献等を参照して各自で学習してください。

断面形状	有効断面2次極モーメント $I_x'$	有効極断面係数 $Z_x'$
	$I_x' = I_x = \frac{\pi d^4}{32}$	$Z_x' = \frac{\pi d^3}{16}$
	$I_x' = I_x = \frac{\pi (d^4 - d_1^4)}{32}$	$Z_x' = \frac{\pi (d^4 - d_1^4)}{16 d}$
	$I_x' = 0.141 a^4$	$Z_x' = 0.208 a^3$
	$I_x' = \left\{ \frac{1}{3} - 0.21 \frac{b}{a} k \right\} a b^3$ $k = 1 - \frac{1}{12} \frac{b^4}{a^4}$	$Z_x' = \frac{a b^2}{(3 + 1.8 \frac{b}{a})}$
	$I_x' = \frac{S t^3}{3}$	$Z_x' = \frac{S t^2}{3}$
	$I_x' = \frac{2 S_1^2 S_2^2 t}{S_1 + S_2}$	$Z_x' = 2 S_1 S_2 t$
	$I_x' = \frac{1}{3} \sum_i S_i t_i^3$	$Z_x' = \frac{\sum_i S_i t_i^3}{3 t}$ t: 最大板厚

〔フレーム構造解析 12 / 2D〕の〔断面性能計算〕コマンドでは有限要素法や線積分を用いてDXFの断面形状から有効断面2次極モーメントや有効極断面係数が求められ、前述のせん断有効断面積も求められるようになっています。



D X F の断面形状がない場合や単純な形状の場合は先に示した計算式を使って求めていくこともできます。

また「フレーム構造解析 1 2」の標準の断面データも同じ計算式を用いて求めたものになっていて「断面性能計算」コマンドで求められる値と多少差がありますがねじり強度が構造物全体の強度に及ぼす影響は小さいので問題になるレベルでは無いと考えられます。

## 参考文献

「材料力学」コロナ社 奥村敦史著 1976

「パソコンによる材料力学演習」槇書店 櫻井恵三著 1987

## 2 0. 合成応力について

「フレーム構造－平面」では 2 次元の構造しか設定できませんが計算自体や計算結果は 3 次元の「フレーム構造－立体」と同じになっていますので部材に曲げモーメントとせん断力、ねじりモーメントがかかります。基本的にはそれぞれ単独の応力を求めるのですが、「フレーム構造－平面」は「フレーム構造－立体」と同じ次の合成応力が求められるようになっています。

相当曲げモーメント  $M_y E$

相当曲げ応力  $\sigma_y E$

相当曲げモーメント  $M_z E$

相当曲げ応力  $\sigma_z E$

相当ねじりモーメント  $M_x E$

相当ねじり応力  $\tau_x E$

合成引張り応力  $\sigma_s C$

合成圧縮応力  $\sigma_c C$

合成せん断応力  $\tau C$

またこれらの応力に対する安全率が計算されます。

相当曲げモーメントと相当ねじりモーメントは一般には軸の設計で用いるもので曲げモーメントとねじりモーメントがかかった場合の合成応力を算出する手法です。ここで曲げモーメントを  $M$ 、ねじりモーメントを  $T$  とすると次の式で求められます。

$$\text{相当曲げモーメント } M_e = \frac{1}{2} M + \frac{1}{2} \sqrt{M^2 + T^2}$$

$$\text{相当ねじりモーメント } T_e = \sqrt{M_y^2 + M_z^2 + T^2}$$

ここで相当曲げモーメントは部材 Y 軸、部材 Z 軸の曲げモーメントを使ってそれぞれ求めています但し相当ねじりモーメントは部材 Y 軸と部材 Z 軸の曲げモーメントが合成されているので大きな値になってしまいます。

合成引張り応力は断面形状を正方形と仮定して部材Y軸と部材Z軸の曲げモーメントによる引張り応力が一方の角で重なるので、まずその二つを合成（単純加算）し、更に軸力が全体に働くとして軸力による引張り応力を合成（これも単純加算）したものです。ここで用いる引張り応力は相当曲げ応力が断面の一方では引張り応力、反対側では圧縮応力となっていると考えられるので相当曲げ応力を使っています。合成圧縮応力も同じ考え方で各軸の相当曲げ応力による圧縮応力を合成しそれに軸力による圧縮応力を加算して求めています。

合成せん断応力は部材Y軸と部材Z軸のせん断応力を自乗して足したものの平方根をとって合成し、さらにねじりモーメントによるせん断応力を加算しています。この場合のねじりモーメントも相当ねじりモーメントを使っています。

以上の考え方をまとめたものが次の式になります。

$$\text{合成引張り応力 } \sigma_{sC} = -|\sigma_y| - |\sigma_z| + \sigma_x$$

$$\text{合成圧縮応力 } \sigma_{cC} = |\sigma_y| + |\sigma_z| + \sigma_x$$

$$\text{合成せん断応力 } \tau_c = \sqrt{\tau_y^2 + \tau_z^2} + \tau_e$$

これらの合成応力の計算式は文献等にはっきり明記されているものが見つかりませんでしたので独自に考えたものになります。しかしながら突飛な考え方はしていないつもりで、それぞれ曲げ、ねじり、軸力が影響したものになっています。

ただし前述の相当曲げモーメント、相当ねじりモーメントは一般には円形断面の軸の設計に用いるものなので鋼材に適用して良いものかはっきりしていませんでしたが、[立体構造解析 3]のユーザーから特に相当ねじりモーメントによるねじり応力を使った合成せん断応力で過大な値が出るという指摘があり鋼材に適用するには問題があるようでした。パイプで構成された構造物では円形断面なので相当曲げモーメント、相当ねじりモーメントを使って合成応力を求めても問題ないと考えられる構造物もあり、過去の計算例との比較もあると思いますので単に相当ねじりモーメントを使わないというわけにはいきません。

そこで[フレーム構造－平面]では[環境設定]の[計算条件・単位設定]の[合成応力算出方法]で合成応力に相当曲げモーメント、相当ねじりモーメントを使わない設定を追加しました。これをチェックすれば合成応力の算出には相当曲げモーメント、相当ねじりモーメントによる応力を使わないように次の式になります

合成応力算出方法(C)

- ☒ 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。

$$\text{合成引張り応力 } \sigma_{sC} = -|\sigma_y| - |\sigma_z| + \sigma_x$$

$$\text{合成圧縮応力 } \sigma_{cC} = |\sigma_y| + |\sigma_z| + \sigma_x$$

$$\text{合成せん断応力 } \tau_c = \sqrt{\tau_y^2 + \tau_z^2} + \tau_e$$

これらの考え方にはまだいろいろと議論の余地があると思いますのでさらに意見をうかがうことができれば良いと考えています。また出所のはっきりした、より良い計算式が見つければ修正していきたいとも思っています。

これらの合成応力の計算結果を見ると当然ですが従来のそれぞれ単独に求めた応力値より厳しい値が出ています。

〔フレーム構造－平面〕では出力テンプレートの機能により必要ない計算結果を出力しないようにできるので採用するかしないかは設計者の判断にゆだね、設計者にはより多くの情報を提供したいという考えで採用しています。実際の構造物の実験結果等とクロスチェックできれば何か発見があるのではないかと考えています。

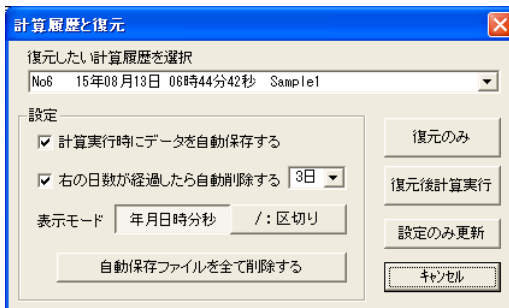
## 2 1. 計算履歴機能について

〔はりの計算〕や〔フレーム構造－平面〕の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。

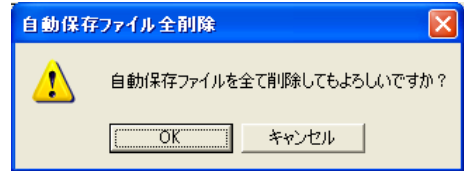
その後、一連の計算結果を検討して何回か前の計算が最適な設計条件だったことが分かってもその条件を完全に覚えていないと再現が難しい場合が出てきます。そのような場合に自動保存している計算履歴から最適な設計条件だったデータを探し出して復元することができる機能になります。ではその機能を確認してみましょう。

ここでは〔既存データ読込〕でサンプルデータフォルダからSample1.KP12を読み込んでおき、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。



ここの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。

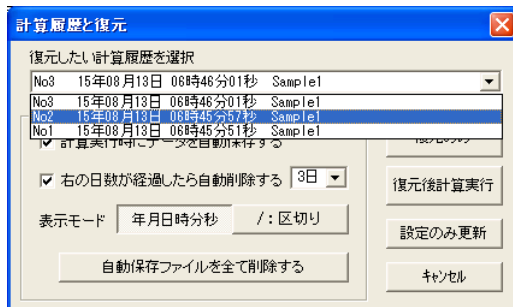
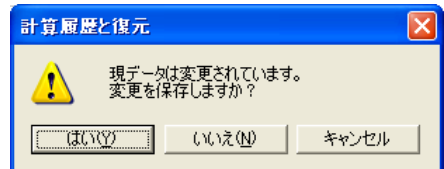
この機能を知らないで自動保存されているデータが多いと思いますので一旦「自動保存ファイルを全て削除する」をクリックすると右のメッセージが表示されます。ここで「OK」をクリックして自動保存ファイルを一旦全て削除しておきます。



メインのダイアログはサンプルデータのSample1.KP12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」をクリックしてダイアログを表示してみると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かと判断しているので、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右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保存した古い順にN o 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。

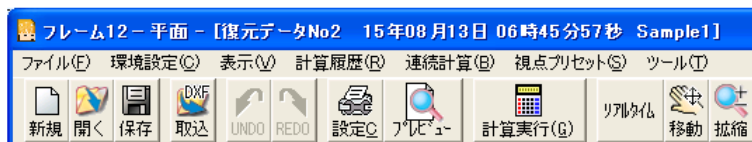
時刻の表示は設定の表示モードで変更できますので見やすい方を選択してください。

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N o 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。

また次に示すように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



前述のように計算履歴は保険のような役割で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）で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。

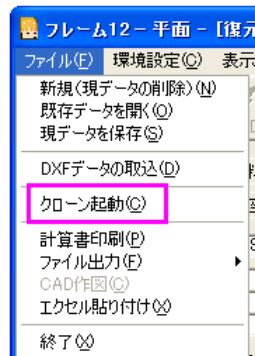
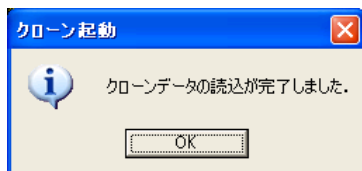
なお参考までに説明しておく、自動保存するファイルは作業フォルダにコマンド識別ID + 時刻情報 + ファイル名 + 拡張子 “.ct\$” として保存していきます。またデータ形式は既存データと同じフォーマットのテキスト形式になっています。

## 2.2. クローン起動について

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保存したデータを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〕から右に示すようにプルダウンメニューの〔ファイル〕の下に〔クローン起動〕というメニューが追加されています。

Sample1.KP12を読み込んだ状態で〔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“Sample1(クローン).KP12”と表示されますが実際には起動後に削除されてデータファイルは残っていないので注意してください。



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

またコマンド選択メニューを終了している場合に同じコマンド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同じコマンドを起動できるのでこのような場合にも便利に使えます。

## 2 3. データ検索機能について

〔フレーム構造解析 1 2〕では新たにデータ検索の機能が追加されており、コマンド選択メニューのコマンドアイコンの下にあるデータ検索アイコンで本体プログラムとは別プログラムとして起動します。2 Dでははりの計算用、フレーム構造 - 平面用がそれぞれあります。

データ検索では〔フレーム構造解析 7〕から〔フレーム構造解析 1 2〕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（V e r 7 以降）をお持ちのユーザーで過去に作ったはりや構造データを流用したい場合にどのフォルダに保存したか、どういうファイル名で保存したか忘れてしまった場合に効率的に探し出すことを主な目的と考えています。

設定によりサブフォルダも含めて検索することができるので広範囲を検索できますがサブフォルダを含める場合は全てのサブフォルダが検索対象となりますので階層が深い場合は検索時間がかかるので注意が必要です。

検索されたデータはファイル名か更新日付で並び変えができ、表示されたイメージをダブルクリックするとバージョンに関係なく「フレーム構造解析 1 2」のコマンドで開くことができます。旧バージョンのデータを本体プログラムの既存データから開く場合はファイルの種類でバージョンを指定してやる必要がありますのでデータ検索を使うとこの点でも効率良く作業ができます。

はりの計算用データ検索

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

データ検索 はりの計算

検索フォルダー:

検索対象

全て

Ver7

Ver8

Ver9

Ver10

Ver11

Ver12

並び変え

ファイル名

更新日付

昇順

降順

☒ サブフォルダーを含める

フォルダー参照

|<<<<<<>>>>>>|

新規検索を実行してください!

新規検索

ファイル名

出力タイトル

更新日付

全長

ファイル名

出力タイトル

更新日付

全長

ファイル名

出力タイトル

更新日付

全長

ファイル名

出力タイトル

更新日付

全長

ファイル名

出力タイトル

更新日付

全長

ファイル名

出力タイトル

更新日付

全長

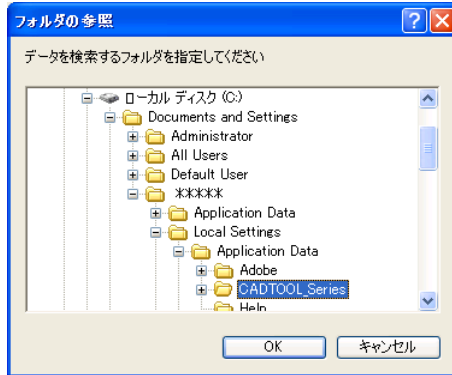
次から「データ検索 ばりの計算」の基本的な操作方法を説明していきますが「データ検索 ー平面」も操作方法は同じです。

### 【フォルダー参照】ボタン

#### フォルダー参照

まずは検索フォルダーを設定する必要がありますのでダイアログ右上にあるこのボタンで検索フォルダーを設定します。

このボタンをクリックすると次に示す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。

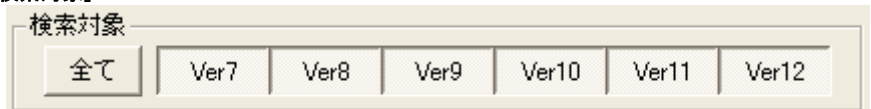


### 【サブフォルダーを含める】チェックボックス

#### ☒ サブフォルダーを含める

これをチェックするとサブフォルダも含めて検索することができますので広範囲を検索できます。ただし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。

### 【検索対象】

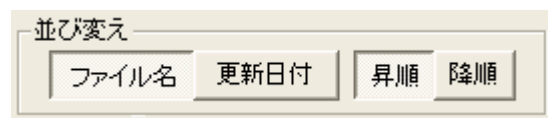


検索対象の枠には「Ver 7」～「Ver 12」のボタンがありクリックするごとに押されたり元に戻ったりします。押下されているボタンのバージョンが検索対象となり複数指定も可能です。ここにある「全て」ボタンをクリックすると一旦全てのボタンが押下され、再度クリックすると全てのボタンが元に戻ります。一つずつボタンをクリックしても良いですがまとめて設定したい場合に試してみてください。

また検索対象を変更すると検索内容がクリアされますので再度検索が必要になります。



## 【並び変え】



並び変えの枠には「ファイル名」と「更新日付」、「昇順」と「降順」のボタンがあり一方のボタンを押すともう一方が元に戻ります。

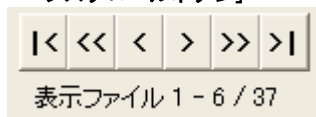
なおファイル名を選択した場合でもバージョンが優先されて並び変えますので例えば「昇順」ではバージョンの低いものから順にファイル名で並び変えて表示されます。また並び変えの設定を変更しても検索内容は保持されます再検索は不要です。

## 【検索実行】ボタン

新規検索

このボタンをクリックすると検索フォルダ（設定によりサブフォルダを含む）から検索条件に合うファイルを検索します。見つかったデータはデータ表示枠に一覧表示させるとともに次に説明するページスクロールボタンの下にデータ数などが表示されます。

## 【ページスクロールボタン】

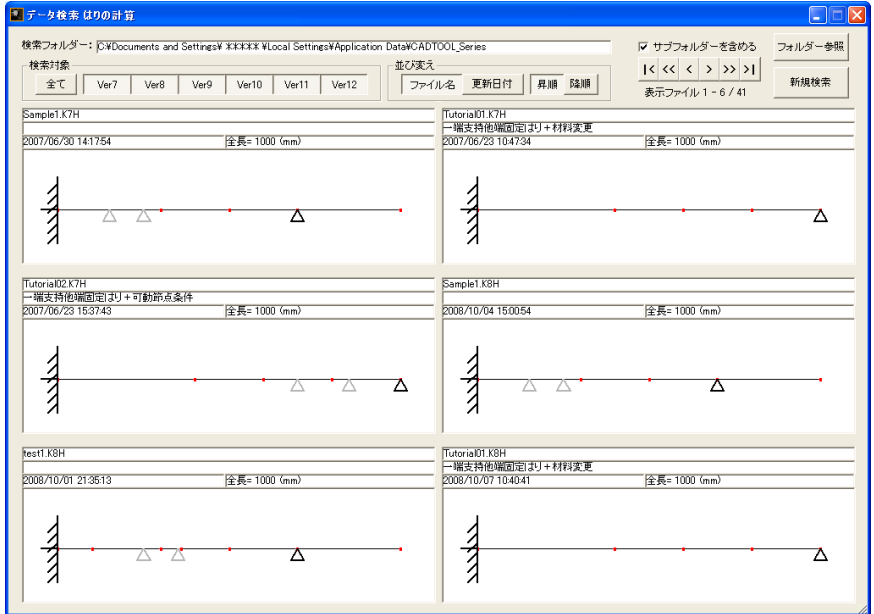


一覧表示された状態を1ページとして「<」「>」ボタンでデータの一つずつ、「<<」「>>」ボタンでページ毎（この例では6個毎）に前後に移動でき、「|<」「>|」で最初や最後に移動することができます。

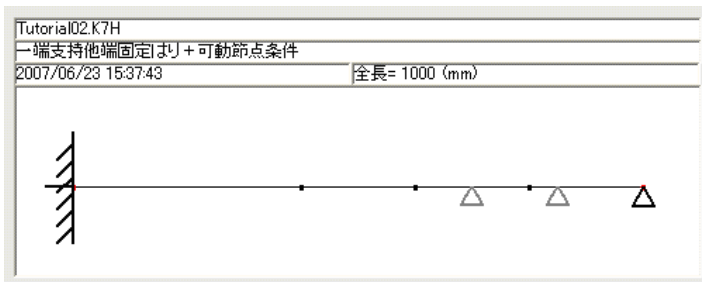
またページスクロールボタンの下には“表示ファイル 1 - 6 / 37”と表示されていますがこれは検索されたデータが37個あり、現在表示しているデータが1から6という意味になります。

新規に起動した場合や検索対象を変更して検索結果がクリアされている場合はこの表示ファイルのところに赤字で“新規検索を実行してください”と表示されますので検索条件を設定して新規検索を行ってください。

次に検索フォルダを作業フォルダの一つ上のフォルダ（このサブフォルダに各バージョンの作業フォルダがありサンプルデータが入っている）を設定して“サブフォルダを含める”をチェックして、検索対象は「全て」ボタンでVer 7からVer 12の全てのボタンが押された状態として「新規検索」ボタンをクリックした例を示します。

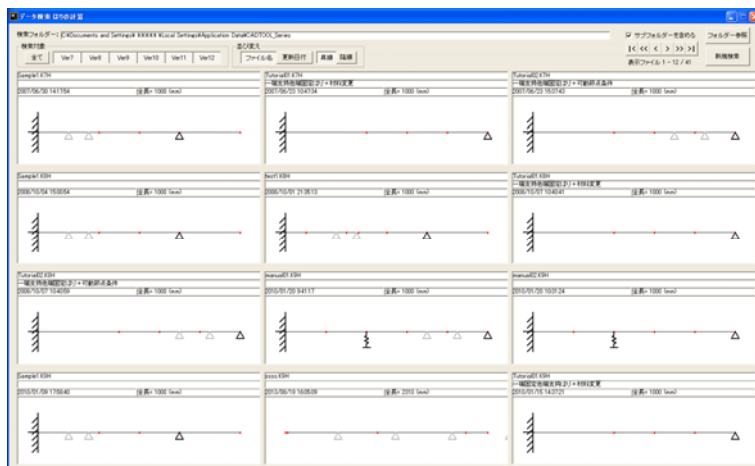


はりの計算用データ検索では次に示すように一つのデータ表示枠に上からファイル名、出力タイトル、更新日付、全長が表示されます。



はりイメージには可動節点条件を含む節点と支持イメージが表示され、荷重イメージは表示されません。

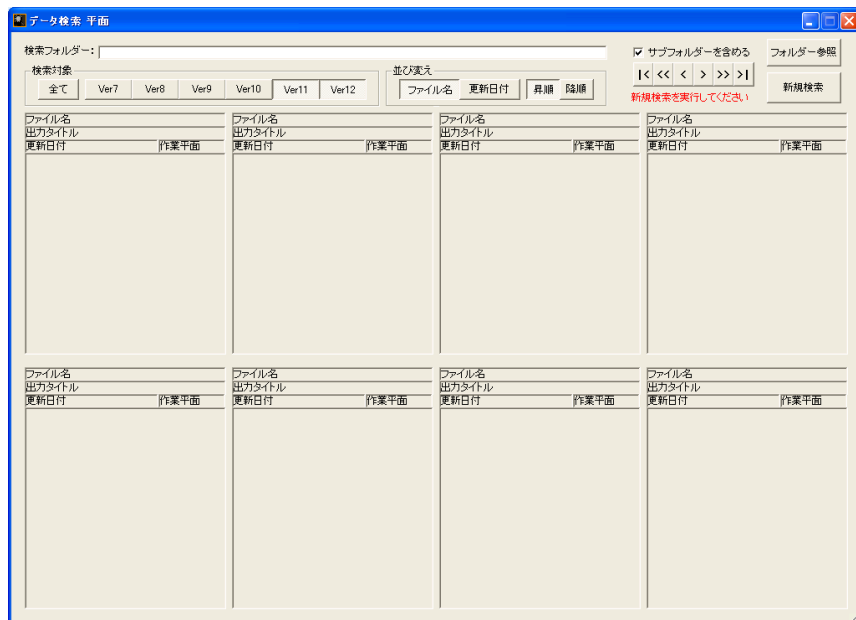
最小のダイアログサイズでは前に示したように2列3行で6個のデータを表示しますがディスプレイの解像度が高い場合にダイアログを拡げていくと、次に示すように最大3列4行の12個のデータが表示できます。



ここではイメージをダブルクリックするとデータのバージョンに関係なく「フレーム構造解析 1 2」のはりの計算で開くことができますのでお試しください。

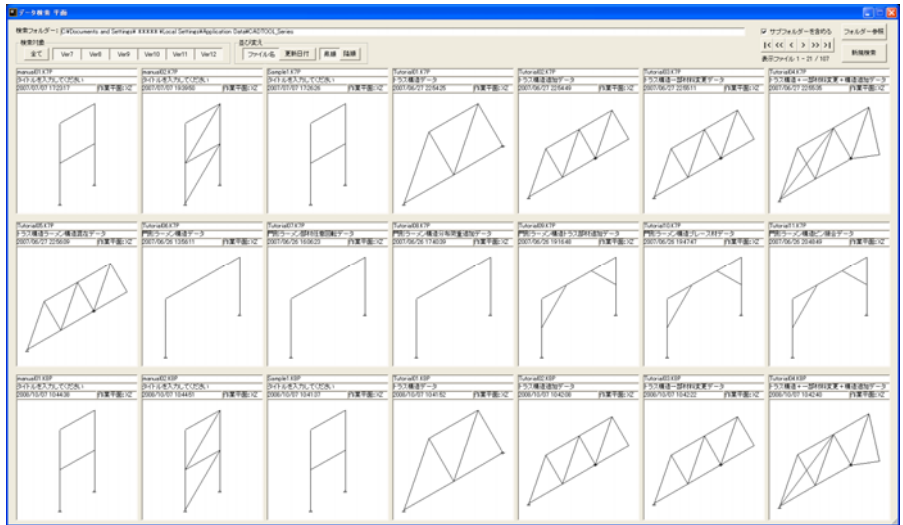
## フレーム構造—平面用データ検索

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



基本的な操作ははりの計算用と同じですがデータ表示欄の大きさが異なるので最小のダイアログサイズでは4列2行で8個のデータを表示し、ダイアログを拡げていくと最大7列3行の21個のデータが表示できるようになります。

でははりの計算用と同様に全てのバージョンを検索対象とし検索フォルダを設定して新規検索してみます。



この例ではダイアログを拡げて最大の21個表示としています。また個々のデータ表示欄でははりの全長に変わって作業平面が表示されるようになっています。

はりの計算用と同様にページスクロールボタンでデータを前後に移動し目的のデータが見つかったら構造イメージをダブルクリックすればバージョンに関係なく「フレーム構造解析 1 2」のフレーム構造—平面で開くことができます。

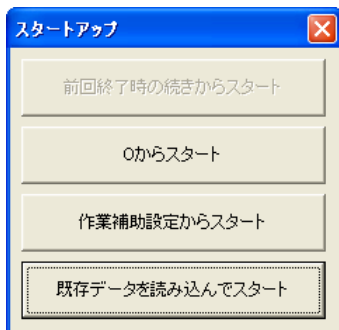
従来は旧バージョンのデータから目的のデータを探し出すのは結構面倒な作業でしたが「フレーム構造解析 1 2」で追加されたデータ検索機能を使うと視覚的に分かりやすく探し出すことができ、イメージのダブルクリックで開いたデータはそのまま保存すれば「フレーム構造解析 1 2」のデータとして保存できますので過去のデータを流用した解析が効率良くできるようになります。旧バージョンのデータをお持ちの方は是非ご活用してみてください。

## 第5章 はりの計算

### 1. スタートアップメニュー

コマンド選択メニューで「はりの計算」ボタンをクリックして起動すると右のスタートアップメニューが表示されます。

新規に計算する場合は「0からスタート」か「作業補助設定からスタート」を選択します。「既存データを読み込んでスタート」を選択した場合は既存データのファイル選択ダイアログが表示されますので計算したいデータを選択して読み込みます。ファイル選択操作は「第4章 基本操作」の「既存データを開く」を参照してください。

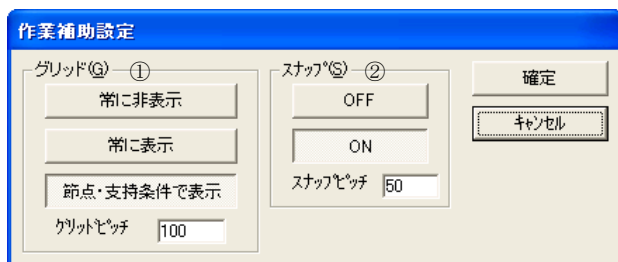


また作業途中にプルダウンメニューの「ファイル」>「終了」をクリックしてコマンドを終了するとその時点の作業データを保存するようになっていて、次回起動時には「前回終了時の続きからスタート」ボタンが使えるようになり、終了した時点の作業の続きができるようになっています。ただしUNDO情報などは保存されません。

「0からスタート」を選択すると2. 節点・支持条件／荷重条件の設定に進みます。

また右上の「X」ボタンをクリックするとコマンドが終了します。

「作業補助設定からスタート」を選択した場合は次の作業補助設定ダイアログが表示されます。



ここでは主にマウスを使ってイメージ上で節点条件を設定する場合の条件を設定します。またこの設定はプルダウンメニューの「環境設定」>「作図補助設定」でも変更できます。

## ①グリッド

グリッドははりイメージに下のグリッドピッチで指定した間隔で薄く縦線を表示します。表示条件は3種類選択できます。グリッドを使用したいときは「常に表示」か「節点・支持条件で表示」を選択し、グリッドピッチを入力します。

「節点・支持条件で表示」を選択すると節点・支持条件の設定のときだけグリッドが表示されます。またあまり細かいグリッドは表示できませんので注意してください。

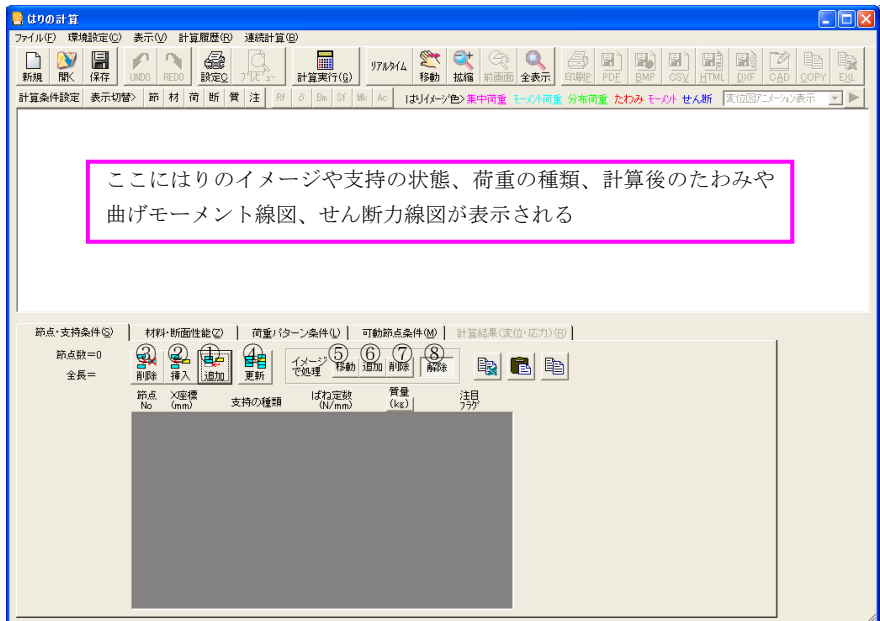
## ②スナップ

スナップは節点の位置を取得、移動するときにスナップピッチで指定した長さの倍数に位置が丸められ、半端な値にならないようになっています。スナップ機能を使用するとき「ON」を選択してスナップピッチを入力します。

グリッドピッチ、スナップピッチははりの計算の単位の設定に関係なくmm単位になっていますので注意してください。「確定」ボタンをクリックするとここで設定した内容で「2. 節点・支持条件／荷重条件」の設定に進みます。

## 2. 節点・支持条件の設定

スタートアップメニューで「0 からスタート」を選択すると次のウインドウが表示されます。



起動直後はタブが「節点・支持条件」となっています。なお「フレーム構造解析10」から集中荷重、モーメント荷重、分布荷重の設定は後で説明する荷重パターン条件に移動しましたのでこのタブでは設定しません。以下、このタブにあるボタンの説明をします。

### ① [追加] ボタン

このボタンをクリックするとデータ表示欄にデータ入力ボックスが表示されるのでそこでデータを入力していきます。またここのデータ入力ボックスでは節点・支持条件だけでなく荷重条件も同時に入力していくことができます。

### ② [挿入] ボタン

このボタンは既にデータが設定されている場合にデータ表示欄をクリックしてデータ入力ボックスを表示させ、その前の節点との中間の位置に新たにデータを挿入します。一方「追加」ボタンではデータの末尾に行を増やしてデータを追加していきます。どちらの場合もデータ入力ボックスが表示されている場合は荷重条件を含めてその設定内容がデフォルトとなりますので使い方によっては効率良く設定していくことができます。

### ③ [削除] ボタン

データ入力ボックスが表示されている時にこのボタンをクリックするとその行のデータを削除します。

### ④ [更新] ボタン

はりの計算では節点番号は左から右に順番に付けられる必要があります。「追加」や「挿入」で順番がずれたときにこのボタンをクリックするとX座標の昇順でデータを並べ替えます。

### ⑤ イメージで処理の「移動」ボタン

マウスを使ってイメージ上で節点を移動したい場合は「移動」を選択しマウスを節点の位置（上下方向はどこでもかまいません。通常は節点番号を指示すると良い）に持っていきマウス左ボタンを押します。節点の位置がヒットできた場合はデータ表示欄にデータ入力ボックスが表示されます。そのままマウス左ボタンを押したままドラッグするとリアルタイムでその位置がデータ入力ボックスに表示されますので希望の位置でマウス左ボタンを離します。この時、作業補助設定でスナップが「ON」になっていてスナップピッチが入力されていると位置の表示がそのスナップピッチの倍数になるように丸められます。作業補助設定を変更したい場合はプルダウンメニューの「環境設定」>「作業補助設定」をクリックします。

作業補助設定についての説明は1. スタートアップメニューを参照してください。またグリッドも粗めに表示しておくで大まかな位置が分かって便利です。また節点の移動は移動する左右の節点を越えて移動できます。この場合、移動直後は節点番号の並びが入れ替わっていますが、⑧の[解除] ボタンをクリックするかタブを切り替えると左から順の番号に付け替えられるようになっています。そのため設計上、着目していた節点の前後で節点を移動した場合、着目していた節点の番号が変わってしまうこともあるので注意してください。着目している節点がある場合は後で説明する注目フラグを使うと分かりやすいです。

#### ⑥イメージで処理の[追加] ボタン

マウスを使ってイメージ上で節点を追加したい場合は[追加]を選択して節点を追加したい位置にマウスを持っていきます。この時、マウスアイコンの下に現在の位置がポップアップして表示されます。またスナップ機能を設定している場合はその位置も丸められた数値となります。希望する位置が決まったらマウス左ボタンをクリックするとその位置に節点が追加されデータ表示欄にもその行にデータ入力ボックスが表示されます。節点が追加されると直ちに節点番号が左から順に付け直されますので移動と同様に着目している節点がある場合は注目フラグを使ってみてください。

#### ⑦イメージで処理の[削除] ボタン

マウスを使ってイメージ上で節点を削除したい場合は[削除]を選択して削除したい節点の位置でマウス左ボタンをクリックするとその節点が削除されます。込み入ったところで作業する場合は後で説明するズーム機能を使って節点の表示を隣の節点と十分離してから作業すると良いでしょう。節点が削除されると直ちに節点番号が左から順に付け直されます。

#### ⑧イメージで処理の[解除] ボタン

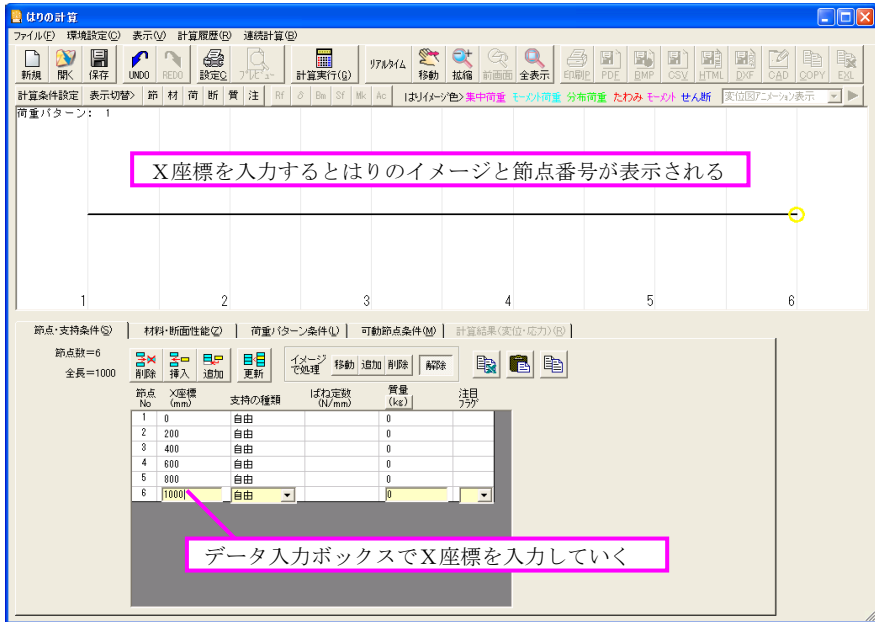
イメージでの処理を解除する場合は[解除]を選択します。隣の節点を越えて節点を移動した場合はこの時点で節点番号が左から順に付け直されます。

では実際にデータを入力していきます。なお荷重の単位はN、長さの単位はmmで入力していきますので異なるものが選択されている場合は[環境設定] > [計算条件・単位設定] で選択しなおしておいてください。



## X座標の入力

では①の「追加」ボタンをクリックしてデータ入力ボックスを表示させX座標を入力していきます。最初のデータ入力ボックスのX座標は0となっていますので、そのまま①の「追加」ボタンをクリックして次の行にデータ入力ボックスを進めX座標に200と入力します。再度①の「追加」ボタンをクリックしてX座標を200ピッチで1000まで入力していきます。なおX座標はマイナス値も入力できますので図面の寸法等を基準に入力していくこともできます。



データ入力ボックスでは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。さらにデータ入力ボックスが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。

この機能を使えば最初に「追加」ボタンでデータ入力ボックスを表示して節点1のX座標を入力したら、次からは「Enterキー」を押すことで次の節点の行が作成され、そこにデータ入力ボックスが移動しますので直ちに次の節点のX座標が入力でき、これを繰り返せば上記のような設定が簡単にできます。

操作に慣れてきたらこのような便利な機能もありますので活用してみてください。

## 支持の種類の設定

次に支持の種類を設定します。データ表示欄の支持の種類のカラム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。支持の種類はリストボックスで選択しますので▼ボタンをクリックして支持の種類を選択します。

ここでは節点1に「固定」、節点3に「バネ支持」、節点6に「支持」を設定します。支持の種類を選択するとそれに対応した支持イメージが表示されます。

支持の種類を選択するとそれに応じた支持イメージが表示される

節点 No	×座標 (mm)	支持の種類	ばね定数 (N/mm)	質量 (kg)	注目フラグ
1	0	固定	0	0	
2	200	自由		0	
3	400	バネ支持 ▼	10000	0	
4	600	自由		0	
5	800	自由		0	
6	1000	支持		0	

バネ支持を選択するとばね定数のデータ入力ボックスが表示される

はりの計算では支持の種類は「自由」「固定」「支持」「バネ支持」の4種類あります。支持の種類というのはあくまでもはりが外部からどのように支持されるかということになります。

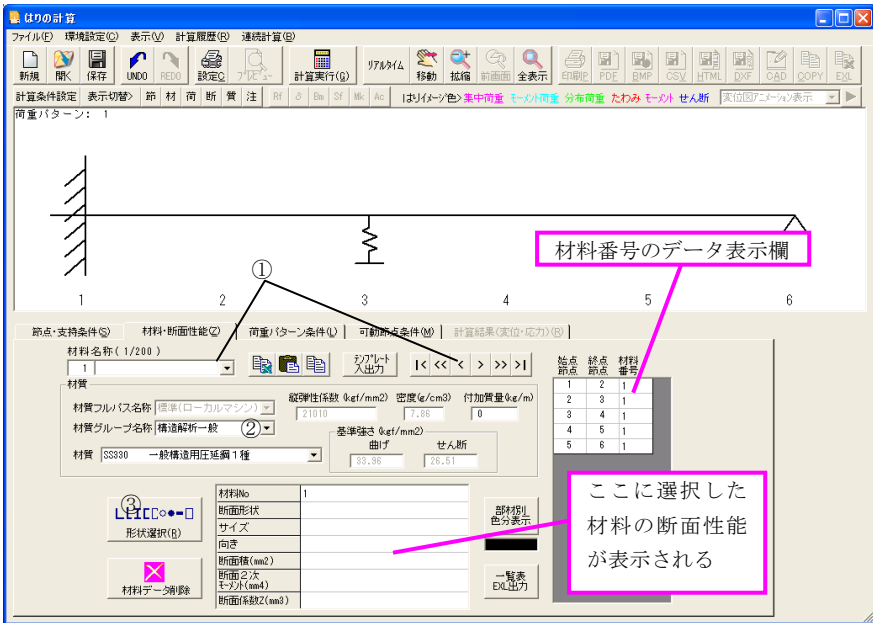
支持の種類が「自由」となっていれば外部からその節点は拘束されないことを示し、「固定」ではたわみ方向だけでなくたわみ角も拘束されます。「支持」ではたわみ方向は拘束されますがたわみ角は拘束されないのでピン支持とか単純支持といわれるものと同じです。

「バネ支持」はその名の通りバネで支持するもので支持点にかかる荷重とばね定数に応じたたわみが発生します。たわみ角も拘束されません。支持の種類に「バネ支持」を選択するとばね定数のデータ入力ボックスが表示されますのでばね定数を入力します。

支持の種類で両端以外にも「固定」を選択できるようになっています。ただし中間節点で「固定」を選択した場合、その節点を介して荷重やモーメントは伝わりませんので別々に解析すると同じことになります。

### 3. 材料・断面性能の設定

「材料・断面性能」のタブをクリックすると右に示す材質の選択欄と材料の断面性能表示欄、材料番号のデータ表示欄が表示されます。



#### 材料・断面性能の設定

設定の方法は次の手順で行います。

##### ①まず設定する材料番号を選択します。

はりの計算では使用できる材料の種類は最大200種類となります。

材料番号はスクロールボタン  か、材料名称のリストボックスで選択します。

このボタンの操作は「<」>」前後に一つずつ進み、「<<」>>」は前後の材料名称が未設定の材料番号は飛ばして材料名称が設定してある材料番号に進み、「[<」は材料番号の先頭の1、「>」は最後の材料番号の200に進みます。通常は1から順に設定すれば良いでしょう。

また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。

## ②次に材質を選択します。

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材質フルパス名称にデフォルトの「標準（ローカルマシン）」が表示されて変更が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。またこの機能の詳細は「第8章 データファイル管理」を参照してください。

材質を選択する前に本来は材質グループを先に選択しておきますが、ここでは「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使い方は「フレーム構造ー平面」で説明します。

材質の選択は断面形状を選択してからでもかまいませんが材料番号毎に材質が設定されるのでこの時点で選択しておくのが分かりやすいと思います。材質のリストボックスには一般的な材質が出てきますが特殊なものは「任意」を選択して弾性係数、密度、曲げ基準強さ、せん断基準強さの欄で入力することもできます。

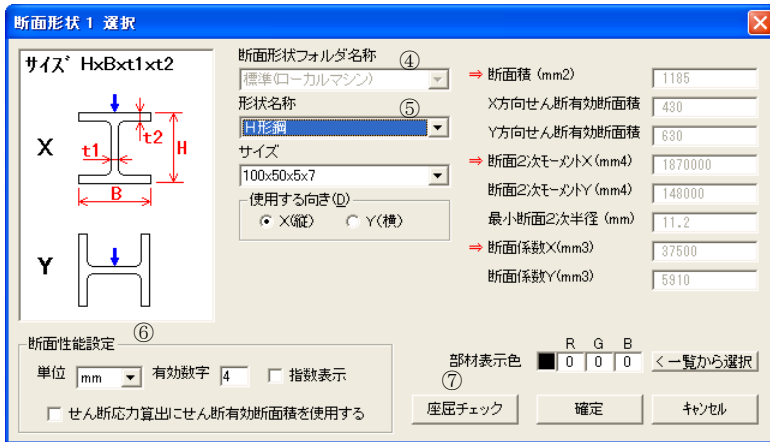
計算結果にはこの基準強さを基にした曲げ応力やせん断応力の安全率や、密度と材料の断面積、はりの長さから求めたはりの重量も表示されます。また「第8章データファイル管理」で説明する材質のデータファイルを編集して材質グループや表示される材質や弾性係数、密度、各基準強さを変更することもできます。

なお「フレーム構造解析 10」から材質データには「付加質量」が追加されています。これは強度には寄与しないが質量が付加されている場合に使います。例えば強度部材としての鋼材の上に別の部材がただ乗っているだけのような状況になります。従来では分布荷重として設定するものになりますが「付加質量」を使えば乗せている部材のm当たりの質量で入力でき加速度に応じた荷重が発生するようになります。

ただし「付加質量」は材質データファイルで登録するものではなく材料番号毎に設定する項目となりますので「付加質量」を設定している場合は材料名称にもそのことを加えておくとい良いでしょう。

③続いて「形状選択」ボタンをクリックします。

次に示す断面形状選択ダイアログがオーバーラップして表示されます。



④断面形状フォルダ名称について

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。またこの機能の詳細も「第8章データファイル管理」を参照してください。

⑤形状名称を選択します。

断面の形状名称を選択すると左側に選択した断面のイメージが表示され、設定してあるサイズがサイズ選択欄に表示されますのでサイズを選択し、さらに使用する向きを選択します。選択した断面形状の断面性能は右側の欄に表示され使用する向きによって矢印が表示されます。

⑥断面性能設定について

左下の断面性能設定欄にある“せん断応力算出にせん断有効断面積を使用する”をチェックすると選択した向きのせん断有効断面積に矢印が表示されるようになります。

なお“せん断応力算出にせん断有効断面積を使用する”の設定は全ての材料に対して有効となり個別に設定を変更することはできません。また“せん断応力算出にせん断有効断面積を使用する”がチェックされている場合にせん断有効断面積が0になっていると確定できませんので注意してください。

同じ断面性能設定には断面性能の単位と有効数字の設定、指数表示するかどうかのチェックボックスもありますので用いたい単位の形式を選択します

確定ボタンをクリックするとウインドウが閉じて選択した材料の断面性能が元のフォームの断面性能表示欄に表示されます。

形状名称で鋼管、平鋼、丸鋼のサイズから「任意」を選択すると寸法入力欄が表示され任意の寸法の材料を使用することができます。このときの断面性能は自動で計算されます。

形状名称で「任意」を選択すると断面性能の表示欄で任意の断面性能を直接入力できます。このとき必要に応じて表示用の名称とサイズを入力します。



形状名称

鋼管

サイズ

任意

使用する向き(D)

☒ X(縦) ☐ Y(横)

寸法

外径(mm)

肉厚(mm)

また「第8章 データファイル管理」で説明しますが断面データファイルを直接編集してユーザー指定のサイズ、断面性能を追加することもできるようになっています。

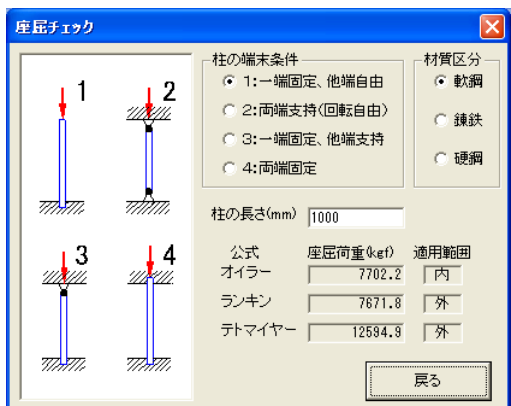
なお形状名称の「任意」やサイズの「任意」は後から見ると何のデータだったのか分かりにくいので、あくまでもこれは臨時使用と考え、「[断面性能計算]」コマンドの形状データ登録機能を使ったり断面データファイルを編集して、分かりやすい形状名称やサイズで断面形状が選択できるようにして運用するのが望ましいと考えます。

### ⑦座屈チェックについて

断面形状選択ダイアログの「座屈チェック」ボタンをクリックすると選択した断面形状、サイズでの座屈チェックが行えます。

右に示す座屈チェックダイアログが表示されたら柱の端末条件を選択して材質区分を選択します。柱の長さのはりの全長がデフォルトとなっていますが自由に変更できます。

これらの条件を変更すると直ちに再計算され座屈荷重が表示されます。このとき柱の細長比によって適用できる公式が異なりますので適用範囲に「内」と表示されている値を参照してください。



座屈チェック

柱の端末条件

☒ 1:一端固定、他端自由

☐ 2:両端支持(回転自由)

☐ 3:一端固定、他端支持

☐ 4:両端固定

材質区分

☒ 軟鋼

☐ 鋳鉄

☐ 硬鋼

柱の長さ(mm)

1000

公式

オイラー

7702.2

適用範囲

内

ランキン

7671.8

外

テトマイヤー

12594.9

外

戻る

なおこの座屈チェックははりの計算とは独立したものであり、材質もはりの計算で選択しているものではなく軟鋼、練鉄、硬鋼の3種類に限定されたもので、簡単な座屈荷重の目安として使用してください。

断面形状が選択されると各材料番号の断面性能欄に選択した断面の断面性能が表示されます。ここでは下に示すように材料番号1に角形鋼管、材料番号2にH形鋼を選択しておきます。

材料No	1
断面形状	角形鋼管
サイズ	80x80x3.2
向き	X
断面積(mm <sup>2</sup> )	956.7
断面2次モメント(mm <sup>4</sup> )	927000
断面係数Z(mm <sup>3</sup> )	23200

材料No	2
断面形状	H形鋼
サイズ	100x100x8x8
向き	X
断面積(mm <sup>2</sup> )	2159
断面2次モメント(mm <sup>4</sup> )	3780000
断面係数Z(mm <sup>3</sup> )	75600

なお“せん断応力算出にせん断有効断面積を使用する”をチェックすると次に示すように断面積の行に全断面積に続いて( )内にせん断有効断面積が表示されるようになっています。

断面積(mm <sup>2</sup> )	956.7(As=471)
-----------------------	---------------

断面積(mm <sup>2</sup> )	2159(As=504)
-----------------------	--------------

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

## 材料の適用

設定した材料を適用するには材料番号のデータ表示欄で行います。ここで節点・支持条件と同様に材料番号・節点間等分布荷重のデータ表示欄をクリックするとデータ入力ボックスが表示されます。

材料名称 (2/200)

材料

材質フルバース名 [標準(ローカルマシン)]

材質グループ名 [構造解析一般]

材質 [SS330 一般構造用圧延鋼 1種]

縦弾性係数  $E$  (kgf/mm<sup>2</sup>) [21010]

密度  $\rho$  (g/cm<sup>3</sup>) [7.86]

付加質量  $q$  (g/m)

基準強度  $\sigma_k$  (kgf/mm<sup>2</sup>)

曲げ [33.96]

せん断 [26.51]

材料No

断面形状

サイズ

向き

断面積(mm<sup>2</sup>)

断面2次モメント(mm<sup>4</sup>)

断面係数Z(mm<sup>3</sup>)

材料番号

1 2 1

2 3 1

3 4 2

4 5 2

5 6 2

材料番号はリストボックスから選択する

材料番号はリストボックスから選択しますが材料が設定してあるかどうかに関係なく 1 から 200 までの番号が表示されますので先に材料番号を選択してから材料を設定してもかまいません。

ここでは節点 3-4-5-6 の区間に材料番号 2 を適用してみます。

⑧の「材料データ削除」ボタンをクリックすると確認メッセージが出るので「OK」ボタンをクリックすると表示されている材料番号の材料データが削除されます。

なお従来は材料番号の横で節点間等分布荷重の設定を行うようになりましたが節点間等分布荷重は「フレーム構造解析 10」から通常の分布荷重と節点間等分布荷重を「フレーム構造-平面」の台形分布荷重と同じ方式に統合し、後で説明する荷重パターン条件で設定するようになっていますので、ここでの節点間等分布荷重の設定は無くなっています。

## 4. 荷重条件の設定

「フレーム構造解析 10」から「はりの計算」でも平面・立体と同様の荷重パターン条件の機能が追加されました。これは同じはりに対して最大 50 パターンの荷重条件を設定しておき、荷重パターンを切り替えて簡単に各種の荷重パターンを計算することができる機能になり、複数の荷重パターンを自動で切り替えて計算する連続計算機能も追加されています。

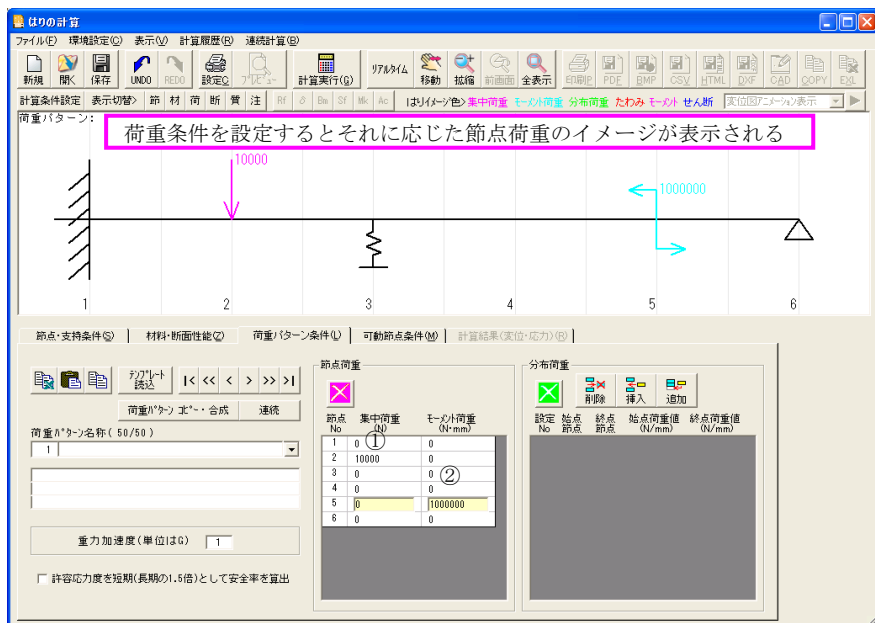
これらの機能については後で説明するので、ここではとりあえず荷重条件の設定方法ということで荷重パターン番号は 1 のままとし、荷重パターンはあまり意識しないで設定していきましょう。

### 節点荷重の設定

では荷重条件を設定するためにまず「荷重パターン条件」のタブを開きます。左側が荷重パターンの設定になり、中央部で節点荷重、右側が分布荷重の設定となります。

節点荷重には「集中荷重」と「モーメント荷重」があります。節点荷重条件の設定方法は設定したい節点のデータ表示欄をクリックしてデータ入力ボックスを表示してそこで入力します。





①では節点2の集中荷重に10000を入力します。荷重を入力すると直ちにイメージに反映されます。また荷重は下向きを+としています。

②節点5のモーメント荷重に1000000を入力します。反時計回りが+となります。

既に設定されている荷重条件を修正したい場合はその設定行をクリックしてデータ入力ボックスに表示された数値を修正します。節点荷重の枠の左上にある[×]ボタンは[全消去]ボタンになっていてこれをクリックすると確認メッセージが出て、そこで[OK]するとカレントの荷重パターン番号の節点荷重の設定を全て消去することができます。

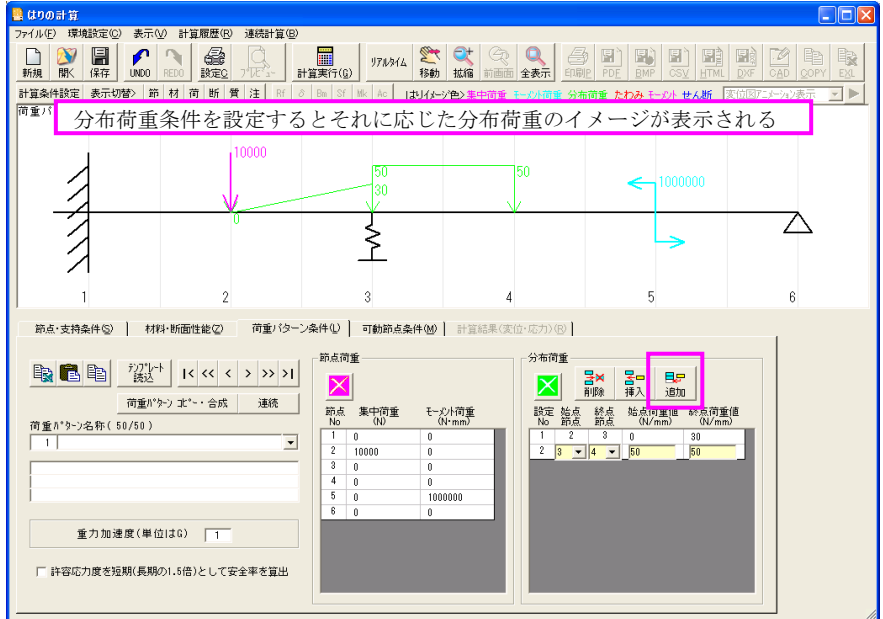
## 分布荷重の設定

従来は隣り合う2つの節点で分布荷重を設定する方法と節点間に等分布荷重をかける方法の二つの設定方法がありましたが「フレーム構造解析10」から分布荷重は「フレーム構造－平面」や「フレーム構造－立体」の台形分布荷重と同様の設定方法に統一されました。

ここではまず節点2から節点3に三角分布荷重をかけてみます。荷重パターン条件のタブの分布荷重の枠にある[追加]ボタンをクリックしてデータ入力ボックスを表示させます。ここで始点節点に2、終点節点には3を選択し、始点荷重値に0、終点荷重値に30を入力します。従来は三角分布荷重を設定する場合には0以外の小さな値を入力する必要がありましたが今回からは0を入力します。

節点間に等分布荷重をかける場合も従来は節点間等分布荷重を使っていましたがこれも始終点の荷重値に同じ値を入力して設定します。

もう一度、分布荷重の枠にある [追加] ボタンをクリックして設定2のデータ入力ボックスで始点節点に3、終点節点には4を選択し、始点荷重値に50、終点荷重値も50を入力します。



既に設定されている分布荷重条件を修正したい場合はその設定行をクリックしてデータ入力ボックスに表示された数値を修正します。データ入力ボックスが表示されている時に [削除] ボタンをクリックするとその行の設定が削除され設定が繰り返されます。

また [挿入] ボタンをクリックすると同じ行にデータ入力ボックスが表示されたまま設定が繰り返り新たな分布荷重の設定を挿入することができます。分布荷重の枠の左上にある [×] ボタンは [全消去] ボタンになっていてこれをクリックすると確認メッセージが出て、そこで [OK] するとカレントの荷重パターン番号の分布荷重の設定を全て消去することができます。

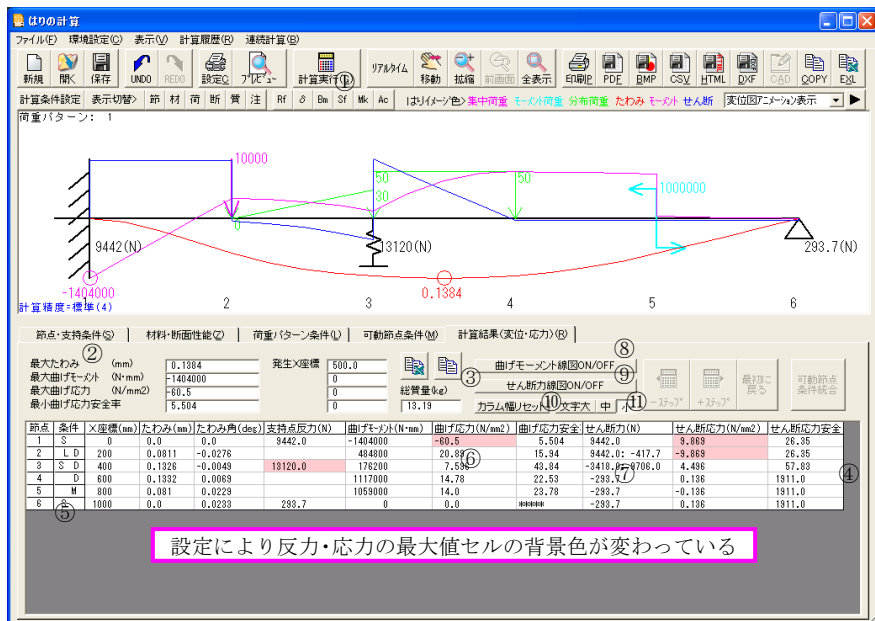
なお従来は環境設定の計算条件に自重条件の設定欄があり「部材の自重を考慮」のチェックボックスや重力加速度の設定欄もありましたが、「フレーム構造解析 1 2」の「はりの計算」では「荷重パターン条件」タブで重力加速度を設定するようになっており、「部材の自重を考慮」のチェックボックスも廃止されているので自重を考慮したくない場合は重力加速度の数値を 0 にしてください。逆に自重を考慮する場合は G の単位で入力しますので 1 を入力します。

以上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ます。

「計算実行」ボタンをクリックすると直ちに計算が実行され計算結果が表示されます。計算結果が出てからは単位系の変更ができませんので、必要があれば第 4 章基本操作で説明したプルダウンメニューの「環境設定」>「計算条件・単位設定」をクリックしてかイメージ表示枠左上の「計算条件設定」ボタンをクリックして単位や計算精度を変更してから「計算実行」ボタンをクリックしてください

## 5. 計算実行と計算結果

①の「計算実行」ボタンをクリックすると計算が実行され、はりのイメージにたわみとモーメント、せん断力が表示されます。またタブが「計算結果」に切り替わり各種の計算結果が表示されます。以下に図中の丸数字を元に計算結果についての説明をします。



②最大たわみと最大曲げモーメント、最大曲げ応力、最小曲げ応力安全率についてはその値と発生位置がそれぞれの表示欄に表示されると共に最大たわみと最大曲げモーメントはイメージの中に丸印が表示されその値も表示されます。安全率の考え方については「第4章 基本操作」の材質データのところで解説していますのでそちらを参照してください。

③材質の密度と材料の断面積から総重量も計算されて表示されます。付加質量を設定した場合はその質量も総重量に含まれるようになっています。

④節点数が多く全て表示できない場合は縦スクロールバーが右側に表示されますのでそれでスクロールしてください。

また計算結果表示欄はカラムの幅を変更することもできます。マウスを一行目の項目名の縦罫線上に持っていくとマウスアイコンが左右矢印に変わりますのでその状態でマウス左ボタンを押したままドラッグするとカラムの幅を変えることができます。重要視していない計算結果のカラム幅を小さくすればウインドウを大きくしなくても計算結果を見やすく表示することができます。

このカラム幅はウインドウの大きさと同様にデータファイルに保存され次回起動時と同じ幅で表示されます。

⑤計算結果の条件欄には節点・支持／荷重条件が分かる下記の記号が表示されます。

S：支持 L：集中荷重 M：モーメント荷重 D：分布荷重

これを見ればイメージを確認したり設定タブに戻して確認しなくてもどのような設定をした節点なのか簡単に分かります。

また「10. ポップアップメニュー」で説明していますが「フレーム構造解析 12」では節点条件の解説ダイアログも表示できるようになりましたのでマニュアルを見なくても節点条件の意味が分かるようになっています。

⑥断面性能が異なる材料を使っている場合は材料が変わる節点で同じ曲げモーメントでも曲げ応力が異なります。その場合は絶対値で大きいほうを表示するようになっています。

⑦せん断力は節点で不連続に変化する場合があります。その場合はせん断力の欄に2つの値が表示されます。

⑧「曲げモーメント線図ON/OFF」ボタンをクリックするとイメージの曲げモーメント線図の表示・非表示を切り替えることができます。これはプルダウンメニューの「環境設定」>「イメージ表示条件設定」にある“曲げモーメント線図の表示”のチェックボックスをクリックするのと同じことになります。

⑨ [せん断力線図ON/OFF] ボタンをクリックするとイメージのせん断力線図の表示・非表示を切り替えることができます。これはプルダウンメニューの[環境設定] > [イメージ表示条件設定]にある“節点番号表示”のチェックボックスをクリックするのと同じことになります。

⑩ [カラム幅リセット] ボタンをクリックすると各節点の計算結果表示欄でカラムの幅をデフォルトの幅に戻すことができます。カラム幅を小さくしすぎて大きくする操作がしにくい場合や計算結果が隠れていないか確認するときに使ってください。

⑪ [フレーム構造解析 1 2] から追加された[文字大] [中] [小] ボタンでは計算結果表示欄の文字の大きさを変更することができます。この利用方法については次の高解像度対応で説明します。

正常に計算が終了すると各種出力のプルダウンメニューやアイコンボタンが使えるようになります。計算結果の各種出力については第4章基本操作の各種出力を参照してください。

また[フレーム構造解析 1 0]からは計算を実行するとイメージ表示枠上にある計算結果表示切替ボタンでイメージ中に計算結果の数値の表示・非表示や単位や記号を付けての表示ができるようになります。より視認性が向上しています。

これらのボタンの意味を次に示します。括弧内はクリックしたときの動作になります

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

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

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

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

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

[Ac] : イメージ中の各計算結果を一括で非表示にする。

これらの機能は後で説明するイメージ表示条件に関連する設定をクリックする毎に順番に切り替えていくものになり、簡単な操作でイメージ中に計算結果を表示することができます。またショートカットキーのデフォルト設定では表示切替ボタンは次に示すようにファンクションキーのF1からF12に割り当てられています。

ショートカットキーの設定	
セット	デフォルト設定
コマンド名	ショートカットキー
表示切替:節点番号	F1
表示切替:材料番号	F2
表示切替:荷重イメージ	F3
表示切替:断面形状	F4
表示切替:質量点	F5
表示切替:注目フラグ	F6
表示切替:[Rf]支持点反力	F7
表示切替:[δ]たわみ	F8
表示切替:[Bm]モーメント	F9
表示切替:[Sf]せん断力	F10
表示切替:[Mk]記号表示	F11
表示切替:[Ac]結果表示クリア	F12

この設定ではファンクションキーを押すだけで簡単にイメージの表示を変更できますので各自でいろいろと試してみてください。

注目している計算結果をイメージ中表示すれば視認性に優れたイメージすることができます。さらに「フレーム構造解析 1 0」からはBMP出力でサイズを決めて出力できるようになっており、特に「はりの計算」の場合はイメージの縦横比が横長で固定なので、A 3 横を想定したサイズでBMP出力して印刷すれば見やすいイメージ図が印刷できます。

計算に使った入力データを確認したい場合はタブを切り替えて確認することができます。その際に入力データを変更しなければ「計算結果」のタブに戻ることもできます。入力データを変更した場合や環境設定で計算精度や単位系など計算結果に関係する設定を変更すると計算結果がクリアされますのでその場合は再度、計算を実行してください。

計算したデータを保存しておくことで後から再実行して計算結果を確認したり、それをベースに部分的にデータを編集して比較したりすることができます。これらの操作は「第4章 基本操作」のデータ入出力を参照してください。

## 6. 高解像度対応

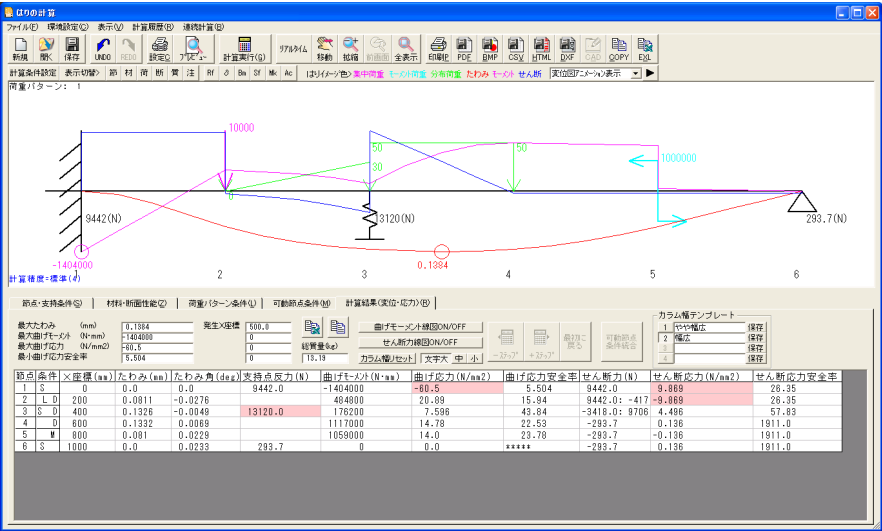
「CADTOOLシリーズ」は基本的には1024×768の解像度を基本に画面のデザインをしています。最近ではこれを越える高解像度のディスプレイが普及しています。

「第4章 基本操作」のウインドウサイズで説明したように従来でもメインのダイアログを拡げることは可能でしたが主にはりイメージを大きくしていました。計算結果表示欄も拡がるのですが「はりの計算」は項目数が少ないのであまりメリットはありませんでした。

また解像度が高くなると逆に表示文字が小さくなるので「フレーム構造解析 1 2」の「はりの計算」では前項の⑩で説明したように計算結果の表示文字サイズを変更することができるようにしています。

これと併せてダイアログを拡張するとカラム幅テンプレートの設定が表示され「はりの計算」では4つのカラム幅設定を文字サイズと合わせてテンプレートに保存して読み込んで利用できるようになっています。

次の例はサンプルとして入っている「幅広」のテンプレートを読み込んだものになります。



上記の例は全体に縮小しているので分かりにくいですが、計算結果の文字サイズが大きくなり各項目の単位も全部表示されるカラム幅になっていますので計算結果が見やすくなっています。

カラム幅テンプレートの使い方は他のテンプレートと同様で希望のカラム幅、文字サイズを設定したら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。

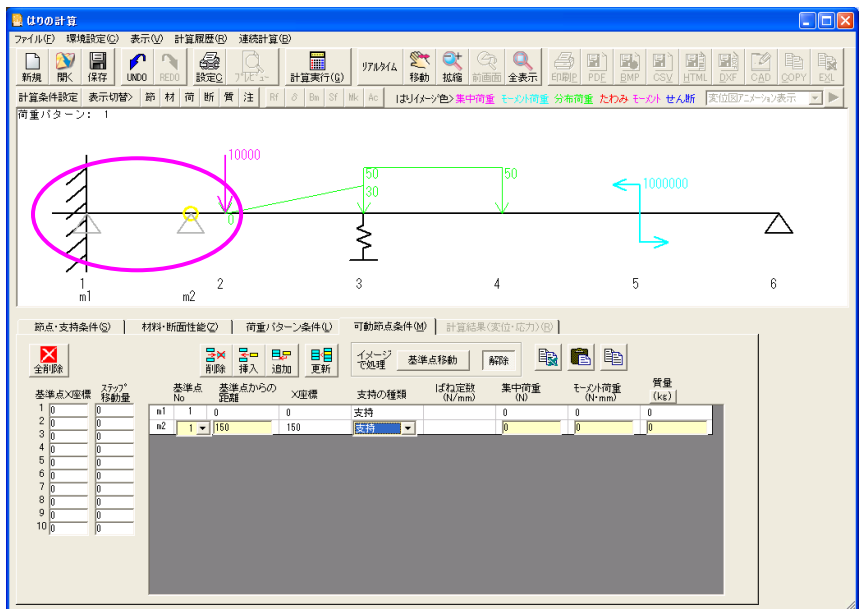
## 7. 可動節点条件

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

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

ここでは基準点Noを1とし基準点からの距離0と150に支持条件を設定してみます。

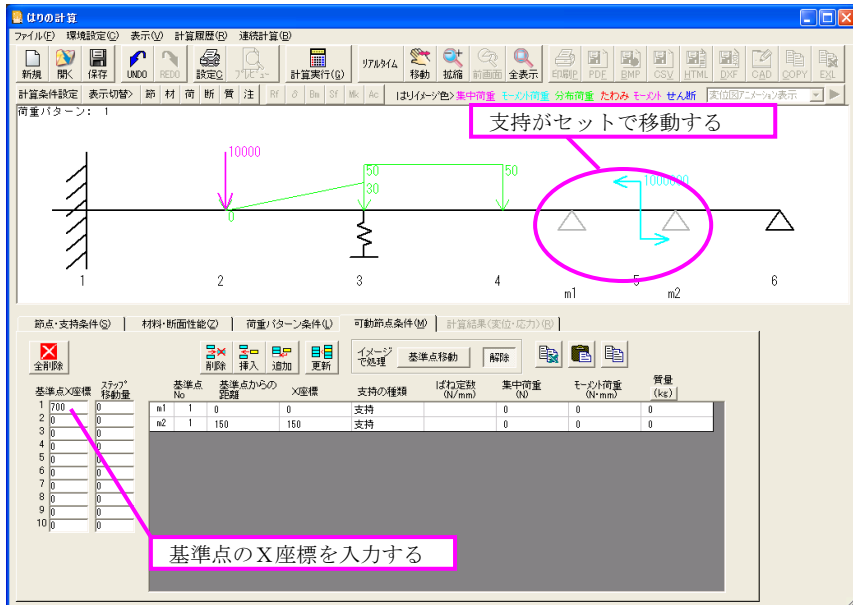
可動節点条件は節点番号の前にmが付くようになっており、支持イメージ、荷重イメージは〔環境設定〕>〔イメージ表示条件設定〕で設定している色で表示されます。



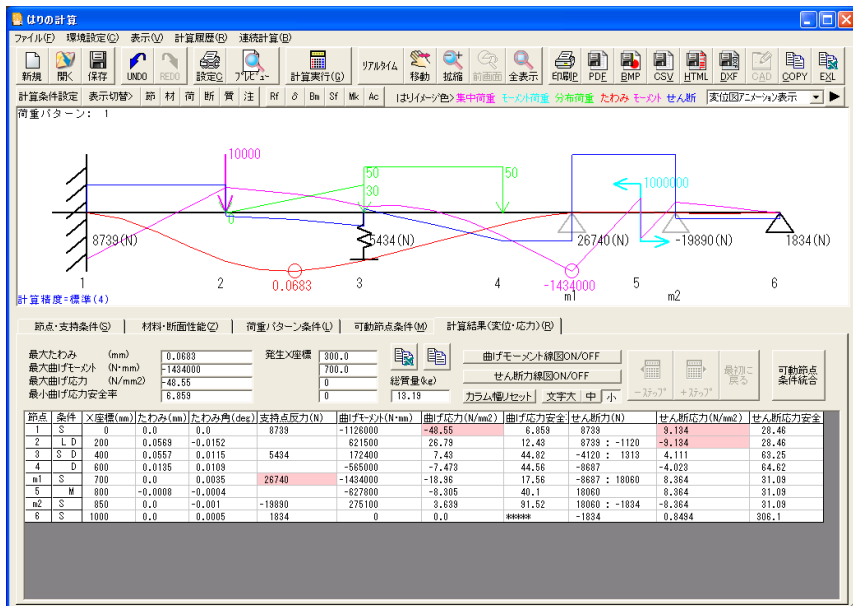
可動節点条件が設定できたら選択した基準点のX座標を入力します。なお先に基準点のX座標を入力してから可動節点条件を設定してもかまいません。

ここでは基準点は1だけ使っていますので基準点1のX座標に700を入力してみると可動節点条件がセットで移動するのが分かります。





またイメージで処理の「基準点移動」ボタンを押してマウスで可動節点をドラッグすると基準点のX座標が変わってセットで移動させることができます。この条件で計算してみた結果を次に示します。



計算を実行してみると可動節点条件の支持条件ではりが支持されているのが分かります。可動節点条件では支持条件以外に集中荷重とモーメント荷重、質量が設定できますのでそれらも試してみてください。なお可動節点条件で分布荷重の設定はできません。

また荷重パターン条件とも関連はありませんのでここで設定した集中荷重とモーメント荷重は荷重パターン番号を切り替えても変わりません。

可動節点条件を設定して計算を実行すると計算結果のタブの右端にある「可動節点条件統合」ボタンが使えるようになり、このボタンをクリックすると可動節点条件を標準の節点・支持条件に統合することができるようになっています。なお可動節点条件で集中荷重やモーメント荷重を設定している場合に「可動節点条件統合」を行うとカレントの荷重パターン番号の節点荷重に統合されるようになっています。

最終的に可動節点の位置や条件が決まったら標準の節点・支持条件に統合してから各種出力をした方が、計算結果が見やすくなりますので必要に応じて使ってみてください。

なお「可動節点条件」タブの左端にある「全削除」ボタンをクリックすると可動節点条件を全て削除することができますので、可動節点条件を新規に再設定したい場合にはこのボタンで全て削除してから設定すると良いでしょう。

## 8. ステップ計算機能

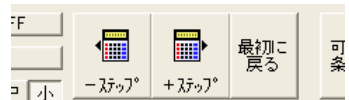
ステップ計算機能は可動節点条件と合わせて使うもので、設定したステップ移動量だけ基準点X座標を移動させながら簡単に計算を実行していく機能になります。

ここでは右に示すように基準点No. 1のステップ移動量を10を入力して「計算結果」のタブに戻ります。

基準点X座標	ステップ移動量	基準点No
1 700	10	m1 1
2 0	0	m2 1
3 0	0	
4 0	0	

ステップ移動量だけを編集する場合は、計算結果はクリアされませんがクリアされている場合は「計算実行」ボタンをクリックして「計算結果」タブを開いてください。

ステップ移動量が入力されると右に示すように「-ステップ」「+ステップ」と「最初に戻る」のボタンが使えるようになります。



ここで「+ステップ」ボタンをクリックすると基準点No. 1の基準点X座標にステップ移動量10が+されて基準点X座標を710にして直ちに計算が実行されます。

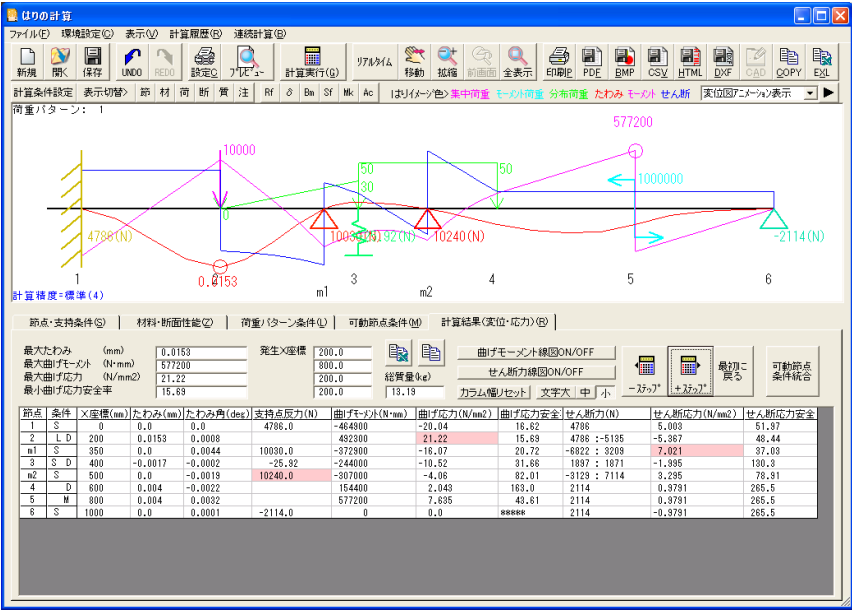
さらにこのボタンをクリックしていくと基準点X座標が10ずつ増えて計算されていきますので各自で試してみてください。[一ステップ] ボタンをクリックすると逆に基準点X座標が10ずつ減って計算されます。[最初に戻る] ボタンをクリックするとステップ計算を始めるまえの状態（この例では基準点X座標が700）に戻ります。

この例ではステップ移動させる基準点は1つだけでしたが最大10個の基準点を個別の移動量で移動して計算させることができます。

またショートカットキーのデフォルト設定では[一ステップ] がCtrl + [-]、[＋ステップ] がCtrl + [+]に割り当てられていますのでキーボードからも簡単に実行できます。

この機能の活用例として支持点の位置と反力の関係に注目している場合はイメージ表示条件で“支持イメージを反力で色分け”をチェックしておきその支持点を可動節点条件で設定して適当なステップ移動量でステップ計算を行って左右に移動させれば反力の数値を見なくても支持イメージの色から希望に近い配置位置を簡単に絞り込めることができます。

次の例は可動節点のm1とm2の支持イメージの色を見ながらステップ計算を行って、この2つの支持点反力が同じくらいにバランスする位置を求めたものです。



反力の数値を見るとまだ差がありますが概ねバランスする位置が簡単に求まりました。

これらの反力の表示設定はイメージ表示枠上の [Rf] ボタンやショートカットキーに登録されているキーボードの [F7] ボタンでも簡単にできますので色分けと反力値、単位が表示されるような設定にしておきます。

なお「フレーム構造解析 1 0」からはイメージ中に反力値も表示でき単位も付けることができより分かりやすくなっています。

また可動節点条件は集中荷重や質量も設定できますので荷重点をステップ移動して注目している範囲での最大たわみや最大応力等を求めることもできます。

このようにステップ計算機能はトライアンドエラーによる支持点や荷重点の位置の検討に便利な機能になっています。

なおステップ計算中はUNDO情報が取得できませんので基準点X座標が前の数値に戻らない場合がありますので注意してください。また計算履歴の情報も残りませんが「可動節点条件統合」についてはUNDO機能が働きますので統合してからUNDOボタンで統合前の状態に戻すことは可能です。

## 9. 節点質量設定

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 2」では節点に質量を設定し重力加速度をかけて荷重として扱うことができます。

節点質量を使うには節点・支持条件および可動節点条件のデータ入力ボックスで質量の入力欄に値を入力します。単位はデフォルトが k g ですが「フレーム構造解析 1 2」ではボタンに単位が表示されていて、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 は質量の単位ではないので「フレーム構造解析 1 2」では次で説明する重力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。この切り替えはザッと 1 G かかった時の荷重値の目安として使ってください。

節点質量には重力加速度がかかって荷重が発生しますので質量に相当する荷重をかけたい場合は荷重パターン条件の重力加速度の入力欄で G の単位で数値を入れておく（重力だけなら 1）必要があります。

重力加速度(単位はG)

後は質量を設定した節点に質量×重力加速度の荷重が発生しますので集中荷重と同じように使えます。

質量 1 k g で重力加速度を 1 G としたときの荷重は工学単位 の 1 k g f になります。S I 単位では 9 . 8 0 6 6 5 N の荷重となりますので前述の荷重の単位と共に混乱しないよう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。

なお従来のはりの計算では環境設定の計算条件の自重条件で重力加速度の設定と“部材の自重を考慮”のチェックボックスによる設定がありましたが〔フレーム構造解析 1 0 〕からは荷重パターン条件のみの設定となっています。部材の自重を考慮したい場合も重力加速度に 1 (単位はG) を入れ、考慮したくない場合は 0 を入力しておきます。

なお節点質量はイメージ表示条件で質量値を表示したり、重力加速度に応じた荷重値と矢印付きで表示したりすることができるようになっています。これもイメージ表示枠上の〔質〕ボタンやショートカットキーに登録されているキーボードの〔F5〕ボタンでも簡単にできますのでどのような表示が可能なのか試してみると良いでしょう。

この節点質量の機能自体は簡単ですので各自で試してみてください。片持ちはりなどのモデルを使って質量を設定したり、それに相当する集中荷重をかけてみて前述の単位の間接把握しておくとうかがいやすいでしょう。

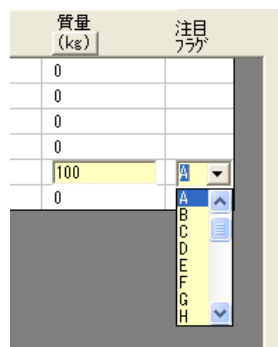
2 D のチュートリアルには実際に節点質量を設定した計算例もありますのでそちらも参照してみてください。

## 1 0 . 注目フラグ設定

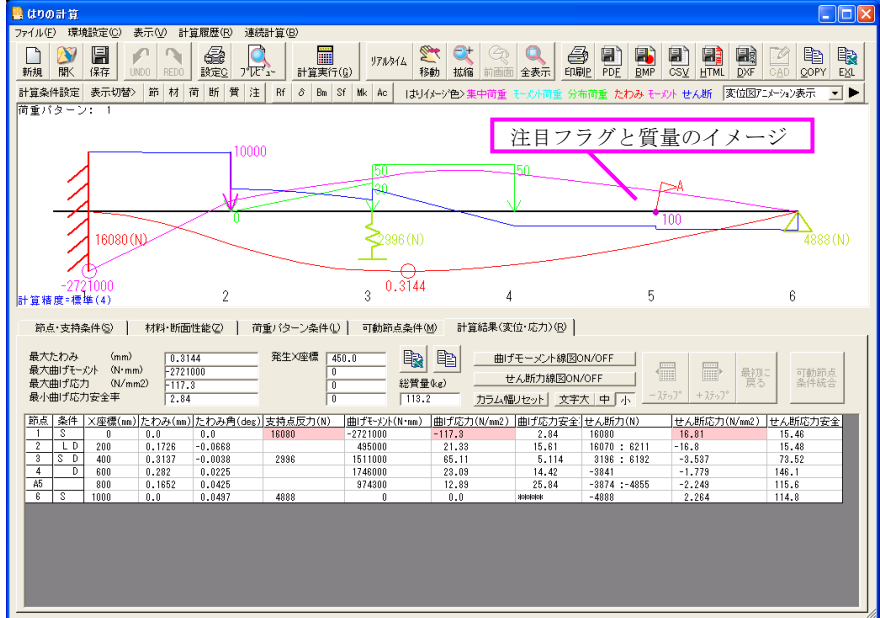
質量の入力欄の右は注目フラグの入力欄となっています。ここではリストから A – Z までの英文字を選択したり任意の文字を入力することもできます。

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

右は先ほどの可動節点を追加する前の計算例の節点 5 に注目フラグ “ A ” を設定しているところになります。



またモーメント荷重は 0 にして質量にも 1 0 0 k g を入力し、重力加速度に 1 を入力して質量による荷重が発生するように変更して計算してみます。



なお注目フラグもイメージ表示枠上の「注」ボタンやショートカットキーに登録されているキーボードの「F 6」ボタンで表示・非表示が切り替えられます。

右には計算結果を拡大したものを示しますが節点番号の頭に注目フラグの“A”がついているのが分かります。計算結果の各種出力でも節点番号に注目フラグの記号がついて出力されるようになっています。

ここで例えば節点5を節点・支持条件のイメージで移動を使って節点2のさらに左に持っていくと節点番号は2に変わってしまいましたが注目フラグは“A”のまま移動しますので、注目している場所があれば節点番号で把握するではなく注目フラグを立てておくとうかりやすいです

節点・支持条件		材料・断面	
最大たわみ	(mm)	0.314	
最大曲げモーメント	(N・mm)	-2721000	
最大曲げ応力	(N/mm <sup>2</sup> )	-117.3	
最小曲げ応力安全率		2.84	

節点	条件	×座標(mm)	たわみ(mm)
1	S	0	0.0
2	L D	200	0.1726
3	S D	400	0.3137
4	D	600	0.282
A5		800	0.1652
6	S	1000	0.0

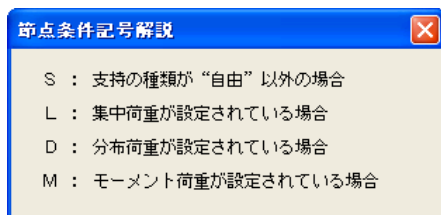
この注目フラグの機能は特に難しいものではありませんので各自で試してみてください。ただし注目フラグの文字を入力する場合は最大でも3文字程度とし計算結果にどのように表示されるのかあらかじめ試しておくとう良いでしょう。

## 11. ポップアップメニュー

〔フレーム構造解析 1 2〕ではマウスを計算結果の一覧表の上に持っていくマウス右クリックすると右のポップアップメニューが表示されます。

選択行をコピー(C)  
節点条件記号解説(H)

計算結果の 2 カラム目の節点条件の記号については〔5. 計算実行と計算結果〕の⑤でも説明していますが、ここで〔節点条件記号解説〕をクリックすると次に示す節点条件記号解説ダイアログが表示されマニュアルを見返さなくても直ぐに分かるようになっています。



また計算結果の一覧表の行を選択してハイライトしておいてからポップアップの〔選択行をコピー〕をクリックすると項目行と選択行のみをクリップボードにコピーすることができますようになっています。

マウスをイメージ上に持っていくマウス右クリックすると右に示すポップアップメニューが表示されます。ここで〔イメージをコピー〕をクリックするとイメージをクリップボードにコピーすることができます。

イメージをコピー(C)  
前画面(B)  
全表示(A)

この場合のイメージのサイズは表示されているサイズとなります。また同じポップアップにある〔前画面〕〔全表示〕は画面操作で説明した同じ名前のボタンと同じ機能になります。マウスを大きく動かしてボタンを押さなくてもポップアップで操作できるようになっています。

## 12. イメージ表示条件について

イメージ表示条件はこれまでの説明の中でイメージ表示枠上の小さなボタンで表示を切り替えた例などで計算結果をイメージ中に表示できるようになったことなどを説明していますが、このような機能を含めて「フレーム構造解析 10」から大きく設定項目が増えていきます。

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**

☒ 節点番号表示

☐ X座標値を表示

☐ 座標値に単位を表示

☒ 節点番号自動選択

☐ 材料番号表示

☒ 集中荷重・モーメント荷重表示

☒ 荷重イメージの自動拡張

☒ 分布荷重表示

荷重イメージの表示基準値

☒ 荷重値を表示

☐ 荷重値に単位を表示

☒ 荷重が「テン」名称表示

複数の計算結果がある場合

☒ 荷重が「テン」名称表示

☒ 変位の基準を全ての計算結果の中の最大値とする

☒ 支持イメージを反力で色分け

+ =  $\Delta$  0 =  $\Delta$  - =  $\Delta$

支持イメージの表示基準値

☒ 反力の値を表示

☒ 反力の値に単位を表示

☒ 質量点表示

質量点の表示基準値

☐ 荷重イメージで表示

☒ 質量(荷重)の値を表示

☐ 質量(荷重)の値に単位を表示

☒ 注目ラベル表示

注目ラベルの表示基準値

テンプレート(数字ボタンを押すと読み込みます)

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

☒ 変位(たわみ)を表示

最大変位の表示基準値

☒ 最大変位発生位置と値を表示

☒ 値の正負で表示位置を移動

☐ 全節点の変位の値を表示

☐ 変位の値に単位を表示

☐ 曲げモーメントの値の反転

☐ 曲げモーメント線図のみ反転

☒ 曲げモーメント線図の表示

最大曲げモーメントの表示基準値

☒ 最大曲げモーメント発生位置と値を表示

☒ 値の正負で表示位置を移動

☐ 全節点のモーメントの値を表示

☐ モーメントの値に単位を表示

☒ せん断力線図の表示

最大せん断力の表示基準値

☐ 全節点のせん断力の値を表示

☐ せん断力の値に単位を表示

☒ 曲げモーメント線図・せん断力線図の値の文字色を緑色と同じ色とする

☐ イメージ中の計算結果の値に記号を表示

イメージ中の計算結果の値の有効数字   $\geq 3$

イメージ文字フォントサイズ

断面形状表示

断面形状の表示基準値

表示色

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

☒ 計算結果の最大値セル背景色を変更(対象は反力、応力)

マウスホイールの動作

ネールを手前に回した時

イメージ表示条件設定ではここでイメージに表示される番号や記号の表示、非表示の切り替え、変位や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。



以下、設定ダイアログの左上から順に表示条件について説明します。

- ・**節点番号表示**：チェックすると節点番号が表示されます。
- ・**X座標値を表示**：チェックするとイメージにX座標値を表示します。
- ・**座標値に単位を表示**：チェックするとX座標値に単位を付けて表示します。
- ・**節点番号自動逃げ**：チェックすると節点番号が重なった場合に大きい方の節点番号が上方に逃げて表示されます。ただしかえって分かりにくくなる場合もありますので必要に応じて選択してください。
- ・**材料番号表示**：チェックすると節点間の下に材料番号がマゼンタ色で表示されます。
- ・**集中荷重・モーメント荷重表示**：チェックすると集中荷重イメージとモーメント荷重イメージが表示されます。
- ・**荷重イメージの自動拡張**：チェックすると荷重値によって相対的に荷重イメージの大きさを自動で拡張します。
- ・**分布荷重表示**：チェックすると分布荷重イメージが表示されます。
- ・**荷重イメージの表示基準値**：数値により荷重イメージの大きさを変更できます。デフォルト値は5になります。
- ・**荷重値を表示**：チェックすると各荷重イメージに荷重値が表示されます。
- ・**荷重値に単位を表示**：チェックすると荷重値に単位を付けて表示されます。
- ・**荷重パターン名称表示**：チェックするとイメージ左上に荷重パターン番号と荷重パターン名称が表示されます。なおこれをチェックすると従来計算実行後にイメージ左上に表示されていた計算精度はイメージ左下に表示されるようになります。
- ・**荷重パターンスクロールボタン表示**：複数の荷重パターン条件の計算結果がある場合にこれをチェックするとイメージ表示枠右下に荷重パターンスクロールボタンと計算済みの荷重パターンが入ったリストボックスが表示され、ボタンやリストボックスで計算結果を切り替えて表示できるようになります。
- ・**変位の基準を全ての計算結果の中の最大値とする**：[フレーム構造解析 1 1] から複数の荷重パターン条件の計算結果がある場合にこれをチェックすると変位のイメージを全ての計算結果の中の最大値を基準として相対表示されるようになり、荷重パターンを切り替えて比較するときにはどの荷重パターンの変位が大きいのが視覚的に分かりやすくなります。
- ・**支持イメージを反力で色分け**：チェックすると支持イメージが反力により色分けされて表示されます。＋の反力（反力方向は上向き、はりからは下方向に荷重がかかる場合）は赤、－の反力（反力方向は下向き、はりとしては浮き上がり方向）は青、反力0を緑として最大値に応じてグラデーション表示されます。
- ・**支持イメージの表示基準値**：数値により支持イメージの大きさを変更できます。デフォルト値は5になります。
- ・**反力の値を表示**：チェックするとイメージに反力値を表示します。
- ・**反力の値に単位を表示**：チェックすると反力値に単位を付けて表示します。

- ・ **質量点表示**：チェックすると節点質量が設定されている節点に●を表示します。
- ・ **質量点の表示基準値**：数値により質量点の●の大きさを変更できます。デフォルト値は5になります。
- ・ **荷重イメージで表示**：チェックすると質量点から重力加速度に応じた矢印付きの荷重イメージが表示されます。
- ・ **質量（荷重）の値を表示**：チェックすると質量の値が表示され、前の設定で“荷重イメージで表示”がチェックされていると加速度に応じた荷重値として表示されます。
- ・ **質量（荷重）の値に単位を表示**：チェックすると質量の値に単位を付けて表示し、“荷重イメージで表示”がチェックされていると荷重の値に単位を付けて表示します。
- ・ **注目フラグ表示**：チェックすると注目フラグが設定されている節点にフラグ（旗）のイメージを表示します。
- ・ **注目フラグの表示基準値**：数値によりフラグイメージの大きさを変更できます。デフォルト値は5になります。
- ・ **変位（たわみ）の表示**：チェックするとたわんだりのイメージが表示されます。
- ・ **最大変位の表示基準値**：数値を大きくすると変位も大きく表示されます。デフォルト値は10になります。
- ・ **最大変位発生位置と値を表示**：チェックすると最大変位が発生している場所を丸で表示し値を表示します。
- ・ **値の正負で表示位置を移動**：従来は最大たわみの値の表示位置はイメージ上部に固定されていましたがこれをチェックするとはりがたわんだ側に最大値を表示します。
- ・ **全節点の変位の値を表示**：チェックすると全ての節点の変位の値を表示します。
- ・ **変位の値に単位を表示**：チェックすると変位の値に単位を表示します。
- ・ **曲げモーメントの値の反転**：曲げモーメントの正負は日本機械学会の取り決めに準じていますが正負を逆に表示したい場合はこれをチェックします。この設定を変更した場合は再計算が必要です。
- ・ **曲げモーメント線図のみ反転**：前の設定で曲げモーメントの値を反転すると曲げモーメント線図も反転します。曲げモーメントの値はそのまま曲げモーメント線図を反転させたい場合や曲げモーメントの値を反転して曲げモーメント線図は反転させたくない場合にチェックします。
- ・ **曲げモーメント線図の表示**：チェックすると曲げモーメント線図が表示されます。
- ・ **最大曲げモーメントの表示基準値**：数値を大きくすると曲げモーメント線図が大きく表示されます。デフォルト値は10になります。
- ・ **最大曲げモーメント発生位置と値を表示**：チェックすると最大曲げモーメントが発生している場所を丸で表示し値を表示します。
- ・ **値の正負で表示位置を移動**：従来は最大曲げモーメントの値の表示位置はイメージ上部に固定されていましたがこれをチェックすると曲げモーメント線図の出ている側に最大値を表示します。

- ・**全節点のモーメントの値を表示**：チェックすると全ての節点の曲げモーメントの値を表示します。
- ・**モーメントの値に単位を表示**：チェックするとモーメントの値に単位を表示します。
- ・**せん断力線図の表示**：チェックするとせん断力線図が表示されます。
- ・**最大せん断力の表示基準値**：数値を大きくするとせん断力線図が大きく表示されます。デフォルト値は10になります。
- ・**全節点のせん断力の値を表示**：チェックすると全ての節点のせん断力の値を表示します。
- ・**せん断力の値に単位を表示**：チェックするとせん断力の値に単位を表示します。
- ・**曲げモーメント線図・せん断力線図の値の文字色を線図と同じ色とする**：チェックすると曲げモーメントやせん断力の値を線図の線色と同じ色で表示します。チェックを外すと黒で表示します。
- ・**イメージ中の計算結果の値に記号を表示**：チェックするとイメージ中に表示した各種計算結果の値に記号を付けて表示します。
- ・**イメージ中の計算結果の値の有効数字**：イメージ表示枠下の一覧表に表示される計算結果の有効数字は環境設定の計算条件・単位設定で設定しますが有効数字を大きく取った場合に同じ有効数字でイメージ中に値を表示すると数字が重なって分かりにくくなりますので、それとは別にイメージ中に表示する各種計算結果の値の有効数字が設定できるようになっています。デフォルトは4になっています。
- ・**イメージ文字フォントサイズ**：各番号表示やイメージ中に表示される計算結果のフォントサイズを変更することができます。従来は8，10，12ptの3種類でしたが〔フレーム構造解析12〕では6～24ptの12種類選択できます。ただし選択したフォントサイズによっては注目している計算結果などが逆に見にくくなることも考えられますので、いろいろ試してみても見やすいフォントサイズを選択してください。
- ・**断面形状表示**：節点間の中央に断面形状を表示する機能で、これは各断面形状に対応した一つのDXFファイルを使っておりサイズ毎のDXFファイルではありません。そのためDXFファイルを読み込んだら〔自動縮尺〕が選択されていると使っている材料の中で断面2次モーメントが最大のものが表示基準値の大きさになるようにして、それを基準にそれぞれの断面2次モーメントで自動縮尺して表示するようになっており、「縮尺なし」を選択すると断面2次モーメントに関係なく表示基準値の大きさで表示されるようになっています。〔自動縮尺〕では実際の断面とは若干イメージが異なる場合がありますがそれぞれの断面2次モーメントが断面形状の大きさとして相対的に表されるようになっており、どの断面のどの向きが強いかわかるいは弱いかわかるが視覚的によく分かります。一方〔自動縮尺〕では断面2次モーメントが大きく異なるものが混在する場合に断面2次モーメントが小さいものでは断面形状も小さく表示され断面形状が識別できない場合があります。この時には「縮尺なし」を選択すると断面2次モーメントに関係なく表示基準値の大きさで表示されるようになりますので断面形状の確認ができます。  
また〔非表示〕ボタンを押すと断面形状を非表示にできます。

- ・ **表示色設定**：RGBの数値により強調表示、可動支持（可動節点条件の支持イメージ）、可動荷重（可動節点条件の荷重イメージ）、断面形状、質量点、注目フラグ、最大値セル背景（計算結果の最大値セルの背景色）の色を変更することができます。〔フレーム構造解析 12〕では従来、固定色だった集中荷重、モーメント荷重、分布荷重の表示色も設定できるようになっています。RGBの数値は0～255の範囲で入力し、入力欄の左の色表示ボックスに設定された色が表示されます。また〔フレーム構造解析 12〕ではさらに入力欄の右の〔<〕ボタンをクリックするか色表示ボックスをクリックすると「第4章 基本操作」の部材色設定等で説明したのと同じ〔表示色一覧ダイアログ〕が表示されここから表示色を選択することもできます。
- ・ **計算結果の最大値セルの背景色を変更**：チェックすると計算結果の反力、曲げ応力、せん断力応力の最大値のセルの背景色を変更することができます。
- ・ **マウスホイールの動作**：従来からマウスのホイールを回した時はイメージの拡縮（左右方向）ができましたが回転方向と拡縮の動作は固定になっていました。〔フレーム構造解析 12〕でもホイールを回した時はイメージの拡縮をしますが、ホイールを手前に回した時を基準に拡縮の動作を切り替えることができるようになっています。

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るのでいろいろと変更して試してみると良いでしょう。

イメージ表示枠の上の〔節〕～〔断〕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、〔材〕：材料番号、〔荷〕：荷重イメージ、〔断〕：断面形状、〔質〕：質量点、〔注〕：注目フラグ、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。

また前に説明したように計算実行後は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、〔δ〕：たわみ関係、〔Bm〕：曲げモーメント関係、〔Sf〕：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。

またこれらのボタンには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前で説明したようにファンクションキーのF1～F12が登録されておりキーボードから表示切替が可能です。

〔フレーム構造解析 1 0〕から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(数字ボタンを押すと読み込みます)

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

確定  
キャンセル  
初期化

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ういでしょう。

このテンプレートの設定は前述の出力テンプレート設定と同じフォルダにコピーされており、〔はりの計算〕ではTplHariImgSet\*\*\*.csvとなっています。ここで\*\*には“0 0”から“1 0”が入り、“0 0”が〔初期化〕ボタンをクリックしたときのデフォルト設定用で“0 1”～“1 0”がテンプレート番号の1～1 0に対応します。

### 1 3. 荷重パターン条件について

〔荷重パターン条件〕は最大5 0の荷重パターン番号毎に重力加速度条件、安全率算出区分、節点荷重（集中荷重とモーメント荷重）、分布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やコメントも設定できるようになっています。

なお荷重パターン条件の設定方法や次で説明する連続計算についてはチュートリアルで具体的に操作を進めながら解説していますのでそちらも参照しておいてください。

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。これは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。

デフォルトの荷重パターン番号は1になりますので今までの計算例では荷重パターン番号1だけ使っていたことになります。

荷重パターン番号は材料番号と同様のスクロールボタンか、荷重パターン名称のリストボックスで選択します。ここのボタンの操作は[<] [>] 前後に一つずつ進み、[<<] [>>] は前後の荷重パターン名称が未設定の荷重パターン番号は飛ばして荷重パターン名称が設定してある荷重パターン番号に進み、[<] は荷重パターン番号の先頭の1、[>] は最後の荷重パターン番号の50に進みます。通常は1から順に設定していけば良いでしょう。

ここにある[テンプレート読込] ボタンをクリックすると荷重パターン名称とコメント、重力加速度、安全率算出区分が設定されたテンプレートを読み込むダイアログが開きます。この機能については[第4章 基本操作]の「14. 荷重パターン名称テンプレート」を参照してください。

前にも説明したように従来は以前では[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や重力加速度の設定欄もありましたが、[フレーム構造解析 10]から[荷重パターン条件]タブで重力加速度を設定するようになっており、[部材の自重を考慮]のチェックボックスも廃止されています。

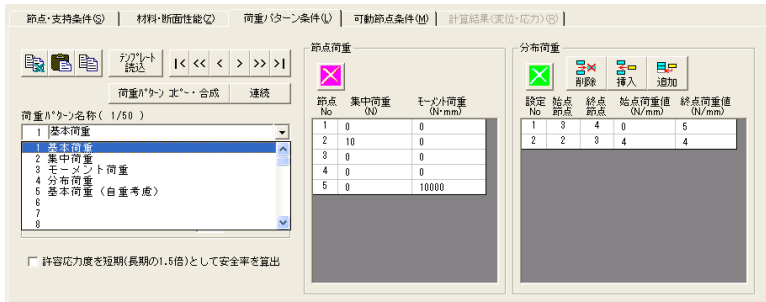
自重や重力加速度を考慮したくない場合は重力加速度の数値を0にしておきます。自重を想定する場合は1Gとなるので1を入力します。

加速度のSI単位は $\text{m/s}^2$ でGはSI単位ではありませんが設定しやすいのでこれを使用しています。SI単位の加速度を設定する場合は $1\text{G} = 9.80665\text{m/s}^2$ で換算してください。またgal（ガル：非SI単位）という単位も使われますがこれは $1\text{gal} = 0.01\text{m/s}^2 = 1/980\text{G}$ の換算率になります。

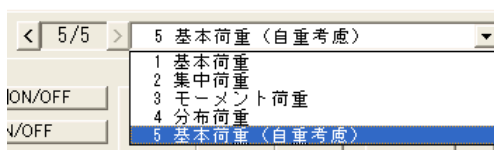
また重力加速度と部材重量により発生する荷重は内部的には分布荷重の一種として扱われますので計算精度の影響も受けます。これについては[5. 環境設定]の[計算条件・単位設定]を参照してください。

なお[フレーム構造解析 10]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。

ここではチュートリアルで連続計算機能の解説用に作成したTutorial03.KH12を読み込んでおきます。このデータには既に荷重パターン条件の1～5までが設定されていますのでそれぞれの荷重条件を確認しながら実行しておいてください。



複数の荷重パターンの計算結果がある場合にはイメージ表示条件の設定で次に示す荷重パターンのスクロールボタンとリストボックスをイメージ表示枠右下に表示することができます。



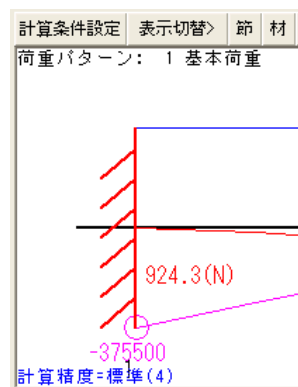
この [ < ] [ > ] ボタンで荷重パターンを切り替えて計算結果を確認できます。また [ < ] [ > ] ボタンの間には下段に計算済みの荷重パターンの総数、上段には表示している順番（荷重パターン番号ではないので注意）が表示されるようになっていきます。右のリストボックスには計算済みの荷重パターン名称のみ表示されるので名称を確認して切り替えることもできます。

複数の荷重パターン条件の計算結果がある場合にこれらのスクロールボタンやリストボックスが表示されない場合はイメージ表示条件設定の“荷重パターンスクロールボタン表示”が未チェックになっているのでチェックしてみてください。

またその上の“荷重パターン名称表示”がチェックされていると右に示すようにイメージ左上に荷重パターン番号と荷重パターン名称が表示されます。

なおこれをチェックすると従来計算実行後にイメージ左上に表示されていた計算精度はイメージ左下に表示されるようになります。

複数の荷重パターン条件を設定する場合は基本となるものをコピーしたり合成して使うと効率良く作業ができるのでそのための荷重パターンコピー・合成機能があります。



さらに「フレーム構造解析 12」では連続した荷重パターン条件を別の荷重パターン番号に連続してコピー・貼り付けする機能が追加され、その際に荷重増減係数を設定しておくことで荷重値に荷重増減係数をかけたものが新たな荷重パターン条件の荷重値とすることができるようになっています。荷重パターンの連続コピー・貼り付け機能については後で説明します。

では先に荷重パターンコピー・合成機能を説明していきます。最初にコピー先となる荷重パターン番号を選択しておきます。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、最大5つの既存の荷重パターンを選択して合成することができます。

**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

2 集中荷重

4 分布荷重

注)複数パターンを合成する場合は重力加速度は最も大きい値が採用され、荷重値は符号によって加減されていきます。

コピー先の荷重パターン名称を入力・編集

11 集中荷重(コピー元2)+分布荷重(コピー元4)

☒ パターン名称の後にコピー元の番号を付ける(コピー元\*)

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“（コピー元\*）”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。



なお荷重パターン名称の変更はコピーを実行してからでもできますのでここで変更しなくてもかまいません。

ここで重力加速度は選択した荷重パターンの中の最大値が採用され、他の荷重は符号にしたがって積算されていきます。

次にこの条件で「コピー実行」ボタンをクリックした例を示しますが荷重パターン番号 1 1 に集中荷重と分布荷重がコピーされているのが分かります。

節点荷重

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

分布荷重

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

荷重パターン名称 (11/50)  
11 集中荷重(主\*2)+分布荷重(主\*4)

次に「フレーム構造解析 1 2」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。

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  
1 基本荷重

コピー終了荷重パターン名称  
5 基本荷重 (自重考慮)

貼り付け条件を選択

貼り付け開始荷重パターン番号 15

貼り付け終了荷重パターン番号 19

貼り付け時の荷重増減係数 2  
(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 (lka=2) C

(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。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。

続いて貼り付け時の荷重増減係数を必要に応じて入力します。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く荷重増減係数を2としています。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。

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

フック/リット 読み込み | 荷重パターン 左へ・合成 連続

荷重パターン名称 (15/50)

- 15 基本荷重 (Lka=2)
- 16 集中荷重 (Lk=2)
- 17 モーメント荷重 (Lka=2)
- 18 分布荷重 (Lka=2)
- 19 基本荷重 (自重考慮) (Lka=2)
- 20
- 21
- 22

☐ 許容応力度を短期(長期の1.5倍)として安全率を算出

節点荷重

節点 No	集中荷重 (N)	モーメント荷重 (N・mm)
1	0	0
2	20	0
3	0	0
4	0	0
5	0	20000

分布荷重

節点 No	節点 No	節点 No	始点荷重値 (N/mm)	終点荷重値 (N/mm)
1	3	4	0	10
2	2	3	8	8

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“(L k a = 2)”が追加されており、荷重条件を見ると集中荷重、モーメント荷重とも2倍になっているのが分かります。

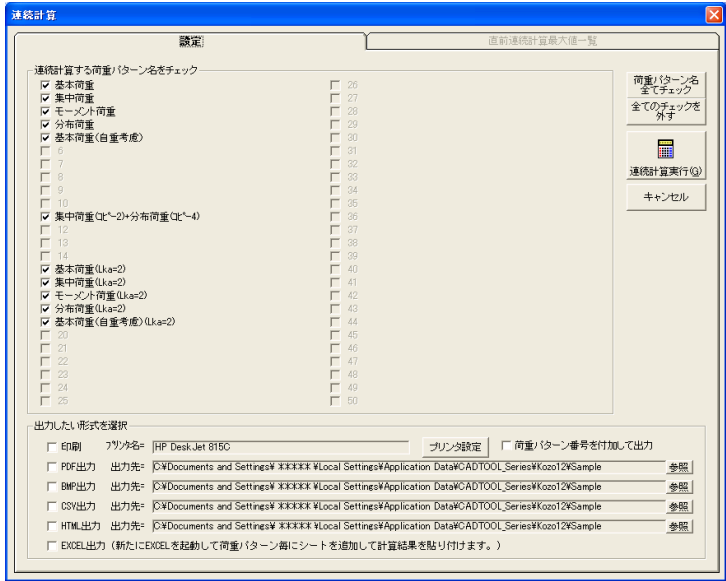
また「フレーム構造解析 1 2」では前述のように荷重パターン毎の計算結果を保持できますので、次で説明する連続計算で一気に計算しておいて計算結果を比較することが容易にできます。

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 1 2」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作業効率がアップすると期待しています。

1 4. 連続計算機能について

先に説明したように荷重パターン条件では最大 5 0 まで荷重パターンを登録して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が、連続計算機能では自動的に荷重パターンを切り換えて連続して計算することができます。この連続計算の対象となる荷重パターンは名称が入力されているものだけになりますので引き続き前項の荷重パターン条件で説明したデータを使って説明していきます。

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。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サンプルフォルダになっています。また\*\*\*\*の部分にはログオンユーザー名になりますのでユーザー毎に変わってきます。

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

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

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

ここではまず出力先を何も選択しないで「連続計算実行」ボタンをクリックすると自動的に荷重パターンが切り替わり計算が実行されていき、連続計算が終了すると同じダイアログの「直前連続計算最大値一覧」タブが開いて表示されます。

連続計算			
設定		直前連続計算最大値一覧	
		カラム幅/セット	ログファイル出力
		開じる	
No	荷重パターン名	最大たわみ(mm)	最大曲げモーメント(N・mm)
1	基本荷重	0.1161	-976500
2	集中荷重	0.0004	-2455
3	モーメント荷重	0.0105	-20440
4	分布荷重	0.1075	-352600
5	基本荷重 (自重考慮)	0.1221	-391300
6			
7			
8			
9			
10			
11	集中荷重(北*2)+分布荷重(北*4)	0.1079	-955000
12			
13			
14			
15	基本荷重(Lka=2)	0.2363	-751600
16	集中荷重(Lka=2)	0.0008	-4910
17	モーメント荷重(Lka=2)	0.0208	-40880
18	分布荷重(Lka=2)	0.2148	-705200
19	基本荷重 (自重考慮) (Lka=2)	0.2441	-782500
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			
32			
33			
34			
35			
36			
37			
38			
39			
40			
41			
42			
43			
44			
45			
46			
47			
48			
49			
50			
51			
52			
53			
54			
55			
56			
57			
58			
59			
60			
61			
62			
63			
64			
65			
66			
67			
68			
69			
70			
71			
72			
73			
74			
75			
76			
77			
78			
79			
80			
81			
82			
83			
84			
85			
86			
87			
88			
89			
90			
91			
92			
93			
94			
95			
96			
97			
98			
99			
100			

「はりの計算」の「直前連続計算最大値一覧」では荷重パターン名と最大たわみ、最大曲げモーメント、最大曲げ応力が表示されるようになっています。

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。

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刻になっています。

不要な計算結果はカラム幅を変更して隠すこともできます。変更したカラム幅を元に戻したい場合は「カラム幅リセット」ボタンをクリックします。

またこのダイアログを一旦閉じて次に開いても「直前連続計算最大値一覧」タブがデフォルトで開きます。再度連続計算をしたい場合は「設定」タブに切り替えてください。

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何も出力しないで連続計算を実行してから、これらの最大値を参考に出力する必要のない荷重パターンのチェックを外してから出力設定して再度、連続計算を実行すると良いでしょう。

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

またEXCEL出力をチェックすると“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。

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。

従来「はりの計算」には荷重パターン条件と連続計算機能はなく「フレーム構造－平面」「フレーム構造－立体」の機能になりましたが「フレーム構造解析 1.0」から「はりの計算」にも追加されました。

操作的には従来の「フレーム構造－平面」や「フレーム構造－立体」のものほとんど変わりませんのでほぼ共通の操作で使うことができます。是非「はりの計算」でも活用してみてください。

## 第6章 フレーム構造－平面

### 1. 概要

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

〔フレーム構造解析 12 / 2D〕では新規起動時より〔フレーム構造解析 12 / 3D動解析〕が15日間の期間制限版の体験版（機能制限はありません）が使えますので、先に〔フレーム構造－立体〕のチュートリアルを参照しながら〔フレーム構造－立体〕で実際にどの程度のことのできるのか試してみるのも良いでしょう。

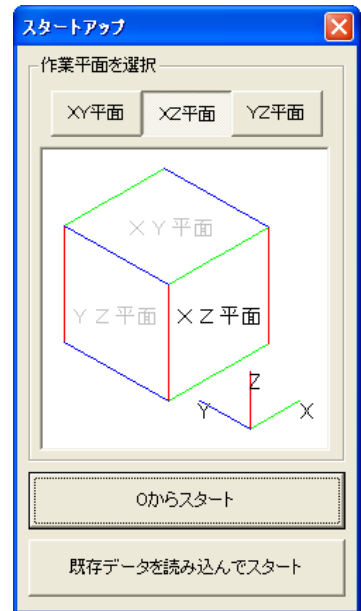
### 2. スタートアップメニュー

コマンド選択メニューで〔フレーム構造－平面〕ボタンをクリックして起動すると右のスタートアップメニューが表示されます。

前述のように〔フレーム構造－平面〕は〔フレーム構造－立体〕を2次元に制限したもののなのでスタートアップメニューの〔作業平面を選択〕でどの面で作業をするか選択します。

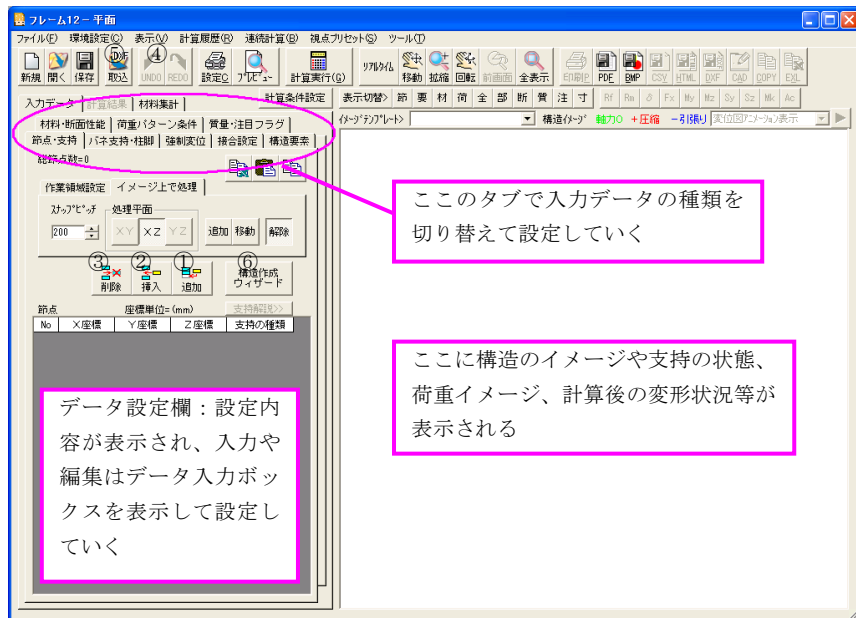
作業平面のボタンを切り換えるとその下のイメージの文字が濃く表示されるのでそれを参考に作業平面を選択します。垂直方向の構造物であれば通常は〔XZ平面〕を使うのが分かりやすいと思います。

なお〔フレーム構造－平面〕では水平上の構造物も〔XY平面〕を選択すれば見た目通りに構造物を設定できるようになっています。ここでは作業平面に〔XZ平面〕を選択して〔0からスタート〕ボタンをクリックします。



### 3. 節点・支持条件設定

スタートアップメニューで「0からスタート」を選択すると次のウインドウが表示されます。



起動直後はメインのタブが「入力データ」で入力データのタブが「節点・支持」となっていますから、新規の場合は次の順序で節点と支持条件を設定します。以下に図中の丸数字を元に説明していきます。

①まず「追加」のボタンをクリックしてデータ設定欄にデータ入力ボックスを表示させます。

「追加」のボタンでは常に設定欄の末尾に新しい行を追加してそこに次に示すデータ入力ボックスを表示します。

節点		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	自由	

スタートアップで選択した作業平面に対応したデータ入力ボックスが表示されますので節点の座標を入力します。なお入力ボックスの出ない作業平面以外の座標は自動的に0になります。

節点座標の単位系はプルダウンメニューの「環境設定」の「計算条件・単位設定」で設定します。環境設定については「第4章 基本操作」の「6. 環境設定」を参照してください。

節点座標を入力するとその位置が自動で縮尺されてイメージに節点番号とともに表示されます。また節点座標を入力して改行すると自動的に右側の入力欄にフォーカスが移動するようになっています。

続いてデータ入力ボックスの支持の種類を選択します。支持の種類は〔自由〕〔全固定〕〔ピン支持〕〔バネ支持〕〔強制変位〕〔\*解除〕〔\*固定〕〔\*回転〕〔柱脚（回転バネ）〕〔\*±自由〕の中からリストボックスで選択します。（\*は座標軸を表す、2軸のものもある）

節点		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	自由	▼
				自由	▲
				全固定	
				ピン支持	
				バネ支持	
				強制変位	
				Z解除	
				Y解除	
				X解除	

〔構造解析6〕に比べると支持の種類も3次元に対応したものになっており大幅に増えています。ここで支持とは解析する構造物が外部からどのように支えられているという意味で一般的な解析用語では拘束条件とか境界条件と呼ばれるものに相当します。例えば床にアンカーで止められているか壁にボルト止めされている時などにその部分に相当する節点に支持条件を設定します。

一方、構造物を構成する部材（要素）は節点を介してつなげていけば剛接合となり、この場合の支持の種類は〔自由〕のままにしておかないとその節点に変位できないなどの問題が出てしまいます。以下、それぞれの支持の種類について説明していきます。

節点の自由度は3次元なのでX、Y、Z軸方向の位置（変位）とX、Y、Z軸回りの回転の6自由度となります。この全てが自由（未拘束）の状態が〔自由〕となり、逆に全てを固定（拘束）した状態が〔全固定〕となります。位置を全て固定（拘束）して回転を全て自由（未拘束）にしたものが〔ピン支持〕で3軸回りに回転できますのでカメラの三脚の自由雲台のようなイメージになります。

〔バネ支持〕を選択すると別途〔バネ支持〕のタブで3軸方向のバネ定数を入力することができ支持点にかかる荷重とバネ定数に応じた変位が発生します。また回転方向は全て自由となります。

〔強制変位〕を選択すると別途〔強制変位〕のタブで6自由度について変位や回転角を設定できるようになります。また変位量に0を入力すると固定、空欄は自由となりますので6自由度について任意に設定が可能になります。



なお「バネ支持」と「強制変位」については後で詳しく説明します。

〔\*解除〕（\*は座標軸を表す）というのは“\*”方向の拘束を“解除”したという意味で、残りの2軸の方向は固定となります。

〔\*固定〕というのは“\*”方向の位置を“固定”したという意味で、残りの2軸方向は自由となります。〔\*解除〕および〔\*固定〕の場合の回転はどちらも全ての方向で自由（未拘束）となります。

〔\*回転〕（\*は2軸のものもある）というのは“\*”軸回りの“回転”が自由（未拘束）という意味で、残りの軸回りと全方向の位置は固定となります。

〔柱脚〕は回転バネによる支持になり、全方向の位置は固定となります。汎用の回転バネとして使えますが用途としては露出型柱脚の支持が主となりますので〔柱脚〕という名称になっています。また柱脚専用のダイアログで回転バネ定数の計算が可能になっています。詳しくは後で説明します。

〔\*±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。

具体的には床に置いただけとか壁に接しているだけというようなときに使います。例えば架台を床に置いただけの場合に、脚の節点に〔Z+自由〕を選択すればその節点が上方向（Z+方向）に変位する場合は自由に変位でき（つまり脚が浮く）、下方向に変位する場合は固定される（床にはめり込まない）ような計算が可能になります。

〔\*±固定〕は〔フレーム構造解析12〕で追加されたもので“\*”軸方向の+か-方向に動くときのみ“\*”軸方向の位置が固定され、それ以外は全方向で“自由”になります。固定される場合も残りの2軸方向は自由となります。

具体的に〔\*±固定〕は〔\*±自由〕のときの床に置いただけに近いですが床が氷上のようにツルツルで滑ってしまうような状況となります。たとえば架台の脚の節点に〔Z-固定〕を選択すると下方向に変位する場合は下方向は固定されますがこの時も水平方向は自由に滑ってしまい、上方向に変位する場合は脚が浮いてしまい全ての方向で自由に変位できるようになります。

“支持の種類”と表示されている項目名の上にある〔支持解説>>〕ボタンをクリックすると次に示す支持条件の解説ウィンドウが表示できます。

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固定となります。
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固定となります。
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固定となります。
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は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は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は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は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は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は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。

ここでは解説が表示されている行をクリックするとその支持の種類が選択されます。また↑↓キーで希望の支持の種類にフォーカスを移動してEnterキーでも選択できます。支持の種類を選択しないでこのウインドウを閉じる場合はESCキーを押します。

リストボックスに表示される支持の種類の文字は文字数に制限があるので上記のように基本となる軸と拘束条件を短くつなげたものになっているので慣れるまでは分かりにくいかもしれません。必要に応じて支持条件の解説ウインドウを開いて確認すると良いでしょう。

支持の種類に自由以外を選択すると支持の種類に応じた支持形状がイメージに表示されます。慣れてくれば支持イメージからどのような支持の種類になっているか分かるようになります。

支持の種類のデータ入力ボックスにフォーカスがある場合は矢印キーでも選択でき、マウスのスクロールボタンでも操作できる場合もあります。

データ入力ボックスの基本的な動作として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。

さらに環境設定のオプション設定の「Enterキー動作設定」の設定によりデータ入力ボックスが最下行にある場合に「Enterキー」を押したときの動作として、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したり、行を追加しないで1行目に移動するようにもできますので使いやすい設定を選んでおいてください。

さらに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。

この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。

また既に入力している設定内容を修正するには修正したい設定行をクリックしてその行にデータ入力ボックスを表示（以下、カレントとも表現することがあります）して、そのデータ入力ボックスで修正します。またカレントになった節点はイメージでもハイライト表示されますのでどの節点を修正しているのか分かりやすくなっています。ハイライト表示はデフォルトの色では外周を黄色く表示しますがイメージ表示条件の設定により表示色を変更することもできます。

このデータ入力ボックスは表示したままでも他のタブをクリックするとその時のデータを取得して消えるようになっていきますので表示したままでも次の操作に移ってかまいませんがデータ入力ボックスを消したい場合はイメージ上でマウス右クリックすると消えるようになっていきます。

またイメージ上にマウスを持っていったときに指差しアイコンになっている場合（移動・拡大・回転の画面操作時は別のアイコンが表示されるのでマウス右クリックで解除しておく）は節点をマウス左クリックするとその設定欄がカレントになるようになっていきます。この操作は節点単位に設定する集中荷重、モーメント荷重、質量、注目フラグの設定でも同じです。

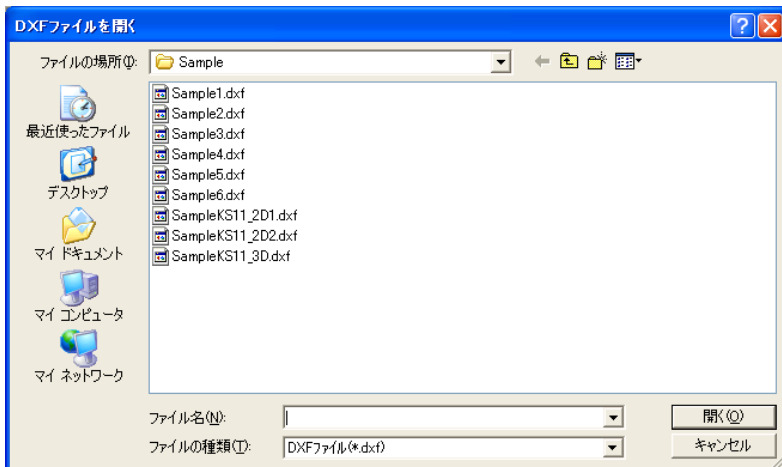
②「挿入」ボタンでは既に節点・支持条件がいくつか設定されている場合に中間の設定行に新しく行を挿入します。その場合はまず挿入したい設定行をクリックしてカレントにしてから「挿入」ボタンをクリックします。するとそのカレントの設定行以降が繰り下がります。入力ボックスは移動しませんので結果としてカレントの行がコピーされて挿入されたことになります。

なお構造要素の途中で節点を挿入したい場合は後で説明する「構造要素」タブの「節点挿入」機能を使うと便利です。

なお従来は「追加」ではカレントの座標値と支持条件、「挿入」ではさらに加えて節点荷重条件もコピーされ、動作が異なっていましたが「フレーム構造解析 12」ではどちらも座標値のみのコピーとし、その代りに「フレーム構造解析 12」では後で説明する「表示グループ機能」や「複数選択機能」、「一括修正機能」で複数の支持条件や節点荷重条件をまとめて修正できる便利な機能を追加していますのでそちらを活用してみてください。

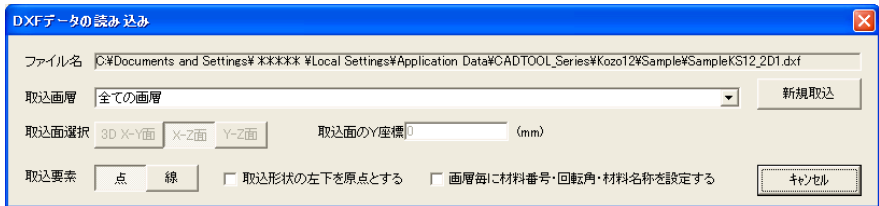
- ③ 「削除」ボタンをクリックするとカレントの設定行が削除されます。入力ボックスが表示されていない場合は削除できませんので削除したい設定行をクリックするか指差しアイコンでイメージ上の節点を左クリックしてカレントにしておいてから実行してください。なお既に構造要素が設定されている場合に節点を削除すると構造要素が崩れていきますので注意してください。
- ④ 「UNDO」ボタンをクリックすると座標の入力や削除ボタンで節点を削除した場合に元に戻すことができます。「REDO」ボタンでは「UNDO」で元に戻した処理のやり直しができます。UNDO情報やREDO情報がない場合はボタン名が薄くなって使えないようになっています。なおデフォルトのショートカットキーの設定では「Ctrl+Zキー」でUNDO、「Ctrl+Yキー」でREDOを実行することもでき、計算条件全般の編集に対応していますがイメージ表示条件等の変更には対応していません。
- ⑤ 「DXFデータ取込」ボタンをクリックするとDXFファイルから点または線データを読み込むことができます。

まず次に示すWindows標準のファイル選択ダイアログが表示されますのでここで取り込みたいDXFファイルを選択し「開く」ボタンをクリックします。



お使いのWindowsのバージョンによりダイアログのデザインや操作が若干異なりますが操作についての詳細はWindowsのマニュアル等を参照してください。

D X Fファイルを選択すると続いて次に示すD X Fデータの読み込み条件を設定するダイアログが開きます。ここには選択したD X Fファイルのフルパスが表示されているので読み込みたいD X Fファイルかどうか確認します。



〔CADTOOLフレーム構造解析12〕ではOSに関係なく標準ではユーザーフォルダの下に作業フォルダを作成してサンプルデータも作業フォルダの下の¥Sampleというフォルダに入っています。作業フォルダについては〔第2章CADTOOLフレーム構造解析12／2Dの導入〕を参照してください。

このダイアログで取込画層が〔全ての画層〕の場合は通常要素のすべての点または線データを取り込みます。また取込画層を選択した場合はその画層にあるデータのみ取り込みますので取り込みたい要素をあらかじめ特定の画層に作図しておくと便利です。

取込要素では〔点〕または〔線〕を選択します。〔点〕の場合は節点のみ設定され〔線〕を選択すると線の始終点で節点が設定されるとともに構造要素も同時に設定されます。

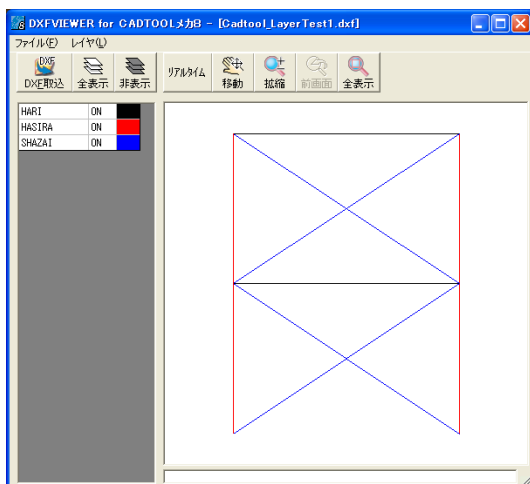
取込面選択ではスタートアップメニューで選択した作業平面のボタンが押された状態となっており変更はできません。変更したい場合は一旦コマンドを終了して新規に起動するか〔新規〕ボタンをクリックしてキャンセル以外のボタンをクリックするとスタートアップメニューが表示されますのでそこで作業平面を変更してください。

〔フレーム構造－立体〕ではその下の“取込面の＊座標”（＊は選択した取込面に対して垂直方向の座標軸）に値を入力しておくで取込面の位置をオフセットして取り込むことが可能で、これにより2次元の建屋等の図面から複数の通りの形状を指定した位置に取り込んで立体構造を容易に構築していくことができますが〔フレーム構造－平面〕ではここは0になっていて変更はできないようになっています。また〔フレーム構造－平面〕ではD X Fファイルに出力されている形状が3次元であっても選択した作業平面に投影された形状で取り込まれます。

“取込形状の左下を原点とする”がチェックされていると選択した取込面に取り込んだときの左下の位置を原点とし、チェックしていない場合はD X F ファイルの座標値がそのまま使われます。

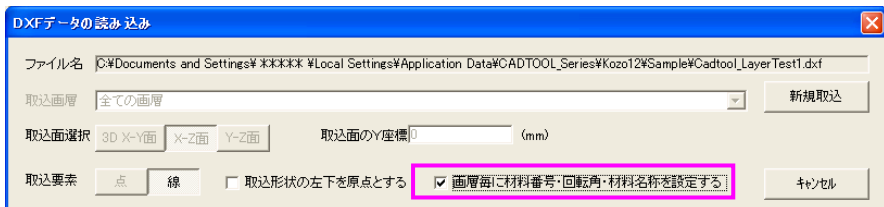
〔フレーム構造解析 1 2〕では“画層毎に材料番号・回転角・材料名称を設定する”をチェックするとD X F データの画層毎に材料番号や回転角、材料名称を設定することができ、材料番号を設定しない画層は取り込まないので任意の画層の線を取り込むことも可能になりました。

では解説用のテストデータを取り込んで説明していきます。このD X F ファイルをCADTOOL メカニカル 8 のDXFVIEWERで読み込んだものを右に示します。



このDXFVIEWERの左上に画層名が表示されていますがこのD X F データでは“HARI” “HASIRA” “SHAZAI”の3つの画層に線が作図されていることが分かります。

なおC A Dによっては日本語の画層名を使うとD X F ファイルを出力したときに画層名が文字化けするものもありますので日本語の画層名を使いたい場合は事前にD X F ファイルを出力して文字化けしないか試しておくとういでしょう。



右下の“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をチェックすると取込画層のところがグレーアウトして使えなくなり、取込要素は〔線〕が自動で選択されて固定となります。

こ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取込画層は全画層か特定の一つの画層のみの取り込みとなり、取込要素も〔点〕か〔線〕のどちらでも選択できるようになります。

ここでこのチェックボックスをチェックして〔新規取込〕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。

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

ダイアログ上部には各種のコマンドボタンが並びその下に画層名と材料番号・回転角・材料名称の表示欄があり、材料名称のデフォルトは画層名が入ります。

基本的な設定方法は画層名の行をクリックするとその行にデータ入力ボックスが表示されるので、材料番号を入力するかプルダウンしたリストから選択、回転角は材料番号を選択するとデフォルトの0が設定されるので必要に応じて変更、材料名称も必要に応じて変更します。

材料番号が空欄になっている画層の図形は取り込まれませんので材料番号の設定の有無で任意の画層の図形のみ取り込むこともできます。

また材料番号を選択したときに既にその番号の材料名称が設定されている場合はその材料名称が表示されるようになっています。なお材料名称については次に説明するコマンドボタンでもいろいろと処理ができるようになっています。

次にダイアログ上部のコマンドボタンをクリックしたときの動作について説明します。

〔材料番号を先頭から連番で設定〕：1行目の材料番号から連番で残りの画層の材料番号を設定し、同時に回転角にデフォルトの0が設定されますが材料名称は変更されません。

1 行目の材料番号が空欄の場合には材料番号は 1 から連番となります。

〔先頭の設定を全てに適用〕：1 行目の材料番号・回転角・材料名称が残りの画層に適用されます。

〔全ての設定をクリア〕：材料番号・回転角・材料名称を全てクリアします。

〔カレントの設定をクリア〕：データ入力ボックスの表示されている行の材料番号・回転角・材料名称をクリアします。

〔材料名称を画層名とする〕：他のコマンドボタンやデータ入力ボックスで材料名称を変更したときに材料名称をデフォルトの画層名に戻すことができます。

〔既存の材料名称を適用する〕：既存の材料名称を適用します。既存の材料名称が未設定の場合でも同じ材料名称を適用するので材料名称が空欄となる場合もあります。

〔材料名称をクリアする〕：材料名称だけを全てクリアします。

次に材料番号を 1 から連番とし、材料名称を日本語に変更したものを示します。

DXFデータの画層毎に材料番号・回転角・材料名称を設定

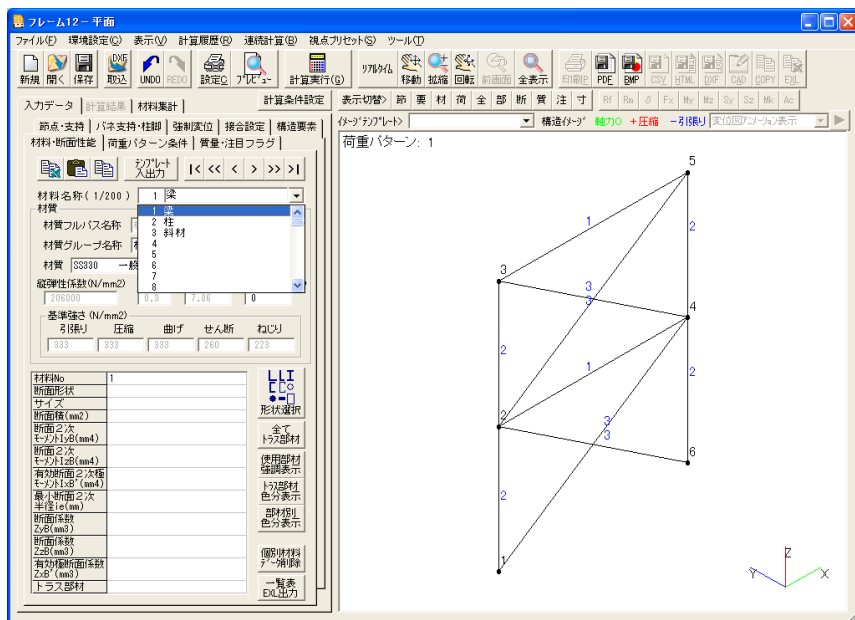
材料番号を先頭から連番で設定	全ての設定をクリア	材料名称を画層名とする	材料名称をクリアする	取込実行
先頭の設定を全てに適用	カレントの設定をクリア	既存の材料名称を適用する		

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	梁
HASIRA	2	0	柱
SHAZAI	3	0	斜材

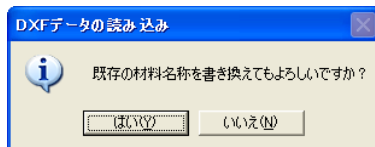
この条件で〔取込実行〕ボタンをクリックしてみます。





ここではイメージに材料番号を表示させていますが、設定した材料番号で取り込まれていることが分かります。また材料名称のリストボックスを開いてみるとこちらも設定した材料名称になっていることが分かります。

なお既存の材料名称と異なる材料名称を設定した場合は次に示すメッセージが表示され、ここで「はい」をクリックすると取り込みを実行するようになっています。



なお新規の場合は「新規取込」ボタンのみ表示されますが、既に構造要素が設定されている場合は右に示すように「追加取込」と「更新取込」の2つのボタンが表示されます。

ここで「追加取込」ボタンをクリックすると既存の設定に追加され、「更新取込」ボタンをクリックすると節点数、要素数をクリアしてから取り込みますが支持条件や荷重条件は残ったままとなります。



〔更新取込〕は座標値のみ異なるD X Fデータを用意しておき形状を読み込み直して比較するようなときに使用すると便利です。

なおD X Fデータ取り込みの際はすべてのデータをチェックしますので寸法や文字等の情報を含むファイルサイズの大きなD X Fファイルの場合は時間がかかります。その場合は必要な要素データのみで専用のD X Fファイルを作っておくと処理が速く行えます。

- ⑥構造作成ウィザードでは作業平面に複数段の構造を簡単に作成することができます。  
〔構造作成ウィザード〕の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。

**構造作成ウィザード**

テンプレート  
コメントを入力して保存します↓

1		保存
2		保存
3		保存
4		保存
5		保存
6		保存
7		保存
8		保存
9		保存
10		保存

↑ 数字ボタンの動作    読み    削除

節点作成条件

	X	C	Y	C	Z	C
基準座標	0		0		0	
基準節点	▼					
X軸方向	ピッチ (mm)			段数		
	1000		C	2		
Y軸方向	0		C	1		
Z軸方向	1000		C	3		

☒ Z軸1段目を全固定とする

荷重条件・質量・注目フラグ条件  
☒ 既存の荷重設定および質量・注目フラグは全てクリアする

軸方向要素作成条件

☐ X Y面の対角要素を作成する  
材料番号 4    回転角 0  
材料名称 X Y対角

☒ X Z面の対角要素を作成する  
材料番号 5    回転角 0  
材料名称 X Z対角

☐ Y Z面の対角要素を作成する  
材料番号 6    回転角 0  
材料名称 Y Z対角

☐ 構造内部の対角要素は作らない

軸方向要素作成条件

☒ X軸方向の要素を作成する  
材料番号 1    回転角 0  
材料名称 X軸方向

☐ Y軸方向の要素を作成する  
材料番号 2    回転角 0  
材料名称 Y軸方向

☒ Z軸方向の要素を作成する  
材料番号 3    回転角 0  
材料名称 Z軸方向

☒ Z軸1段目のX軸とY軸要素は作らない

追加作成

更新作成

キャンセル

構造寸法(mm)  
X=1000  
Y=0  
Z=2000

材料番号をX軸方向の作成要素から連番とする

材料名称クリア

材料名称デフォルト

既存の材料名称

テンプレート全削除

ここではまず節点作成条件で各軸方向のピッチと段数を入力しますが〔フレーム構造－平面〕では作業平面以外の方向は入力できないようになっています。

従来は構造の原点はX Y Z座標が0, 0, 0で固定でしたが「フレーム構造解析12」では基準座標に座標値を入力することで任意の座標を構造の原点とすることができるようになっています。なお各座標入力欄の上にある「C」ボタンをクリックすると入力した座標値をクリアして0にします。

また従来は新規の構造しか作れませんでしたでしたが既存の構造がある場合には右に示すように「追加作成」ボタンが使えるようになり、既存の構造に追加して作成することができます。

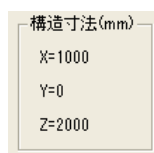
また既存の構造がある場合は基準節点が選択できるようになり、選択した節点の座標が基準座標となります。



なおここで「更新作成」ボタンをクリックすると従来の構造作成ウィザードの動作と同様に既存の構造をクリアして新規に構造を作成します

“Z軸1段目を全固定とする”がチェックされていると最下段の節点に全固定の支持条件を設定します。

ピッチと段数を入力すると右に示すように構造寸法が表示されますので作成前に構造寸法の確認ができます。ただし設定を間違えて作成してもUNDOボタンで簡単に元に戻すことができます



荷重条件・質量・注目フラグ条件で“既存の荷重設定および質量・注目フラグは全てクリアする”がチェックされていると既存の荷重設定や質量、注目フラグは全てクリアされます。節点作成条件のピッチのみ変更して再計算したい場合はこのチェックを外しておくで荷重条件や質量、注目フラグを再設定しないで計算することができます。

逆に段数も変更する場合は節点番号や要素番号がずれますので荷重条件や質量、注目フラグを残しておいてもデタラメになり再設定が必要になりますのでここをチェックして荷重条件をクリアしておくで良いでしょう。

次に軸方向要素作成条件を設定します。“\*軸方向の要素を作成する”がチェックされていないと構造要素は作成されずに節点・支持条件のみの設定となります。構造要素を作成する場合は材料番号と部材回転角を入力します。部材回転角については「5. 材料・断面性能設定」を参照してください。

“Z軸1段目のX軸とY軸要素は作らない”がチェックされていると最下段の水平方向の構造要素は作られません。

〔フレーム構造解析 12〕の構造作成ウィザードでは対角要素作成条件で対角要素も作成できるようになっていますが〔フレーム構造－平面〕では作業平面のみの対角要素が作成できます。作業平面に対して対角要素の作成の有無のチェックボックスと材料番号・回転角・材料名称の設定ができるようになっています

次に右に示すコマンドボタンの動作を説明します。

〔材料番号を X 軸方向の作成要素から連番とする〕：材料番号を対角要素まで連番で設定することができます。

〔材料名称クリア〕：材料名称をすべてクリアします。

〔材料名称デフォルト〕ボタンをクリックすると材料名称に“\*軸方向”や“\*\*面”という作成方向や作成面を示す材料名称が入ります。

〔既存の材料名称〕：既存の材料名称を適用します。既存の材料名称が未設定の場合でも同じ材料名称を適用するので材料名称が空欄となる場合もあります。

“構造内部の対角要素は作らない”がチェックされていると段数が 3 段以上の構造の場合に構造内部となる面には対角要素は作られず外周の面のみ対角要素が作成されます。

テンプレート機能では最大 10 まで設定内容を保存して後から呼び出して使うことができます。設定を保存する場合は先にタイトルを入力してから〔保存〕ボタンをクリックします。既にテンプレートが保存されている場合は上書き確認のメッセージが表示されるようになっています。

テンプレートが保存されると右に示すようにタイトル欄左の数字ボタンが押せるようになります。

数字ボタンの動作はデフォルトでは〔読込〕になっていますので数字ボタンを押すとそのテンプレートを読み込みます。

また数字ボタンの動作を〔削除〕にしてから数字ボタンを押すとそのテンプレートを削除できます。

テンプレート  
タイトルを入力して保存します↓

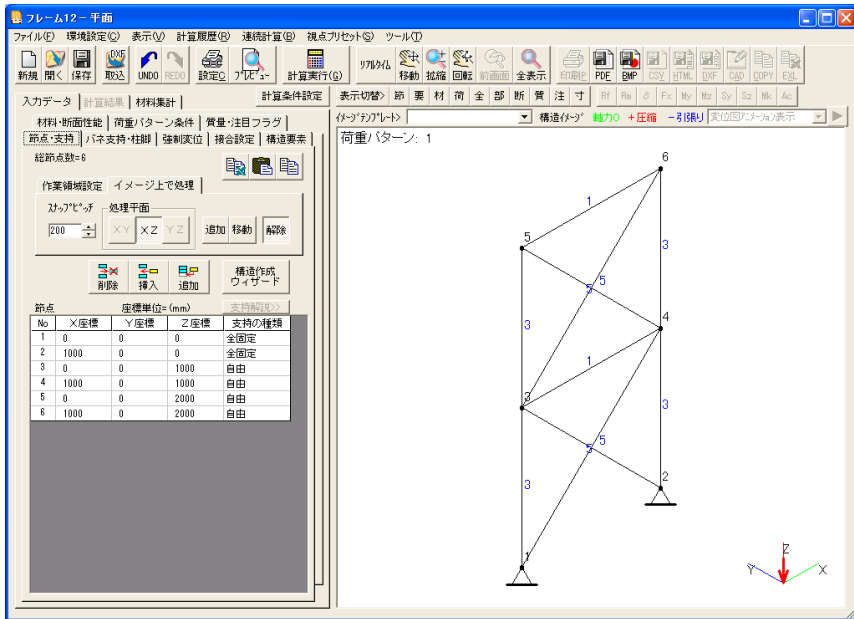
1	柱構造 1	保存
2	柱構造 2	保存
3	はり構造	保存
4		保存
5		保存
6		保存
7		保存
8		保存
9		保存
10		保存

↑ 数字ボタンの動作 読込 削除

テンプレートが一つでも保存されるとダイアログ右下の〔テンプレート全削除〕ボタンが押せるようになり、このボタンをクリックするとテンプレートを全て削除することができます。

構造作成ウィザードのテンプレートファイルは「保存」ボタンを押したときに作業フォルダの下に¥TemplateにNodeSet2Dtpl\*.csv（\*\*は数字ボタンに対応）というファイル名で新たに作られていきます。インストール時にはこのテンプレートファイルはありません。

次に構造作成ウィザードを使って構造を作成してみたものを次に示しますが、構造イメージのところに節点と節点番号が表示され、要素も作成した場合は要素も表示されるのが分かります。また節点はX、Y、Zの座標値の小さい順に自動で作成されていきます。



イメージ右下には全体座標が表示されており、どの作業平面で構造が作られているかが分かります。また全体座標の所に太く下向きに矢印が表示されていますがこれは後で説明する荷重パターン条件の加速度条件でZマイナス方向に加速度が設定されていることを示しています。

この全体座標の表示位置や表示・非表示の設定、加速度イメージの表示・非表示や各イメージの大きさなどはイメージ表示条件で設定できます。

また構造作成ウィザードで作成しても後から節点の座標や支持条件は自由に編集することができます。ただし構造作成ウィザードでは各段数をかけた数の節点作られますので、簡単に節点数、要素数の制限（9 9 9）を越えてしまいます。

その時はメッセージが出ますのでこれらの数が999以下に収まるように段数を調整してください。

支持の種類に「バネ支持」あるいは「柱脚」を選択している場合は「バネ支持・柱脚」タブをクリックしてバネ定数の設定を行います。また支持の種類に「強制変位」を選択している場合は「強制変位」タブをクリックして強制変位の設定を行います。

同じ座標に節点が2つ以上ある場合は「接合設定」タブをクリックして「接合設定」を行います。これらの設定については特殊な設定になりますので後で説明します。

また右に示す各タブにあるボタンでデータ設定欄や計算結果表示欄の値をクリップボードにコピーしたり、コピーしてからエクセルを自動起動して貼り付けたりすることができ、また編集したデータをクリップボード経由でデータ設定欄に貼り付けることができますようになっています。



この機能についての詳細は「第4章 基本操作」の「10. クリップボードの活用」で説明していますのでそちらを参照してください。

次は「構造要素」タブをクリックして構造要素の設定方法を見ていきますが、その前に先の構造作成ウィザードを再度実行して「XZ面の対角要素を作成する」のチェックを外して「更新作成」ボタンをクリックして斜材のない構造に戻しておきます。

テンプレート

コメントを入力して保存します↓

1		保存
2		保存
3		保存
4		保存
5		保存
6		保存
7		保存
8		保存
9		保存
10		保存

↑数字ボタンの動作 読込 削除

節点作成条件

基準座標	X C	Y C	Z C
	0	0	0
基準節点	▼		
X軸方向	ピッチ (mm)	段数	
	1000	C	2
Y軸方向	0	C	1
Z軸方向	1000	C	3
<input checked="" type="checkbox"/> Z軸1段目を全固定とする			

荷重条件・質量・注目フラグ条件

☒ 既存の荷重設定および質量・注目フラグは全てクリアする

追加作成

更新作成

キャンセル

構造寸法(mm)

X=1000

Y=0

Z=2000

材料番号をX軸方向の作成要素から連番とする

材料名称クリア

材料名称デフォルト

対角要素作成条件

☐ XY面の対角要素を作成する

材料番号 4 回転角 0

材料名称 XY対角

☒ XZ面の対角要素を作成する

材料番号 5 回転角 0

材料名称 XZ対角

軸方向要素作成条件

☒ X軸方向の要素を作成する

材料番号 1 回転角 0

材料名称 X軸方向

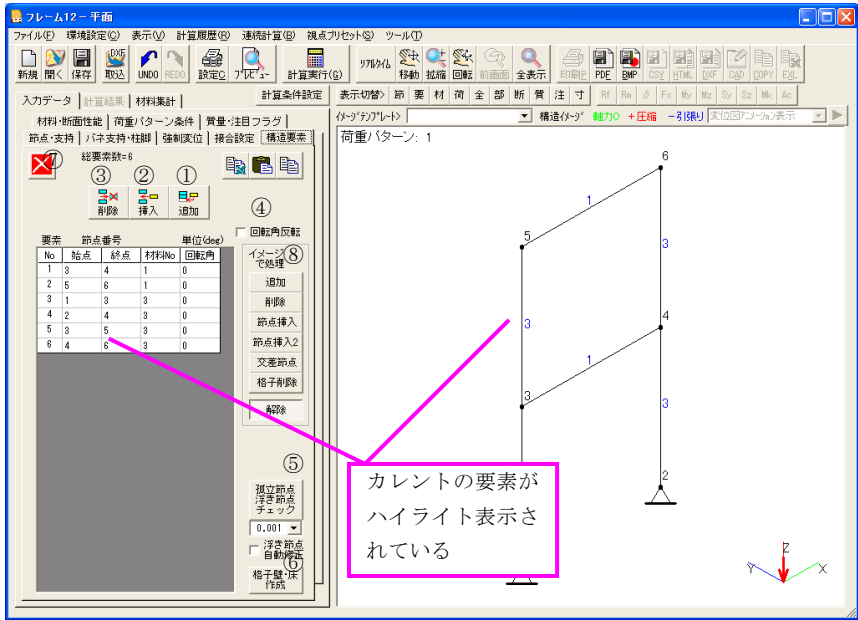
☐ Y軸方向の要素を作成する

材料番号 2 回転角 0

材料名称 Y軸方向

## 4. 構造要素設定

[構造要素] タブをクリックすると構造要素の設定欄が表示されます。



ここでは構造作成ウィザードで要素も作成しているのですがすでに構造要素が設定された状態になっていますが、通常は次の手順で入力していきます。以下に図中の丸数字を元に説明していきます。

- ①構造要素が何も設定されていない場合は節点・支持条件と同様に[追加] ボタンをクリックしてデータ設定欄に入力ボックスを表示させます。[追加] のボタンでは常に設定欄の末尾に新しい行を追加してそこに入力ボックスを表示します。

入力ボックスが表示されたらその要素の始点節点、終点節点を選択します。これらの節点番号を選択するとイメージにその要素が表示されるようになっています。

材料番号はその要素で使用する番号となります。材料番号は[材料・断面性能]で設定しますが1から200までと決まっていますので、ここでは未設定の材料番号を選択して後からその材料番号の設定を行ってもかまいません。さらに材料番号に0を選択するとその部材は、計算上は無いものとして扱われますので部材の有無による影響を容易に比較できます。

部材回転角では使用する材料の部材座標のZBの回転角を入力します。この部材回転角と部材座標の関係は「5. 材料・断面性能節点」のところで詳しく説明します。

節点番号や材料番号はフォーカスがあるときは矢印キーでも選択でき、マウスのスクロールボタンでも操作できる場合もあります。

データ入力ボックスの基本的な動作は節点・支持条件でも説明しましたが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。

さらに環境設定のオプション設定の「Enterキー動作設定」の設定によりデータ入力ボックスが最下行にある場合に「Enterキー」を押したときの動作として、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したり、行を追加しないで1行目に移動するようにもできますので使いやすい設定を選んでください。

慣れてくれば節点・支持条件と同様に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。

この例のように既に入力している設定内容を修正するには修正したい設定行をクリックしてその行に入力ボックスを表示してカレントにして、その入力ボックスで修正します。またカレントになった要素はイメージでもハイライト表示（デフォルトでは太い黄色の線で表示）されますのでどの要素を修正しているのかわかりやすくなっています。

このデータ入力ボックスは節点・支持条件と同様に表示したままでも他のタブをクリックするとその時のデータを取得して消えるようになっていきますので表示したままでも次の操作に移ってかまいませんが入力ボックスを消したい場合はイメージ上でマウス右クリックすると消えるようになっていきます。

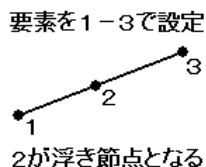
またイメージ上にマウスを持っていったときに指差しアイコンになっている場合（移動・拡大・回転の画面操作時は別のアイコンが表示されるのでマウス右クリックで解除しておく）は要素をマウス左クリックするとその設定欄がカレントになるようになっています。この操作は要素単位に設定する分布荷重の設定でも同じです。

- ②「挿入」ボタンでは既に構造要素がいくつか設定されている場合に中間の設定行に新しく行を挿入します。その場合はまず挿入したい設定行をクリックしてカレントにしてから「挿入」ボタンをクリックします。するとそのカレントの設定行以降が繰り下がります。入力ボックスは移動しませんので結果としてカレントの行がコピーされて挿入されたことになります。



- ③ [削除] ボタンをクリックするとカレントの設定行が削除できます。入力ボックスが表示されていないと削除できませんので削除したい設定行をクリックするか指差しアイコンでイメージ上の要素を左クリックしてカレントにしておいてから [削除] ボタンをクリックすると、その設定行が削除され以下の行が繰り上がります。
- ④ [回転角反転] をチェックすると部材座標の回転方向を逆転することができます。通常は部材座標のXBの+方向を基準として右ネジ方向を+としています、ここをチェックすると左ネジ方向が+となります。
- ⑤ [孤立節点・浮き節点チェック] ボタンをクリックするとイメージ上は要素の上にあるがその要素とは関係のない節点（計算上は要素の上に浮いているので浮き節点）やイメージ上でも他の要素と関係のない孤立した節点（これが孤立節点）があるかどうかチェックします。

浮き節点ができるのはたとえば右図のように3点直線上に並んでいる節点の両端だけで要素を設定した場合で、見た目は3点つながっているのですが問題ないようにみえますが節点2は要素1-3とは計算上つながりのないフリーな点となり、節点2に他の要素がつながっていても要素1-3とはつながりのない要素となってしまうので、計算結果は大きく異なりあるいは異常な変位を発生してエラーとなる場合があります。



このチェックは毎回行う必要はありませんので構造要素の設定にまだ慣れていない場合や、ちょっと複雑な構造要素を設定した場合に行うと良いでしょう。

[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。

斜めの要素で浮き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。

[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] ボタンをクリックすると浮き節点を自動的に要素の途中に組み入れることができ、その結果をログファイルとして確認することができます。同時に二重になっている要素のチェックと削除も行えます。前述のようにこちらの機能もチェックレベルが影響しますので必要に応じてチェックレベルを変更して試してください。

これらはメッセージにしたがって操作すれば実行でき便利な機能ですが修正内容が意図したのになっているかどうかは十分確認してください。

また構造要素の設定は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。

⑥ [格子壁・床作成] ボタンをクリックすると矩形の要素の中に格子状の要素を作成して壁や床の近似モデルができるようになっています。この機能については後で説明します。

⑦ の [×] ボタンは [全消去] ボタンになっていてこれをクリックすると確認メッセージが出て [OK] すると構造要素の全ての設定が消去されます。

“イメージで処理”の枠内のボタンで構造要素をイメージで処理することもできます。以下にその手順を説明します。

⑧ “イメージで処理”の各ボタンではイメージ上でマウス操作によって各種の処理ができるようになっています。

[追加] ボタンを選択するとイメージ上で構造要素を追加することができます。まず始点となる節点を指差しアイコンのマウス左ボタンでクリックします。

始点となる節点がヒットできたら設定欄の末尾に新しい行が追加され入力ボックスも表示されます。

一旦マウスのボタンを離してマウスを動かすとその節点から赤いラバーバンドがマウスの先まで表示されるようになりますので終点にしたい節点まで移動していきます。

その節点を認識するとラバーバンドの色が緑に変わりますのでその状態でマウス左ボタンをクリックします。この操作で構造要素を追加することができます。

また赤いラバーバンドのままでマウス右ボタンをクリックすると設定欄に新しく追加された行は削除され元の状態に戻ります。

[削除] ボタンを選択するとイメージ上で要素を削除することができます。この処理は削除したい要素を指差しアイコンのマウス左ボタンで指示し、要素がヒットできたらその要素は削除されます。またここで削除された要素も [UNDO] ボタンで元に戻せます。

[節点挿入] ボタンを選択すると指示した要素の中間点に節点を挿入できます。この処理は節点を挿入したい要素を指差しアイコンのマウス左ボタンで指示し、要素がヒットできたらその要素の中間点に新しく節点を追加して、要素も新しく1つ追加されて前後の要素を自動的につなぎ直します。

新しくできる要素は指示した材料番号と分布荷重データがそのまま引き継がれますので特に計算結果には影響することなく、新しく追加した節点の情報も得られますので要素の中間の状態を知りたい場合などに便利です。

[節点挿入2] ボタンは [フレーム構造解析 1 2] で追加されたもので指示した要素に距離を指定して節点を挿入できます。

この処理は節点を挿入したい要素を指差しアイコンのマウス左ボタンで指示すると右のダイアログが表示されます。

上段には挿入要素情報が表示されますので指示した要素を確認できます。またイメージでも指示した要素がハイライト表示されます。

中段の挿入位置条件では基点となる節点（指示した要素の始終点が表示されている）を選択し、距離か寸法ボタンを選択して入力します。この例では水平要素なので距離も X 寸法も同じですが斜めの部材の場合は距離は 3 次元の実距離で各寸法ではその寸法になるように位置が決められます。

下段には挿入節点座標が表示されるので挿入まえに位置を確認できます。

[挿入実行] ボタンをクリックすると指定された位置に節点が挿入され、要素も新しく 1 つ追加されて前後の要素を自動的につなぎ直します。

位置を指定して挿入

挿入要素情報

要素番号

2

始点節点No

5

終点節点No

6

要素実長

1000

X寸法

1000

Y寸法

0

Z寸法

0

挿入位置条件

基点節点

5

6

基点からの位置を指定する  
種類を選択し、距離または  
寸法を入力する

距離

1000

X寸法

1000

Y寸法

0

Z寸法

0

注)入力欄は一つだけ四則演算  
記号が入力可、Enterで計算実行

挿入節点座標

X座標

1000

Y座標

0

Z座標

2000

挿入実行

キャンセル

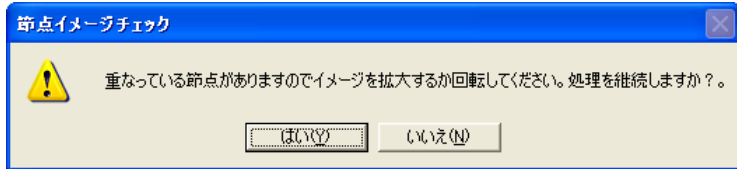
[交差節点] ボタンを選択して交差している要素を 2 つ指示すると交点位置に新しく節点を挿入して、指示した 2 つの要素も分割され自動的につなぎ直します。

[格子削除] ボタンを選択するとイメージ上で格子壁を削除することができます。この処理は削除したい格子壁の要素を指差しアイコンのマウス左ボタンで指示し、格子壁の要素がヒットできたらその格子壁が削除されます。またここで削除された格子壁も [UNDO] ボタンで元に戻せます。

[解除] を選択するかイメージ上でマウス右クリックすると “イメージで処理” が解除されます。

150

また節点が重なっている場合は次に示すメッセージが表示されます。従来はイメージでの処理ができませんでしたが「フレーム構造解析 10」から作業する場所が重なっておらず処理できそうな場合はここで「はい」ボタンをクリックして処理を続行することができるようにしています。



「フレーム構造解析 12」ではデータ設定欄の要素Noの所をマウス左ボタン押しながらドラッグするとデータ入力ボックスが表示されずに範囲選択ができ、その上でマウス右ボタンをクリックすると右下に示す「材料番号・部材回転角一括修正」ダイアログが表示されます。

要素 No	節点番号		単位(deg)	
	始点	終点	材料No	回転角
1	3	4	1	0
2	5	6	1	0
3	1	3	3	0
4	2	4	3	0
5	3	5	3	0
6	4	6	3	0

ここで材料番号を選択したり、部材回転角を入力して「確定」ボタンをクリックすると次に示すようにデータ設定欄の選択した範囲の材料番号や部材回転角がまとめて変更できます。

要素 No	節点番号		単位(deg)	
	始点	終点	材料No	回転角
1	3	4	1	0
2	5	6	5	90
3	1	3	5	90
4	2	4	5	90
5	3	5	3	0
6	4	6	3	0

**材料番号・部材回転角一括修正**

材料番号: 
回転角:

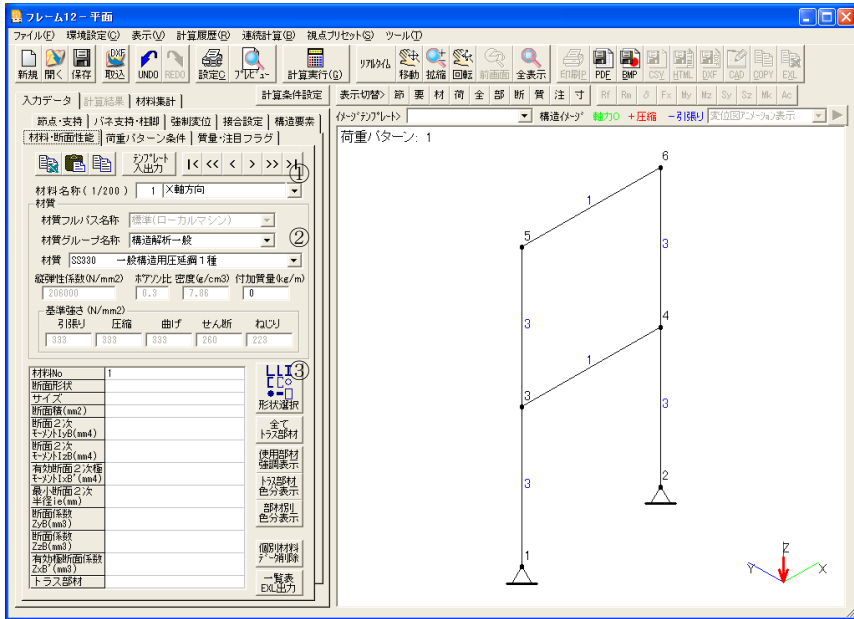
注) 選択範囲のデータを修正

この材料番号と回転角の変更は「UNDO」ボタンをクリックして元に戻しておきます。なお「フレーム構造解析 8」には「材料番号と節点番号の昇順でソート」ボタンがこのタブにありましたがプルダウンメニューの「ツール」メニューに移動しています。「ツール」メニューの各機能については後で説明します。


では次は「材料・断面性能」タブをクリックして要素に使用する材料の設定方法を見ていきましょう。

## 5. 材料・断面性能設定

「材料・断面性能」のタブをクリックすると材質と断面性能の設定欄が表示されます。



入力の方法は次の手順で行います。以下に図中の丸数字を元に説明していきます。

①材料番号を選択します。材料番号はスクロールボタン  か、その下の材料名称のリストボックスで選択します。

このボタンの操作は[<] [>] 前後に一つずつ進み、[<<] [>>] は前後の材料名称が未設定の材料番号は飛ばして材料名称が設定してある材料番号に進み、[K] は材料番号の先頭の1、[>] は最後の材料番号の200に進みます。通常は1から順に設定すれば良いでしょう。

また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が良いでしょう。材料名称を設定しておくで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分かるような材料名称を付けておくで便利です。なお材料名称が未入力でもリストボックスには材料番号が表示されますので材料番号の選択にも使えます。

〔フレーム構造－平面〕では材料番号は1～200まで使用でき、材料名称や断面形状が未設定の材料番号があってもかまいません。

②材質は材質フルパス名称、材質グループ、材質の順で選択していきます。

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材質フルパス名称にデフォルトの〔標準（ローカルマシン）〕が表示されて変更が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。またこの機能の詳細は「第8章 データファイル管理」を参照してください。

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で、〔フレーム構造解析 12〕にはその他に「鉄骨構造(長期)」の材質グループがあります。なお材質グループの詳しい機能は後で説明します。

最後に材質を選択します。材質も材料番号単位に選択することができますので最大200種類の材質を使い分けることができます。

材質のリストボックスには選択した材質グループで設定されている材質が登録されています。特殊なものは〔任意〕を選択して縦弾性係数、ポアソン比、密度、各応力の基準強さの欄で入力します。

〔フレーム構造解析 12〕の材質データには「付加質量」が追加されています。これは強度には寄与しないが質量が付加されている場合に使います。例えば強度部材としての鋼材の上に別の部材がただ乗っているだけのような状況になります。従来では分布荷重として設定するものになりますが「付加質量」を使えば乗せている部材のm当たりの質量で入力でき加速度に応じた荷重が発生するようになります。ただし「付加質量」は材質データファイルで登録するものではなく材料番号毎に設定する項目となりますので「付加質量」を設定している場合は材料名称にもそのことを加えておくとういでしょう。

〔フレーム構造－平面〕では基準強さは応力毎に設定され計算結果にはこの基準強さと各応力から安全率を求めます。また密度と部材の断面積、部材の長さから求めた総重量も表示されます。

さらに「第8章データファイル管理」で説明していますが材質のデータファイルを編集して表示される材質や縦弾性係数、基準強さ等を変更することもできます。

- ③ [形状選択] ボタンかトラス部材以外のデータ表示欄をクリックすると断面形状選択ダイアログがオーバーラップして表示されます。

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。またこの機能の詳細も「第8章 データファイル管理」を参照してください。

断面の形状名称を選択すると左側に選択した断面形状のイメージが表示され、設定してあるサイズがサイズ選択欄に表示されますのでサイズを選択します。選択した断面形状の断面性能は右側の欄に表示されます。次にH形鋼を選択した例を示します。

断面形状 1 選択	
<b>サイズ</b> HxBxt1xt2  <b>断面性能設定</b> 単位: mm    有効数字: 4 <input type="checkbox"/> 指数表示 <input type="checkbox"/> せん断応力算出にせん断有効断面積を使用する	<b>断面形状フォルダ名称</b> 標準(ローカルマシン) <b>形状名称</b> H形鋼 <b>サイズ</b> 100x100x6x8
<b>断面積 (mm<sup>2</sup>)</b> 2159 <b>Y方向せん断有効断面積(mm<sup>2</sup>)</b> 1504 <b>Z方向せん断有効断面積(mm<sup>2</sup>)</b> 504 <b>断面2次モーメントIyB (mm<sup>4</sup>)</b> 3780000 <b>断面2次モーメントIzB (mm<sup>4</sup>)</b> 1340000 <b>有効断面2次極モーメントWpB'</b> 40180 <b>最小断面2次半径ie (mm)</b> 24.9 <b>断面係数ZyB (mm<sup>3</sup>)</b> 75600 <b>断面係数ZzB (mm<sup>3</sup>)</b> 26700 <b>有効断面係数Zx'B' (mm<sup>3</sup>)</b> 5023	<b>部材表示色</b> R: 0    G: 0    B: 0    < 一覧から選択 <b>座屈チェック</b> <b>確定</b> <b>キャンセル</b>

イメージにはY B、Z Bという座標軸が表示されています。またX Bは部材の軸方向になっています。Bというのは部材座標の意味で構造全体の座標とは別の座標系になります。

[フレーム構造－平面] ではせん断応力の算出にせん断有効断面積を使用することができます。

せん断応力にせん断有効断面積を使用したい場合は左下の断面性能設定にある“せん断応力算出にせん断有効断面積を使用する”をチェックします。なお“せん断応力算出にせん断有効断面積を使用する”の設定は全ての断面性能に対して有効となり個別に設定を変更することはできません。また“せん断応力算出にせん断有効断面積を使用する”がチェックされている場合にせん断有効断面積が0の材料があると材料を確定できませんので注意してください。

せん断有効断面積については「第4章 基本操作」の「18. せん断有効断面積について」も参照してください。

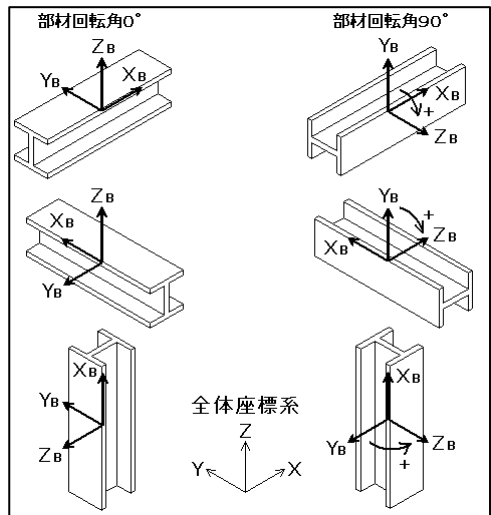
〔フレーム構造解析12〕から材料番号毎に表示色を設定して構造イメージを色分け表示できる機能が追加されています。個別の設定方法は「断面形状選択ダイアログ」の右下でRGBの数値を入力するか〔<一覧から選択〕ボタンで表示色一覧ダイアログを表示して選択できます。この機能については「第4章 基本操作」の「12. 部材色分け表示機能について」を参照してください。また「11. 材料名称・部材色設定／テンプレート入出力」では部材表示色を後からまとめて設定できる機能も説明していますので合わせて参照してみてください。

〔フレーム構造－平面〕は〔フレーム構造－立体〕をベースに2次元の構造物しか設定できないように制限したもので計算上は3次元の解析を行います。各構造要素についても任意の向きで断面を設定でき〔フレーム構造－平面（立体も同じ）〕ではユーザーの手間を最小限にするため部材座標のZBを基準として部材回転角で設定するようになっています。

右に解説図を示しますが部材回転角が $0^\circ$ の場合は垂直以外の部材では部材がどのような方向であっても部材座標のZBが最も上に向く（斜め上も含む）ように配置されます。

部材座標のXBは常に材料の軸方向ですので部材座標のXB・ZB平面は常に垂直面になります。垂直の部材ではYBが全体座標のY軸方向と一致するように設定されます。

部材座標のXBの向きは構造要素条件の節点の設定によって決まりますので垂直部材の場合ZBの向きはX+とX-のいずれかになります。



この部材回転角が $0^\circ$ の場合を基準として、部材軸方向XBを回転軸として右ネジ（〔構造要素〕タブの“回転角反転”がチェックされていると左ネジ）の向きを+として回転角を設定します。



部材の始点側から終点側を見て時計回り（回転角反転がチェックされていると反時計回り）が+となります。部材回転角には任意の角度が入力できますが通常は $0^{\circ}$  か  $90^{\circ}$  がほとんどだと思います。次に作業平面と「構造解析 6」の「使用する向き」との関係を説明します。

- ・作業平面を「XZ平面」とした場合は部材回転角 $0^{\circ}$ で従来の「使用する向き」でいうと「X（縦）」になります。作業平面を「XZ平面」で従来の「使用する向き」を「Y（横）」にしたい場合は部材回転角を $90^{\circ}$ にします。
- ・作業平面を「YZ平面」として従来の「使用する向き」の「X（縦）」と同じ設定にするには水平の部材は部材回転角を $0^{\circ}$ とし、斜めを含めて水平以外の部材回転角を $90^{\circ}$ にする必要があります。
- ・作業平面を「XY平面」として部材回転角が $0^{\circ}$ の場合は従来の「使用する向き」の「Y（横）」となり、従来の「使用する向き」の「X（縦）」と同じ設定にするには全ての部材回転角を $90^{\circ}$ とします。

部材座標と部材回転角は2次元の「構造解析 6」では使っていない考え方で分かりにくいかも知れませんが「構造解析 6」ではできなかった部材を任意の角度に回転させることも可能になります。

3次元の「フレーム構造－立体」では部材座標と部材回転角の関係はさらに重要になりますので「フレーム構造－立体」のチュートリアルでは事例を増やして解説しています。できればそちらも参照して部材座標と部材回転角の関係を良く理解してください。

またこの部材回転角の設定については「第4章 基本操作」の「5. 環境設定」で説明するイメージ表示条件で部材座標を表示させたり断面形状を表示すると非常に分かりやすく設定ができるようになります。

形状名称で「鋼管」「平鋼」「丸鋼」を選択し、サイズに「任意」を選択すると寸法入力欄が表示され任意の寸法の材料を使用することができます。このときの断面性能は自動で計算されます。

形状名称で「任意」を選択すると断面性能の表示欄で任意の断面性能を直接入力できます。このとき必要に応じて表示用の名称とサイズを入力します。

「フレーム構造－平面（立体も同じ）」では部材のねじりの影響も考慮しているため有効断面2次極モーメントと有効極断面係数が必要となっています。

円形断面の場合は断面2次極モーメントと同じなので簡単に計算で求められますが、それ以外の断面の場合は形状によってねじりに影響する断面の領域が変わってくるので断面2次極モーメントとは異なる値になり容易には求められません。

任意の断面形状で計算したい場合は断面形状をDXFファイルで作成して「フレーム構造解析 12 / 2D」の「断面性能計算」コマンドで計算して「形状データ登録」をしてください。

また簡単な形状の場合は「第4章 基本操作」の「19. 有効断面2次極モーメントについて」を参照して手計算で求めることもできます。

断面形状選択のウインドウの「座屈チェック」ボタンをクリックすると次に示す座屈チェックダイアログが表示され選択した断面形状、サイズでの座屈チェックが行えます。

座屈計算を行うには柱の端末条件を選択して材質の区分を選択し、柱の長さを入力します。これらの条件を変更すると直ちに再計算され座屈荷重が表示されます。

このとき柱の細長比によって適用できる公式が異なりますので適用範囲に「内」と表示されている値を参照してください。

**座屈チェック**

柱の端末条件

- ☒ 1:一端固定、他端自由
- ☐ 2:両端支持(回転自由)
- ☐ 3:一端固定、他端支持
- ☐ 4:両端固定

材質区分

- ☒ 軟鋼
- ☐ 鋳鉄
- ☐ 硬鋼

柱の長さ(mm) 0

公式	座屈荷重(kgf)	適用範囲
オイラー		
ランキン		
テトマイヤー		

戻る

この座屈チェックは本体の計算とは独立したものであり、材質も軟鋼、練鉄、硬鋼の3種類に限定されたもので、簡単な座屈荷重の目安として使用してください。


ここでの座屈計算とは別に本体の計算でも構造要素毎に座屈計算が行われますがその場合の計算条件は材質が軟鋼の両端支持で公式はオイラーかランキンを用いるようになっていきます。

断面形状が選択されるとデータ表示欄に選択した断面の断面性能が表示されます。

ここではH形鋼の100x100x6x8を選択しています。作業平面は[XZ平面]で部材回転角は0のままになっているので[構造解析6]の“使用する向き”でいうと[X(縦)]ということになります。

また構造作成ウィザードでZ方向の要素を材料番号3で作成しているので材料番号3にも同じ材料を選択しておきます。

材料No	1
断面形状	H形鋼
サイズ	100x100x6x8
断面積(mm <sup>2</sup> )	2159
断面2次モメントIyB(mm <sup>4</sup> )	3780000
断面2次モメントIzB(mm <sup>4</sup> )	1340000
有効断面2次極モメントIxB'(mm <sup>4</sup> )	40180
最小断面2次半径ie(mm)	24.9
断面係数ZyB(mm <sup>3</sup> )	75600
断面係数ZzB(mm <sup>3</sup> )	26700
有効極断面係数ZxB'(mm <sup>3</sup> )	5023
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

部材別色分表示

個別材料データ削除

一覧表EXL出力

設定欄の右にある[使用部材強調表示]のボタンが押されているとその材料番号を使っている要素がハイライト表示されます。このボタンはクリックする毎に凹んだり元に戻ったりします。

[全てトラス部材] [トラス・ブレース色分け表示]のボタンや設定欄のトラス部材の行については「17. トラス部材の使用方法」で説明します。

[部材別色分表示] ボタンを押すと設定された部材表示色で構造イメージを表示します。この機能については「第4章 基本操作」の「12. 部材色分け表示機能について」を参照してください。

[個別形状データ削除] ボタンをクリックすると確認メッセージが出てOKすると表示されている材料番号の設定がクリアされます。

[一覧表EXL出力] は[フレーム構造解析12]で追加された機能で材料一覧表を断面イメージ付きでエクセルに出力できます。この機能については「第4章 基本操作」の「13. 一覧表EXL出力機能について」を参照してください。

次は[荷重パターン条件] タブをクリックして荷重の設定方法を見ていきましょう。

## 6. 集中荷重設定

[集中荷重]を設定するには[荷重パターン条件]のタブを開き、その[集中荷重]タブを開きます。

〔荷重パターン条件〕は最大50の荷重パターン番号毎に3行のコメント、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加速度条件や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。

なお〔構造解析6〕では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や加速度の設定欄もありましたが、〔フレーム構造－平面〕では〔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おり、“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。

〔荷重パターン条件〕のタブにある〔集中荷重〕のタブを開いたら設定したい節点の設定欄をクリックするかイメージの節点を指差しアイコンのマウスで左クリックしてデータ入力ボックスが表示されたカレントの状態にします。

データ入力ボックスでは各軸方向の荷重値を入力するようになっています。従来の2次元の〔構造解析6〕では荷重の方向を“垂直方向”や“水平方向”としていましたが〔フレーム構造－平面〕では全体座標系が基準となります。

作業平面が〔XZ平面〕では従来の“垂直方向”は全体座標のZ軸マイナス方向となり、“水平方向”はX軸方向となります。なお荷重条件は特に制限がなく3次元方向に設定できますので〔構造解析6〕では設定できなかった方向（この例ではY軸方向）にも荷重をかけることができます。

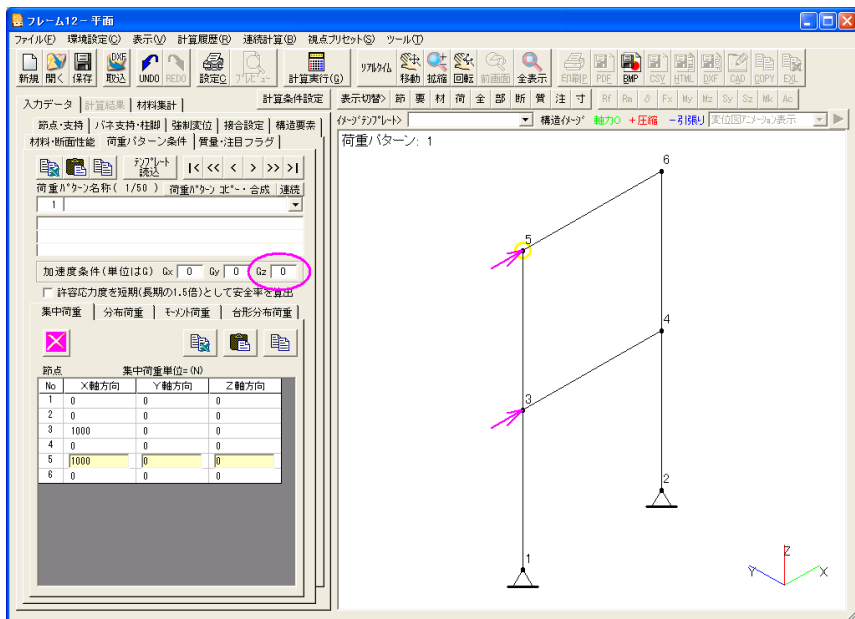
集中荷重のデータ入力ボックスの基本的な動作は節点・支持条件や構造要素などと同じでWindowsの標準の機能を使ってキーボードの〔Tabキー〕を押すと右のデータ入力ボックスにフォーカスが移動し、〔Shift+Tabキー〕で左にフォーカスが移動します。

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。なお集中荷重のデータ表示欄の行数は節点数で決まっていますのでデータ入力ボックスが最下行にある場合に〔Enterキー〕を押すと1行目に移動し、1行目にデータ入力ボックスあるとき〔Shift+Enterキー〕を押すと最下行に移動するようになっています。

さらに節点・支持条件でも説明していますが座標値や集中荷重のような数値入力のデータ入力ボックスにフォーカスがある場合に〔Ctrl+Cキー〕でその数値をコピーし、フォーカスを移動してから〔Ctrl+Vキー〕で別のデータ入力ボックスに貼り付けることもできるようになっています。

集中荷重のデータ入力ボックスに数値を入力すると次に示すように集中荷重のイメージが表示されますので符号の向きが確認できます。またイメージ表示条件で“荷重イメージの自動拡大縮小”をチェックすると荷重イメージが荷重の大きさに対応して拡大縮小するようになっています。

ここでは節点3と節点5にX軸方向（従来の水平方向）に1000Nの集中荷重を設定しておきます。また加速度条件は自重の影響を考慮するための $G_z = -1$ がデフォルトで入っていますが引き続きの説明には $G_z$ に0を入力して自重の影響を受けないようにしておきます。



なお全体座標の基準軸以外の斜めの方向から集中荷重がかかる場合はあらかじめ各基準軸に換算した分力を求めておくか、〔フレーム構造解析 1 2〕では一括修正機能の〔傾斜荷重ウィザード〕を利用して簡単に設定できるようになっています。これについては〔3 0. 一括修正機能について〕で説明します。

データ入力ボックスは、点・支持条件と同様に表示したままでも他のタブをクリックするとその時のデータを取得して消えるようになっていきますので表示したままでも次の操作に移ってかまいませんがデータ入力ボックスを消したい場合はイメージ上でマウス右クリックすると消えるようになっていきます。

既に設定されている集中荷重を修正したい場合もその設定行をカレントにして、データ入力ボックスに表示された数値を修正します。またこのタブ左上にある [×] ボタンは [全消去] ボタンになっていてこれをクリックすると確認メッセージが出て、そこで [OK] するとカレントの荷重パターン番号の集中荷重の設定を全て消去することができます。

次は [分布荷重] タブをクリックして分布荷重の設定方法を見ていきましょう。

## 7. 分布荷重設定

[分布荷重] のタブをクリックすると要素数に応じた分布荷重の設定欄が表示されています。分布荷重を設定したい場合は設定したい要素の設定欄をクリックするかイメージの要素を指差しアイコンのマウスで左クリックしてデータ入力ボックスを表示させて各軸方向の荷重値を入力していきます。

分布荷重のデータ入力ボックスも集中荷重と同じ操作でフォーカスや行の移動、数値のコピーや貼り付けができます。

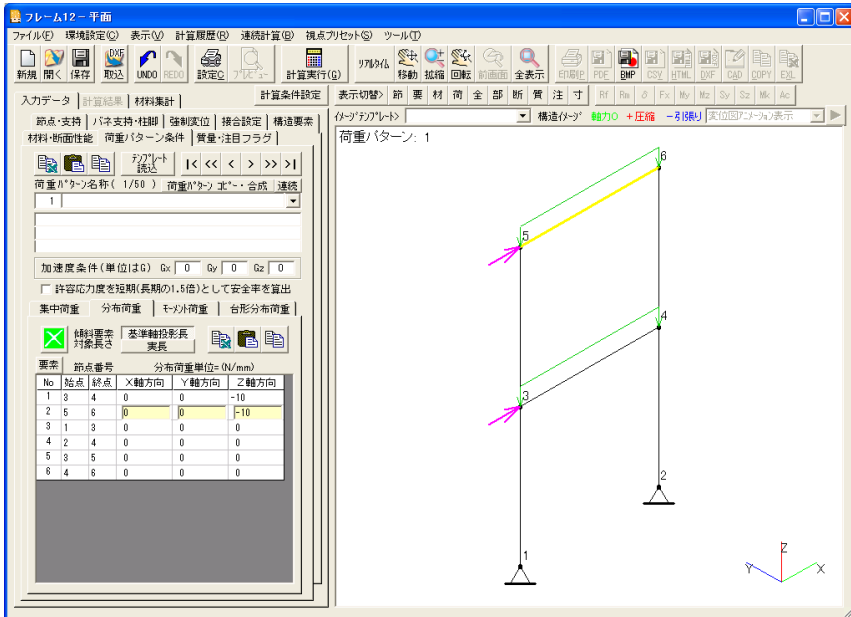
分布荷重の符号も集中荷重と同様に全体座標が基準となりますので下方方向の荷重はZ軸方向のマイナス荷重として入力してください。なお [構造解析 6] の要素直交方法の分布荷重の設定はありませんが必要な場合は次に説明する傾斜要素対象長さの設定を参考に設定してください。

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。

また傾斜する要素に直交する方向に分布荷重をかけた例では、各基準軸方向の分力を求めて入力する場合は [実長] を選択し、元の分布荷重と同じ荷重値を各基準軸方向にかけて [基準軸投影長] を選択しても分布荷重による総荷重とその方向は前者と同じになりますので設定しやすい方を選択すると良いでしょう。この例のように要素が基準軸方向に設定されている場合はどちらを選択しても同じになります。

なお分布荷重でも [フレーム構造解析 12] の一括修正機能の [傾斜荷重ウィザード] を利用すると各基準軸方向の分力を簡単に設定できるようになっています。これについても [30. 一括修正機能について] で説明します。

ここでは要素3と要素5のZ軸方向に $-10\text{ N/mm}$ （マイナスなので従来の垂直方向）の分布荷重を設定しておきます。数値を入力すると下に示すように分布荷重のイメージが表示されますので符号の向きが確認できます。



なおイメージ表示条件で“荷重イメージの自動拡縮”をチェックすると分布荷重のイメージも荷重の大きさに対応して拡縮するようになっています。

データ入力ボックスは集中荷重と同様に表示したままでも他のタブをクリックするとその時のデータを取得して消えるようになっていますので表示したままでも次の操作に移ってかまいませんがデータ入力ボックスを消したい場合はイメージ上でマウス右クリックすると消えるようになっています。

既に設定されている分布荷重を修正したい場合もその設定行をカレントにして、データ入力ボックスに表示された数値を修正します。またこのタブ左上にある[×]ボタンは[全消去]ボタンになっていてこれをクリックすると確認メッセージが出て、そこで[OK]するとカレントの荷重パターン番号の分布荷重の設定を全て消去することができます。

なお上記の [×] ボタンの下にある [要素] の表示はボタンになっていてクリックする毎に [材料] と [要素] の表示が切り替わり、その下のデータ表示欄のNoのカラムが [要素] の時は要素番号、[材料] の時は材料番号が表示されるようになっていきます。材料が多いときに材料毎に分布荷重をかけたい場合には材料番号を表示しておくとうりやすいです。

次は [モーメント荷重] タブをクリックしてモーメント荷重の設定方法を見ていきましょう。

## 8. モーメント荷重設定

[モーメント荷重] のタブをクリックすると節点数に応じたモーメント荷重の設定欄が表示されています。

[構造解析 6] の [ラーメン構造解析] にはモーメント荷重はありませんでしたが、設定方法は集中荷重と同じでモーメント荷重を設定したい場合は設定したい節点の設定欄をクリックするかイメージの節点を指差しアイコンのマウスで左クリックしてデータ入力ボックスが表示されたカレントの状態にします。

データ入力ボックスでは各軸回りのねじりトルクを入力するようになっています。符号は全体座標を回転軸として右ネジ方向を+としています。

モーメント荷重のデータ入力ボックスも集中荷重や分布荷重と同じ操作になります。

全体座標の基準軸以外の方向からモーメント荷重がかかる場合はあらかじめ各軸方向の分力を求めておく必要があります。

なおイメージ表示条件で“荷重イメージの自動拡張”をチェックするとモーメント荷重のイメージも荷重の大きさに対応して拡張するようになっています。

データ入力ボックスは集中荷重と同様に表示したままでも他のタブをクリックするとその時のデータを取得して消えるようになっていますので表示したままでも次の操作に移ってかまいませんが入力ボックスを消したい場合はイメージ上でマウス右クリックすると消えるようになっています。

既に設定されているモーメント荷重を修正したい場合もその設定行をカレントにして、データ入力ボックスに表示された数値を修正します。またこのタブ左上にある [全消去] ボタンをクリックすると確認メッセージが出て、そこで [OK] するとカレントの荷重パターン番号のモーメント荷重の設定を全て消去することができます。



モーメント荷重も「フレーム構造解析 1 2」の一括修正機能に対応していますが「傾斜荷重ウィザード」はありません。モーメント荷重の一括修正機能についても「3 0. 一括修正機能について」で説明します。

なお引き続いての説明にはモーメント荷重は使いませんのでもし入力してしまったら「全消去」ボタンで消去しておいてください。

次は「フレーム構造解析 9」から追加された台形分布荷重の設定方法を見ていきましょう。

## 9. 台形分布荷重設定

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。

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。

No	節点番号	X軸方向	Y軸方向	Z軸方向
1	始点 1	5	0	0
	終点 3	10	0	0

荷重値は始点と終点で異なってもかまわないので台形分布荷重や三角分布荷重の設定ができるようになっています。ただし台形分布荷重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。要素の有無等のチェックは有りませんので台形分布荷重を設定する場合は十分注意して設定してください

また傾斜要素対象長さは「分布荷重」のタブで選択したものが使われます。変更したい場合は「分布荷重」のタブを開いて変更してください。

台形分布荷重を修正したい場合はその設定行をカレントにして、データ入力ボックスに表示された節点番号や数値を修正します。また「削除」や「挿入」ボタンの使い方は節点支持条件や構造要素と同様です。このタブ左上にある「全消去」ボタンをクリックすると確認メッセージが出て、そこで「OK」するとカレントの荷重パターン番号の台形分布荷重の設定を全て消去することができます。

なお引き続きの説明には台形分布荷重は使いませんのでもし入力してしまったら [全消去] ボタンで消去しておいてください。

次は [フレーム構造解析 9] から追加された節点質量の設定方法を見ていきましょう。

## 10. 節点質量設定

節点に重量物が載っている場合、従来は集中荷重として設定していましたが [フレーム構造解析 9] から節点に質量を設定し加速度をかけて荷重として扱うことができるようになっていきます。

節点質量を設定したい場合は [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右に示すように設定したい節点の設定欄をクリックするかイメージの節点を指差しアイコンのマウスで左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。

節点					
No.	X座標	Y座標	Z座標	質量(kg)	フラグ
1	0	0	0	0	
2	1000	0	0	0	
3	0	0	1000	0	
4	1000	0	1000	0	
5	0	0	2000	100	
6	1000	0	2000	0	

単位はデフォルトが kg ですが [フレーム構造解析 10] 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 kg 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 kg は 9.80665 N に変換されて表示されます。この切り替えはザッと 1 G かかった時の荷重値の目安として使ってください。

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。 [フレーム構造解析 10] からイメージ表示条件の質量点のところの “荷重イメージで表示” をチェックすると質量×加速度に応じた矢印付きの荷重のイメージで表示できるようになっています。また質量値や質量×加速度の荷重値を表示したり単位を付けて表示することもできます。これも [はりの計算] と同様にイメージ表示枠上の [質] ボタンやショートカットキーに登録されているキーボードの [F8] ボタン (ショートカットキーのデフォルト設定は [はりの計算] と異なるので注意) でも簡単に切り替えができますのでどのような表示が可能なのか試してみると良いでしょう。

なお質量 1 k g で加速度を 1 G としたときに発生する荷重は工学単位で 1 k g f になり、S I 単位では 9 . 8 0 6 6 5 N 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。

なお引き続きの説明には節点質量は使いませんがもし入力してしまったら [全消去] ボタンで消去しておいてください。なお [質量・注目フラグ] のタブにある [全消去] ボタンでは次で説明する注目フラグの設定も消去してしまうので注意してください。

次は [フレーム構造解析 9] から追加された注目フラグの設定方法を見ていきましょう。

## 1 1 . 注目フラグ設定

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 ( F L A G 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。

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

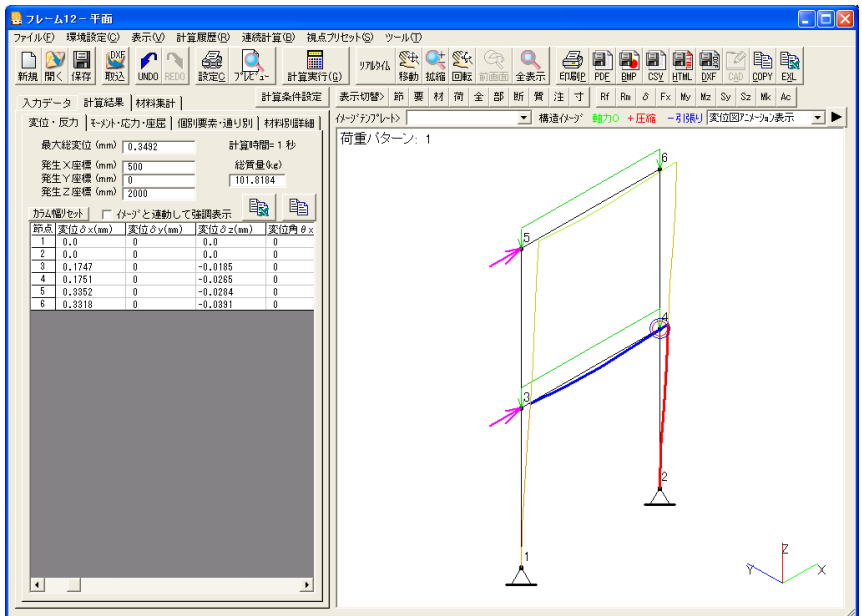
節点質量・注目フラグの「フレーム構造解析 12」の一括修正機能に対応しています。これについては「30. 一括修正機能について」で説明します。

引き続いての説明には注目フラグは使いませんがもし入力してしまったら「全消去」ボタンで消去しておいてください。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。

ではモーメント荷重、台形分布荷重、節点質量、注目フラグの設定はなしで全ての加速度も0にして自重を考慮しない条件にして「計算実行」ボタンをクリックして計算してみます。

## 12. 計算結果と高解像度対応

「計算実行」ボタンをクリックすると計算が実行され構造メージに変形した構造が表示されます。またメインのタブが「計算結果」に切り替わり「変位・反力」のタブが開きます。



〔変位・反力〕のタブでは3次元での最大総変位とその発生位置、総重量などが上部に個別に表示され、その下の表示欄には節点番号毎に総変位を全体座標の各軸方向の変位と変位角が表示されます。また支持点となっている節点には反力と反モーメントも表示されます。

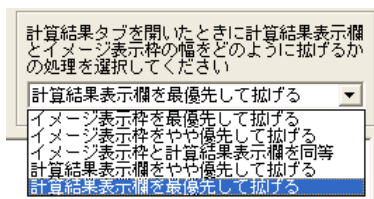
変位や力の符号は全体座標系と同じ扱いになります。モーメントは各部材の部材座標を基準として右ネジ方向が+となっています。

また変形した構造イメージはイメージ表示条件設定で軸力や応力によって色分けできるようになっています。この色分けをしないようにしたり、元の構造要素を薄く表示して変形後の状態を見やすくすることもできます。また〔フレーム構造解析9〕から反力のイメージも表示できるようになっています。これらの設定については後で説明する「2.1. イメージ表示条件について」を参照してください。

「第4章 基本操作」の「9. ウィンドウサイズ」で説明したように従来からメインのダイアログを上げたことは可能でしたがダイアログを上げた場合にはイメージ表示は大きくなりましたが計算結果表示欄は上げられなかったのものでそれで横にスクロールして確認する必要がありました。

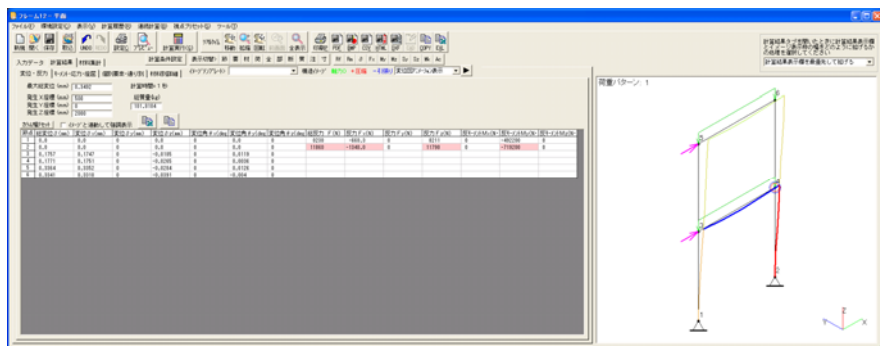
〔C A D T O O L シリーズ〕は基本的には1024×768の解像度を基本に画面のデザインをしていますが最近ではこれを越える高解像度のディスプレイが普及しています。そこで〔フレーム構造解析12〕ではメインのダイアログを上げた場合に計算結果表示欄も上げられるようにしています。

メインのダイアログを上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上げるかの設定が表示されます。



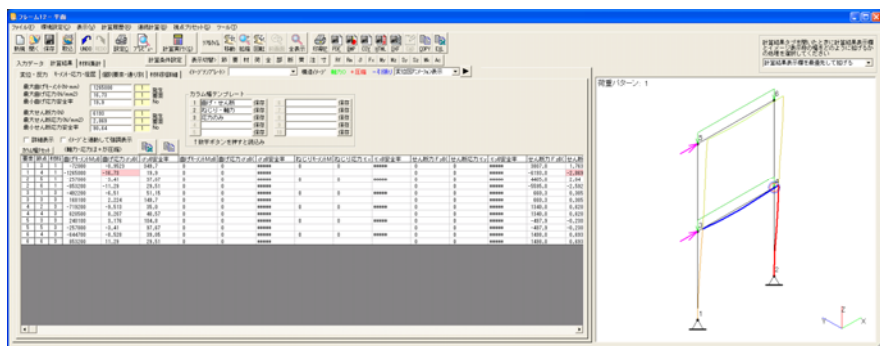
〔イメージ表示枠を最優先して上げる〕を選択すると従来と同様にダイアログを上げた場合にイメージ表示枠が広がっていきます。一方「計算結果表示欄を最優先して上げる」を選択するとイメージ表示枠は最小の幅となり計算結果表示欄が広がっていきます。中間の設定を含めて5種類の設定が選択できるようになっていますのでお使いのディスプレイの解像度や目的に応じて見やすい設定を選択してください。

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広げる」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。

「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カラム幅テンプレート機能を追加しています。

カラム幅テンプレート

1	曲げ・せん断	保存	6		保存
2	ねじり・軸力	保存	7		保存
3	応力のみ	保存	8		保存
4		保存	9		保存
5		保存	10		保存

↑数字ボタンを押すと読み込み

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。  
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。



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。ただし解像度が1024×768レベルの場合はダイアログを上げたときの設定やカラム幅テンプレートは表示されませんのでこれらの機能は使えません。

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。

「モーメント・応力・座屈」タブには最大曲げモーメント、最大曲げ応力、最小曲げ応力安全率、最大せん断力、最大せん断応力、最小せん断応力安全率とそれらの発生要素Noが上部に個別に表示されます。

またその下の表示欄には各構造要素の始点、終点の節点毎に、曲げモーメント、曲げ応力、曲げ応力安全率、せん断力、せん断応力、せん断応力安全率、要素全長、座屈荷重、軸力が圧縮の場合は座屈安全率が表示され、さらに相当曲げモーメント、相当曲げ応力などの合成応力関係の値が表示されます。

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)				1265000		1		発生要素							
最大曲げ応力(N/mm2)				16.73		1		発生要素							
最小曲げ応力安全率				19.9		1		No							
最大せん断力(N)				6193		1		発生要素							
最大せん断応力(N/mm2)				2.869		1		発生要素							
最小せん断応力安全率				90.64		1		No							

これらは全ての計算結果を一度に表示することはできないのでスクロールバーを使ってスクロールさせて確認してください。またタブ中央にある“イメージと連動して強調表示”をチェックするとイメージの要素あるいは計算結果表示欄のどちらをクリックしてもイメージ上の要素と対応する計算結果の行が強調表示されるようになっています。要素が多くイメージ上の要素と計算結果の対応がわかりにくいときに使用すると便利な機能になります。なおこの機能は後で説明する「材料別詳細」タブでも使えるようになっています。

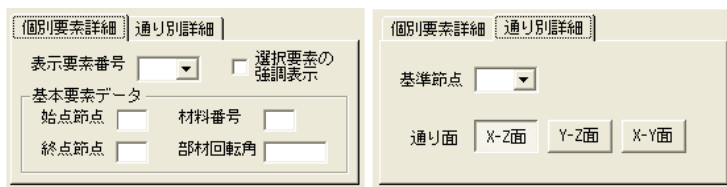
なお「フレーム構造－平面」では「計算条件・単位設定」のダイアログで過大な値になりやすい相当曲げ応力や相当ねじり応力を合成応力に使わない設定も追加されています。合成応力関係についての詳細は「第4章 基本操作」の「20. 合成応力について」を参照してください。

せん断応力については材料選択ダイアログで“せん断応力算出にせん断有効断面積を使用する”がチェックされている場合には各方向のせん断有効断面積を用いてせん断応力を求め、チェックされていない場合は全断面積で求めたせん断応力となっています。いずれにしても断面形状によるせん断応力の分布等を考慮したものではなくせん断力を断面積で割った平均応力となっているので、断面形状によるせん断応力の分布まで考慮して設計されている方は注意してください。なおせん断有効断面積については「第4章 基本操作」の「18. せん断有効断面積について」を参照してください。

各安全率については「第4章 基本操作」の「16. 材質データ」の基準強さと安全率の説明を良く理解して運用してください。

座屈安全率は座屈荷重を軸力で割ったもので座屈するまでにどのくらいの余裕があるかの目安として使ってください。この座屈安全率も必要な安全率は使用状況で大きく変わりますので設計者自身で判断するようにしてください。

「個別要素・通り別」タブにはさらに次に示す「個別要素詳細」タブと「通り別詳細」タブがあります。



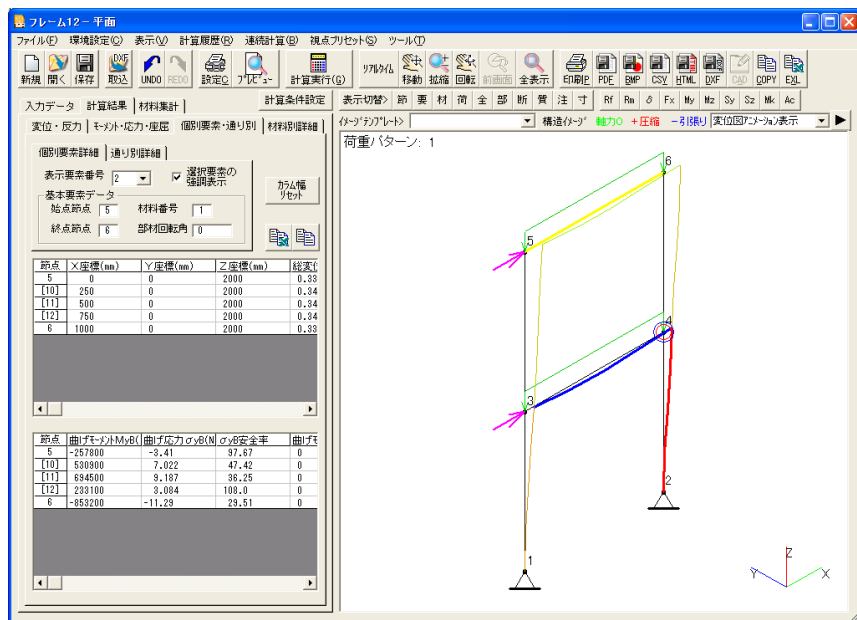
「個別要素詳細」ではリストボックスで表示要素番号を選択するかイメージの要素を指差しアイコンでマウス左クリックすると選択した要素の詳細な計算結果を見ることができます。



「通り別詳細」では通り面を選択しておき基準節点をリストボックスで選択するかイメージの節点を指差しアイコンでマウス左クリックすると選択した基準節点を含む通り面の計算結果が表示されます。また対象となる通り面以外の構造イメージは薄く表示されるようになっています。ただし「フレーム構造－平面」では元々通り面ベースでの解析が多いと思われるので本機能は「フレーム構造－立体」で便利な機能と考えています。通り別詳細の操作は特に難しいものではないので各自で試してみてください。

「個別要素詳細」では要素を選択しますが要素番号が分かりにくい場合はイメージ表示枠上の「要」ボタンをクリックして要素番号を表示すると良いでしょう。ここにあるボタンをクリックすると節点番号や要素番号、材料番号など使用頻度の高いものの表示の切り替えができるようになっています。また「フレーム構造解析10」からショートカットキーにも割り当てができるようになっています。これらの設定については後で説明する「21. イメージ表示条件について」や「第4章 基本操作」の「6. 環境設定」の「ショートカットキー設定」を参照してください

次にダイアログの大きさを元に戻し「個別要素詳細」タブを開いて要素2を選択した例を示します。



ここでは「個別要素詳細」タブにある「選択要素の強調表示」をチェックして選択した要素を太く強調表示しています。また強調表示している場合はその要素のみ要素番号や材料番号が表示されます。また下段のカラム幅は「モーメント・応力・座屈」タブのカラム幅がデフォルトとなりますので見にくい場合は「カラム幅リセット」ボタンで元に戻してください。ただしここの「カラム幅リセット」ボタンは「モーメント・応力・座屈」のカラム幅には影響しません。

「フレーム構造－平面」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ます。「個別要素詳細」の計算結果にはその内部節点の計算結果も表示するようになっていきますので一つの要素の内部の様子が分かります。また内部節点には「 $\square$ 」がつくのでこの要素には3つの内部節点があることが分かります。

内部節点の数は「計算条件・単位設定」の計算精度の精度係数によって決まります。この計算例は計算精度を「標準」の精度係数4で計算したもので、要素を4つに区分しているため内部節点は精度係数から1引いた3個になります。このため一つの要素内での計算結果をさらに詳しく知りたい場合に「個別要素詳細」では計算精度をさらに大きくする必要がありますが、むやみに計算精度を上げて計算するよりは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「変位・反力」に計算結果が表示されるのでその方が分かりやすいでしょう。

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」機能を使うと簡単に要素に節点を挿入することができます。詳しくは「4. 構造要素設定」の⑧を参照してください。また計算精度については「第4章 基本操作」の「6. 環境設定」の「計算条件・単位設定」を参照してください。

「モーメント・応力・座屈」タブにある「詳細表示」チェックボックスをチェックすると右に示すようにそこにも節点番号に「 $\square$ 」がついた内部節点の計算結果を表示することができます。ただし表示されるデータ量が非常に多くなってしまうので、必要に応じて「個別要素詳細」や「通り別詳細」、後で説明する「材料別詳細」と使い分けてください。

最小せん断応力安全率

90.64

1


No


☒ 詳細表示

☐ イメージと連動して強調表示

カラム幅リセット

〈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 $\sigma_yB$	$\sigma_yB$ 安全率
1	3	1	-72000	-0.9523	349.7
1	[7]	1	567200	7.503	44.38
1	[8]	1	581400	7.691	43.3
1	[9]	1	-29370	-0.3885	857.2
1	4	1	-1265000	-16.73	19.9
2	5	1	-257800	-3.41	97.67
2	[10]	1	530900	7.022	47.42
2	[11]	1	694500	9.187	36.25
2	[12]	1	233100	3.084	108.0
2	6	1	-853200	-11.29	29.51
3	1	3	-492200	-6.51	51.15
3	[13]	3	-327100	-4.327	76.96

正常に計算が終了すると「各種出力」ボタンが使えるようになり、PDF、BMP、CSV、HTML、DXF形式のファイル出力や計算書印刷、CAD作図、エクセル貼り付けができるようになります。また「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できます。さらに「フレーム構造解析12」ではエクセル貼り付け時に構造イメージも貼り付ける機能が追加されています。

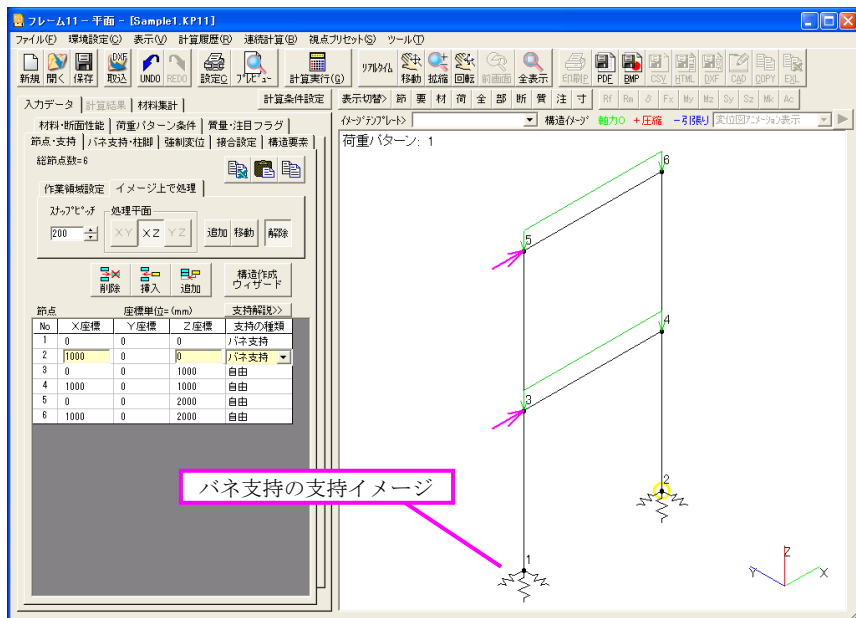
これらの操作については「第4章 基本操作」の「7. プレビューと各種出力」を参照してください。

なおこのデータはサンプルデータフォルダにSample1.KP12として保存しており、後の説明で随時読み込んで使えるようにしています。

## 13. バネ支持設定

ここでは支持の種類の「バネ支持」について説明します。設定データは「12. 計算結果」で使ったものを引き続き使っていきます。

ではメインのタブを「入力データ」にして「節点・支持」タブを開きます。ここで2つある支持点を全て「バネ支持」にしてみます。



支持の種類を変更するには設定欄の支持の種類をクリックするかイメージの節点を指差しアイコンのマウスで左クリックして、入力ボックスが表示されたカレントの状態でご変更します。

支持の種類をバネ支持にすると支持イメージの形状もバネのイメージに変更されます。支持の種類を2つとも「バネ支持」に変更したら「バネ支持・柱脚」タブを開きます。

「バネ支持・柱脚」のタブの“バネ支持”枠には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。

ここではイメージの支持点をマウスで指示するか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。

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	0	0	0
2	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。ここではXとYに1000、Zに5000を設定します。

この例のように複数のバネ支持があり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ますので、いちいち入力する手間が省けます。

ではイメージで支持点の節点1をクリックするか節点1設定行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。

続いて「先頭の値を全てに適用」ボタンをクリックして一気に設定を行った例を右に示します。

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	5000
2	1000	1000	5000

なおバネ定数が0の場合はその方向には自由ということになります。

またバネ支持では回転方向に関しては自由となり、ピン支持と同じ扱いで回転方向のバネ支持はできません。回転方向のバネ支持を使いたい場合は支持の種類の「柱脚」を選択します。

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。

その計算結果を右に示しますがここでは計算結果表示欄のカラム幅を変更してXとZの変位と反力が同時に見えるようにしています。

この結果から分かるように変位とバネ定数に応じた反力が発生しているのが分かります。  
また反力は変位の方向とは逆方向に働くので正負の符号は変位と反力で逆転しています。

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・変位	個別要素・通り別	材料別詳細		
最大総変位 (mm)		5.056	計算時間= 0 秒			
発生X座標 (mm)		1000	総重量 (kg)			
発生Y座標 (mm)		0	101.8184			
発生Z座標 (mm)		2000				
カラム幅リセット		<input type="checkbox"/> イメージと連動して強調表示				
節点	変位 $\delta_x$	変位 $\delta_y$	変位 $\delta_z$	反力 $F_x(N)$	反力 $F_z(N)$	反モーメント
1	0.9234	0	-1.4	-923.4	7000	0
2	1.077	0	-2.6	-1077.0	13000	0
3	2.882	0	-1.416			
4	2.883	0	-2.629			
5	4.314	0	-1.425			
6	4.31	0	-2.642			

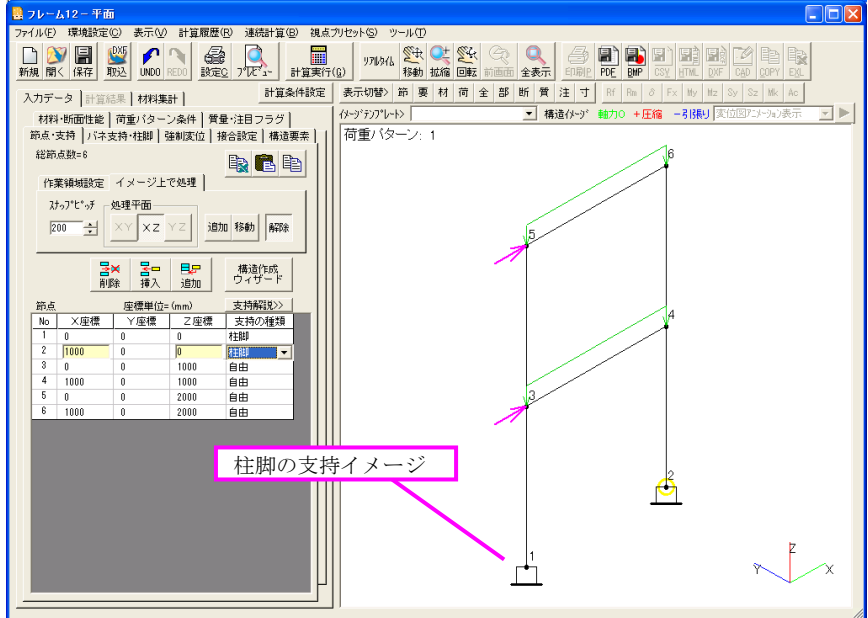
なおカラム幅の調整方法は表計算ソフト等と同様で一行目の項目欄の区切りにマウスを持っていくと左右矢印にマウスポインタが変わりますのでマウス左ボタンを押しながら希望の幅までドラッグします。うまく元に戻せなくなったら「カラム幅リセット」ボタンをクリックしてください。

## 1 4. 柱脚（回転バネ支持）設定

ここでは支持の種類の「柱脚」について説明します。設定データは「1 3. バネ支持設定」で使ったものを引き続き使っていきます。

支持条件のところでも説明しましたが「柱脚」は回転バネによる支持になり、全方向の位置は固定となります。汎用の回転バネとして使えますが用途としては露出型柱脚の支持が主となりますので「柱脚」という名称になっています。

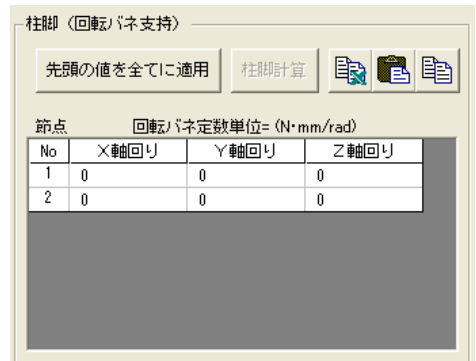
ではメインのタブを「入力データ」にして「節点・支持」タブを開きます。ここで2つある支持点を全て「柱脚」にしてみます。



支持の種類を2つとも「柱脚」に変更したら「バネ支持・柱脚」タブを開きます。

右に示すように「バネ支持・柱脚」のタブの下部にある“柱脚(回転バネ支持)”枠には支持条件で設定した数の柱脚の回転バネ定数の設定欄が表示されています。

ここでイメージの支持点をマウスで指示するか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。



ただし回転バネ定数といってもどれくらいの値を入れたらよいのかよく分からない場合もあると思いますので専用の計算ダイアログを用意しています。

データ入力ボックスを表示すると「柱脚計算」ボタンが使えるようになります。ここでは節点No.1の行をクリックしてデータ入力ボックスを先頭に表示したのち「柱脚計算」ボタンをクリックして次に示す「露出型柱脚の回転ベネ定数の計算」ダイアログを開きます。

突出型柱脚の回転バネ定数の計算

$$K_b = \frac{E \cdot n_t \cdot bA \cdot (dt + dc)^2}{R \cdot Lb}$$

$K_b$  : 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

$bA$  : アンカーボルトの軸断面積

$dt$  : 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

$dc$  : 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)

$Lb$  : アンカーボルトの有効長さ

入力データ

E (N/mm <sup>2</sup> )	206000
$n_t$	3
$bA$ (mm <sup>2</sup> )	452
$dt$ (mm)	180
$dc$ (mm)	125
$R$	2
$Lb$ (mm)	500

回転バネ定数

$K_b$ (N・mm/rad)	<input type="text" value="25985"/> × 10 <sup>6</sup>
------------------	--

(注)本計算の単位はSI単位

×Y軸回転方向に反映

×Y軸回転のみ反映

Y軸回転のみ反映

キャンセル

計算条件EXL出力

参考文献：鉄骨柱脚の耐震設計 秋山 宏 著 技報堂出版 1986

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。

柱脚計算は回転バネ定数を求めるための機能で従来は計算条件を保存したり出力したりできませんでしたが「フレーム構造解析 1 2」では「計算条件 E X L 出力」ボタンで次に示すように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。

**Microsoft Excel - Book1**

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	露出型柱の回転バネ定数の計算											
2	ファイル名											
3	出力コメント											
4	出力日時 2015/8/14 15:30											
5	入力データ											
7	E (N/mm <sup>2</sup> )	205000										
8	nt	3										
9	bA (mm <sup>2</sup> )	452										
10	dt (mm)	180										
11	dc (mm)	125										
12	R	2										
13	Lb (mm)	500										
14												
15	回転バネ定数											
16	Kb(N・mm/rad)	25985000000										
17												
18												
19												
20												
21												
22												
23												
24												
25												
26												
27												
28												

**Diagram:** A cross-section of a column with diameter  $\phi$ . It shows the effective length  $L_b$ , the radius of gyration  $R$ , the distance from the center to the reinforcement  $dt$ , and the distance from the center to the core  $dc$ . The diagram illustrates the rotation of the column under a moment.

**Formulas:**

$$K_b = \frac{E \cdot nt \cdot bA \cdot (dt + dc)^2}{R \cdot L_b}$$

**Legend:**

- $K_b$ : 柱脚の曲げ剛性 (回転バネ定数)
- $L_b$ : アンカーボルトのヤング率
- $nt$ : 引張側アンカーボルトの本数
- $bA$ : アンカーボルトの軸断面積
- $dt$ : 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
- $dc$ : 圧縮側の柱断面図心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

なお「計算条件 E X L 出力」以外では計算条件は保存されませんので必要に応じて出力したエクセルを保存しておいてください。

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。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。

右の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。

柱脚 (回転バネ支持)

先頭の値を全てに適用 柱脚計算

節点 回転バネ定数単位= (N・mm/rad)

No	X 軸回り	Y 軸回り	Z 軸回り
1	25985000000	25985000000	0
2	25985000000	25985000000	0

そこで計算を実行する前にプルダウンメニューの「環境設定」>「計算条件・単位設定」で変位・変位角の単位に「mm : rad」を選択して回転バネ定数の角度単位のラジアン (rad) に合わせておきます。またラジアン表示の変位角は非常に小さくなるので有効数字の桁数も 4 から 9 に増やしておきます。なお計算結果を確認したら元に戻しておきます。

計算条件・単位設定

計算精度 (S) 有効数字 (Y)

標準 9 ≥ 3

精度係数 4

単位 (U)

変位・変位角 荷重 長さ

mmrad N mm

☐ N/m2をPa, kN/m2をkPa, N/mm2をMPaで表示

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。

その計算結果を右に示しますがここでは計算結果表示欄のカラム幅を変更して Y 軸回りの変位角と Y 軸回りの反モーメントが同時に見えるようにしています。

なお変位角やモーメントは軸回りで扱いますので Y 軸回りとなっていることに注意してください。

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

最大総変位 (mm) 0.363154962 計算時間= 0 秒

発生 X 座標 (mm) 500 総質量 (kg) 101.8184

発生 Y 座標 (mm) 0

発生 Z 座標 (mm) 2000

カラム幅リセット ☐ グラフと連動して強調表示

節点	変位角 $\theta_y$ (rad)	反モーメント $M_y$ (N・mm)	反モーメント $M_z$ (N・mm)
1	0.00001877	-487743.792	0
2	0.000026668	-692955.12	0
3	0.000211939		
4	0.000085557		
5	0.000219712		
6	-0.000089695		



この結果から分かるように変位角と回転バネ定数に応じた反モーメントが発生しているのが分かります。

また「柱脚」は「全固定」と「ピン支持」に対し両者の中間の強度となり、回転バネ定数の値によりどちらかに近い強度になったりします。今回の回転バネ定数では変位の値で比較してみると「全固定」に近い強度であることが分かります。興味がありましたら各自で試してみてください。

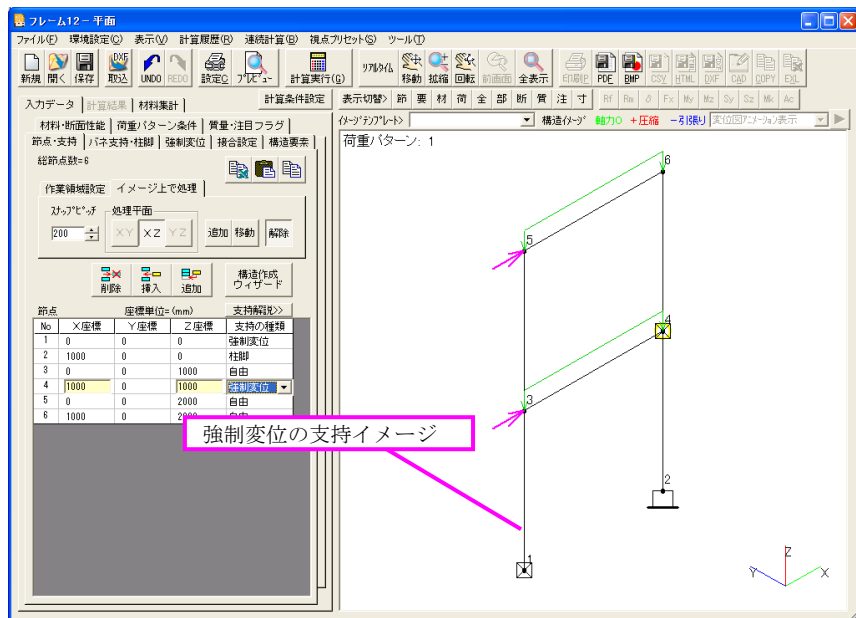
なおX-Y平面上に2箇所以上支持点がある場合はZ軸回りの回転バネ定数はほとんど影響しないと考えられ今回の設定ではZ軸回りの回転バネ定数は0のままにしています。構造によってZ軸回りの回転バネ定数が影響する場合は必要に応じて設定してください。

## 1 5. 強制変位設定

ここでは支持の種類の「強制変位」について説明します。設定データは「1 4. 柱脚設定」で使ったものを引き続き使っていきます。

ではメインのタブを「入力データ」にして「節点・支持」タブを開きます。ここでは「バネ支持」や「柱脚」と同様の操作で節点1と節点4の支持の種類を「強制変位」にしてみます。

支持の種類を「強制変位」にすると支持イメージの形状も強制変位イメージに変更されます。



支持の種類の変更ができれば「強制変位」タブをクリックします。

「強制変位」のタブには支持条件で設定した数の強制変位設定欄が表示されます。

ここでイメージの支持点をマウスで指示するか強制変位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強制変位を入力します。

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。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ます。したがって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。

なお強制変位の単位はプルダウンメニューの「環境設定」>「計算条件・単位設定」にある単位条件の変位・変位角の設定が適用されるようになっています。

なお「14. 柱脚（回転バネ支持）設定」で単位を変更している場合は「計算条件・単位設定」で変位・変位角の単位に「mm : deg」、有効数字の桁数も4に戻しておきましょう。

節点	強制変位単位=(mm)			強制変位角単位=(deg)		
No	DfX	DfY	DfZ	AfX	AfY	AfZ
1	3	2	1	0.2	0.2	0.2
4	10	8	6			

では右上のように強制変位を設定して計算を実行したものを右下に示します。

ここではバネ支持の時と同様にカラム幅を変更して変位と変位角が同時に見えるようにしています。

この結果からわかるように節点1と節点4の変位量が強制変位で設定した変位量と同じ値になっているのが分かります。

節点	変位δx	変位δy	変位δz	変位角θx	変位角θy	変位角θz
1	3.0	2.0	1.0	0.2	0.2	0.2
2	0.0	0.0	0.0	-0.0143	0.085	0.526
3	8.902	-1.143	1.124	0.1807	0.0029	0.5241
4	10.0	8.0	6.0	-0.671	0.1311	0.526
5	8.619	-3.76	1.131	0.1423	-0.1918	1.332
6	8.625	19.52	5.97	-0.6526	-0.259	1.332

このように強制変位を利用すると節点のもつ6つの自由度を任意に固定（拘束）したり自由（未拘束）したりできますので、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の種類にない特殊な支持条件も設定できるようになります。

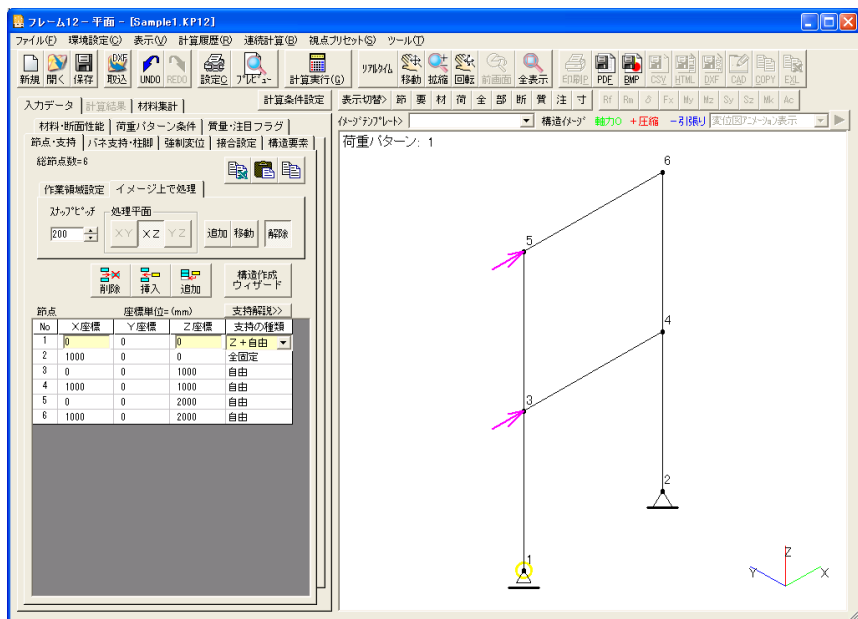
## 16. \*±自由と\*±固定について

ここでは支持の種類［\*±自由］と［フレーム構造解析 1 2］で追加された［\*±固定］について説明します。ベースとなる設定データは「1 2. 計算結果と高解像度対応」で使ったものなので支持の種類を元の［全固定］に戻すか［既存データ読込］でサンプルデータフォルダからSample1.KP12を読み込んでおきます。

支持条件でも説明していますが［\*±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。

ではメインのタブを［入力データ］にして［節点・支持］タブを開きます。ここでは［バネ支持］や［柱脚］と同様の操作で節点 1 だけ支持の種類を［Z＋自由］にしてみます。

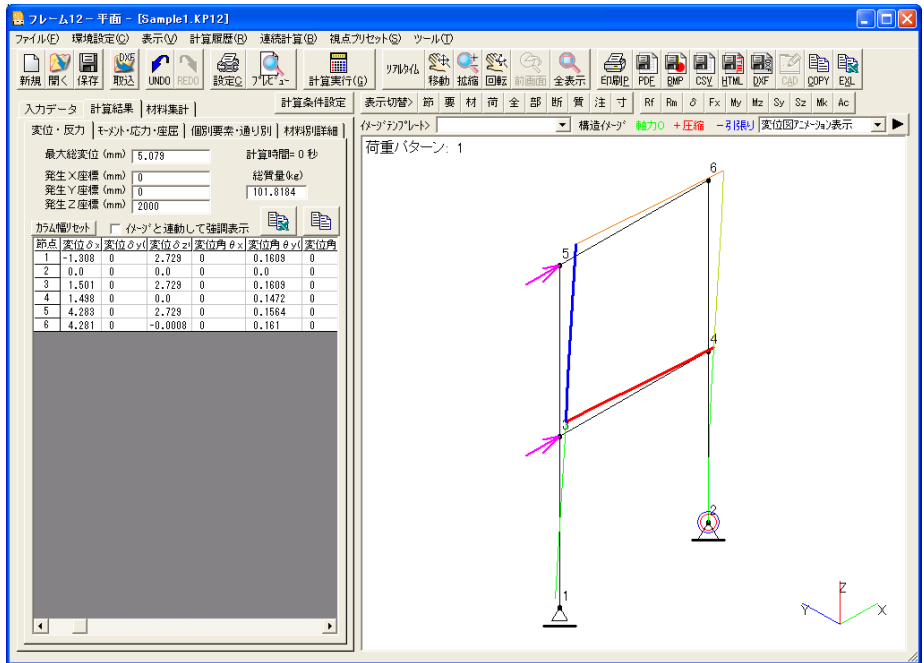
支持の種類を［Z＋自由］にすると支持イメージが床に置いたような形状に変更されます。



また節点1の変位方向が予想しやすいように分布荷重は全て削除しておきます。この条件では集中荷重だけで自重もかけていませんから節点1はZ+方向の力が発生しますので、  
 [Z+自由]の支持条件により拘束が解除され節点1はZ+方向に浮くと予想されます。

なお節点2も同時に[Z+自由]にしてしまうと[\*±自由]は位置が固定されても回転方向が自由ですから節点2は[ピン支持]扱いになり、[ピン支持]が1箇所だけの不安定な支持条件になってエラーが発生しますので節点2は[全固定]ままとします。

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。

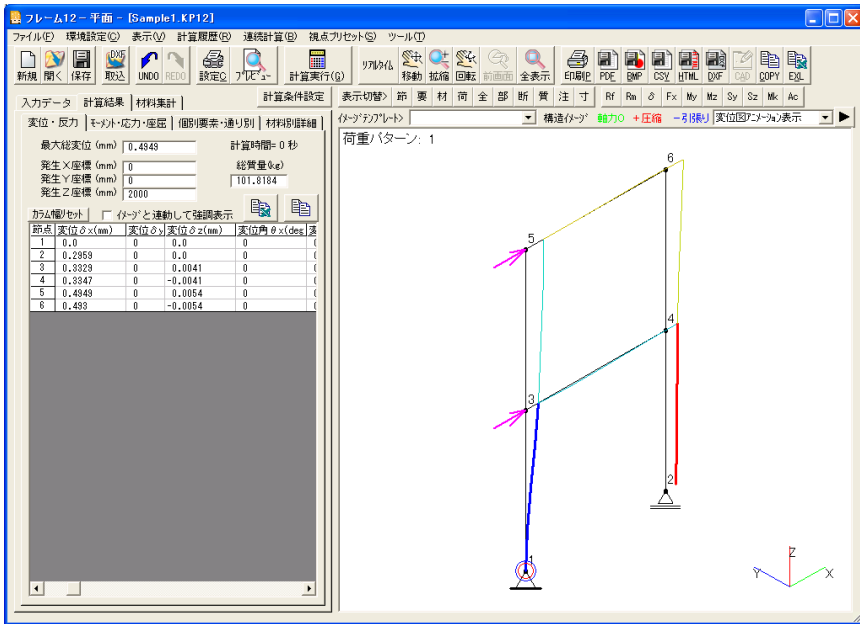


計算結果の変位を見てみると節点1はZ+方向に大きく変位しているのが分かります。また変形した構造イメージからも浮いた感じが分かります。

節点1の支持の種類を[Z-自由]や他の[\*±自由]にしたらどうなるかなど各自で試してみてください。また集中荷重等をY軸方向にかけてY軸方向に変位するようにしてから、Y軸方向の変位が大きいと予想される節点3などに[Y±自由]などの支持条件を設定して試してみると[\*±自由]の支持条件の動作が良く理解できるのではないかと思います。

〔フレーム構造解析 1 2 〕で追加された〔\*±固定〕というのは“\*”軸方向の+か-方向に動くときはその方向に固定となりますが残りの 2 軸は自由となります。また逆方向に動くときは全方向で“自由”になる支持条件になります。

ではメインのタブを〔入力データ〕にして〔節点・支持〕タブを開き今度は節点 1 を〔全固定〕に戻し、節点 2 の支持の種類を〔Z-固定〕にして計算してみます。

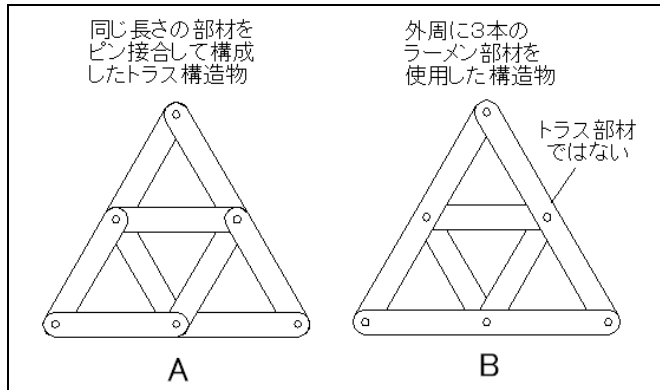


支持の種類を〔Z-固定〕にすると支持イメージの床側が細い二重線となりいかにも滑りそうな形状に変更されます。計算結果を見ても節点 2 の Z 方向変位は 0 となっていますが X 方向変位は発生して床を滑っているような感じになります。

先ほどの〔Z+自由〕と同様に節点 2 を全固定、節点 1 の支持の種類を〔Z-固定〕とすると節点 1 は Z+方向に動きますので〔Z+自由〕のときと同じで計算上の支持条件は自由となり〔Z+自由〕と同じ計算結果となります。これは簡単に試せるので各自で試してみてください。

## 17. トラス部材の使用方法

トラス構造とは両端をピン接合（回転方向は自由）して軸力のみを受ける部材を使った構造物で三角形を基本として組み立てられていきます。（下図A参照）



しかしながら一般にトラス構造といわれるものでも上図Bのように通しの鋼材の途中に補強の斜材が入っていて、一見すると上図Aと同じトラス構造に見えるだけで、実際には通しの鋼材はラーメン部材となり、斜材が両端ピン固定であれば斜材のみトラス部材としたラーメン部材とトラス部材が混在した構造として計算する必要があります。

「フレーム構造－平面」ではこのような上部Bのような構造物のために部分的にトラス部材を適用したり、上図Aのように全てをトラス部材にして計算することもできます。

ベースとなる設定データは「12. 計算結果」で使ったものなので「既存データ読込」でサンプルデータフォルダからSample1.KP12を読み込んでおきます。ここではまず全ての部材をトラス部材にして計算してみます。

この例では使っている材料は材料番号1と3の2つになり「材料・断面性能」タブの設定欄で両方のトラス部材の項目をクリックして“トラス部材とする”にすることもできますが「全てトラス部材」のボタンを押すと個別の材料設定に関係なく「構造解析6」の「トラス構造解析」と同じように全ての部材をトラス部材として計算できます。

材料No	1
断面形状	H形鋼
サイズ	100×100×6×8
断面積(mm <sup>2</sup> )	2159
断面2次モメントIyB(mm <sup>4</sup> )	3780000
断面2次モメントIzB(mm <sup>4</sup> )	1340000
有効断面2次極モメントIxB'(mm <sup>4</sup> )	40180
最小断面2次半径Ie(mm)	24.9
断面係数ZyB(mm <sup>3</sup> )	75600
断面係数ZzB(mm <sup>3</sup> )	26700
有効極断面係数ZxB'(mm <sup>3</sup> )	5023
トラス部材	適用はここをクリック

形状選択

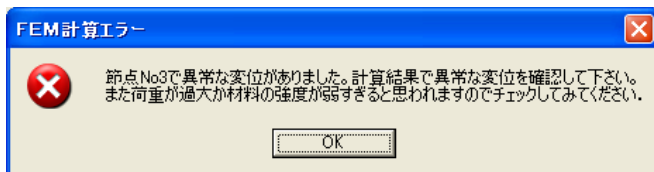
全てトラス部材

使用部材  
強調表示  
トラス部材  
色分表示  
部材別  
色分表示

個別材料  
データ削除  
一覧表  
EXL出力

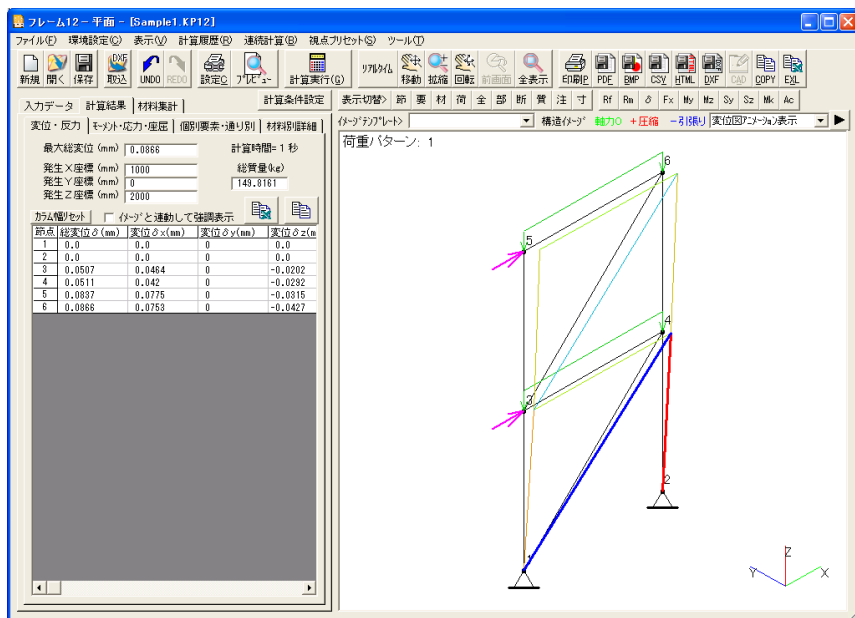
この「全てトラス部材」のボタンはクリックする毎に押されたり元に戻ったりします。

では「計算実行」ボタンをクリックして計算を実行してみます。「計算実行」ボタンをクリックするとすぐに下に示すFEM計算エラーが表示されます。



この構造をそのままトラス構造として全ての節点をピン接合にしたと考えれば柱も途中がピン接合でつながっており斜材がないので四つ棒リンクのようにフニャフニャな状態というのが容易に想像できると思います。したがってわずかな荷重でも過大な変位を起し、FEM計算エラーとして処理されます。

そこで必要な斜材を「構造要素」で設定していきます。このような時はイメージで処理の「追加」ボタンを押してマウスで要素を追加していくと楽に設定が行えます。その計算結果を次に示しますが必要な斜材が入れば全てトラス部材にして従来の「構造解析6」の「トラス構造解析」と同じ条件にしても計算できるのが分かります。



なお既存データ読込で「構造解析6」以前の「トラス構造解析」のデータを読み込むと自動的に「全てトラス部材」のボタンが押された状態になります。また「構造解析6」以前のトラス・ラーメン構造データを読み込んだ場合は3次元用の断面性能が保存されていないので断面形状を再選択する必要があります。

通常は断面形状とサイズのみ表示されていますので標準の断面データであれば断面形状選択ダイアログを開けばそれがデフォルトで選択されていますので、そのまま「確定」すれば良いようになっています。

次に部分的にトラス部材を使って計算する方法を説明します。


まず「材料・断面性能」のタブをクリックします。次に「>」ボタンで材料番号を5にしてから「形状選択」ボタンでデータ表示欄をクリックして断面形状選択ダイアログで適当な断面を選択します。

ここでは等辺山形鋼の50×50×5を選択しています。

断面を選択したら次にトラス部材の行をクリックして“トラス部材とする”の表示にしておきます。

また「全てトラス部材」のボタンは浮いた状態にしておきます。これで材料番号1はラーメン部材、材料番号2はトラス部材として設定されました。

材料No	5
断面形状	等辺山形鋼
サイズ	50×50×5
断面積(mm <sup>2</sup> )	480.2
断面2次モーメントIyB(mm <sup>4</sup> )	111000
断面2次モーメントIzB(mm <sup>4</sup> )	111000
有効断面2次モーメントIxB*(mm <sup>4</sup> )	3958
最小断面2次半径Ie(mm)	9.76
断面係数ZyB(mm <sup>3</sup> )	3080
断面係数ZzB(mm <sup>3</sup> )	3080
有効断面係数ZxB*(mm <sup>3</sup> )	792
トラス部材	トラス部材とする


  
形状選択

全てトラス部材

使用部材強調表示  
 トラス部材色分表示  
 部材別色分表示  
 個別材料削除  
 一覧表EXL出力

次に「構造要素」のタブを開いて適用するトラス部材を設定します。

先に追加した斜材の要素7（節点3－6）、要素8（節点1－4）の材料番号を5としてトラス部材として設定します。

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	3	4	1	0
2	5	6	1	0
3	1	3	3	0
4	2	4	3	0
5	3	5	3	0
6	4	6	3	0
7	1	4	5	0
8	3	6	5	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

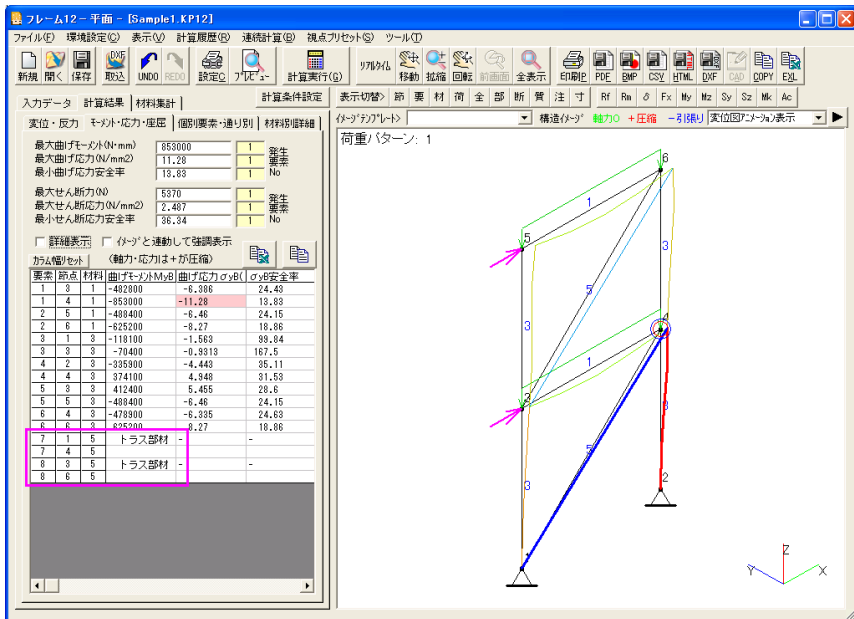


イメージ表示条件設定がイメージ表示枠の上にある「材」ボタンをクリックして材料番号を表示すると斜材の材料番号5であることがイメージでも確認できます。

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

また材料番号を0とするとその要素は表示が薄くなり計算上は無いものとして扱われるますのでこのような斜材の有無による影響を材料番号のみの変更で比較することができます。

その計算結果を次に示します。



トラス部材には曲げモーメントが発生しないので曲げモーメントや曲げ応力の計算結果やモーメント線図は表示されません。

このように「フレーム構造－平面」ではトラス部材とラーメン部材が混在した場合でも簡単に計算できることが分かります。

なおトラス部材とした材料を使った場合に前述のFEM構造エラーが出る場合が見受けられます。その場合はまずトラス部材を全てやめて通常のラーメン部材（トラス部材の設定行には「適用はここをクリック」と表示される）として計算してみてください。これでFEM構造エラーが直ればトラス部材にした構造に問題があることが分かります。

問題がトラス部材にした構造部分ということが分かればトラス部材を使っている構造のどこかにトラス構造として成立していない（三角形で構成されていない）部分がないか確認してみてください。

ただし、このFEM構造エラーは必ずしもトラス部材に特有のものではなく構造に対して設定した材料が非常に弱い、あるいは荷重が過大であるなどが原因で発生することもあり、支持条件の設定に問題があることもありますので、トラス部材をやめてもエラーが発生する場合はそういった面からの検討が必要です。

またピン接合の節点にモーメント荷重をかけるとグルグル回ってしまいこれもエラーの原因となります。モーメント荷重を設定している場合は「モーメント荷重」のタブの「全消去」ボタンをクリックしてモーメント荷重の設定を全てクリアしてエラーが直るかどうか確かめてみてください。

## 18. ブレース材について

鉄骨等を使った骨組構造では補強のため前述のように斜材をいれることが多いですが、主材のラーメン部材に対して細めの丸棒やアングル材などが斜材に使われていることがあります。

このような細長い斜材は圧縮がかかると直ぐに座屈してしまい実際の強度面では引張り強度だけを有効として考えますが、前述のトラス部材の設定では座屈するような条件でも圧縮を受けてしまうので引張り強度だけ有効の条件とは変わってきてしまいます。

そこで「フレーム構造－平面」ではトラス部材以外にブレース材という設定があります。

ブレース材は基本的には両端がピン接合のトラス部材として計算するのですが2～5回の複数回の計算を行い、直前の計算でブレース材を適用した部材の軸力の圧縮力が大きいものを無効部材にして次の計算を行い、ブレース材で圧縮が発生しなくなるまで繰り返し自動で計算を行うものです。

なお一般に補強用の斜材のことをブレースと呼ぶことがありますが「フレーム構造－平面」では上記のような計算方法の違いで“トラス部材”と“ブレース材”を使い分けていますので注意してください。また補強用の斜材であっても両端が溶接等で固定され圧縮がかかっても座屈しない材料であれば通常のラーメン部材で計算して問題ないと考えられます。

ではトラス部材の続きとして[構造要素]のタブを開いて既存のトラス部材とクロスするように節点2-3, 節点4-5に2本の斜材を追加します。

なれてくればこのような操作は“イメージで処理”の[追加]を使うと簡単にできるようになります。なお材料番号はいずれも5としておきます。

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

回転角反転  
 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

次に[材料・断面性能]のタブを開いて材料番号5のトラス部材のデータ表示欄をクリックして“ブレース材(圧縮無効)”を表示させます。

これで材料番号5にブレース材が適用されます。

材料No	5
断面形状	等辺山形鋼
サイズ	50x50x5
断面積(mm <sup>2</sup> )	480.2
断面2次モーメントIyB(mm <sup>4</sup> )	111000
断面2次モーメントIzB(mm <sup>4</sup> )	111000
有効断面2次モーメントIxB'(mm <sup>4</sup> )	3958
最小断面2次半径Ie(mm)	9.76
断面係数ZyB(mm <sup>3</sup> )	3080
断面係数ZzB(mm <sup>3</sup> )	3080
有効断面係数ZxB'(mm <sup>3</sup> )	782
トラス部材	ブレース材(圧縮無効)

IITC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

ではこの条件で計算してみましょう。

[モーメント・応力・座屈]タブを開いて追加した2本の斜材の計算結果を見てみると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圧縮のかかるトラス部材を自動で無効にできるだけでなく、重量計算や自重の影響などは1回目の計算時のものが採用されますので2回目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。

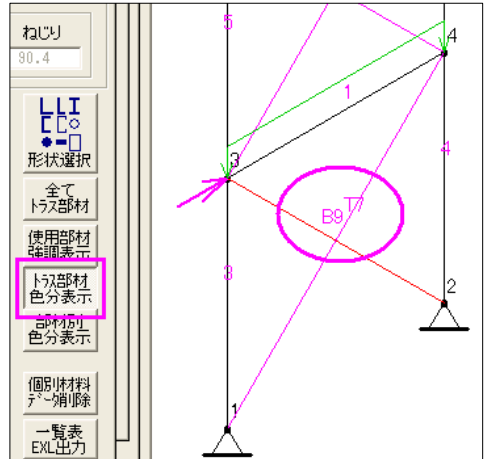
詳細表示		イメージと連動して強調表示			
ラム幅リセット		軸力・応力は+が圧縮			
要素	節点	材料	曲げモーメントMyB	曲げ応力σyB	σyB安全率
1	3	1	-482800	-6.388	52.14
1	4	1	-853000	-11.28	29.51
2	5	1	-488400	-6.46	51.55
2	6	1	-625200	-8.27	40.27
3	1	3	-118100	-1.563	213.1
3	3	3	-70400	-0.9313	357.6
4	2	3	-335900	-4.443	74.94
4	4	3	374100	4.948	67.3
5	3	3	412400	5.455	61.04
5	5	3	-488400	-6.46	51.55
6	4	3	-478900	-6.335	52.57
6	6	3	625200	8.27	40.27
7	3	5	トラス部材	-	-
7	6	5	トラス部材	-	-
8	1	5	トラス部材	-	-
8	4	5	トラス部材	-	-
9	2	0	無効部材	-	-
9	3	0	無効部材	-	-
10	4	0	無効部材	-	-
10	5	0	無効部材	-	-

最初から材料番号を0にして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。  
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。

〔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。右にその例を示します。

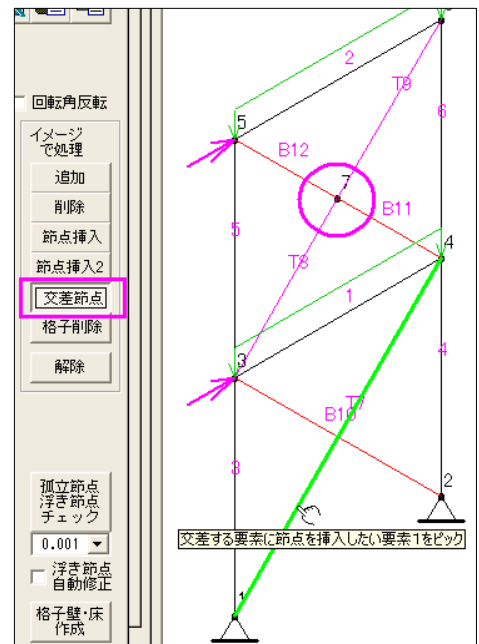
なお計算実行後は構造要素の色は黒に戻りますが要素番号には“T”、や“B”が付いた状態で表示されます。



なおブレース材の機能とは関係ありませんが〔フレーム構造解析 1 0〕から〔構造要素〕タブのイメージで処理に〔交差節点〕ボタンが追加され、これを押してから交差している要素を2つ指示すると交点部分に節点が挿入され、指示した要素も自動的に分割されてつながり直されるようになっています。

右の例は上段の斜材に対して〔交差節点〕を試したもので新たに節点7が挿入され斜材の要素が分割されていることが分かります。

また下段はこれから要素選択する状態で要素を認識すると緑色で太く表示されますのでこの状態になったら要素を指示します。



## 19. 接合設定

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。

ここではブレース材の説明で追加した節点2-3、節点4-5の要素を削除し斜材を節点1-4と節点3-6の2本の要素に戻しておきます。

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。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データ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コピーした節点が新規に追加されます。

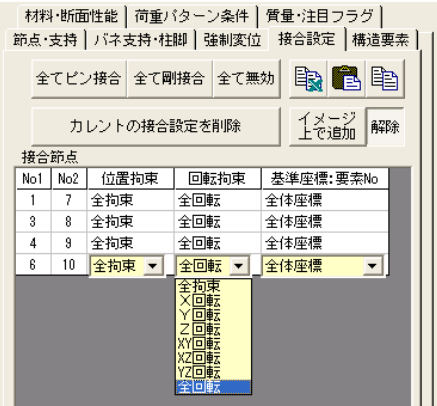
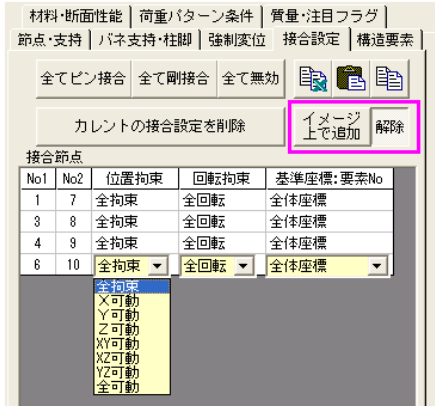
もちろん最初に〔追加〕ボタンをクリックしてから座標値を入力してもかまいません。

節点		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	1000	0	0	全固定	
3	0	0	1000	自由	
4	1000	0	1000	自由	
5	0	0	2000	自由	
6	1000	0	2000	自由	
7	0	0	0	自由	
8	0	0	1000	自由	
9	1000	0	1000	自由	
10	1000	0	2000	自由	

ここでは節点1、3、4、6に同じ座標をもつ節点7、8、9、10を追加します。

なお〔フレーム構造解析11〕から後で説明する表示グループ機能や複数選択機能で支持の種類などの修正もまとめてできるようになりましたので、従来の〔追加〕では支持の種類もコピーされましたが〔フレーム構造解析11〕から座標値のみがコピーされ支持の種類は元の設定にかかわらず自由となります。

続いて〔接合設定〕のタブをクリックします。〔フレーム構造解析10〕から前述のように位置拘束と回転拘束に分かれておりデータ入力ボックスは基準座標と合わせて3つのリストボックスで構成されています。ここで位置拘束と回転拘束のリストボックスを開いた例を次に示します。



なお「フレーム構造解析 1 2」では上図左に示すように「イメージ上で追加」と「解除」ボタンが追加されており、「イメージ上で追加」ボタンを押してからイメージ上にマウスを持っていき接合設定にしたい節点を指示すると、前述の「追加」と同様に同じ座標に節点を追加して接合設定に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。イメージ上で追加を止めるには「解除」ボタンを押しておきます。

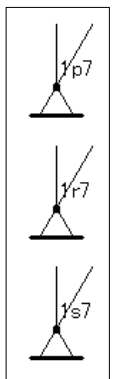
従来の「ピン接合」は位置拘束が「全拘束」、回転拘束が「全回転」となり、「剛接合」にする場合はどちらも「全拘束」、「接合無効」にするには位置拘束を「全可動」、回転拘束を「全回転」とします。

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

接合条件は「ピン接合」に相当する拘束条件がデフォルトとなっています。

「ピン接合」の場合には右に示すようにイメージの節点に「1 p 7」と節点番号の間に「p」が入り、「剛接合」の場合は「1 r 7」と「r」が入り、どちらにも該当しない拘束条件の場合は「1 s 7」と「s」が入って表示されるようになっています。「接合無効」の場合は半角スペースが入ります。

ここではデフォルトの「ピン接合」に相当する拘束条件のままにしておきます。なお「全てピン接合」「全て剛接合」「全て無効」のボタンでまとめて接合条件を変更することもでき、「カレントの接合設定を削除」ボタンでデータ入力ボックスの表示されている行の接合設定を削除することもできます。



接合設定を削除した場合は接合節点のNo. 2の節点が削除され、それ以降の節点が繰り上がります。

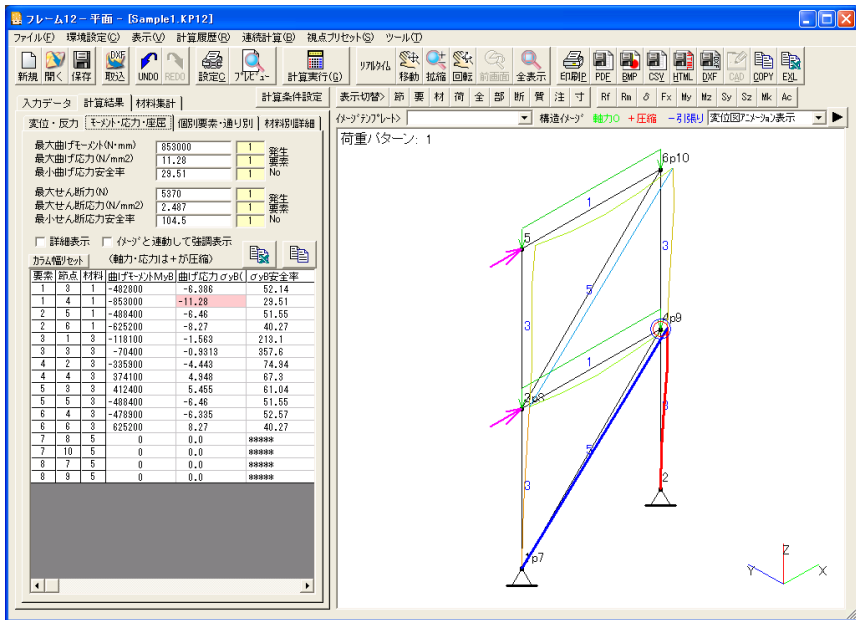
つぎに「構造要素」のタブをクリックしてトラス部材としていた要素7(元の節点番号は3-6)の節点番号を追加した節点の8-10に変更し要素8(元の節点番号は1-4)は7-9とに変更します。

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

構造要素の節点番号を変更する場合はそ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節点番号を選択し直します。材料番号は5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番号5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（“適用はここをクリック”と表示）しておきます。

これで計算を実行した結果を次に示します。

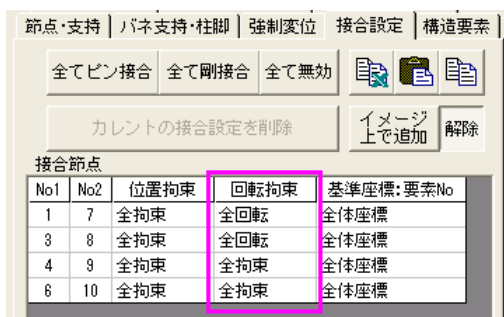


先ほどのトラス部材を使った計算結果と比べてみると同じ結果となっています。また材料番号5はトラス部材ではありませんが要素7と8は接合設定で両端がピン接合になっているのでモーメントが0になっているのが分かります。同様にせん断力も0になっていますのでスクロールして確認してみてください。

なお応力が0ないし非常に小さい場合は安全率が非常に大きくなります。安全率が100万以上になる場合はこのように\*\*\*\*で表示されるようになっています。

では「接合設定」に戻って全ての接合条件を剛接合にして計算してみてください。この場合は先ほどのトラス部材を使った例で「トラス部材」の設定を解除した場合と条件的には同じになりますので各自で確かめてください。

また右に示すように節点1-7と節点2-8の接合設定を「ピン接合」に相当する拘束条件に戻せば、要素7（節点8-10）は節点3側でピン接合、節点6側で剛接合、要素8（節点7-9）も同様に節点1側でピン接合、節点4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。[フレーム構造解析 10] から接合設定がある場合には計算結果の「変位・反力」タブの下に接合設定の伝達力と伝達モーメントが表示されるようになっています。

その計算結果を右に示しますが、ここでは計算結果表示欄のカラム幅を変更してX軸とZ軸方向の伝達力とY軸回りの伝達モーメントが同時に見えるようにしています。

接合節点		□ イメージと連動して強調表示			
No1	No2	接合条件	TrFx(N)	TrFz(N)	TrMy(N・mm)
1	7	ピン接合	1243.0	1240.0	0
3	8	ピン接合	801.4	794.1	0
4	9	剛接合	-1243.0	-1240.0	3410
6	10	剛接合	-801.4	-794.1	7905

この結果から伝達力の符号は変わりますが要素7（節点8-10）と要素8（節点7-9）の同一要素の両端点で同じ値になっているのが分かります。一方で伝達モーメントはピン接合側で0となっているのが分かります



また右に「材料別詳細」の「材料別詳細」タブを開いて表示材料番号に5を選択した例を示します。

「材料別詳細」タブでは材料番号毎の詳細データが表示できますので材料設定数が多い計算結果の確認には便利な機能になっており、選択した材料番号の材料 情報や曲げ関係やせん断関係の最大値や発生要素も表示されます。

ここから分かるようにピン接合となっている節点7と節点8ではモーメントの値は0となり剛接合の節点9や節点10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くので、片側ピン接合他方剛接合の要素が実現できていることが分かります。

なお「材料別詳細」タブが開いている場合は材料別詳細の計算結果も出力できます。これらの操作については「第4章 基本操作」の「6. プレビューと各種出力」を参照してください。

表示材料番号 5
☐ 選択材料の強調表示

材料情報

材料名称  
材質グループ  
材質名称  
断面名称  
サイズ

構造解析一般  
SS330 一般構造用圧延鋼1種  
等辺山形鋼  
60x50x5

トラス部材の設定  
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)  
Y軸最大曲げ応力(N/mm<sup>2</sup>)  
Y軸最小曲げ応力安全率  
Z軸最大曲げモーメント(N・mm)  
Z軸最大曲げ応力(N/mm<sup>2</sup>)  
Z軸最小曲げ応力安全率

7305  
2.372  
140.4

7  
7  
7

発生  
要素  
No

☐ イメージと連動して強調表示

要素	節点	材料	曲げモーメントMyB	曲げ応力σyB	σyB安全率
7	8	5	0.0	0.0	*****
7	[29]	5	1826.0	0.5929	561.6
7	[30]	5	3652.0	1.186	280.8
7	[31]	5	5478.0	1.779	187.2
7	10	5	7305.0	2.372	140.4
8	7	5	0.0	0.0	*****
8	[32]	5	852.5	0.2768	1203.0
8	[33]	5	1705.0	0.5536	601.5
8	[34]	5	2558.0	0.8304	401.0
8	9	5	3410.0	1.107	300.8

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

No1	No2	位置拘束	回転拘束	基準座標:要素No
1	7	全拘束	全回転	全体座標
3	8	全拘束	全回転	全体座標
4	9	全拘束	全拘束	部材座標:1
6	10	全拘束	全拘束	部材座標:3
				部材座標:5
				部材座標:7

ここでは「全体座標」以外に「部材座標：1」、「部材座標：3」、「部材座標：5」、「部材座標：7」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：7」を選択すると斜材の要素7の部材座標が位置拘束・回転拘束の基準座標となります。

接合設定3-8に「部材座標：7」を選択し、拘束条件は全てピン接合相当として計算した結果を右に示します。

接合節点		「イ」で選択して強調表示		
No1	No2	接合条件	TrFx(N)	TrFz(N)
1	7	ピン接合	1242.0	1242.0
3	8	ピン接合:部材座標:7	1127.0	0.0
4	9	ピン接合	-1242.0	-1242.0
6	10	ピン接合	-796.7	-796.7

要素7は両端がピン接合となり軸力しか発生しません。ここで基準座標に「部材座標：7」を選択した節点3-8の伝達力を見るとX軸方向のみ発生してZ軸の伝達力は0になっているのが分かります。部材座標のX軸は部材の長手方向となりますので妥当な結果になっており要素7の軸力の値とも一致します。要素7の他端の節点6-10では基準座標が全体座標になっているのでX軸方向とZ軸方向の分力に分かれています。

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。

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。

以上のように接合設定は片側ピン接合他方剛接合の要素が設定できるだけでなく「フレーム構造解析10」から拘束条件を個別に選択したり、基準座標を部材座標に変更したりでき、大幅に自由度が上がっていますのでいろいろと応用が可能な機能になっています。

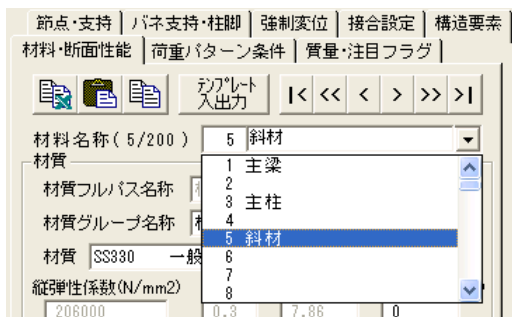
ただし接合設定は計算実行時に内部的に6節点、12要素使った近似モデルを自動的に作ってこの機能を実現させていますので、接合設定をむやみに多用すると計算実行時の節点数や要素数が非常に増えてしまい、条件によっては「メモリ不足です」が出て計算できなくなる可能性も出てきます。両端がピン接合で確定しているような場合は材料設定のトラス部材を適用して、接合設定をむやみに多用することは避けてください。また接合設定を実現するために内部的に使用している部材の強度的な影響で若干の誤差（有効数字で5桁目程度の差）が発生することがありますのでご了解ください。

## 20. 材料集計

ここでメインのタブの「材料集計」タブを開くと材料集計表を見ることができますがその前に材料名称を設定しておきましょう。

右に示すように「材料・断面性能」のタブを開きスクロールボタンの下の入力欄で材料番号1は「主梁」、3は「主柱」、5は「斜材」と入力します。

材料名称を入力すると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ようになるので分かりやすく選択が行えるようになります。



材料名称は材料別詳細の材料情報にも表示されますので材料設定数が多い場合は材料名称を入力して活用してください。

次に「材料集計」タブを開いたものを示します。なお材料集計は計算を実行していなくても集計可能になっています。

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 | 荷 | 全 | 部 | 断 | 質 | 注 |

集計単位: 長さ (m) | 質量 (kg) | 有効数字: 4

材料別集計: 材料・部材長さ別 | 材料・部材長さ別小計付き

☒ 総計を表示

材料番号	材料名称	記号	材質	断面名称	サイズ	長さ(m)	数量	質量(kg)
1	主梁	SS330	一般構造用圧延鋼 1 種	H形鋼	100×100×6×8	1	2	33.94
小計	"					2	[2]	33.94
3	主柱	SS330	一般構造用圧延鋼 1 種	H形鋼	100×100×6×8	2	2	67.88
小計	"					4	[2]	67.88
5	斜材	SS330	一般構造用圧延鋼 1 種	等辺山形鋼	50×50×5	1.414	2	10.67
小計	"					2.828	[2]	10.67
総計						8.828	[6]	112.5

これは「フレーム構造解析 1 2」で追加された高解像度対応機能で計算結果表示欄の幅を広げて全て表示した例となり全ての項目を一覧表示して確認できるようにしています。高解像度対応機能については「1 2. 計算結果と高解像度対応」を参照してください。

ディスプレイの解像度が低く計算結果表示欄を拡大できない場合はスクロールして確認するか、カラム幅を調整して必要な項目が見えるようにしてください。

材料集計は3タイプの集計の種類があり、“総計を表示”をチェックすると別途総計を追加することができます。また「材料集計」タブの左上の集計単位で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。

小計や総計の数量には単に数量を合計したという意味で「」がつくようになっています。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。

出力についての詳細は「第4章 基本操作」の「7. プレビューと各種出力」を参照してください。

## 2 1. イメージ表示条件について

イメージ表示条件設定ダイアログ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、各種線図の大きさなどを変更することができます。

「フレーム構造解析 1 0」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。

「フレーム構造解析 1 2」ではイメージ文字フォントサイズを従来の3種類から12種類に増やし、RGBで設定していた表示色を表示色一覧ダイアログから選択したり、固定色だった荷重イメージの表示色を設定できるようになっています。またホールマウスのホイールの動作も切り替えることができるようになっています。

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**

イメージ文字フォントサイズ | 12pt ▾

線の太さ  
標準    中    太

☒ 節点番号表示  
☐ 節点番号自動選択  
☒ 節点に●を表示基準値 | 5

☒ 要素番号表示  
☒ 材料番号表示  
☐ 支持メンバーの自動反転無効  
支持メンバーの表示基準値 | 5

☒ 集中荷重表示  
☒ モード別荷重表示  
☒ 分布荷重表示(台形含む)  
荷重イメージの表示基準値 | 5  
☒ 荷重イメージの自動縮編  
☐ 荷重値を表示  
☐ 荷重値に単位を表示

☒ 荷重バラン名称表示  
複軸の計算結果がある場合  
☒ 荷重バランズ+加トルク表示  
☒ 実部の基準を全ての計算結果のもの最大値とする

☒ 質量点のみ表示  
質量点の表示基準値 | 5  
☐ 荷重イメージで表示  
☐ 質量(荷重)の値を表示  
☐ 質量(荷重)の値に単位を表示

☒ 注目ウガの表示  
注目ウガの表示基準値 | 5

全体座標表示  

左上	右上	非表示
左下	右下	

全体座標の表示基準値 | 5

☒ 加速度イメージ表示  
加速度イメージの表示基準値 | 5

☐ 部材座標表示  
部材座標のみ表示  
部材形状の表示基準値 | 5

断面形状表示  
☒ 自動縮尺 | 縮尺なし | 非表示  
断面形状の表示基準値 | 5

☒ 寸法線表示  
☐ 寸法値に単位を表示

表示色  

	R	G	B
強調表示	250	250	0 <
断面形状	120	120	120 <
質量点	255	0	255 <
注目ウガ	255	0	0 <
反力	255	120	255 <
反モーメント	120	120	255 <
寸法線	255	0	255 <
寸法値	180	0	180 <
集中荷重	255	0	255 <
モード別荷重	0	0	255 <
分布荷重	0	200	0 <
台形分布荷重	0	140	0 <
最大値セル背景	255	200	200 <

☒ 計算結果の最大値セル背景色を表示  
(付録は反力、反モーメント、応力)

テンプレート(数字ボタンを押すと読み込みます)  

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

確定  
キャンセル  
初期化

☒ 変形前の部材色を薄く表示  
☐ 部材2軸曲げモーメント線図の表示  
☒ 変形した構造を表示  
☐ モーメントの値を表示  
☐ 内部節点の値を表示  
☐ モード別に単位を表示  
☐ 内部端点の値を表示  
☐ 総変位の値に単位を表示  
☐ 内部端点の値に単位を表示  
曲げモーメント線図の表示基準値 | 5

構造イメージの色分け  
無し    軸力    曲げ応力

☒ 最大軸力・応力の要素を太く表示  
☐ 軸力の値を表示  
☐ 軸力の値に単位を表示

☐ 反力イメージの表示  
☐ 反力の値を表示  
☐ 反力の値に単位を表示

☐ 反モーメントイメージの表示  
☐ 反モーメントの値を表示  
☐ 反モーメントの値に単位を表示

☐ 反力・反モーメントを荷重イメージと同じ太さとする  
☐ 反力・反モーメントを支持点への荷重として反転表示する

☐ 部材2軸曲げモーメントの反転  
☐ 部材2軸曲げモーメントの反転  
☐ 曲げモーメント線図のみ反転

☐ 部材1軸曲げモーメント線図の表示  
☐ モーメントの値を表示  
☐ 内部節点の値を表示  
☐ モーメントの値に単位を表示

☐ せん断力線図の表示  
☐ せん断力の値を表示  
☐ 内部節点の値を表示  
☐ せん断力の値に単位を表示  
せん断力線図の表示基準値 | 5

☐ 曲げモーメント線図・せん断力線図の値の文字色を度々横軸と同じ色とする  
☐ イメージ中の計算結果の値に記号を表示  
イメージ中の計算結果の値の有効桁数 | 0 ≥3

拡張回転 | ワスネルの動作 |  
グリップ移動角度 | 30  
全表示の視点 | デイジィ  
全表示オフセット角 | 0

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。

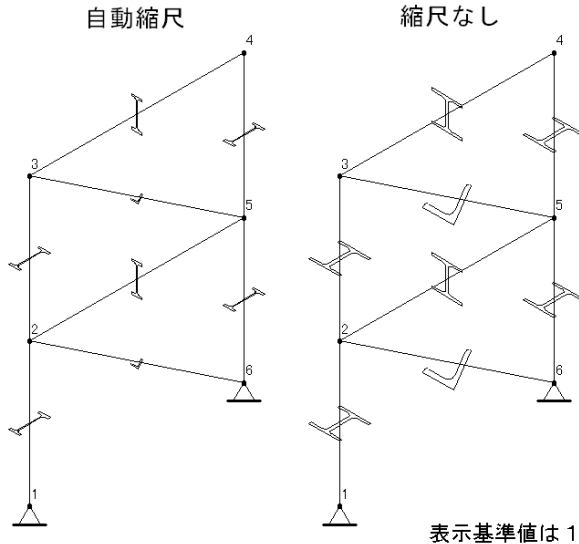
以下、設定ダイアログの左上から順に表示条件について説明します。

- ・ **イメージ文字フォントサイズ**：各番号表示やイメージ中に表示される計算結果のフォントサイズを変更することができます。従来は 8, 10, 12 pt の 3 種類でしたが [フレーム構造解析 12] では 6 ~ 24 pt の 12 種類選択できます。ただし選択したフォントサイズによっては注目している計算結果などが逆に見にくくなることも考えられますので、いろいろ試してみて見やすいフォントサイズを選択してください。
- ・ **線の太さ**：イメージ中の線の太さを変更することができ、BMP 出力した画像を縮小したときに線が消えてしまう場合に太くします。文字も大きく太くなります。
- ・ **節点番号表示**：チェックすると節点番号が表示されます。
- ・ **節点番号自動逃げ**：チェックすると節点番号が重なった場合に大きい方の節点番号が上方に逃げて表示されます。ただしかえって分かりにくくなる場合もありますので必要に応じて選択してください。
- ・ **節点に●を表示**：チェックすると節点に●を表示します。
- ・ **●の表示基準値**：数値により●の大きさを変更できます。デフォルト値は 5 になります。

- ・要素番号表示：チェックすると要素中央に要素番号がマゼンタ色で表示されます。
- ・材料番号表示：チェックすると要素中央に材料番号が青色で表示されます。
- ・支持イメージの自動反転無効：構造の上部にある支持イメージは上下が反転して表示されますが、これをチェックすると支持イメージを自動で反転しないようにできます。
- ・集中荷重：チェックすると集中荷重イメージが表示されます。
- ・モーメント荷重表示：チェックするとモーメント荷重イメージが表示されます。
- ・分布荷重表示（台形含む）：チェックすると台形分布荷重を含む分布荷重イメージが表示されます。
- ・荷重イメージの表示基準値：数値により荷重イメージの大きさを変更できます。デフォルト値は5になります。
- ・荷重イメージの自動拡張：チェックすると荷重値によって相対的に荷重イメージの大きさを自動で拡張します。
- ・分布荷重表示：チェックすると分布荷重イメージが表示されます。
- ・荷重イメージの表示基準値：数値により荷重イメージの大きさを変更できます。デフォルト値は5になります。
- ・荷重値を表示：チェックすると各荷重イメージに荷重値が表示されます。
- ・荷重値に単位を表示：チェックすると荷重値に単位を付けて表示されます。
- ・荷重パターン名称表示：チェックするとイメージ左上に荷重パターン番号と荷重パターン名称が表示されます。
- ・荷重パターンスクロールボタン表示：複数の荷重パターン条件の計算結果がある場合にこれをチェックするとイメージ左上に荷重パターンスクロールボタンと計算済みの荷重パターンが入ったリストボックスが表示され、ボタンやリストボックスで計算結果を切り替えて表示できるようになります。
- ・変位の基準を全ての計算結果の中の最大値とする：[フレーム構造解析 11] から複数の荷重パターン条件の計算結果がある場合にこれをチェックすると変位のイメージを全ての計算結果の中の最大値を基準として相対表示されるようになり、荷重パターンを切り替えて比較するときにどの荷重パターンの変位が大きいのが視覚的に分かりやすくなります。
- ・質量点表示：チェックすると節点質量が設定されている節点に●を表示します。
- ・質量点の表示基準値：数値により質量点の●の大きさを変更できます。デフォルト値は5になります。
- ・荷重イメージで表示：チェックすると質量点から加速度に応じた矢印付きの荷重イメージが表示されます。
- ・質量（荷重）の値を表示：チェックすると質量の値が表示され、前の設定で“荷重イメージで表示”がチェックされていると加速度に応じた荷重値として表示されます。
- ・質量（荷重）の値に単位を表示：チェックすると質量の値に単位を付けて表示し、“荷重イメージで表示”がチェックされていると荷重の値に単位を付けて表示します。

- ・ **注目フラグ表示**：チェックすると注目フラグが設定されている節点にフラグ（旗）のイメージを表示します。
- ・ **注目フラグの表示基準値**：数値によりフラグイメージの大きさを変更できます。デフォルト値は5になります。
- ・ **全体座標表示**：表示位置に [左上] [右上] [左下] [右下] が選択できこれらのボタンを押すとそこに全体座標のイメージが表示されます。[非表示] ボタンを押すと全体座標を非表示にもできます。
- ・ **全体座標の表示基準値**：数値により全体座標の大きさを変更できます。デフォルト値は5になります。
- ・ **加速度イメージ表示**：全体座標の位置に荷重パターン条件で設定されている加速度のイメージを表示します。
- ・ **加速度イメージの表示基準値**：数値により加速度イメージの大きさを変更できます。デフォルト値は5になります。
- ・ **部材座標表示**：チェックすると各要素の中央に部材座標のイメージが表示されます。部材座標は全体座標と同じ色で表示され、緑がXB、青がYB、赤がZBとなりますので構造要素の設定で部材回転角を設定したいときにこれを表示しておくとう分かりやすいです。
- ・ **強軸のみ太く表示**：チェックすると部材座標の強軸のみ太く表示します。強軸とは断面2次モーメントの大きい方を示していますが断面2次モーメントは軸周りで扱っていますのでここでは断面2次モーメントの大きい軸を強軸としています。変形しにくい方向とは90°異なりますので注意してください。
- ・ **部材座標の表示基準値**：数値により部材座標の大きさを変更できます。デフォルト値は5になります。
- ・ **断面形状表示**：要素の中央に断面形状を表示する機能で [フレーム構造－平面] で実際の使用例を示しています。これは各断面形状に対応した一つのDXFファイルを使っておりサイズ毎のDXFファイルではありません。そのためDXFファイルを読み込んだら [自動縮尺] が選択されていると使っている材料の中で断面2次モーメントが最大のものが表示基準値の大きさになるようにして、それを基準にそれぞれの断面2次モーメントで自動縮尺して表示するようになっており、「縮尺なし」を選択すると断面2次モーメントに関係なく表示基準値の大きさで表示されるようになっていきます。  
[自動縮尺] では実際の断面とは若干イメージが異なる場合がありますがそれぞれの断面2次モーメントが断面形状の大きさとして相対的に表されるようになっており、どの断面のどの向きが強いかわかるいは弱いかわかるかが視覚的によく分かります。

一方 [自動縮尺] では斜材など主材に比べて断面2次モーメントが小さいものでは断面形状も小さく表示され断面形状が識別できない場合があります。この時には「縮尺なし」を選択すると断面2次モーメントに関係なく表示基準値の大きさで表示されるようになりますので断面形状の確認ができます。次に同じ断面を持つ構造で自動縮尺と縮尺なしの場合の表示例を示します。



また「非表示」ボタンを押すと断面形状を非表示にできます。

- **寸法線表示**：チェックすると簡易寸法線機能で作成した寸法線を表示します。
- **寸法値に単位を表示**：チェックすると簡易寸法線機能で作成した寸法線の寸法値に単位を表示します。なお「フレーム構造解析 1 0」から記入位置をドラッグ中でも寸法値が表示されるようになっています。
- **表示色設定**：RGBの数値により強調表示、断面形状、質量点、注目フラグ、反力、反モーメント、寸法線、寸法値、最大値最大値セル背景（計算結果の最大値セルの背景色）の色を変更することができます。「フレーム構造解析 1 2」では従来、固定色だった集中荷重、モーメント荷重、分布荷重、台形分布荷重の表示色も設定できるようになっています。RGBの数値は0～255の範囲で入力し、入力欄の左の色表示ボックスに設定された色が表示されます。また「フレーム構造解析 1 2」では入力欄の右の「<」ボタンか色表示ボックスをクリックすると第4章基本操作の部材色設定等で説明したのと同じ「表示色一覧ダイアログ」が表示されここから表示色を選択することもできます。
- **計算結果の最大値セルの背景色を変更**：チェックすると計算結果の反力、反モーメント、応力の最大値のセルの背景色を変更することができます。
- **変形前の部材色を薄く表示**：チェックすると変形前の構造イメージが薄く表示され変形した構造イメージが見やすくなります。
- **変形した構造を表示**：チェックすると変形した構造イメージが表示されます。
- **最大変位の表示基準値**：数値を大きくすると変位も大きく表示されます。デフォルト値は5になります。
- **総変位の値を表示**：チェックすると全ての節点の総変位の値をイメージ中に表示します。
- **内部節点の値を表示**：チェックすると内部節点を含めて総変位の値を表示します。



- ・総変位の値に単位を表示：チェックすると総変位の値に単位を表示します。
- ・最大変位発生位置と値を表示：チェックすると最大変位が発生している場所を丸で表示し値を表示します。
- ・構造イメージの色分け：[軸力]を選択すると変位した構造のイメージが軸力に応じて色分けされて表示され、[応力]を選択すると曲げ応力によって色分けされて表示されます。色分けしたくない場合は[無し]を選択します。この選択によりイメージ上の表示が次に示すように変わります。



ここで[軸力]を選択している場合は軸力0を緑とし圧縮を赤系統、引張りを青系統で表示し[応力]を選択している場合は曲げ応力0を緑とし、 $\sigma_y B$ と $\sigma_z B$ で大きい方の曲げ応力の絶対値を使って最大応力が赤になるように表示します。

- ・最大軸力・応力の要素を太く表示：チェックすると色分けの設定で[軸力]を選択しているときには最大圧縮軸力および最大引張軸力の発生している要素を太く表示し、[応力]選択しているときは最大応力が発生している要素を太く表示します。
- ・軸力の値を表示：チェックすると内部節点で分割された要素を含めて全ての要素の軸力の値がイメージ中に表示されます。
- ・軸力の値に単位を表示：チェックすると軸力の値に単位を付けて表示します。
- ・反力イメージを表示：チェックすると支持点に反力のイメージが表示されます。
- ・反力の値を表示：チェックすると反力イメージのところに反力の値を表示します。
- ・反力の値に単位を表示：チェックすると反力の値に単位を付けて表示します。
- ・反モーメントイメージを表示：チェックすると支持点に反モーメントのイメージが表示されます。
- ・反モーメントの値を表示：チェックすると反モーメントイメージのところに反モーメントの値を表示します。
- ・反モーメントの値に単位を表示：チェックすると反モーメントの値に単位を付けて表示します。
- ・反力・反モーメントを荷重イメージと同じ太さとする：チェックすると反力・反モーメントのイメージの太さが集中荷重・モーメント荷重と同じ太さで表示します。
- ・反力・反モーメントを支持点への荷重として反転表示する：チェックすると反力・反モーメントのイメージを反転させて支持点への荷重としてのイメージで表示されます。これをチェックすると反力が集中荷重、反モーメントがモーメント荷重と同じ色で表示します。
- ・部材\*軸曲げモーメントの反転：曲げモーメントの正負は日本機械学会の取り決めに準じていますが曲げモーメントの正負を逆に表示したい場合はこれをチェックします。部材Y軸と部材Z軸で別々に設定が可能です。またこの設定を変更した場合は再計算が必要です。

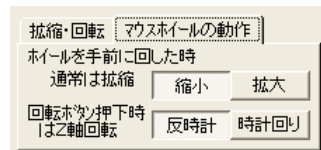
- ・ **曲げモーメント線図のみ反転**：前の設定で曲げモーメントの値を反転すると曲げモーメント線図も反転します。曲げモーメントの値はそのまま曲げモーメント線図を反転させた場合や曲げモーメントの値を反転して曲げモーメント線図は反転させたくない場合にチェックします。
- ・ **部材\*軸曲げモーメント線図の表示**：チェックすると曲げモーメント線図が表示されます。次の値の表示の設定を含めて部材Y軸と部材Z軸で別々に設定が可能です。
- ・ **モーメントの値を表示**：曲げモーメント線図が表示されている場合にチェックすると曲げモーメント線図にモーメントの値を表示します。
- ・ **内部節点の値を表示**：チェックすると内部節点を含めてモーメントの値を表示します。
- ・ **モーメントの値に単位を表示**：チェックするとモーメントの値に単位を表示します。
- ・ **曲げモーメント線図の表示基準値**：数値を大きくすると曲げモーメント線図が大きく表示されます。デフォルト値は5になります。
- ・ **最大曲げモーメント発生位置を表示**：チェックすると最大曲げモーメントが発生している場所を赤丸で表示します。
- ・ **最大曲げ応力発生位置を表示**：チェックすると最大曲げ応力が発生している場所を青丸で表示します。
- ・ **部材\*軸せん断力線図の表示**：チェックするとせん断力線図が表示されます。次の値の表示の設定を含めて部材Y軸と部材Z軸で別々に設定が可能です。
- ・ **せん断力の値を表示**：せん断力線図が表示されている場合にチェックするとせん断力線図にせん断力の値を表示します。
- ・ **内部節点の値を表示**：チェックすると内部節点を含めてせん断力の値を表示します。
- ・ **せん断力の値に単位を表示**：チェックするとせん断力の値に単位を表示します。
- ・ **せん断力線図の表示基準値**：数値を大きくするとせん断力線図が大きく表示されます。デフォルト値は5になります。
- ・ **曲げモーメント線図・せん断力線図の値の文字色を線図と同じ色とする**：チェックするとイメージ中に表示した曲げモーメントやせん断力の値を線図の線色と同じ色で表示します。チェックを外すと黒で表示します。
- ・ **イメージ中の計算結果の値に記号を表示**：チェックするとイメージ中に表示した各種計算結果の値に記号を付けて表示します。
- ・ **イメージ中の計算結果の値の有効数字**：イメージ表示枠下の一覧表に表示される計算結果の有効数字は環境設定の「計算条件・単位設定」で設定しますが有効数字を大きく取った場合に同じ有効数字でイメージ中に値を表示すると数字が重なって分かりにくくなりますので、それとは別にイメージ中に表示する各種計算結果の値の有効数字が設定できるようになっています。デフォルトは4になっています。
- ・ **【拡縮・回転】タブ**：ここでは画面操作のデフォルト値を設定します。実際の操作は「第4章 基本操作」の「8. 画面操作」で説明していますのでそちらも参照してください。クリック移動角度は画面操作モードがクリックモードの時の回転でイメージ一杯にドラッグしたときの回転角度を設定します。

通常はデフォルトの  $30^\circ$  で問題ないと思いますが同じ操作で大きく回転させたい場合は数値を大きくします。

全表示の視点はプルダウンメニューにある「視点プリセット」から「全表示」ボタンをクリックしたときのデフォルトの視点を選択します。なおここで選択してあるデフォルトの視点がプルダウンメニューでチェックが付いて表示されるようになっています。

全表示オフセット角はイメージ上の「全表示」ボタンを押して移動・拡大・回転をクリアしてデフォルトの表示に戻したときにZ軸回りの回転角をオフセットするものです。設定した構造によってはデフォルトの表示の時に節点や要素が重なってイメージが分かりにくくなる場合がありますのでそういうときにはオフセット角を入力してから「全表示」ボタンをクリックしてください。

- ・【ホイールマウスの動作】タブ：この機能は「フレーム構造解析12」で追加されたものでこのタブを開いた例を右に示します。従来からホイールを回したときは拡大できるようになっていましたが回転方向と拡大の動作は固定でした。ここではホイールを手前に回した時を基準に拡大の動作の切り替えができるようになっています。



また「フレーム構造解析12」では画面操作の「回転」ボタンが押下されている場合にホイールを回すとZ軸回転できるようになりましたがその回転方向も切り替えができます。これらマウスホイールの動作をタブにしたことで前述の「拡大・回転」の設定もタブに変更されています。

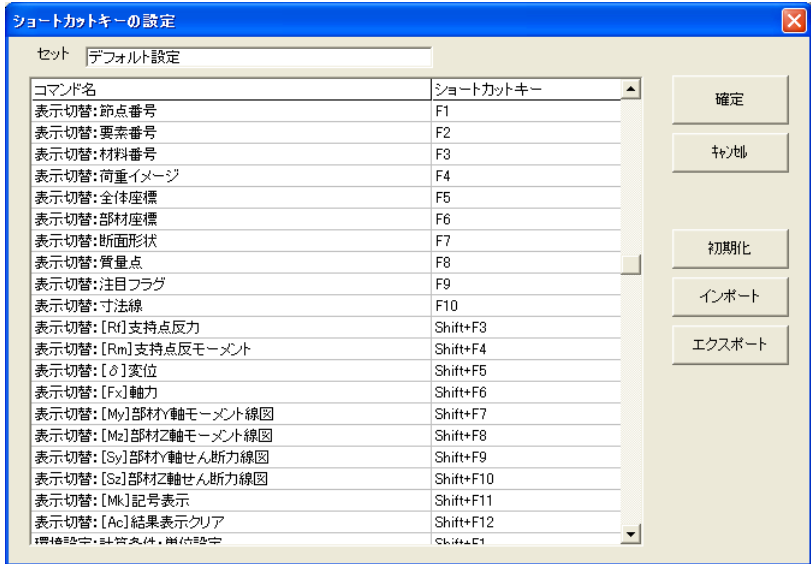
設定内容を変更して「確定」ボタンをクリックするとイメージに反映されるのでいろいろと変更して試してみると良いでしょう。

また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、を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。

さらに計算実行後は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。

これらのボタンで簡単にイメージ表示条件を変更できますのでこちらも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次に示すように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です。



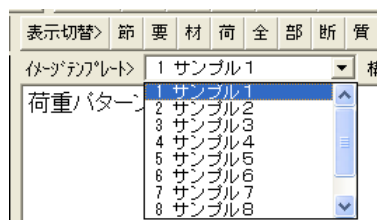
〔フレーム構造解析 10〕からイメージ表示条件が大幅に増えており簡単に切り替えることもできるようになっていますが、データ入力時や計算結果の検討時などその時々に応じた設定をこれらのボタンや設定ダイアログのチェックボックスでいちいち変更していくのは面倒です。そこで〔フレーム構造解析 10〕からイメージ表示条件にもテンプレート機能を追加して、あらかじめそれぞれの作業に応じたイメージ表示条件を設定しておいて、簡単に表示の切り替えができるようにしています。テンプレートの機能はイメージ表示条件設定ダイアログの右上にあります。



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良いでしょう。

このテンプレートの設定は出力テンプレート設定等と同じテンプレートフォルダにコピーされており、「フレーム構造－平面」は「フレーム構造－立体」と共通でTpl3dImngSet\*.csvとなっています。ここで\*\*には“00”から“10”が入り、“00”が「初期化」ボタンをクリックしたときのデフォルト設定用で“01”～“10”がテンプレート番号の1～10に対応します。

また「フレーム構造－平面」では右に示すように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。



なお表示切替の小さなボタンを押したりイメージ表示条件設定ダイアログでテンプレートの設定とは異なる設定をして「確定」した場合など、テンプレートの設定内容と変わっている場合にはリストボックスの表示は空欄となります。

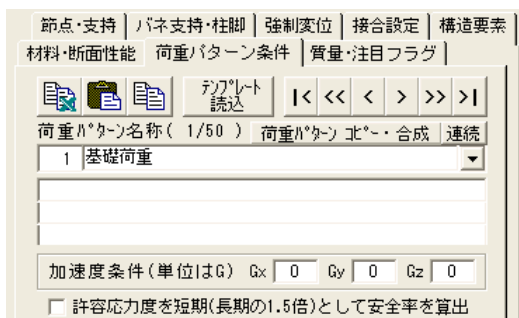
## 2.2. 荷重パターン条件について

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。

デフォルトの荷重パターン番号は1になりますので今までの計算例では荷重パターン番号1だけ使っていたことになります。

この荷重パターン名称に“基礎荷重”と入力しておき、別の荷重パターン番号に異なる荷重条件を設定してみましょう。

この荷重パターンでの計算結果がクリアされている場合は一旦計算を実行しておいてください。



〔構造解析 6〕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や加速度の設定欄もありましたが、〔フレーム構造－平面〕では〔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おり、〔部材の自重を考慮〕のチェックボックスも廃止されています。

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 にしておきます。また加速度も荷重と同様に軸方向を基準とするので自重を想定する場合は Z 軸マイナス方向に 1 G となるので  $G_z$  に -1 を入力して重力加速度と同じ加速度を下方方向に作用するようにします。

加速度の S I 単位は  $m/s^2$  で G は S I 単位ではありませんが設定しやすいのでこれを使用しています。S I 単位の加速度を設定する場合は  $1 G = 9.80665 m/s^2$  で換算してください。また  $gal$ （ガル：非 S I 単位）という単位も使われますがこれは  $1 gal = 0.01 m/s^2 = 1/980 G$  の換算率になります。

$G_x$  や  $G_y$  などの水平方向の加速度については地震の評価等を使用されるということで計算できるようにしていますが、実際の使用については上記の換算率などを考慮して設計者自身の判断で使用してください。

また加速度と部材重量により発生する荷重は内部的には分布荷重の一種として扱われますので計算精度の影響も受けます。これについては「第 4 章 基本操作」の「6. 環境設定」の〔計算条件・単位設定〕を参照してください。

では荷重パターン番号を進めてみます。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。ここでは試しとして [ > ] ボタンを 2 回クリックして荷重パターン番号を 3 に進め、加速度条件のみ設定してみましょう。

地震加速度として旧建築基準法で大地震（震度 7）に耐えるための基準として  $600 gal$  というのがありました。現在は地震周期も含めて震度と加速度の関係を考えるようになっていようで一概に言えないようですが気象庁震度階級（Wikipedia より）で周期 1 秒では震度 7 は約  $600 gal$  以上とありますので現在も一つの目安にはなっていると考えられます。ネットで「震度 7  $600 gal$ 」で検索するといろいろヒットしますので詳しく知りたい方は各自で調べてみてください。

600galは前述の換算で0.612GとなるのでこれをX軸方向( $G_x = 0.612$ )にかけてみます。

自重も考慮するように $G_z$ にも-1を入れておき分かりやすい荷重パターン名称を入力しておきます。

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

テンプレート 読込 | < << < > >> > |

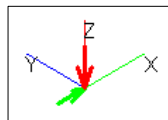
荷重パターン名称 ( 3/50 ) 荷重パターン 北-合成 連続

3 X方向地震加速度+自重

加速度条件 (単位はG)  $G_x$  0.612  $G_y$  0  $G_z$  -1

☒ 許容応力度を短期(長期の1.5倍)として安全率を算出

なおイメージ表示条件の設定で右に示すように全体座標上に加速度イメージを表示することができます。加速度イメージを表示しておくとなどのような加速度が設定されているか視覚的に分かりやすくなります。



また右に示すように荷重パターン名称をイメージ左上に表示することもできます。

表示切替> 節 要 材 荷 全 部 断 質 注 寸 R

イメージテンプレート> 1 サンプル1 構造イメージ 軸

荷重パターン: 3 X方向地震加速度+自重

イメージ表示条件設定のダイアログはこの「表示切替」ボタンでも開くことができますので分かりやすい表示条件を設定しておいてください。

では集中荷重、分布荷重、モーメント荷重、台形分布荷重、節点質量など加速度条件以外には何も無しにしておいてこれで計算してみると最大総変位が0.0543mmとなりました。

次に右に示すように荷重パターン番号を4にしてY方向に同じ地震加速度をかけてX方向の加速度は0にして計算してみましょう。

これで計算してみると最大総変位は1.504mmとなり、X方向の約2.8倍も変位しています。

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

テンプレート 読込 | < << < > >> > |

荷重パターン名称 ( 4/50 ) 荷重パターン 北-合成 連続

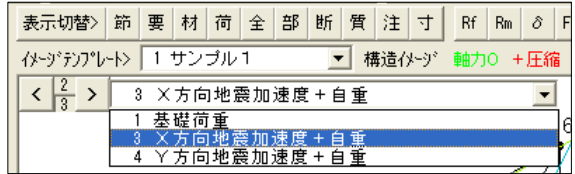
4 Y方向地震加速度+自重

加速度条件 (単位はG)  $G_x$  0  $G_y$  0.612  $G_z$  -1

☒ 許容応力度を短期(長期の1.5倍)として安全率を算出

なお「フレーム構造解析10」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右に示す荷重パターンのスクロールボタンと計算済みの荷重パターンをリストボックスに入れてイメージ左上に表示することができます。



この[<] [>] ボタンで荷重パターンを切り替えたりリストボックスで計算済みの荷重パターン名称を選択して計算結果を切り替えて確認できます。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。

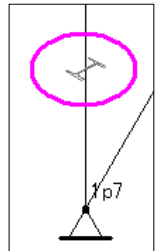
では計算結果の評価に戻りますがX方向では斜材の補強効果もあるとは思いますがY方向との変位の差が大きいように思われます。

[材料・断面性能] のタブを開いて柱に使っているH形鋼の断面性能を見てみると断面2次モーメントが  $I_y$  B と  $I_z$  B で3倍近く違うのが分かります。実際にどのような向きで使われているか確認するには後で説明する部材座標を表示しても良いのですがここでより分かりやすい断面形状を要素中央に表示してみます。

断面形状を表示するのもイメージ表示条件で設定しますがプルダウンメニューの[表示] > [断面形状] > [自動縮尺] をクリックして表示してみます。

断面形状に[自動縮尺]を選択すると断面2次モーメントによって断面形状を自動縮尺しますのでどの方向に強いあるいは弱いがよく分かります。

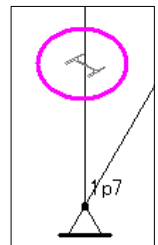
右に示すように柱の断面の向きがY方向に弱い方向で使われているのが分かります。



それではY方向の変形に強くなるように柱を回転させてみましょう。

[構造要素] のタブを開いて柱の要素の部材回転角に90を入力していきます。

部材の回転角に数値を入力すると断面形状がリアルタイムに回転するので非常に分かりやすくなります。





なおこのように構造要素や強度に影響する設定を変更すると荷重パターン毎に保持していた計算結果はクリアされてしまいます。計算したい荷重パターンが多い場合は次で説明する連続計算機能を使うと便利です。

ではこれで計算してみましょう

この例では最大総変位が0.5412mmとなりY方向の変位が小さくなりましたが逆にX方向には弱くなっているはずです。

ここで荷重パターン番号を3に戻せば先ほどのX方向に地震加速度をかけた条件で直ちに計算ができます。

なお荷重パターン番号を変更するときはスクロールボタンでも良いですが荷重パターン名称の右端にある▼で荷重パターン番号と荷重パターン名称をリストに一覧表示することができそこから選択できるようになっています。

荷重パターン番号を3にして計算してみると最大総変位は0.0578mmになり柱を回転する前の0.0543mmより僅かに増えた程度となっています。X方向には斜材で補強されていますのでこの斜材が無かったらどうなるでしょうか？

それを簡単に試してみるには「構造要素」のタブを開いて斜材に設定している材料番号を5から0の無効部材にして計算してみます。すると最大総変位は0.1506mmとなり斜材の有無で約3倍変位が違い斜材による補強の効果が大きいことが分かります。

「フレーム構造－平面」は2次元の構造しかできませんのでY方向に構造的な補強を入れることはできませんがY方向に荷重や加速度をかけることはできるのでこのように部材の向き等の検討はできるようになっています。

ここでは加速度以外は0にしていますが荷重パターン条件では集中荷重や分布荷重、モーメント荷重、台形分布荷重も同様に切り換えて計算することができます。これらの設定は節点毎や要素毎に設定するので数が多い場合は基本となるものをコピーしたり合成して使うと効率良く作業ができるのでそのための荷重パターンコピー・合成機能があります。

さらに「フレーム構造解析12」では連続した荷重パターン条件を別の荷重パターン番号に連続してコピー・貼り付けする機能が追加され、その際に荷重増減係数を設定しておくことと荷重値に荷重増減係数をかけたものが新たな荷重パターン条件の荷重値とすることができるようになっています。荷重パターンの連続コピー・貼り付け機能については後で説明します。

次にその荷重パターンのコピー・合成機能を説明します。

最初にコピー先となる荷重パターン番号を選択しておきます。ここではスクロールボタンからリストボックスから荷重パターン番号5を選択しておきます。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、最大5つの既存の荷重パターンを選択して合成することができます。

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(コピー\*)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。なお荷重パターン名称の変更はコピーを実行してからでもできますのでここで変更しなくてもかまいません。

では荷重パターン番号1と荷重パターン番号3を選択して「コピー実行」ボタンをクリックして荷重パターンをコピーしてみます。

ここで加速度条件は選択した荷重パターンの中の最大値が採用され、加速度については合成するときの符号は影響しません。また分布荷重の傾斜要素対象長さの設定は最上位の荷重パターンの設定が反映します。

右にコピーを実行した荷重パターン番号5を示しますが、荷重パターン3の加速度条件と荷重パターン1の集中荷重が合成されているのが分かります。

分布荷重も荷重パターン1からコピーされているか確認して計算を実行してみてください。

また計算ができれば既に設定済みの荷重パターン1や荷重パターン3、4に切り換えて計算してみたり新しく荷重パターンを合成してみるなど各自で試してみてください。

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

荷重パターン名称 ( 5/50 ) 荷重パターン 1 - 合成 連続  
 5 基礎荷重+X方向地震加速度+自重

加速度条件 (単位はG) Gx 0.612 Gy 0 Gz -1  
☐ 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 | モメント荷重 | 台形分布荷重

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	0	0
3	1000	0	0
4	0	0	0
5	1000	0	0
6	0	0	0
7	0	0	0
8	0	0	0
9	0	0	0
10	0	0	0

「第4章 基本操作」の「16. 材質データ」のところでも説明していますが〔フレーム構造解析12〕では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ます。それが加速度条件の下にある“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による設定で、これを安全率算出区分という名称で説明しています。

安全率は許容応力度を応力で割ったものになりますが鉄骨構造設計での長期と短期の許容応力度は単純に1.5倍異なるだけなので、材質グループで切り替えるようにするとデータが異なってしまう簡単に比較ができないので〔フレーム構造解析10〕から荷重パターン条件の数を従来の20から50に増やすのに伴って安全率算出区分も荷重パターン条件で設定するようにしています。

ではこの設定を変更する前に荷重パターン番号5の計算を実行しておきます。

右に「モーメント・応力・座屈」タブを開いたものを示しますが最小曲げ応力安全率を見ると20.89、最小せん断応力安全率は104.5になっています。

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)		884300		2		発生要素	
最大曲げ応力(N/mm2)		15.94		6		No	
最小曲げ応力安全率		20.89		6		No	
最大せん断力(N)		5373		1		発生要素	
最大せん断応力(N/mm2)		2.489		1		No	
最小せん断応力安全率		104.5		1		No	

次に荷重パターン番号を6に進め、先ほどの「荷重パターンのコピー・合成」機能を使って荷重パターン番号5の設定をそっくり荷重パターン番号6にコピーします。次に“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をチェックして安全率算出区分を短期にします。

これをチェックすると荷重パターン名称の末尾に“(短期)”が追加され、チェックを外すと“(短期)”は削除されます。

なおあらかじめ荷重パターン名称のどこかに“短期”の文字があると自動では“(短期)”は追加されませんがチェックを外しても削除もされませんので、荷重パターン名称に短期の文字を入れる場合は安全率算出区分の設定と合わせるように注意して行ってください。

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

荷重パターン名称 (6/50) 荷重パターンコピー・合成 | 連続

6 基礎荷重+X方向地震加速度+自重(短期)

加速度条件(単位はG) Gx 0.612 Gy 0 Gz -1

☒ 許容応力度を短期(長期の1.5倍)として安全率を算出

ではこの荷重パターン番号6の条件で計算を実行してみます。先ほどと同様に「モーメント・応力・座屈」タブを開いたものを右に示しますが最小曲げ応力安全率を見ると31.34、最小せん断応力安全率は156.7になっており、先ほどの荷重パターン番号5の安全率に対して1.5倍になっています。また安全率以外の最大曲げモーメントや最大曲げ応力は先ほどと同じ値になっていますので安全率算出区分が安全率のみに影響することが分かります。

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)	884300	2	発生要素		
最大曲げ応力(N/mm <sup>2</sup> )	15.94	6	No		
最小曲げ応力安全率	31.34	6	No		
最大せん断力(N)	5373	1	発生要素		
最大せん断応力(N/mm <sup>2</sup> )	2.489	1	No		
最小せん断応力安全率	156.7	1	No		

荷重パターン番号5の計算結果が残っていれば荷重パターンのスクロールボタンやリストボックスで切り替えて簡単に比較ができます。

< 5/5 >

6 基礎荷重+X方向地震加速度+自重(短期)

1 基礎荷重

3 X方向地震加速度+自重

4 Y方向地震加速度+自重

5 基礎荷重+X方向地震加速度+自重

6 基礎荷重+X方向地震加速度+自重(短期)

なお前述の荷重パターンのコピー・合成機能では安全率算出区分はコピーされませんので荷重パターン条件のタブで選択するようにしてください。また安全率算出区分は主に鉄骨構造の許容応力度設計法で使われるもので材質グループが「構造解析一般」を使っている機械設計等で使う場合は通常は未チェックのままです。

次に「フレーム構造解析 1 2」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。

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。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。

続いて貼り付け時の荷重増減係数を必要に応じて入力します。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 としています。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。



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 1 2」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作業効率がアップすると期待しています。

## 2 3. 連続計算機能について

先に説明したように荷重パターン条件では最大 5 0 まで荷重パターンを登録して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が、「フレーム構造－平面」の連続計算機能では自動的に荷重パターンを切り換えて連続して計算することができます。

この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。前の荷重パターン条件のデータでは荷重パターン名を 5 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。

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。

連続計算

設定

直前連続計算最大値一覧

連続計算する荷重パターン名をチェック

☒ 基礎荷重
☐ 26
☐ 27
☐ 28
☐ 29
☐ 30
☐ 31
☐ 32
☐ 33
☐ 34
☐ 35
☐ 36
☐ 37
☐ 38
☐ 39
☐ 40
☐ 41
☐ 42
☐ 43
☐ 44
☐ 45
☐ 46
☐ 47
☐ 48
☐ 49
☐ 50

☒ X方向地震加速度+自重
☒ Y方向地震加速度+自重
☒ 基礎荷重+X方向地震加速度+自重
☒ 基礎荷重+X方向地震加速度+自重(短期)

☐ 7
☐ 8
☐ 9
☐ 10
☒ 基礎荷重(Lka=2)
☐ 12
☒ X方向地震加速度+自重(Lka=2)
☒ Y方向地震加速度+自重(Lka=2)
☒ 基礎荷重+X方向地震加速度+自重(Lka=2)
☒ 基礎荷重+X方向地震加速度+自重(短期)(Lka=2)
☐ 17
☐ 18
☐ 19
☐ 20
☐ 21
☐ 22
☐ 23
☐ 24
☐ 25

荷重パターン名  
全てチェック  
全てのチェックを  
外す

連続計算実行(Q)

キャンセル

出力したい形式を選択

☐ 印刷 プリント名= HP DeskJet 8150C
☐ PDF出力 出力先= C:\Documents and Settings\\*\*\*\*\*\Local Settings\Application Data\WCADTOOL\_Series\Kozo12\Sample
☐ BMP出力 出力先= C:\Documents and Settings\\*\*\*\*\*\Local Settings\Application Data\WCADTOOL\_Series\Kozo12\Sample
☐ CSV出力 出力先= C:\Documents and Settings\\*\*\*\*\*\Local Settings\Application Data\WCADTOOL\_Series\Kozo12\Sample
☐ HTML出力 出力先= C:\Documents and Settings\\*\*\*\*\*\Local Settings\Application Data\WCADTOOL\_Series\Kozo12\Sample
☐ EXCEL出力 (新たにEXCELを起動して荷重パターン毎にシートを追加して計算結果を貼り付けます。)

プリント設定

荷重パターン番号を付加して出力

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

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

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

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

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

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

計算が終了すると再度このダイアログが表示されタブが［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－平面］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。



連続計算						
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)
1	基礎荷重	0.184	15.56	2.43	12730	-2274
2						
3	X方向地震加速度+自重	0.0579	3.107	0.0762	1244	-676.9
4	Y方向地震加速度+自重	0.5412	5.212	0.1563	527.7	-13.79
5	基礎荷重+X方向地震加速度+自重	0.2298	15.94	2.439	14030	-2951
6	基礎荷重+X方向地震加速度+自重(短期)	0.2298	15.94	2.439	14030	-2951
7						
8						
9						
10						
11	基礎荷重(Lka=2)	0.3679	31.13	4.861	25570	-4548
12						
13	X方向地震加速度+自重(Lka=2)	0.1157	6.214	0.1524	2489	-1354
14	Y方向地震加速度+自重(Lka=2)	1.082	10.42	0.3127	1055	-27.59
15	基礎荷重+X方向地震加速度+自重(Lka=2)	0.4595	31.88	4.378	20060	-5901
16	基礎荷重+X方向地震加速度+自重(短期)(Lka=2)	0.4595	31.88	4.378	20060	-5901
17						

荷重パターン番号 11～16 は荷重パターン番号 1～6 を荷重増減係数を 2 としてコピーしたものであるため各最大値も 2 倍になっているのが分かります。

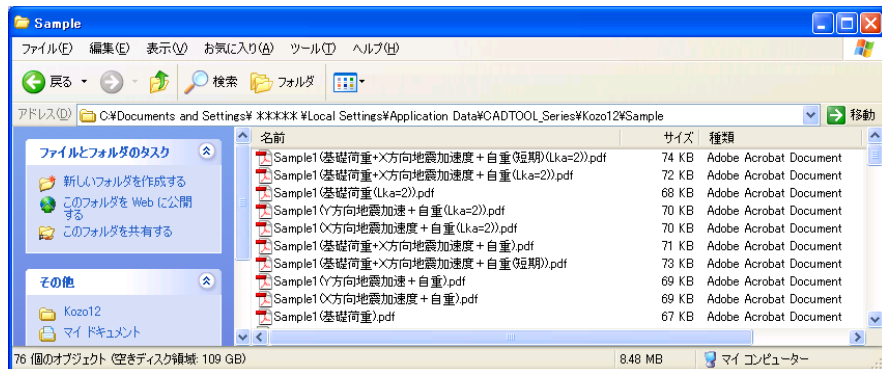
この直前連続計算最大値一覧は次に連続計算を実行すると更新してしまいますので必要な場合は [ログファイル出力] ボタンをクリックしてログファイルに出力しておいてください。ログファイルのファイル名はデータファイル名と連続計算の実行時間になっています。

不要な計算結果はカラム幅を変更して隠すこともできます。変更したカラム幅を元に戻したい場合は [カラム幅リセット] ボタンをクリックします。

またこのダイアログを一旦閉じて次に開いても [直前連続計算最大値一覧] タブがデフォルトで開きます。再度連続計算をしたい場合は [設定] タブに切り替えてください。

[フレーム構造解析 11] から既に計算済みの荷重パターンについては再計算しないようになっていますので計算時間のかかる場合もとりにあらず何も出力しないで一度連続計算を実行しておき、最大値などを参照して必要なものだけ出力設定をして再度出力のための連続計算を実行しても再計算はしなくなりましたので効率的に出力ができるようになりました。

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



EXCEL出力をチェックすると“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。ただしエクセルのシート名は31文字という制限があるため荷重パターン名称が長い場合は末尾より31文字を取得しますのでシート名の頭が一部欠けることもあります。シート名が分かりにくくなった場合は必要に応じてシート名を編集してください。

「フレーム構造解析 12」から構造イメージもエクセルに出力できるようになっていますので計算結果がより分かりやすくなっています。これについては「第4章 基本操作」の「7. プレビューと各種出力」のエクセル貼り付けを参照してください

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。

また荷重パターン毎の計算結果を保持できますので何も出力しないで連続計算を実行してからイメージ左上に表示される荷重パターンスクロールボタンからリストボックスで計算結果を切り替えて確認することができます。

なお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。

## 2 4. 格子壁・床作成機能について

「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機能が追加されましたのでそれを試してみましょう。

ベースとなる設定データは「1 2. 計算結果」で使ったものなので「既存データ読込」でサンプルデータフォルダからSample1.KP12を読み込んでおきます。

続いて「構造要素」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右に示す格子壁・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ます。

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し、「イメージ上で節点を指示」ボタンをクリックすると一旦このダイアログが閉じますので構造イメージから節点を指示することができます。

ここではどちらの方法でもかまいませんので節点3, 4, 5, 6を選択します。

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。

格子壁・床作成

格子で壁・床を作成する面の四隅の節点を選択

No.1

No.2

No.3

No.4

X座標

Y座標

Z座標

面の大きさ 縦

横

イメージ上で節点を指示

注)座標値・大きさ等の単位はmmとする。

格子設定

自動分割設定

分割数

板厚(mm)

標準

高

任意

縦格子

横格子

外周

断面形状

材料番号

材料名称

格子点総荷重(N)

X方向

Y方向

Z方向

格子点質量(kg)

作成情報

追加節点数

追加要素数

材質

SS330 一般構造用圧延鋼1種

格子点総荷重(N)

X方向

Y方向

Z方向

格子点質量(kg)

作成情報

追加節点数

追加要素数

作成実行

キャンセル

4つの節点を選択し面の大きさが取得できたら下部の格子設定へ移ります。格子壁・床では取得した矩形を分割して格子を作成しますがその分割数が自動分割設定で変更できるようになっています。

自動分割設定が「標準」の場合は矩形の短い辺を3分割し長い辺は短い辺の分割幅に近くなるように分割されます。

自動分割設定が「高」の場合は短い辺を5分割し、「任意」を選択すると分割数が入力できるようになります。

ただし格子壁・床では格子の交点に節点ができ、それを要素でつないで格子を構成するので使用する節点数と要素数がかなり多くなります。

分割数が縦横3でも追加節点数は25、追加要素数は40になりますので自動分割設定はなるべく「標準」とし、また格子壁・床の多用は避けてください。

格子壁・床作成

格子で壁・床を作成する面の四隅の節点を選択

No.1

No.2

No.3

No.4

3

4

5

6

X座標

Y座標

Z座標

0

1000

0

1000

0

0

0

0

1000

1000

2000

2000

面の大きさ

縦

横

1000

1000

イメージ上で節点を指示

注)座標値・大きさ等の単位はmmとする。

格子設定

自動分割設定

分割数

板厚(mm)

標準

高

任意

縦

横

3

3

20

断面形状

材料番号

材料名称

縦格子

平鋼333xt20

100

(格子01H)

横格子

平鋼333xt20

101

(格子01W)

外周

平鋼20xt20

102

(格子01E)

注)板厚・断面形状の単位はmmとする。

材質

SS490 t≤40mm 一般構造用圧延鋼

格子点総荷重(N)

X方向

Y方向

Z方向

0

0

0

格子点総質量(kg)

0

作成情報

追加節点数

追加要素数

25

40

作成実行

キャンセル

ここで板厚を入力すると使用する平鋼のサイズが計算されて断面形状に表示されます。ここでは板厚に20を入力してみます。

使用する材料は縦格子と横格子と外周の3つを使います。縦格子の材料番号のリストボックスには使われていない材料番号が表示されますので、そこから材料番号を選択すると横格子、外周の材料番号は自動で使っていない材料番号から取得されます。ただし構造用の材料番号とは分けておいた方が分かりやすいと思いますので材料番号には10とか100を選択すると良いでしょう。ここでは100を選択しておきます。

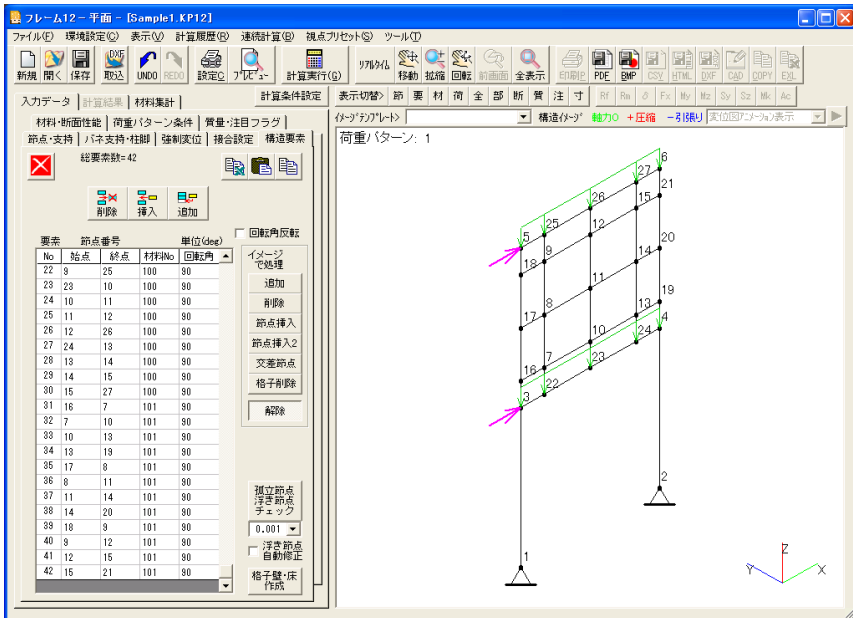
材料名称の入力は必須ではありませんがその右に表示されている“(格子\*\*\*)”は必ず追加されるようになっていきます。この\*\*\*のうち前2桁の数字は作成する格子壁・床の番号となり初回は“0 1”になります。末尾のH、W、Eは縦、横、外周の意味になります。

材質はカレントの材質が選択されていますので必要に応じて変更してください。

格子点には集中荷重をかけることができますが格子点の数は自動分割設定によって変わってきますので格子点総荷重ではその合計の荷重値を設定します。

また格子点総質量に質量を入力すると格子点の数で割った質量が個々の格子点の節点質量として設定されます。

ここでは格子点総荷重および格子点総質量は0のまま[作成実行] ボタンをクリックして格子壁・床を作成してみます。



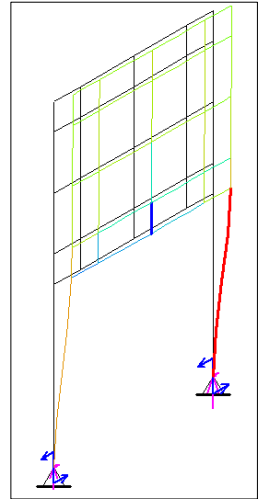
この例では外周には既に要素がありますので格子壁の外周要素は統合され、残りの縦格子と横格子で総要素数は18から42に24要素増えています。また四隅の節点も統合されますので節点数は6から27と21節点増えています。

これで計算を実行した構造イメージを右に示しますが格子壁とした上部の矩形がほぼ矩形を保ったままX方向へ変位しているのが分かります。

壁や床を格子状の要素で近似するモデルは強度的にはかなり近いものになりますが問題としては格子状に板が重なっていますのでそのままでは重量が2倍になってしまいます。

そこで材料名称に“格子”と付くものについては密度を半分にしておいて計算するようになっています。

ここで壁の重量を計算してみるとこの矩形は縦横1000mmで板厚が20mm、密度が $7.86 \text{ g/cm}^3$ ですので、これから壁の重量は157.2kgと求められます。



この計算結果に表示される総重量は259kgで格子壁の無い場合が101.8kgでしたので壁の重量は一致しています。

格子壁・床作成機能で追加した節点や要素は上記の密度の扱いを除けば通常の節点や要素と同じですので後から格子点に集中荷重を設定したり、節点質量を設定することも可能です。

また材料を変更することも可能なので壁ではなく角パイプ等で組んだ格子状の柵のようなモデルに応用することもできると思います。この機能で大雑把に格子モデルを作成しておいて後から節点座標を調整するような使い方で構造要素の設定はだいぶ楽になるのではないかと考えられます。

ただし前述のように格子壁を作成すると一気に節点数や要素数が増えますので注意してください。また材料名称から“格子”を削除してしまうと通常の密度で計算されますのでこれも注意してください。

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「格子削除」ボタンが追加され、これを押してから格子要素の一つを指示するとその格子壁が削除できるようになっています。

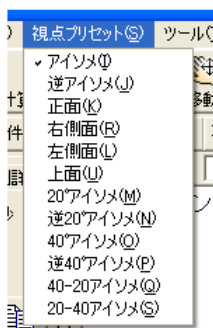
「フレーム構造解析12」の格子壁・床作成機能はいろいろと制約はありますが簡単な操作で壁や床の近似モデルが作成できますので上記の点を留意しながら使ってみてください。

## 25. 視点プリセットについて

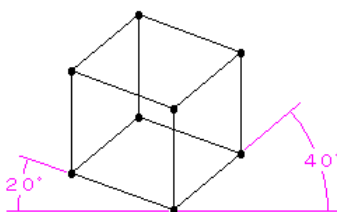
構造のイメージ表示は「第4章 基本操作」の「8. 画面操作」で説明した方法で自由な回転位置や大きさで表示することが可能ですが〔フレーム構造－平面〕では使用頻度の高いイメージの回転位置を視点プリセットとしてあらかじめ用意しています。これを使うにはプルダウンメニューの〔視点プリセット〕をクリックします。

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 $30^\circ$ になるように表示されますが例えば $20^\circ$ アイソメはこれが左右とも $20^\circ$ になり、 $20-40$ アイソメは左側が $20^\circ$ 右側が $40^\circ$ という意味になります。



20-40アイソメ例

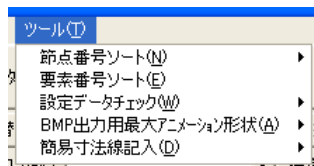


また〔全表示〕ボタンをクリックしたときのデフォルトをイメージ表示条件で選択できますがプルダウンメニューにはそこで選択している視点にチェックが付くようになっています。

## 26. ツールメニューについて

プルダウンメニューの〔ツール〕をクリックすると右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。

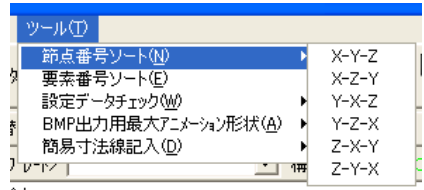


### 節点番号ソート

節点番号ソート機能は座標値の優先順位の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右に示すサブメニューが表示されます。

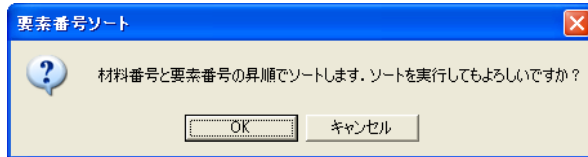
これがソートするときの座標値の優先順位となり、例えば「X-Y-Z」をクリックした場合はX座標、Y座標、Z座標の優先順位で座標値の昇順の並べ替えが行われます。



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D X F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

「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。

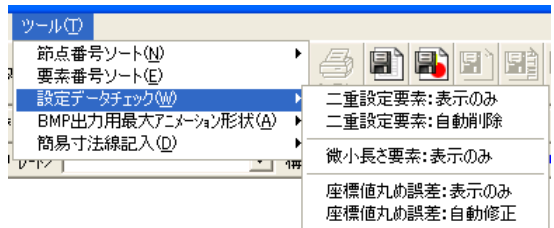


ここで「OK」ボタンをクリックすると材料番号と要素番号の昇順で並べ替えします。使っている材料が多くなると、後からいろいろな材料番号の要素を追加していった同じ材料番号の要素がバラバラに並んでしまった場合に使います。

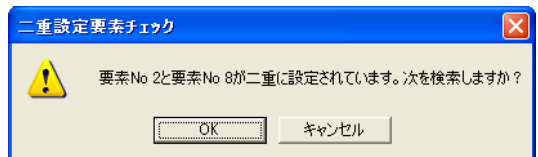
### 設定データチェック

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

「二重設定要素：\*\*」は同じ始終点の節点で複数の要素を設定していないかチェックする機能です。



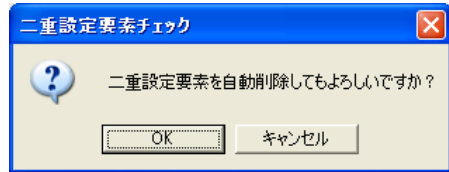
「二重設定要素：表示のみ」をクリックすると二重要素をチェックしていき、二重要素が見つかった場合は右のようなメッセージが表示されます。





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。

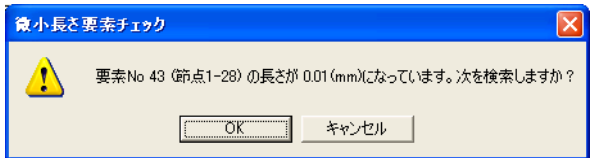


要素を二重に設定すると新たに材料を設定することなくその部分の強度を上げることができ、あえて二重に設定する場合があるので通常の計算時にはチェックされません。ただし要素数が多くなってくるとうっかり二重に設定してしまうこともあります要素数が多いと探すのも大変になります。要素数の多いときには構造要素が設定できた時点でチェックしてみると良いでしょう。

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みてください。

〔微小長さ要素：表示のみ〕は 1 mm 未満の要素をチェックする機能で、1 mm 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。

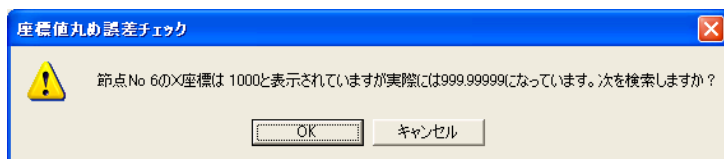


有限要素法の特徴として近くの要素同士で長さが極端に異なる（1：1000以上）ものがあると計算誤差が大きくなります。特にD X Fデータから構造を読み込む場合はC A DのD X Fコンバータの仕様により微小な長さの要素ができてしまう場合がありますので注意が必要です。

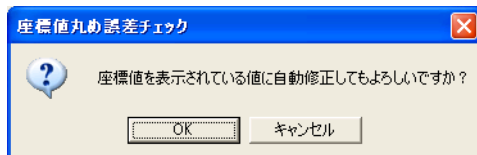
また微小長さ要素ができている場合は節点は微小に離れているので接合設定にもならず、浮き節点チェックでもチェックできないことがありますので必要に応じて〔微小長さ要素チェック〕も実施してみてください。

〔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。9 9 9 . 9 9 9 9 9 の座標値は丸められて 1 0 0 0 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。

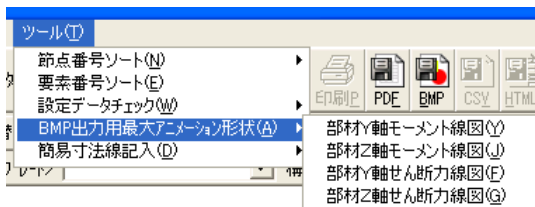
「微小長さ要素チェック」と「座標値丸め誤差チェック」は「フレーム構造解析 11」から追加された機能で、DXFコンバータの誤差等で発生した見つけにくい設定ミスを見つける機能となります。設定データを見直してもエラーが出る、接合設定になるはずがならないなど思ったような動作とならない場合は従来の「浮き節点チェック」と合わせてこれらのチェックも実施してみてください。

## BMP出力用最大アニメーション形状

「フレーム構造－平面」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ずが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右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。

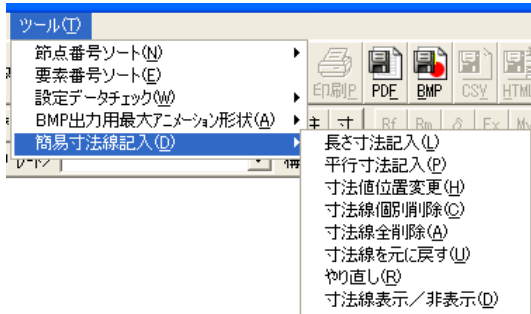


簡単な機能なので各自で試してみてください。なお最大アニメーション形状を解除するにはイメージ上でマウス左クリックすると解除できます。

## 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右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11」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。

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。なおこれらの機能は最大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。

「フレーム構造解析10」から寸法線の情報がデータに保存されるようになり、寸法記入位置を指示するときのドラッグ中でも寸法値が表示されるようになっています。

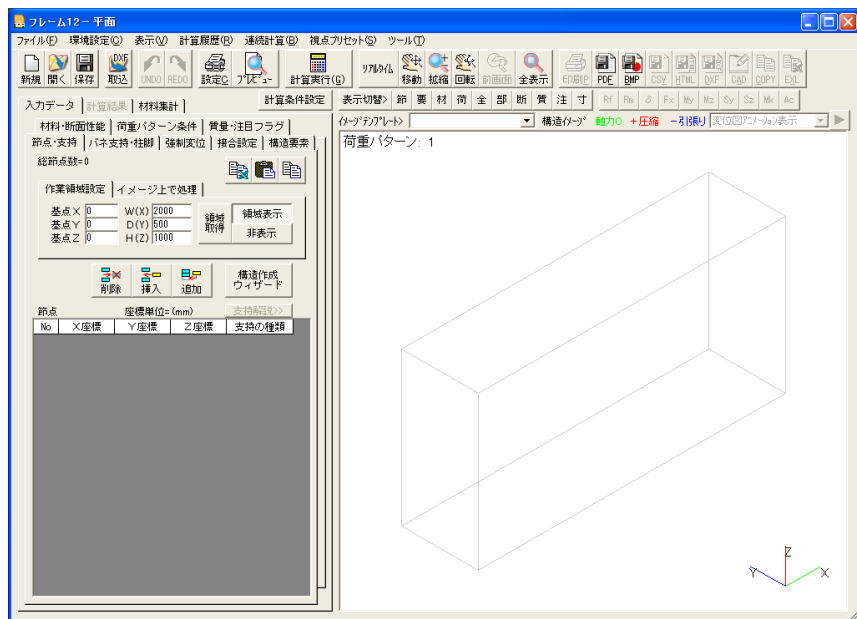
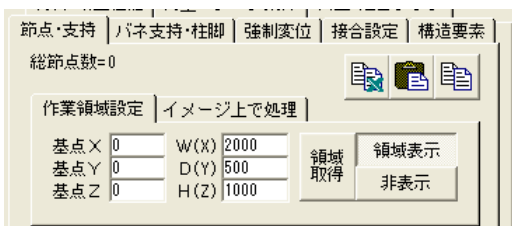
簡易寸法線記入は簡単な機能ですので各自で試してみてください。なおこの簡易寸法線は内部的には3次元で構成されていますので回転させてみると面白いです。回転の操作については「第4章 基本操作」の「8. 画面操作」を参照してください。

## 2.7. 節点条件のイメージ上での処理

〔フレーム構造－平面〕では節点条件をイメージ上で設定していく機能があります。ここではその操作方法について説明します。では新規に起動して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〕ボタンを押すと次に示すようにイメージ上にその領域が薄く表示されます。また基点座標は手前下のコーナーになります。

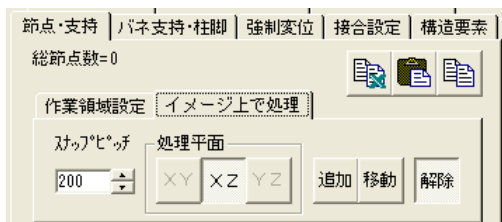


〔フレーム構造－平面〕ではスタートアップメニューで選択した作業平面に関係なく3次元の作業領域の設定ができるようになっていました。同じ構造物の幅方向を作業平面の〔XZ平面〕、奥行き方向を作業平面の〔YZ平面〕に分けて設定するような場合は構造物全体の大きさを作業領域に設定すると良いでしょう。また2次元のみの処理であれば作業平面以外の方向の寸法を0にして作業領域を設定しておく良いでしょう。

作業領域はこのタブの右に上下に並んだ〔領域表示〕〔非表示〕ボタンで表示を切り換えることができます。もし作業領域が表示されていない場合は〔領域表示〕ボタンを押してください。

そのボタンの左にある〔領域取得〕ボタンをクリックすると既に節点が設定されている場合にはその節点の範囲から基点座標と作業領域の寸法を取得しますが、ここでは新規の状態になっており節点がありませんのでボタンを押しても関係ありません。作業領域を使わずに節点を設定していった場合や既存のデータに節点を追加したような場合で作業領域を節点の範囲で再取得したいときは〔領域取得〕ボタンをクリックしてください。

次に〔イメージ上で処理〕のタブを開きます。イメージ上での追加や移動は基点を指示して追加点や移動点を指示する操作になります。

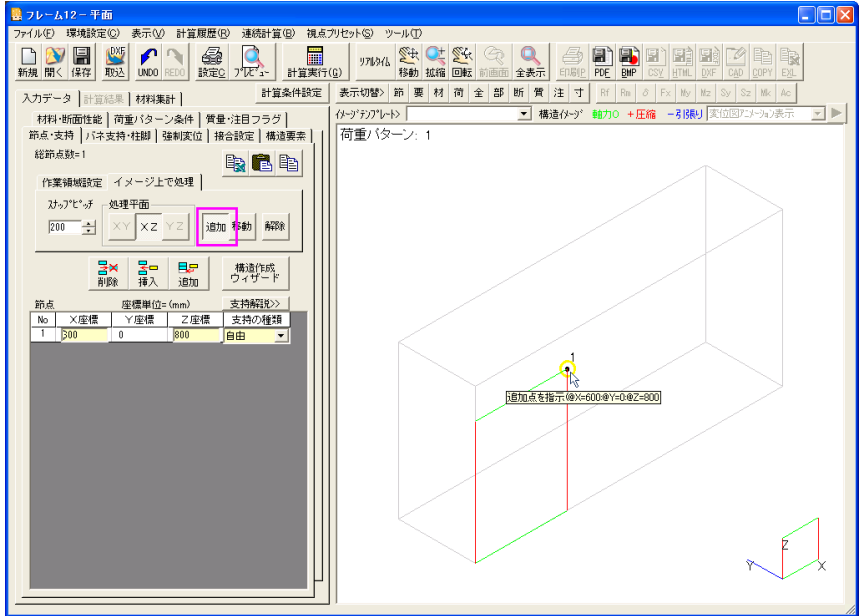


基点から追加点、移動点までの相対距離はスナップピッチの倍数になるように丸められますのでスナップピッチが0では作業できません。まず作業に応じたスナップピッチを入力します。スナップピッチは入力ボックス右の小さな▲▼ボタンでも変更できるようになっています。

処理平面はイメージ上で基点からの位置を3次元で直接指示するのが分かりにくいいためあらかじめどの平面で操作するかを選択しておくものですが〔フレーム構造－平面〕ではスタートアップメニューで選択した作業平面がこの処理平面となり変更はできません。

スナップピッチを入力し処理平面を確認したら〔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。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。

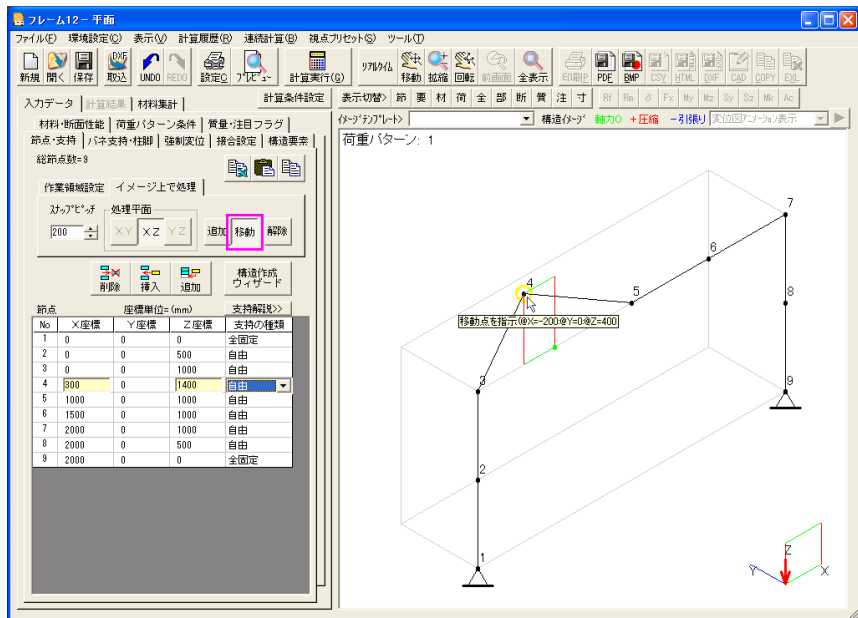


マウスの位置には基点からの相対距離も表示されるようになっており、全体座標にも選択している処理平面が表示されるようになっています。なお基点からの相対距離はスナップピッチの倍数になりますので必要に応じて節点を追加する前にスナップピッチを変更しておいてください。

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>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。

これに支持条件をつけて節点をつないでいけば簡単に構造が作成できます。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。



節点をイメージ上で追加していき、構造要素もイメージ上で追加できますので上記のような門形ラーメン構造がマウスだけで簡単にできていきます。

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。基点の節点を指示す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に節点が移動します。

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。

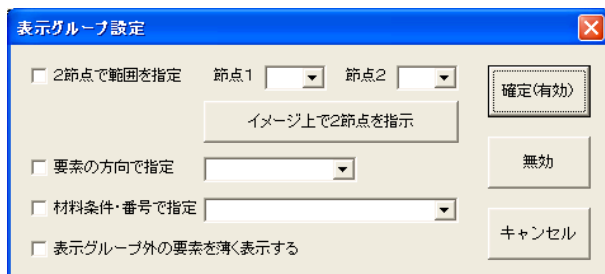
## 2 8. 表示グループ機能について

表示グループ機能は「フレーム構造解析 1 1」から追加された機能になり、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。

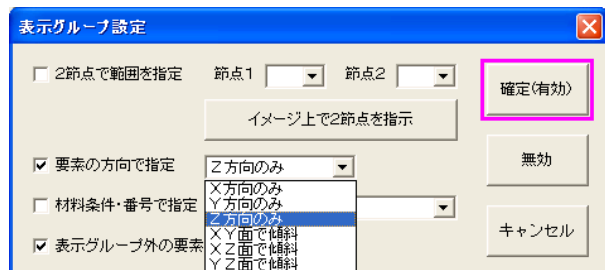
ここで「イメージをコピー」「前画面」「全表示」ははりの計算でも説明していますが「イメージをコピー」をクリックするとイメージをクリップボードにコピーすることができ、「前画面」「全表示」は画面操作で説明した同じ名前のボタンと同じ機能になります。また「フレーム構造解析 1 2」から「回転」が追加されていますがこれをクリックすると画面操作の「回転」ボタンが押下されてホイールマウスのホイールを回すことでZ軸回転できるようになります。

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(S)
表示グループ有効(Y)
表示グループ無効(M)
複数節点選択新規(N)
複数節点選択追加(S)
複数要素選択新規(E)
複数要素選択追加(I)

表示グループ機能はここにある「表示グループ設定」「表示グループ有効」「表示グループ無効」の3つのメニューで操作します。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ます。

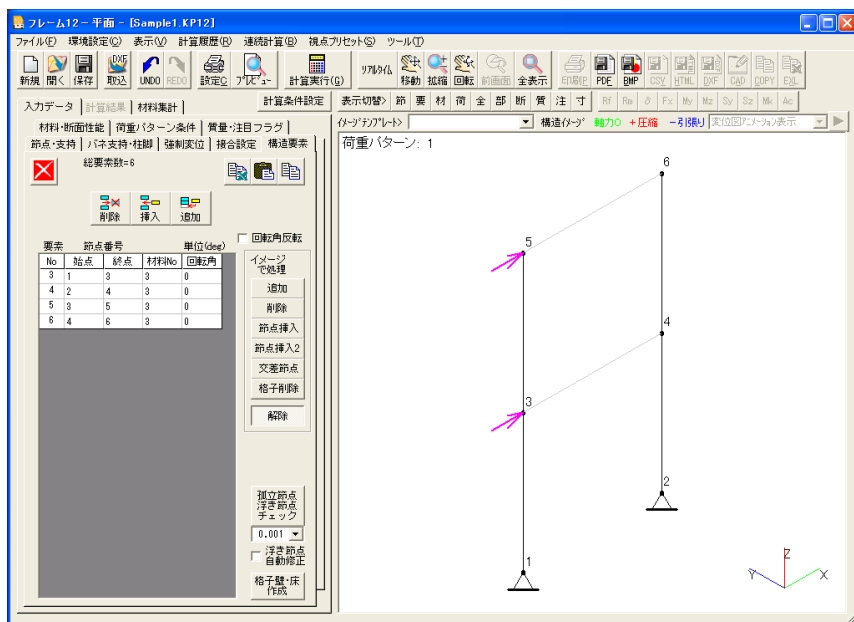


2節点で範囲を指定したい場合は節点1、節点2を選択するとその範囲に含まれる構造が表示グループとなります。イメージ上で2節点を指示して範囲を決めることもできます。要素の方向で指定したい場合はプルダウンから方向を選択します。

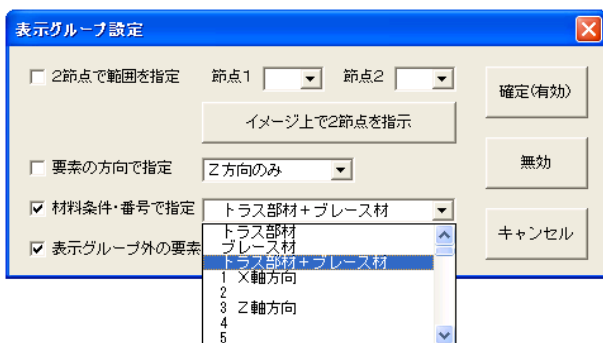




ここでは試しにSample1.KP12で“Z方向のみ”を選択して[確定(有効)]ボタンをクリックしたものを示します。また“表示グループ外の要素を薄く表示する”もチェックしておきます。



表示グループ設定で要素の“Z方向のみ”を選択しているので柱の要素のみイメージ表示されデータ表示欄も表示されているイメージのものだけになりますので複雑な構造でも目的の節点や要素に絞り込んで分かりやすくデータの入力・編集ができるようになります。次に材料条件・番号で指定のプルダウンを表示したものを示します。



材料条件・番号で指定する場合は“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。また表示グループ機能は計算結果の表示にも対応していますので従来の個別要素詳細や材料別詳細よりきめ細かい表示ができるようになっています。

また「構造要素」タブと荷重パターン条件の「台形分布荷重」ではリストボックスで節点番号を選択するようになっていますが表示グループを設定していると選択できる節点番号が表示されているものだけになりますので節点数が多い場合には表示グループを設定して節点を絞り込んでおくとしリストボックスで選択しやすくなります。

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

表示グループ機能の操作は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。特に要素数の大きな構造物を編集する場合には表示グループ機能で効率的に作業ができると思いますので是非活用してみてください。

## 29. 複数選択機能について

複数選択機能も「フレーム構造解析 11」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) 前面面(B) 全表示(A)	イメージをコピー(C) 回転(R) 前面面(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)	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)	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。

イメージ上でマウス右クリックすると一旦複数選択機能は解除され全ての節点や要素の情報がデータ表示欄に表示されハイライト表示も解除されます。

節点や要素を選択中にポップアップメニューを表示したい場合はイメージ上でマウス右ボタンを2回クリックしてください。

ここで「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。

節点や要素が選択済みでハイライト表示されているときにタブを切り替えても選択済みの情報は保持されハイライト表示されたままになりますので節点関係あるいは要素関係のタブを切り替えても再選択することなくデータの編集ができるようになっています。

一方で節点を選択しているときに要素関係のタブを開いても選択済みの節点がハイライト表示されたままとなり、逆に要素を選択しているときに節点関係のタブを開いても選択済みの要素がハイライト表示されたままとなります。これは間違っただタブを開いた場合も選択済みの情報を解除しないためのもので正常な動作となります。

要素関係のデータを編集するために要素関係のタブを開いたときに節点がハイライト表示されている、あるいは節点関係のデータを編集するために節点関係のタブを開いたときに要素がハイライト表示されている場合は一旦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から操作してください。

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。

### 30. 一括修正機能について

一括修正機能も「フレーム構造解析 11」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。

**〔節点・支持一括修正〕**：ここでは試しに Sample1.KP12の「節点・支持」タブを開き複数節点選択機能で支持点の節点 1 と 2 選択してデータ表示欄でマウス右クリックすると右に示す「節点・支持一括修正」のダイアログが表示されます。

節点・支持一括修正

X座標	Y座標	Z座標	支持の種類
		0	修正なし

注)座標値はすべて同一値の場合のみ修正可  
 注)座標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

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。

一括修正機能を使うまえに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、上記のようにあらかじめ修正したい節点や要素が分かっている場合はそれらを選択しておくことで一括して修正できるのでより便利に使えます。また複数選択機能ではなく表示グループ機能で修正したい節点や要素を絞り込んでから一括修正機能を使うこともできます。

**〔材料番号・部材回転角一括修正〕**：これは「4. 構造要素設定」でも説明しましたが「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右に示すダイアログが表示され、データ表示欄に表示されている全てのデータを一括して修正することができます。

材料番号・部材回転角一括修正

材料番号	回転角
	0

注)表示されている全てのデータを一括して修正

確定 キャンセル

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る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。

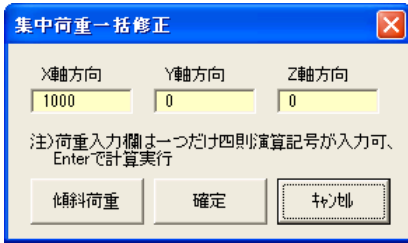
【集中荷重一括修正】：荷重パターン条件にも一括修正機能があり「集中荷重」のタブを開いてデータ表示欄でマウス右クリックすると右に示すダイアログが表示されます。

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右に示す「傾斜荷重ウィザード」のダイアログが開きます。

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XYZ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。

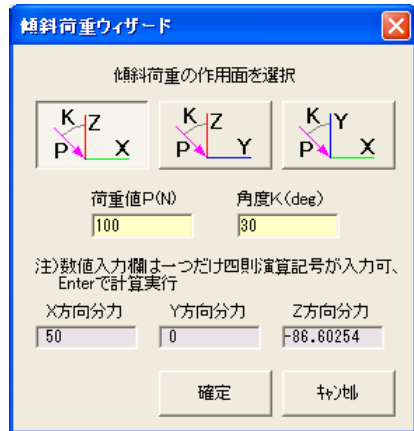


集中荷重一括修正

X軸方向	Y軸方向	Z軸方向
1000	0	0

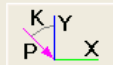
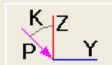
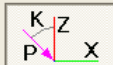
注)荷重入力欄は一つだけ四則演算記号が入力可、Enterで計算実行

傾斜荷重 確定 キャンセル



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)

100	30
-----	----

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

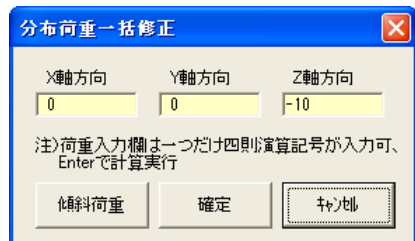
X方向分力	Y方向分力	Z方向分力
50	0	-86.60254

確定 キャンセル

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右に示すダイアログが表示されます。

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。



分布荷重一括修正

X軸方向	Y軸方向	Z軸方向
0	0	-10

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

〔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右に示すダイアログが表示されます。

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。

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

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右に示すダイアログが表示されます。

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。

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

〔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、節点数や要素数が増え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。是非活用してみてください。

## 第7章 断面性能計算

### 1. 概要

〔フレーム構造解析 1 2 / 2 D〕の「フレーム構造一平面」では構造自体は2次元しか作れませんが荷重条件は3次元で入力でき計算結果も3次元の「フレーム構造一立体」と同じものが求められるようになっています。計算結果が3次元になるとねじりの影響も考慮しないといけませんので〔フレーム構造解析 1 2 / 2 D〕の「断面性能計算」は通常の断面性能とねじり強度に関係する有効断面2次極モーメント、有効極断面係数が有限要素法を用いて求められるようになっています。

〔フレーム構造解析 1 1〕から〔断面性能計算〕のコマンドだけで形状を作成する機能が付き編集機能も強化されましたのでCADを立ち上げなくても断面データを作成することができます。

またせん断有効断面積も自動で求められ、解析データを断面登録することにより〔フレーム構造解析 1 2〕の2D、3D両方で使用できる断面データを作成することができます。

ねじり強度に関係する有効断面2次極モーメントと有効極断面係数については単純な形状についての計算式（近似式を含む）がありますが任意の断面形状については手計算で求めることが困難でした。

〔フレーム構造解析 1 2 / 2 D〕の「断面性能計算」ではCAD TOOL FEMで採用した四角形8節点アイソパラメトリック要素を用いた有限要素法でねじり解析を行うことにより任意の断面形状について有効断面2次極モーメントと有効極断面係数が自動で求められます。

このコマンドはCAD TOOL FEMがベースとなっているため操作が多少複雑になっていますが、〔フレーム構造解析 1 2〕用に材料を登録するまでの操作は比較的簡単に行えるようになっています。

また本コマンドではねじりの解析結果も出力されますがその評価については有限要素法の性質や計算結果に対するメッシュの影響等の知識が必要になります。

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

## 2. スタートアップメニュー

コマンド選択メニューで「断面性能計算」ボタンをクリックして起動すると次のスタートアップメニューが表示されます。「フレーム構造解析 1 1」から形状作成機能が付きましたのでスタートアップメニューにも「0 からスタート」が追加されています。

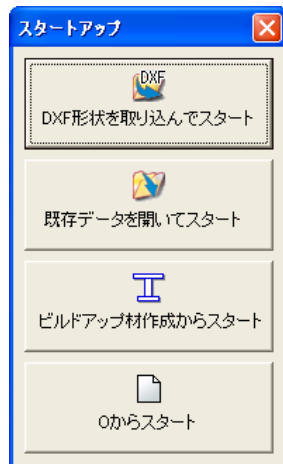
新規に解析を行いたい場合は「D X F 形状を取り込んでスタート」をクリックすると D X F ファイル選択ダイアログが表示されますので解析したい形状を取り込みます。

「既存データを開いてスタート」を選択した場合は既存データのファイル選択ダイアログが表示されますので計算したいデータを選択して開きます。

「ビルドアップ材作成からスタート」では後で説明するビルドアップ材作成ダイアログが開き、ビルドアップ材形状を作成します。

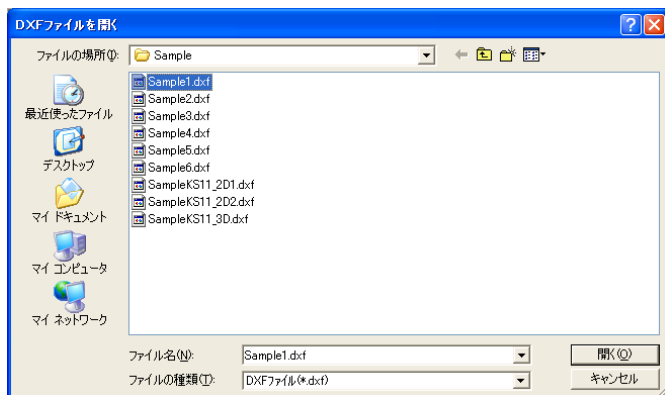
「0 からスタート」では「フレーム構造解析 1 1」から追加された形状作成機能で断面形状を作成する場合に使います。

ここでは「D X F 形状を取り込んでスタート」ボタンをクリックします。



## 3. D X F 形状データ取込

スタートアップメニューで「D X F 形状を取り込んでスタート」ボタンをクリックするかメインのダイアログの左上の「形状取込」ボタンをクリックすると次に示すファイル選択ダイアログが表示されます。





〔CAD TOOL フレーム構造解析 1 2〕では OS に関係なく標準ではユーザーフォルダの下に作業フォルダを作成してサンプルデータも作業フォルダの下の¥Sample というフォルダに入っています。Windows XP では下記のパスになります。

C:\¥Document and Settings¥\*\*\*\*¥Local Setting

¥Application Data¥CAD TOOL\_Series¥Kozo12¥Sample

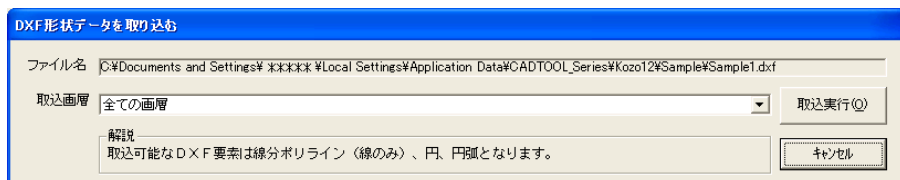
Windows Vista 以降、Windows 7、8 では下記のフォルダになります

C:\¥Users¥\*\*\*\*¥AppData¥Local¥CAD TOOL\_Series¥Kozo12¥Sample

ここで \*\*\*\* の部分はログオンユーザー一名になりますのでユーザー毎に変わってきます。

ここでは上記のサンプルフォルダから、そこにある Sample1.dxf を選択して開きます。

D X F ファイルを選択して開くと次に示す D X F 形状データ取込ダイアログが表示されます。



取込画層のリストボックスには〔全ての画層〕以外に D X F 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。

取り込む形状の外周や島部は必ず閉じていなければなりません。また取り込み可能な D X F 要素は通常要素の線分、円、円弧とポリラインの線分のみとなります。ブロック (複合図形) になっている場合は分解しておく必要があります。最外周に円がある場合は 1 8 0 分割された線分に置き換えられます。

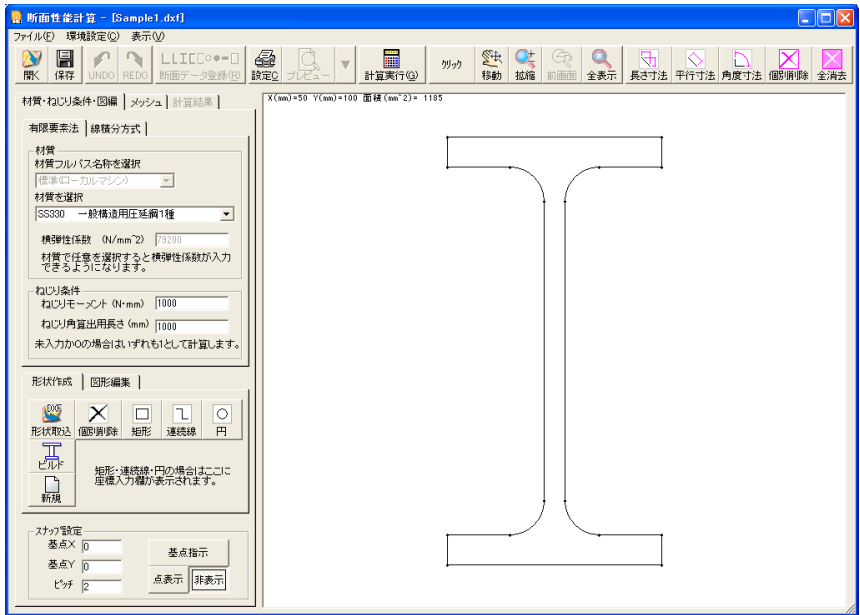
ここで〔取込実行〕ボタンをクリックすると選択した D X F ファイルが取り込まれ、その形状が表示されるとともにイメージ枠左上には取り込んだ形状の X Y 寸法と面積が表示されます。

メインのダイアログの基本的な操作は〔フレーム構造解析 1 2〕全般に共通のプルダウンメニューとアイコンボタンで行いますので「第 4 章 基本操作」も参照して操作してください。プルダウンメニューの〔ファイル〕から〔終了〕をクリックするとウインドウの位置やサイズ、材質やねじり関係の設定値をデフォルトデータとして保存してプログラムを終了し、次回起動時にそのデフォルトデータを読み込んで終了時の状態を再現するようになっています。計算実行時にもデフォルトデータは保存されるようになっていますが、ウインドウ右上の〔×〕ボタンで終了したときはデフォルトデータは保存されません。

本ソフトでは先のファイル選択ダイアログの画像でわかるようにサンプルフォルダにいくつかのサンプルデータが入っています。例として読み込んだD X FファイルのSample1.dxfはH形鋼100x50x5x7のサンプルデータとなりますのでこれを読み込んだ状態で説明を続けていきます。

#### 4. 材質・ねじり条件・図編

起動直後は「材質・ねじり条件・図編」タブが開き、さらに取り込んだ形状が有限要素法で計算可能な場合は「有限要素法」のタブがデフォルトで開いていて計算方法は有限要素法となります。



「断面性能計算」でもタブを切り替えて設定していきます。ここで「線積分方式」のタブを選択すると線積分方式で計算できるようになりますが「線積分方式」については後で説明し、ここでは有限要素法での計算方法について続けて説明していきます。

なお取り込んだ形状が有限要素法で計算できない場合は「線積分方式」のタブが開き「有限要素法」のタブは使えないようになります。

有限要素法で計算する場合は材質を選択してねじり条件を設定します。〔フレーム構造解析 12〕用に断面性能を求めるだけであれば材質やねじり条件は関係ないのでデフォルトのままで良いでしょう。

なお材質フルパス名称の機能は「はりの計算」や「フレーム構造－平面」と同じです。詳しくは「第8章 データファイル管理」を参照してください。

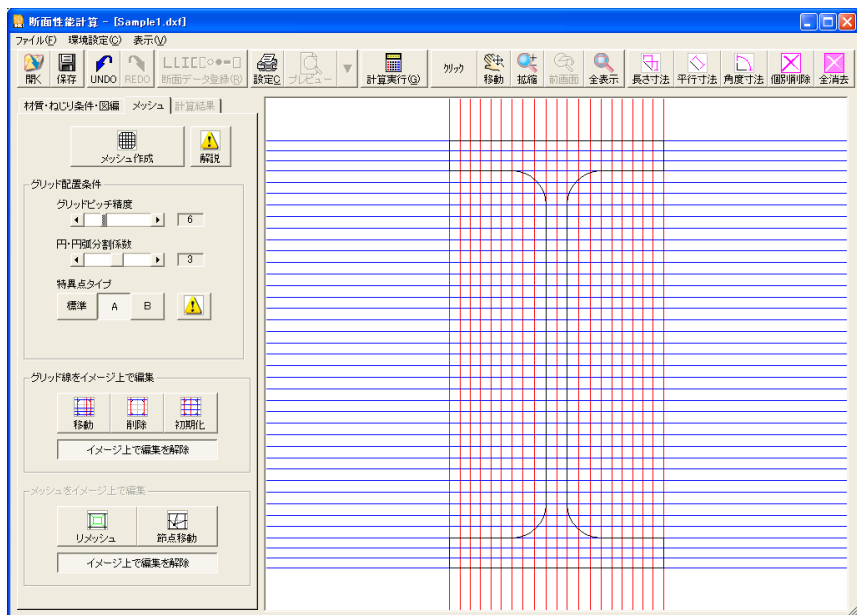
またこれらを設定しておけばその材質でねじり角算出用長さの軸にねじりモーメント（ねじりトルク）をかけた時の最大せん断応力やねじり角などを求めることができますので必要に応じて設定してください。

「図形編集」ではDXFファイルから形状を取り込んでから円弧の半径を変更したり図形をストレッチするなど簡単な図形の編集ができます。その作業用にスナップ点が表示されますがスナップ設定で非表示にしたり基点やピッチを変更することができます。「図形編集」の詳細については後で説明します。

断面形状が読み込まれると「メッシュ作成」タブが使えるようになりますので「メッシュ作成」タブをクリックしてメッシュ作成に進みます。

## 5. メッシュ作成

次に「メッシュ」タブを開きます。ここでは断面形状から計算に使用する要素に分割したメッシュを作成します。



本ソフトではグリッドメッシュ法により自動でメッシュが作成されます。この方法は解析する形状に適当なピッチのグリッド（格子）を当てはめて一つのグリッド毎に要素を作成していく方法です。

このグリッドのピッチは解析する形状の大きさを〔グリッドピッチ精度〕に比例した数で分割した長さを基本とし、また特異点（円の四半点など）を通るようにピッチが調整されます。

グリッド配置条件を決めてから〔メッシュ作成〕ボタンをクリックするとメッシュが作成されます。円や円弧は〔円・円弧分割係数〕に対応した線分に分割されてメッシュが作成されます。

作成されるメッシュは当てはめたグリッドの状態でだいたいの様子が分かります。グリッドが細かくなるとメッシュの作成に時間がかかるようになりますのでグリッドの状態で〔グリッドピッチ精度〕や〔円・円弧分割係数〕を変えてみて良いと判断できたらメッシュを作成するようにすると良いでしょう。

またグリッドピッチは自動で調整されますので〔グリッドピッチ精度〕や〔円・円弧分割係数〕を変えてもグリッドが変わらない場合もあります。またグリッドがあまり細かい場合はメッセージが出てメッシュの作成はできないようになっていますので、その時はグリッドピッチ精度を小さくしてください。

なお〔フレーム構造解析 12〕用に断面性能を求めるだけであれば有効断面2次極モーメントや有効極断面係数にはメッシュの粗密がそれほど影響しませんのでグリッドピッチ精度が3～6あたりでメッシュが作成できれば問題ありません。

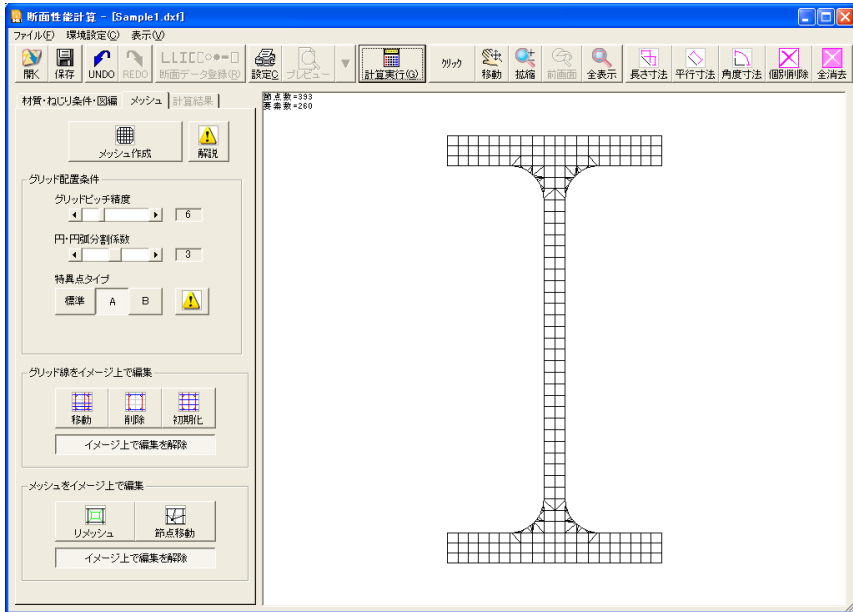
ただしねじり応力（せん断応力）の応力集中などを解析したい場合では本ソフトで採用している四角形8節点アイソパラメトリック要素は応力集中部にある細長い要素や周辺要素に比べて極端に小さい要素では応力の誤差が大きくなりメッシュの出来が影響します。

そういう部分の要素形状を整えるには次に説明するグリッドの編集機能を使ってグリッド位置を変更してからメッシュを作成します。またメッシュがうまくできないときもグリッドを編集すると作成できる場合があります。

〔グリッド線をイメージ上で編集〕の中にある〔移動〕ボタンを押して、マウスをグリッド線に近づけるとグリッド線が緑色に変わります。その状態でマウス左ボタンを押したままドラッグするとグリッド線を移動することができます。移動できる範囲は隣り合うグリッド線までです。

〔削除〕ボタンを押した場合はグリッド線が緑色に変わった状態でマウス左ボタンをクリックするとそのグリッド線を削除できます。初期状態に戻したい場合は〔デフォルトに戻す〕ボタンを押します。またグリッドの編集機能を終わるには〔解除〕ボタンを押します。

ここでは〔グリッドピッチ精度〕を6、〔円・円弧分割係数〕を3で〔メッシュ作成〕ボタンをクリックしてメッシュを作成してみます。

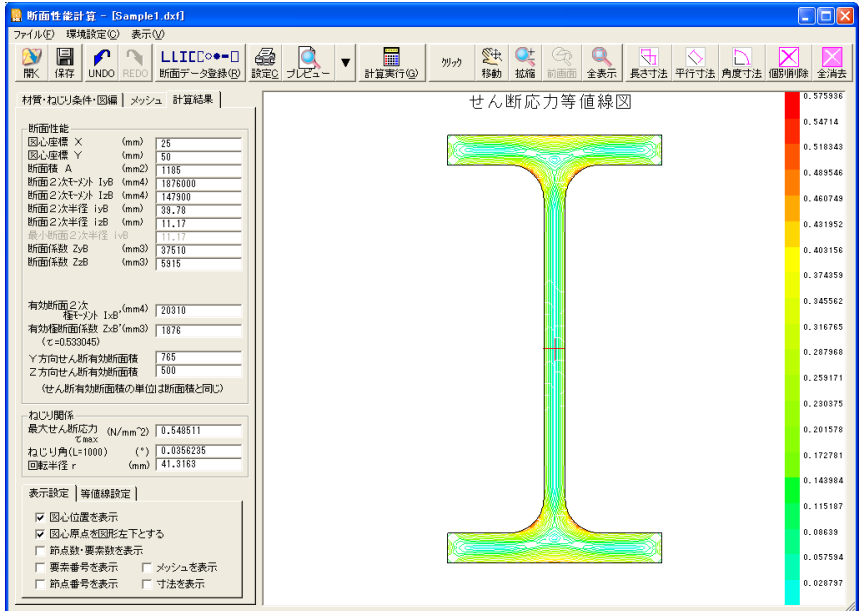


処理の進行を示すプログレスバーが表示され、メッシュが作成されるとイメージ左上に節点数と要素数が表示されます。この場合の節点数は四角形要素の頂点のみの節点数となっています。

メッシュが作成できたらアイコンボタンの〔計算実行〕をクリックして計算してみます。

## 6. 計算実行

〔計算実行〕ボタンをクリックすると計算が開始し処理の進行を示すプログレスバーが表示されます。



計算時間は要素数によって変わりますがねじり解析ではそれほど要素数を増やす必要もないので長くても数秒程度（メモリやOSの種類等も影響します）で計算が終了し、断面性能やねじり関係の計算結果、イメージにはせん断応力等値線図が表示されます。

断面性能の計算結果には図心座標や断面積、X軸とY軸回りの断面2次モーメント、断面2次半径、断面係数とねじりの有効断面2次極モーメントと有効極断面係数、Y方向とZ方向のせん断有効断面積が表示されます。

有効極断面係数はねじりモーメントを最大せん断応力で割って求められますが、応力集中部の応力値はメッシュの影響を受けやすいので単純に求められた最大せん断応力を使って有効極断面係数を求めるとバラツキが大きくなります。

そこで求められたせん断応力を降順で並べて上位から2%の位置にあるせん断応力を使って有効極断面係数を求めるようにして、計算に使用したせん断応力を（τ＝\*\*\*）で表示しています。

これにより手計算で使う計算式の値に近い有効極断面係数になるようにしています。

またせん断有効断面積は各方向の平均板厚の80%以上の厚みのある部分を積算して求めています。

この例では平均板厚はY方向（水平）で11.85、Z方向（垂直）で23.7なのでせん断有効断面積の精算対象としてY方向は上下のフランジ部、Z方向は中央のウェブ部となります。

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

断面形状が図心に対して上下、左右が対称の場合は断面係数はX軸、Y軸とも1つずつしか表示されませんが非対称の場合は大小2つ表示されるようになっています。

ただし「断面データ登録」ボタンで断面データとして登録される場合は小さい方の断面係数が登録されます。また断面2次半径も座屈計算に使うだけなのでX軸とY軸のどちらか小さい方だけが登録されます。

なお「フレーム構造解析12」の「断面性能計算」には上下、左右が非対称で主軸が傾いている形状についてはX軸あるいはY軸の断面2次半径が最小にはなりませんので、主軸方向の最小断面2次半径を求めて表示できるようになっています。これについては後で説明します。

ねじり関係の計算結果には最大せん断応力、ねじり角、回転半径が表示されます。

この最大せん断応力は応力集中の影響も含まれたものですが前述のように応力集中部ではメッシュの影響を受けやすいので、その部分を拡大して細長い要素や周辺要素にくらべて極端に小さい要素で最大せん断応力が発生していないかとか、いくつか異なるメッシュで計算するなどして信頼性を高める必要があります。

ねじり角は「計算実行」で設定した材質とねじりモーメントおよびねじり角算出用長さからどのくらいの角度ねじられるのかを表示しています。計算に使ったねじり角算出用長さはここに（L=\*\*\*）として表示されるようになっています。

回転半径とは慣性モーメントを質量×（半径）<sup>2</sup>で表したときの半径となります。

〔表示設定〕〔等値線設定〕の各タブでは表示条件を設定することができます。従来はイメージ表示条件設定ダイアログで設定していたもので設定を変更するとリアルタイムに表示が変わっていきますのでいろいろと試してみてください。

以下、表示設定タブの設定内容

- ・ **“図心位置を表示”** がチェックされているとイメージに＋記号で図心の位置が表示されます。
- ・ **“図心原点を図形左下とする”** がチェックされていると図心座標の原点が断面形状の左下になります。チェックされていない場合は断面形状のDXFデータを作成したときのCADの図面原点を基準とした図心座標となります。
- ・ **節点数・要素数を表示**：これをチェックするとイメージ左上に節点数と要素数を表示します。
- ・ **要素番号を表示**：これをチェックすると節点番号を表示します。
- ・ **節点番号を表示**：これをチェックすると節点番号を表示します。
- ・ **メッシュを表示**：これをチェックするとメッシュを表示します。
- ・ **寸法を表示**：これをチェックすると簡易寸法機能で入れた寸法を表示します。簡易寸法機能については後で説明します。

以下、等値線設定タブの設定内容

- ・ **等値線分割数**：これはせん断応力の最大値から最小値までをいくつに分割して等値線図を表示するかの分割数を入力します。等値線図ではせん断応力の分布が一目で分かりますので、見やすい分割数を設定しておきますが通常は10～20程度で良いと思います。分割数を変更しても直ちにイメージには反映しませんので右にある〔更新〕ボタンを押してイメージに反映させてください。
- ・ **最大せん断応力の位置を表示**：これをチェックすると最大せん断応力が発生している位置を赤い丸でイメージに表示します。
- ・ **塗り潰し**：これをチェックすると等値線図を線ではなく塗り潰して表示します。見やすくなりますが表示や画面操作に若干時間がかかります。
- ・ **赤青反転**：これをチェックするとせん断応力の高い方を赤く表示します。

これらの等値線図の設定は〔フレーム構造解析 12〕用に断面性能を求めるだけでは関係ありませんが、使用する断面形状でどこがせん断応力が高いのかを把握しておくのも設計者の知識として無駄にはならないでしょう。

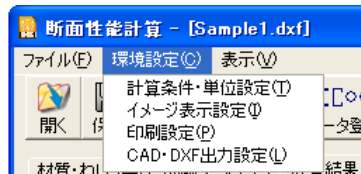
断面性能の単位等は次で説明するプルダウンメニューの〔環境設定〕で設定できるようになっています。



## 7. 環境設定

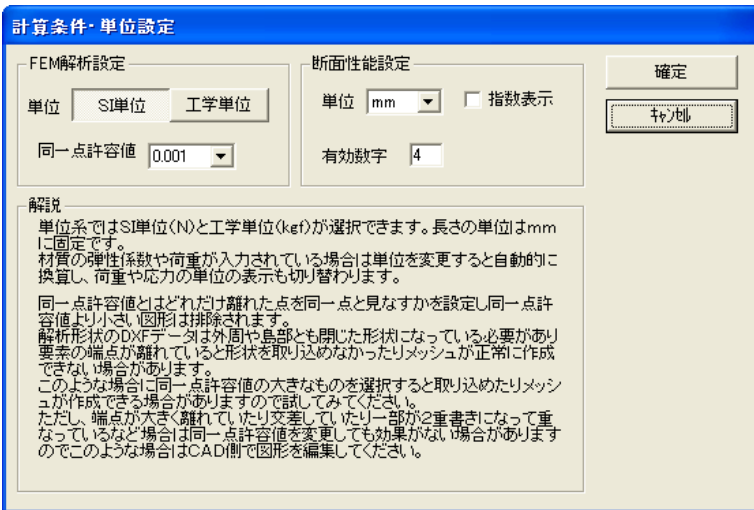
プルダウンメニューの「環境設定」の各メニューではそれぞれの設定ダイアログが表示され設定を行います。

以下、それぞれの設定ダイアログについて説明します。



### ①【環境設定】>【計算条件・単位設定】

このメニューをクリックすると右に示すダイアログが表示され計算精度、単位を設定できます。

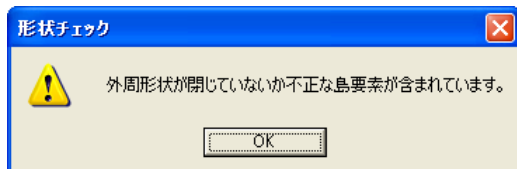


#### ● FEM解析設定

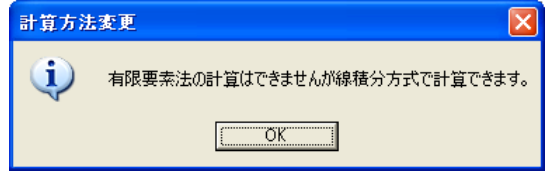
ここではFEM解析に使用する設定を行います。単位系ではS I 単位 (N) と工学単位 (kgf) が選択できます。長さの単位はmmに固定です。材質の弾性係数や荷重が入力されている場合は単位を変更すると自動的に換算し、荷重や応力の単位の表示も切り替わります。

同一点許容値とはどれだけ離れた点を同一点と見なすかを設定しています。

解析形状のDXFデータは外周や島部とも閉じた形状になっている必要があり、要素の端点が離れていると右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右に示す計算方法変更のメッセージが出て後で説明する線積分方式の計算方法に切り替わります。



CADで見る限り問題のない形状でもDXFコンバータによっては微少に離れて出力されるものもあり、形状チェックのメッセージが表示される場合があります。このような場合に同一点許容値の大きなものを選択すると正常に取り込めるようになる場合がありますので試してみてください。

また線積分方式はねじり関係の断面性能の精度が良くありませんのでなるべく有限要素法で計算できるようにDXFデータに問題がないかCADで調べてみてください。

### ●断面性能設定

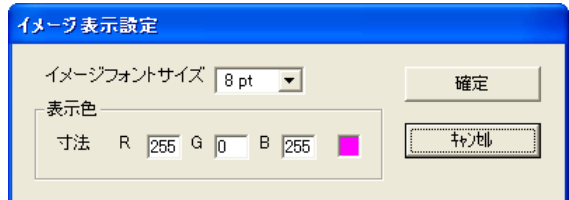
ここで求めた断面性能を表示する単位と有効数字を設定できます。また“指数表示”のチェックボックスをチェックすると断面性能を指数表示することもできます。

なお [計算条件・単位設定] には解説がありますので随時参照してください。

### ② [環境設定] > [イメージ表示条件設定]

このメニューをクリックすると次に示すダイアログが表示されます。

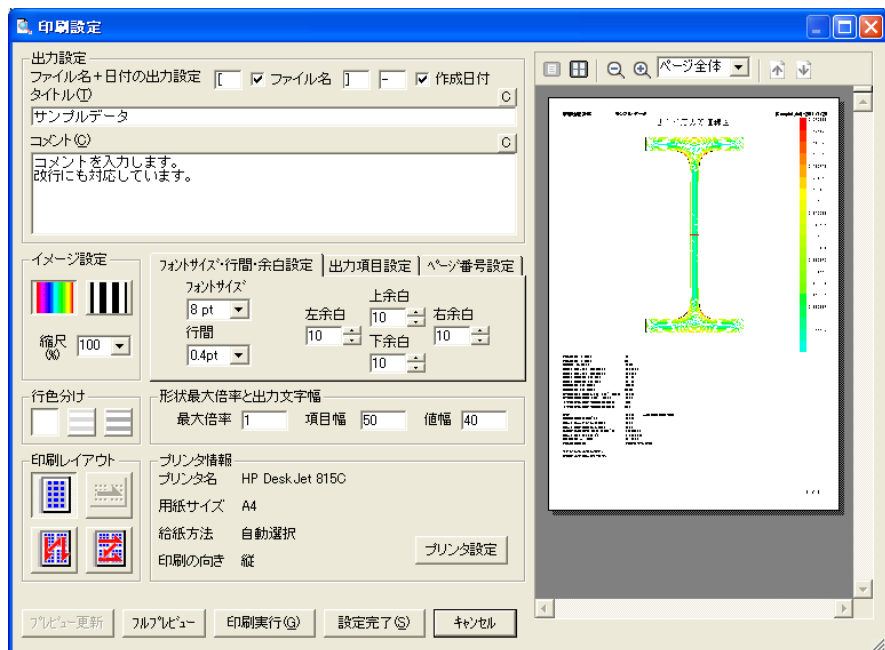
ここではイメージのフォントサイズと寸法の表示色のみ設定します。



その他のイメージ条件は [計算結果] タブの下にある [表示設定] [等値線設定] の各タブで設定するようになっています。

## ③ [環境設定] &gt; [印刷設定]

このメニューをクリックすると右に示すダイアログが表示されます。



基本的には「第4章 基本操作」の「6. プレビューと各種出力」で説明した印刷設定と同じですが断面性能計算では出力項目が少ないので出力テンプレートの設定は無く、形状最大倍率と出力文字幅をここで設定します。

また「出力項目設定」タブにある“項目名をJISに準拠したものとする”をチェックすると計算結果の各記号に表示される座標が「フレーム構造解析12」の部材座標系からJISに準拠したXY座標系に変えて出力することができます。なおこの機能はプレビューと印刷、PDF出力のみの対応となり、ダイアログ上に表示される計算結果の記号やCSV出力、HTML出力には対応していません。

## ●形状最大倍率について

イメージ設定がモノクロの場合は計算書に印刷される断面形状はベクトルで作図されますが、形状が用紙のイメージ表示領域より小さい場合は原寸（倍率＝1）で印刷され、断面形状がイメージ表示領域より大きい場合には自動的にイメージ表示領域に納まるように縮小（倍率＜1）されます。

イメージ表示領域はイメージ設定の縮尺 100% の時は余白を除いた用紙サイズとなり縮尺を小さくするとそれに応じてイメージ表示領域も小さくなります。

形状最大倍率は用紙より大きい類似の断面形状の計算結果を比較するときを上記のように計算書のイメージが自動で縮尺されるため倍率が半端にずれて断面形状の大きさを把握しにくい場合があります。

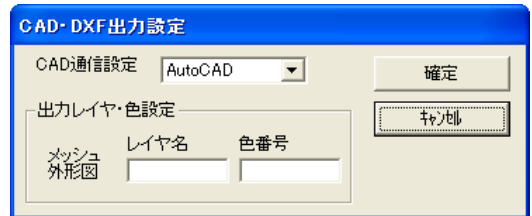
その場合に形状最大倍率を比較したい断面形状の中で最も小さいものの以下に設定することにより同じ倍率で断面形状のイメージを印刷することができるようになります。

イメージ設定がカラーの場合は、形状はビットマップで出力されるので形状最大倍率は本設定は関係なく、イメージ設定の縮尺のみが反映されます。

#### ④ [環境設定] > [CAD・DXF出力設定]

このメニューをクリックすると右に示すダイアログが表示されます。

ここではCAD通信設定、メッシュ・外形図のレイヤ名、色番号を設定します。



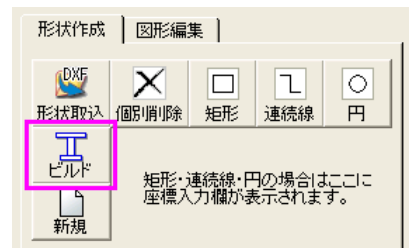
## 8 ビルドアップ材について

ビルドアップ材とは平鋼等を溶接して任意の大きさで作成するビルドH形鋼やビルドT形鋼、ボックス形状等になります。

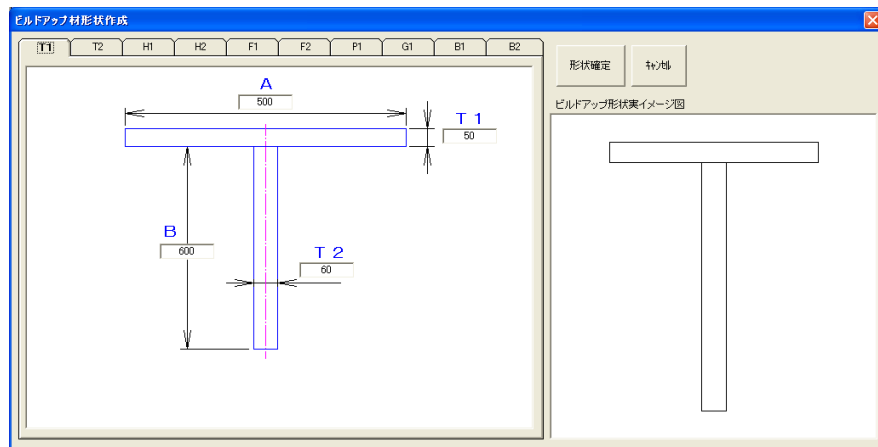
基本的には単純な形状ですがそれでも従来はDXFファイルを作成して取り込む必要がありましたが「フレーム構造解析 12 / 2D」の「断面性能計算」では寸法を入力するだけでビルドアップ材の形状を作成して断面性能計算ができるようになりました。

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

なお「フレーム構造解析 11」から形状作成機能を追加したため関連する「DXF形状取込」と「ビルド」のボタンもダイアログ左上から「形状作成」タブの中に移動しています。



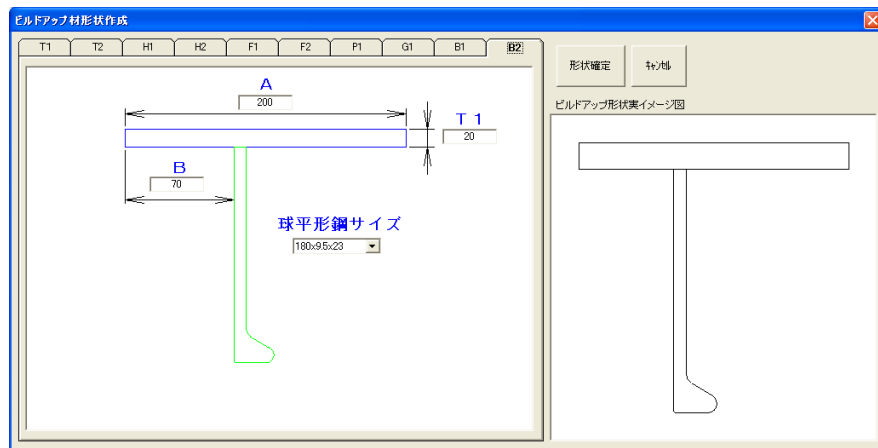
続いてビルドアップ材形状作成ダイアログが開きますので作成したい形状をタブで選択します。



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

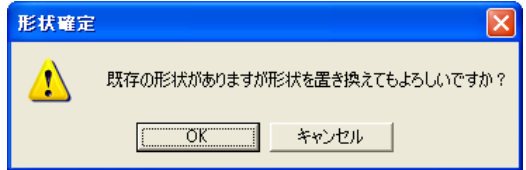
このタブに表示されている形状は寸法入力用の参考図になり寸法記号の所に寸法値を入力するとリアルタイムで右側のビルドアップ形状実イメージ図が変わっていきます。入力した寸法が良ければ「形状確定」ボタンをクリックします。

「B1」「B2」は球形鋼との組み合わせ形状となります。ここでは球形鋼の寸法ではなくサイズを選択します。

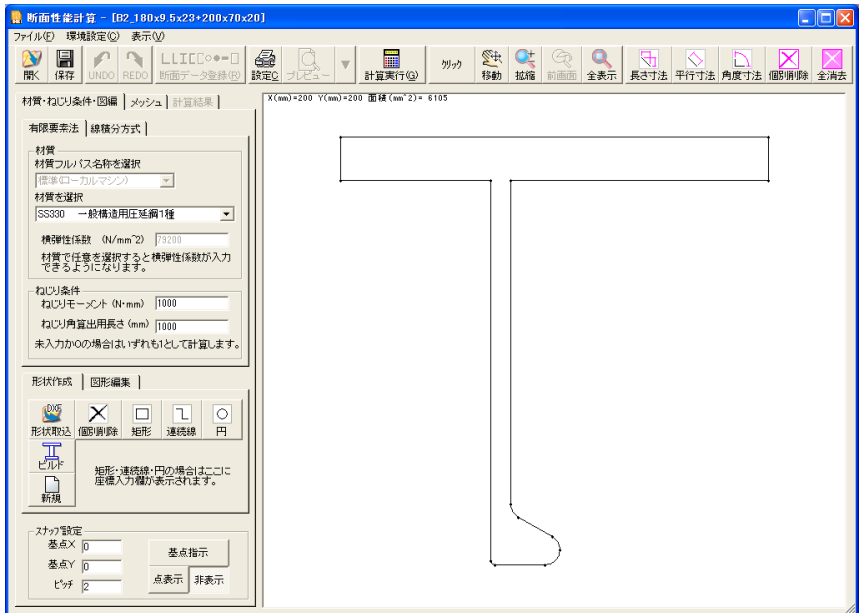


とりあえず[B2]形状とし、寸法やサイズはデフォルトのまま[形状確定]ボタンをクリックします。

既に取り込んだ形状がある場合は右に示すメッセージが表示されます。



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



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



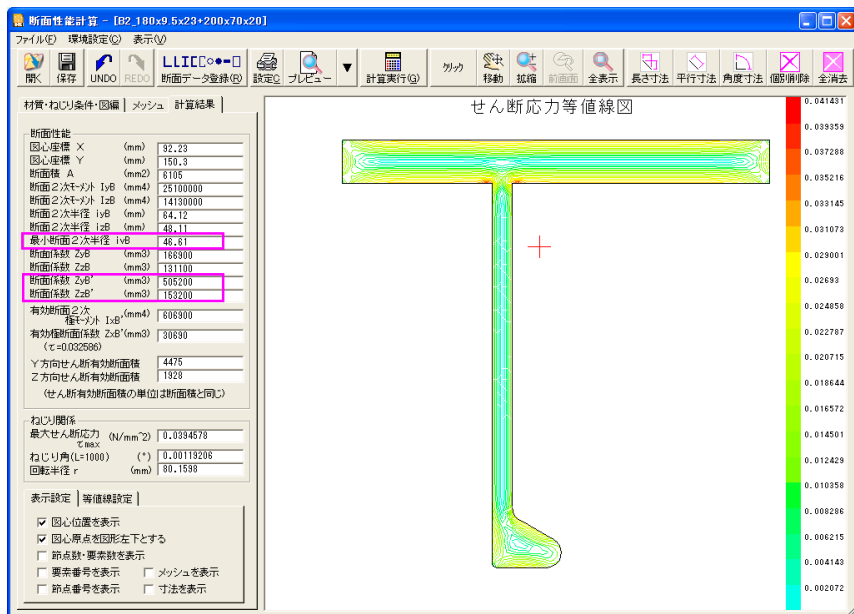
後の操作はD X F形状を取り込んだときと同じでメッシュを作成して計算を実行します。

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

# 最小断面2次半径

最小断面2次半径を算出中です。

計算が終了すると次に示すように断面性能に最小断面2次半径も表示されます。



また非対称形状のため大きい側の断面係数の  $Z_y B'$ 、 $Z_x B'$  も表示されています。

計算結果には最大・最小の断面2次半径と主軸の傾きも出力されます。

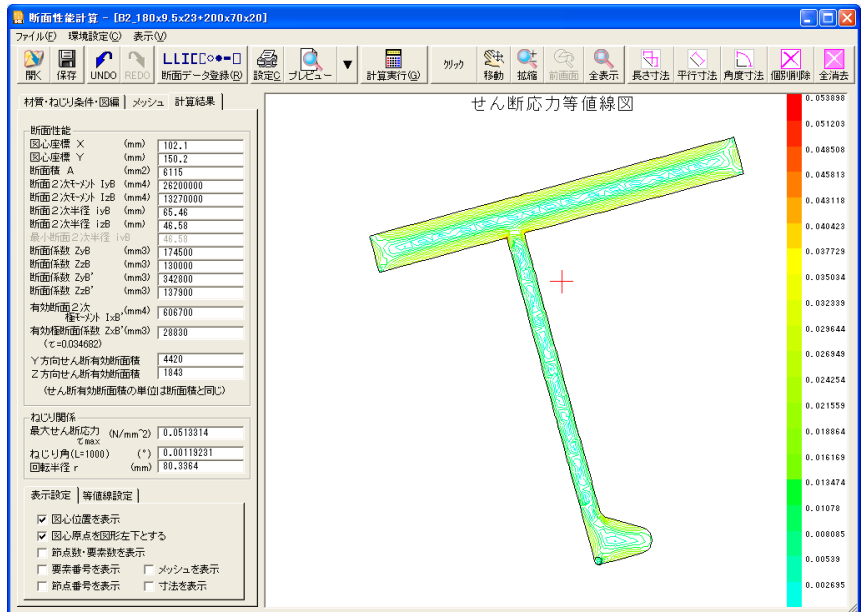
プレビュー		
印刷	印刷設定	
断面係数 $Z_y$ (mm <sup>3</sup> )	131100	
断面係数 $Z_x$ (mm <sup>3</sup> )	505200	
断面係数 $Z_y'$ (mm <sup>3</sup> )	153200	
断面係数 $Z_x'$ (mm <sup>3</sup> )	606900	
有効断面2次モーメント $I_x$ (mm <sup>4</sup> )	606900	
有効断面係数 $Z_y'$ (mm <sup>3</sup> )	30690	
Y方向せん断有効断面積(mm <sup>2</sup> )	4475	
Z方向せん断有効断面積(mm <sup>2</sup> )	1928	
最大断面2次半径 $i_y$ (mm)	65.23	
最小断面2次半径 $i_x$ (mm)	46.61	
主軸の傾き (°)	-15.19	
材質	SS330	一般構造
単位	N/mm <sup>2</sup>	

この主軸の傾きの符号を変えたものが「図形編集」タブの回転角に入ります。

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



なお図形編集の他の機能は後で説明します。では回転した形状で計算してみます。



今回は最小断面2次半径  $i_y$  がZ軸回りの  $i_z$  Bと一致していますのでグレーアウトして表示されています。

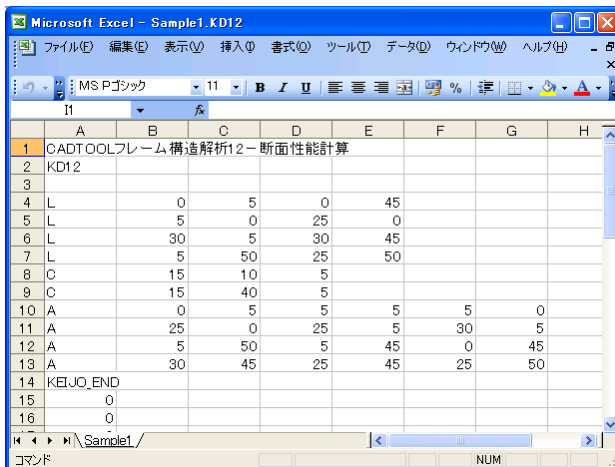
なお最小断面2次半径を求める計算は内部的に形状を回転させて標準精度の線積分方式で求めていますので主軸の傾きは最大で $\pm 0.3^\circ$ 程度の誤差が出ることがあります。



## 9. データファイルフォーマット

プルダウンメニューの「ファイル」の「既存形状データを開く」「現形状データを保存」やアイコンボタンの「開く」「保存」で取り込んだDXF形状データを断面性能計算独自のフォーマットのデータファイル（拡張子がKD12）として保存したり読み込んだりすることができます。これらのファイル操作については「第4章 基本操作」を参照してください。

ここでそのデータファイルのフォーマットについて説明します。データファイルはCSVテキスト形式になっていますのでエクセルなどでも読み込むことができ、それを下に示します。またメモ帳などでも読み込むことができます。



	A	B	C	D	E	F	G	H
1	CADTOOLフレーム構造解析12-断面性能計算							
2	KD12							
3								
4	L		0	5	0	45		
5	L		5	0	25	0		
6	L		30	5	30	45		
7	L		5	50	25	50		
8	C		15	10	5			
9	C		15	40	5			
10	A		0	5	5	5	5	0
11	A		25	0	25	5	30	5
12	A		5	50	5	45	0	45
13	A		30	45	25	45	25	50
14	KEIJO_END							
15			0					
16			0					

形状データを編集する場合1行目と2行目はデータファイルの確認に使っていますので変更しないようにしてください。3行目は立体用断面性能計算では使いません。

4行目から“KEIJO\_END”までが形状データとなります。左端の文字は要素を表します。要素の種類はL：線分、C：円、A：円弧の3種類のみとなっています。それ以降の数値は要素によって異なります。

以下その並びを示します。

線分 L：始点X座標、始点Y座標、終点X座標、終点Y座標

円 C：中心X座標、中心Y座標、半径

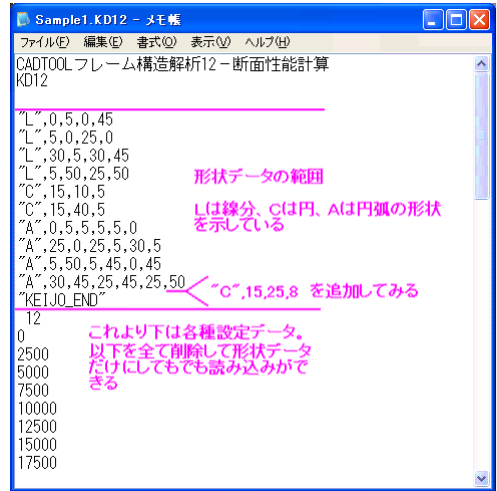
円弧 A：始点X座標、始点Y座標、中心X座標、中心Y座標、終点X座標、終点Y座標

ここで円弧の始点と終点の関係は反時計まわりとなっています。

右に円データを追加する場合のメモ帳の例とその下にSample1.KD12の形状と円のデータを追加した例を示します。

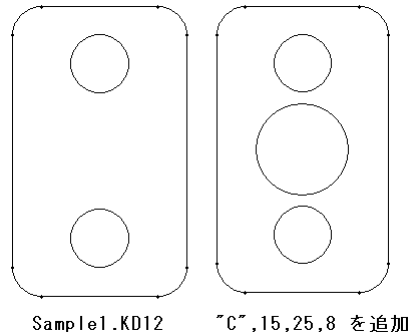
なお円を追加したデータはTutorial02.KD12としてサンプルフォルダに入っています。

このように形状データの部分は簡単なフォーマットになっていて“KEIJO\_END”以降の行は削除しても読み込みができるようにしているのでDXF形式で断面形状が作れない場合でもメモ帳やテキストエディタなどでも形状を作ることができます。



ただしカンマとピリオドなどのデータの形式を間違えると正常に読み込めませんので既存のデータをコピーして修正していくと良いでしょう。

要素は必ずしも一筆描きになってなくてもかまいませんが外周や島抜き部の要素は全てつながっている必要があります。また外周と島抜き部、島抜き部同士には必ず隙間を設けてください。



## 10. 断面データ登録

「断面データ登録」ボタンをクリックすると取り込んだ断面形状を「フレーム構造解析 1 2」で使えるように断面データとして登録するためのダイアログが表示されます。

**断面データ登録**

形状イメージ

登録先の断面形状フォルダ名称

標準(ローカルマシン)

断面形状フォルダのファイル一覧

- Kz3D\_ang1.csv
- Kz3D\_ang2.csv
- Kz3D\_ang3.csv
- Kz3D\_ang4.csv
- Kz3D\_chan.csv
- Kz3D\_hira.csv
- Kz3D\_hkou.csv
- Kz3D\_ikou.csv
- Kz3D\_kaku.csv

表示されるファイル名は拡張子がCSVだけです

☐ イメージファイル名にサイズを追加

☒ 断面表示用DXFファイルを保存

登録      キャンセル

登録内容(単位はmm系)

ファイル名

形状名称

サイズ

断面積(mm <sup>2</sup> )	1185
断面2次モーメントIyB(mm <sup>4</sup> )	1876000
断面2次モーメントIzB(mm <sup>4</sup> )	147900
有効断面2次モーメントIxB'	20310
最小断面2次半径(mm)	11.17
断面係数ZyB(mm <sup>3</sup> )	37510
断面係数ZzB(mm <sup>3</sup> )	5915
有効極断面係数ZxB'	1876
Y方向せん断有効断面積	765
Z方向せん断有効断面積	500

(せん断有効断面積の値は編集可能)

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

この機能を使って複数の断面形状データフォルダが設定されている場合には、先に登録先の断面形状フォルダ名称を選択しておきます。設定がない場合は作業フォルダの下の¥Zairyo7がデフォルトとなり登録先の断面形状フォルダ名称には「標準(ローカルマシン)」が薄く表示されて変更ができなくなっています。またその下には登録先のフォルダにある断面形状データのファイルが一覧表示されるようになっています。

- ・右上のファイル名は新規でも既存のファイルをファイル一覧から選択してもかまいません。拡張子のCSVは自動で付けられますので不要です。
- ・形状名称は新規の場合は必須ですが既存のファイルの場合はその断面データの最後に追加されるので材料名は既存の断面データのものが使われ、入力しても無視されます。
- ・サイズはどちらの場合も必須です。
- ・形状イメージは同名のファイル名で拡張子をBMPに変えたファイル名のBMPファイルが無い場合(主に新規)に出力され、「フレーム構造解析」の各コマンドの材料選択で表示されます。既に同名のBMPファイルがあると更新されませんので形状イメージを更新したい場合は事前にそのBMPファイルを削除しておいてください。

- ・ Y 方向、Z 方向のせん断有効断面積も先述のように自動で求められていますがこの値は編集可能になっていますので自動でうまく取得できていない場合は必要に応じて値を編集してから登録してください。
- ・ “イメージファイル名にサイズを追加” がチェックされていると形状イメージは“入力したファイル名－サイズ．BMP”として出力され、断面性能を登録する C S V ファイルは一つでサイズ毎の形状イメージファイルが作られるようになります。形状が同じではないが一つのグループとして扱いたい場合には C S V ファイルを一つにまとめることができるので便利です。
- ・ “断面表示用 D X F ファイルを保存” がチェックすると [フレーム構造－平面] や [フレーム構造－立体] の要素の途中に表示される断面形状用の D X F ファイルも出力できるようになっています。ただしこの D X F ファイルはイメージファイルのようにサイズ毎には登録できませんので相似形状ではない場合は別ファイルにした方が良いでしょう。
- ・ 登録時の単位系は mm となります。

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

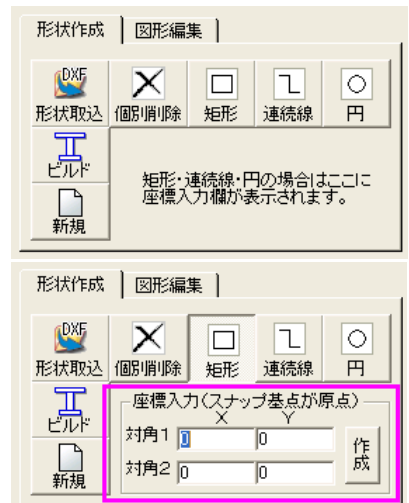
## 1 1. 形状作成機能

[フレーム構造解析 1 1] から形状作成機能が追加され [矩形] [連続線] [円] を作成することができます。形状作成機能を使って新規に作成することもできますし既存の形状に追加することもできます。

また従来ダイアログ左上にあった [D X F 形状取込] と [ビルド] ボタンも [形状作成] タブに移動しており、[図形編集] はタブを切り替えて使うようになっています。

ここで [矩形] [連続線] [円] を選択すると右下に示すように座標入力欄が表示され座標値を入力して [作成] ボタンをクリックすると形状が作成されるようになっています。

またイメージ上でマウスを使って対角点等を指示して図形を作成することもできます。



イメージ上でマウスを使って形状を作成していく場合はスナップ点が基準となるので作りたい形状に合わせてあらかじめスナップ設定で基点やピッチを設定しスナップ点を表示しておきます。

なお新規で図形が全くない状態ではスナップ点は表示されませんので最初は外形の基準となる矩形等を作成すると良いでしょう。

スナップ設定		
基点X	0	基点指示 点表示 非表示
基点Y	0	
ピッチ	10	

**【矩形】**：矩形の形状を作成します。座標入力欄で対角 1、対角 2 の座標値を入力して〔作成〕ボタンをクリックするかイメージ上で対角点を指示すると矩形の形状が作成できます。イメージ上で指示する場合でもマウスの位置が座標入力欄にリアルタイムで表示されますのでそれを確認して位置を決めることができます。

**【連続線】**：連続線を作成します。座標入力欄で始点、終点の座標値を入力して〔作成〕ボタンをクリックするかイメージ上で始点と終点を指示すると線が作成できます。一つの線を作成すると終点座標が始点座標に入り始点座標の入力はできなくなり、終点のみ入力あるいはマウスで指示して連続線を作成していくことができます。

個別削除	矩形	連続線	円
座標入力(スナップ基点が原点)			
始点	40	40	作成
終点	40	60	

**【円】**：円の形状を作成します。座標入力欄で中心座標と半径を入力して〔作成〕ボタンをクリックするかイメージ上で中心点と半径を示す点を指示すると円が作成できます。

個別削除	矩形	連続線	円
座標入力(スナップ基点が原点)			
中心	40	40	作成
半径	40		

形状作成をキャンセルしたい場合はイメージ上でマウス右クリックしてください。

**【個別削除】**：既存の図形を個別に削除します。このボタンを押してからイメージ上の図形にマウスを持っていき図形を認識して太く表示された状態でマウス左クリックすると図形が削除されます。対象となる図形は形状作成機能で作成したものだけでなく DXF 形状取込やビルドアップで作成したものも同様に操作できます。また UNDO・REDO にも対応していますので削除しても UNDO ボタンで元に戻せます。

**【新規】**：既存の図形情報を含むすべての設定データを全て削除します。このボタンをクリックすると右に示すメッセージが表示されます。

新規		
	全ての設定データを削除して新規にします。UNDOデータもクリアされますがよろしいですか？	
OK		キャンセル

ここで [OK] ボタンをクリックすると全ての設定データが削除され UNDO 情報もクリアされます。形状作成機能を使って新しく形状を作成したいときに使ってください。

なお従来は [図形編集] [メッシュをイメージ上で編集] [簡易寸法線] のそれぞれに個別の UNDO ボタンがありましたが [フレーム構造解析 11] から形状作成機能を含めて他のコマンドと同様にダイアログ上部の UNDO・REDO ボタンに操作を統一していますのでより分かりやすく操作ができるようになっています。

## 12. 図形編集機能

従来の断面性能計算で解析できる形状は DXF ファイルで取り込んだものだけで形状を変更するには CAD で形状を変更してその DXF ファイルを読み込む必要がありました。

[フレーム構造解析 12 / 2D] の [断面性能計算] では取り込んだ図形を [図形編集] タブの図形編集機能を使って編集することができます。

なお [フレーム構造解析 11] から [形状作成] タブが追加されたので図形編集機能はタブを切り替えて使うようになっています。



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

半径入力ダイアログには変更可能な最大半径が表示されていますのでそれを参考に変更したい半径を入力して [OK] ボタンをクリックすると円や円弧の半径が変更されます。0 を入力することも可能で半径を 0 とするとその円や円弧は削除され、円弧の場合は前後の線分がつながられます。円弧の前後に線分がない場合は円弧の角度が  $90^\circ$  の場合のみ半径の変更ができるようになっています。

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

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

範囲指定の対角を指示する場合は任意の点が選択できますがストレッチ基準点、ストレッチ点はスナップ点のみが指示対象となりますのであらかじめスナップ設定を行い [点表示] ボタンを押しておいてください。またストレッチ基準点、ストレッチ点は対角で指示した範囲とは関係ない場所で指示が可能ですので伸縮距離が分かりやすいところを使うと良いでしょう。ストレッチで伸ばしてスナップ点の範囲を越えた場合は[全表示]で 伸ばした図形のところまでスナップ点が表示されるようになります。対角で指示した矩形にかかっている図形が伸縮対象となりますが円弧がかかっている場合はストレッチできませんので注意してください。

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

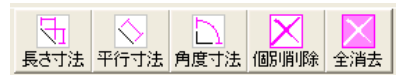
- ・ **トリム**：トリム機能は [フレーム構造解析 1 1] から追加された機能で主に形状作成機能を使って作成した形状を有限要素法で解析可能な一筆書きの形状に編集するために使います。トリムの機能としては次の3つのケースがあります。
  - ・ 指示した図形の両側に交差する他の図形がある場合は両側の交点に囲まれる図形の範囲を切り取ります。
  - ・ 指示した図形の片側に他の図形がある場合は図形のない側の端点から他の図形との交点までの図形を切り取ります。
  - ・ 指示した図形に交差する図形がない場合は指示した図形を削除します。トリム機能の使い方は [トリム] ボタンを押してしてマウスをトリムしたい線分か円、円弧に持っていきます。図形要素を認識すると緑で太く表示されますのでそれで良ければクリックすると上記のルールに従って図形を削除していきます。
- ・ **回転**：回転機能は最小断面 2 次半径の説明で試していますが回転角を入力して [回転] ボタンを押すとその角度に形状を回転させます。また 90° 回転させて座標軸を入れ替えるようなことにも利用できます。

図形編集機能をキャンセルしたい場合はイメージ上でマウス右クリックしてください。図形編集機能も [フレーム構造解析 1 1] から共通の U D N O ・ R E D O 機能に対応していますので間違って図形編集してしまってもすぐに元に戻してやり直しができるようになっています。

### 1 3. 簡易寸法線機能

前述のように図形編集機能を使って取り込んだ図形を編集することができ、「フレーム構造解析 1 1」から新規に断面形状を形状作成機能で作成できるようになっていますが、そのままでは希望通りの寸法に編集できたか分かりません。また類似の形状ものを作業しているときも代表寸法があると分かりやすいです。

「フレーム構造解析 1 2 / 2 D」の「断面性能計算」では簡易寸法機能を使って簡単な寸法を入れることができるようになっています。



記入できる寸法の種類としては「長さ寸法」（水平・垂直寸法）、「平行寸法」「角度寸法」の 3 種類となります。

操作方法としてはまず記入したい寸法のボタンを押してマウスをイメージ上に持っていきます。寸法記入時もマウスアイコンが指差しアイコンに変わり何を指示するかがマウス横に表示されますのでその指示に従って寸法引出点を指示していきます。

操作途中でやり直したい場合は「ESC」キーで一つ前の操作に戻り、またマウス右クリックすると寸法処理が解除されます。

角度寸法以外は 3 点、角度寸法は 4 点を指示すると寸法線が表示されます。寸法を記入後にストレッチすると寸法も自動で更新されるのでストレッチしたい部分に先に寸法を入れておいても良いでしょう。

【個別削除】 ボタンをクリックして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寸法線が太く表示されますのでそのままマウス左クリックするとその寸法線を削除することができます。

【全消去】 ボタンをクリックすると確認メッセージが表示され「はい」をクリックすると全ての寸法データが消去されます。

簡易寸法線機能も「フレーム構造解析 1 1」から共通のUDNO・REDO機能に対応していますので間違って寸法線を作成・削除等してしまってもすぐに元に戻してやり直しができるようになっています、また簡易寸法は種類に関係なく最大 30 箇所まで記入でき「フレーム構造解析 1 1」から寸法線情報もデータファイルに保存されるようになっています。



## 14. プレビューと各種出力

プレビューと各種出力の基本的な操作は「第4章 基本操作」を参照してください。

プレビュー以外の出力ボタンはダイアログのスペースの関係で[▼]ボタンをクリックすると表示されるようになっています。以下、ボタンの説明です。



- ・ **[印刷]** ボタンをクリックすると次に示すプリンタ名が表示された確認メッセージが表示され [OK] ボタンをクリックすると直ちに計算書の印刷を実行します。これは計算書の印刷設定が完了している場合使うと便利です。
- ・ **[PDF]** ボタンをクリックすると印刷設定ダイアログと同様のプレビューが表示された PDF 出力設定ダイアログが表示されます。PDF 出力設定では出力する PDF ファイルにセキュリティをかけることができ、パスワードや権限の設定が可能です。ここで [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。
- ・ **[BMP]** ボタンをクリックするとイメージを BMP 形式の画像ファイルとして出力することができます。
- ・ **[CSV]** ボタンをクリックすると計算結果を CSV 形式のテキストファイルとして出力します。
- ・ **[HTML]** ボタンをクリックすると画像ファイルと HTML 形式のテキストファイルをセットで出力し、インターネットエクスプローラ等のウェブブラウザでイメージと設定データ、計算結果を表示することができます。  
なお CSV 出力と HTML 出力では計算書と同様にデータ保存時のファイル名と出力時の作成日付を出力することができますので必要に応じて設定しておきます。ただし HTML 出力時にはファイル名と日付の間の区切り文字に "<>" は使えませんが注意してください。
- ・ **[DXF]** ボタンをクリックするとイメージ図形を DXF 形式で出力することができます。
- ・ **[CAD]** ボタンをクリックすると次に示す確認メッセージが表示されます。

ここで [メッシュ] ボタンをクリックするとメッシュを CAD で作図することができます [外形図] ボタンをクリックすると外形図のみが CAD で作図されます。外形図では図形編集で編集した形状は出力できますがメッシュ編集で外形の節点を移動した場合には外形図では移動後の形状は出力されませんので必要に応じて [メッシュ] で出力してください。

DXF出力でも同様のダイアログが表示され外形図かメッシュを選択できるようになっています。CAD作図やDXF出力では必要に応じて環境設定の「CAD・DXF出力設定」で画層名や色を設定しておいてください。

- ・ **【COPY】** ボタンをクリックすると設定データと計算結果をクリップボードにコピーします。
- ・ **【EXL】** ボタンをクリックすると設定データと計算結果をクリップボードにコピーした後にエクセルを起動してクリップボードのデータを自動で貼り付けることができます

以上のファイル出力の場合も後で説明する「現データ保存」と同様のダイアログが表示されますので出力先を選択してファイル名を入力して出力します。この場合も拡張子はそれぞれのファイル形式に応じたものが自動で付けられますのでファイル名に拡張子を付ける必要はありません。

HTML出力で計算結果をHTML形式に変換するには「フレーム構造解析 12」の作業フォルダコピーされるDan\_Html\_Set.txtとDan\_Html\_Table.txtの2つのファイルを参照しながらキーワードの部分を計算結果に置き換えて変換していきます。

## 15. 画面操作とウインドウサイズ

画面操作とウインドウサイズについても他のコマンドと同様なので「第4章 基本操作」を参照してください。ただし断面形状は2次元なのでイメージを3次元回転させる回転ボタンはありません。

## 16. データファイル入出力

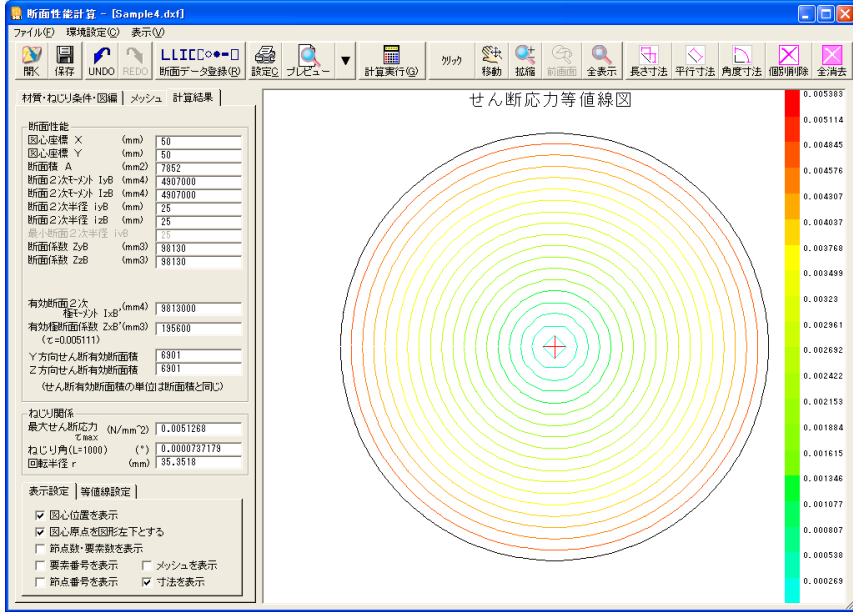
データファイル入出力の操作についても他のコマンドと同様なので「第4章 基本操作」を参照してください。

## 17. 計算結果の検証

ここではサンプルデータを用いて有効断面2次極モーメントと有効極断面係数について手計算できる単純な形状で手計算と計算結果を比較するなどして計算結果を検証してみます。手計算で用いる計算式については「第4章 基本操作」の「19. 有効断面2次極モーメントについて」を参照してください。

### ● $\phi 100$ の円断面の例

この形状のDXFファイルはSample4.dxfとしてサンプルディレクトリに入っています。次にグリッドピッチ精度と円・円弧分割数を3でメッシュを作成して計算した例を示します。



手計算での円断面の有効断面2次極モーメントは

$$I_x = \pi d^4 / 32$$

$$= 9817477$$

となり、[断面性能計算] の計算結果では  $I_x \times B^{\circ} = 9713000$  で、約1%の誤差となり、同様に有効極断面係数は

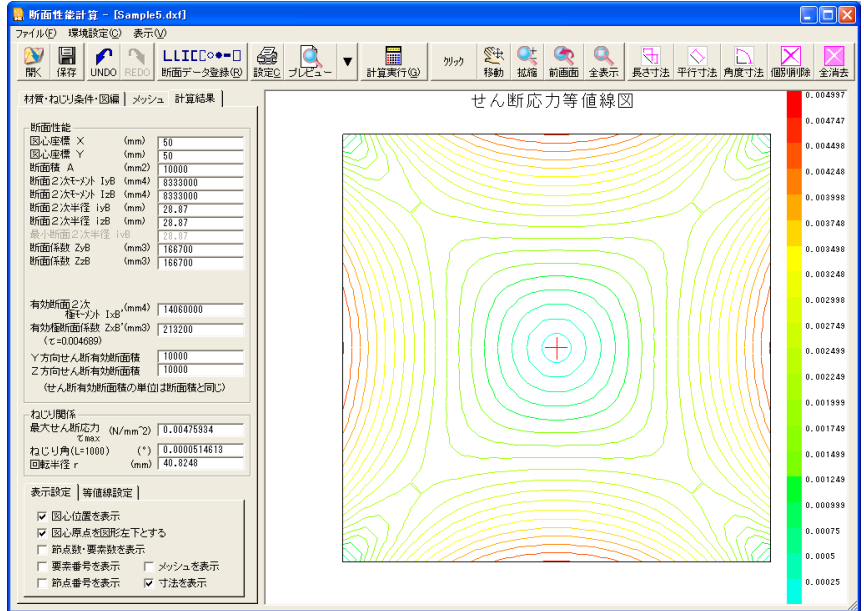
$$Z_x = \pi d^3 / 16$$

$$= 196349$$

で[断面性能計算] の計算結果では  $Z_x \times B^{\circ} = 195600$  で約0.3%の誤差になり、いずれも十分な精度で求められていることが分かります。ねじり関係も興味がありましたら材料力学の参考書などを元に手計算と比較してみてください。

### ● □ 100 の正四角形断面の例

この形状のDXFファイルはSample5.dxfとしてサンプルディレクトリに入っています。次に円断面と同じ条件でメッシュを作成して計算した例を示します。



手計算での正四角形断面の有効断面2次極モーメントは1辺の長さをaとして

$$I_x' = 0.141a^4$$

$$= 14100000$$

となり、[断面性能計算]の計算結果では  $I \times B' = 14060000$  で、約0.2%の誤差となり、同様に有効断面係数は

$$Z_x' = 0.208a^3$$

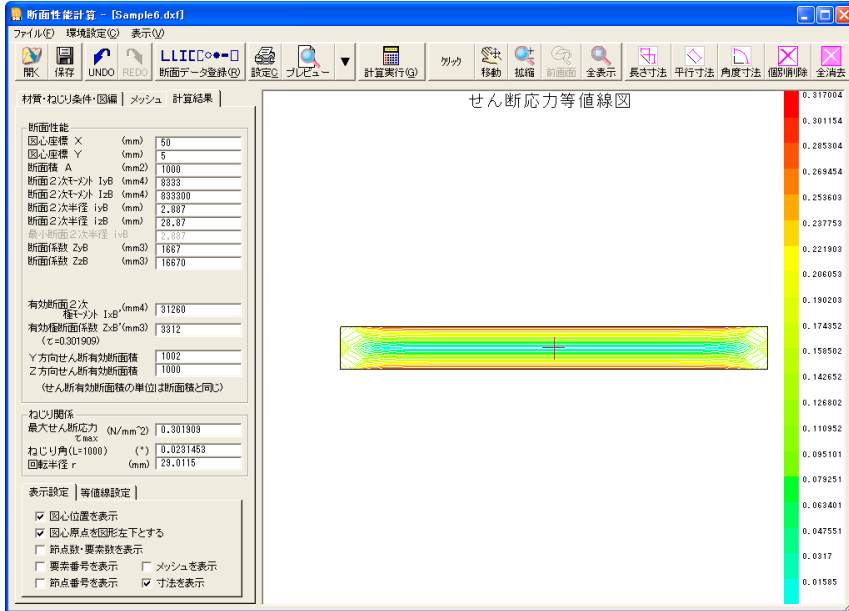
$$= 208000$$

で[断面性能計算]の計算結果では  $Z \times B' = 213200$  で約2%の誤差になります。

### ● 100 × 100 の長方形断面の例

この形状のDXFファイルはSample6.dxfとしてサンプルディレクトリに入っています。

次に円断面と同じ条件でメッシュを作成して計算した例を示します。



手計算での有効断面2次極モーメントは長さをS、幅をtとして

$$I_x' = S t^3 / 3$$

$$= 33333$$

となり、[断面性能計算]の計算結果では  $I_x \times B' = 31260$  で、約7%の差となり、同様に有効断面係数は

$$Z_x' = S t^2 / 3$$

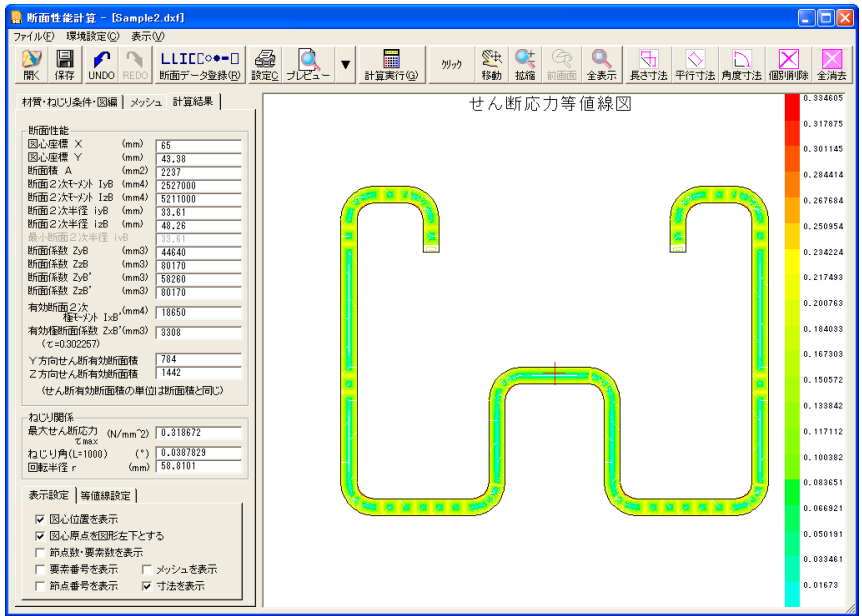
$$= 3333$$

で[断面性能計算]の計算結果では  $Z_x \times B' = 3312$  で約1%の差になります。

この例では手計算の計算式は近似式となりそちらにも誤差がありますので真値との誤差は分かりませんが手計算と近い値が求められていることは分かります。

## ●板金曲げ断面の例

この形状のD X F ファイルはSample2.dxfとしてサンプルディレクトリに入っています。  
次に円断面と同じ条件でメッシュを作成して計算した例を示します。



この形状の場合は先に中心線長さをCADで測るなどして求めておきます。手計算での有効断面2次極モーメントは求めた長さがS=447.8、幅がt=5なので

$$I_x' = S t^3 / 3 \\ = 18658$$

となり、右の計算結果では  $I_x B' = 18650$  でほぼ同じ値と差となり、同様に有効極断面係数は

$$Z_x' = S t^2 / 3 \\ = 3731$$

で右の計算結果では  $Z_x B' = 3308$  で約13%の差になります。

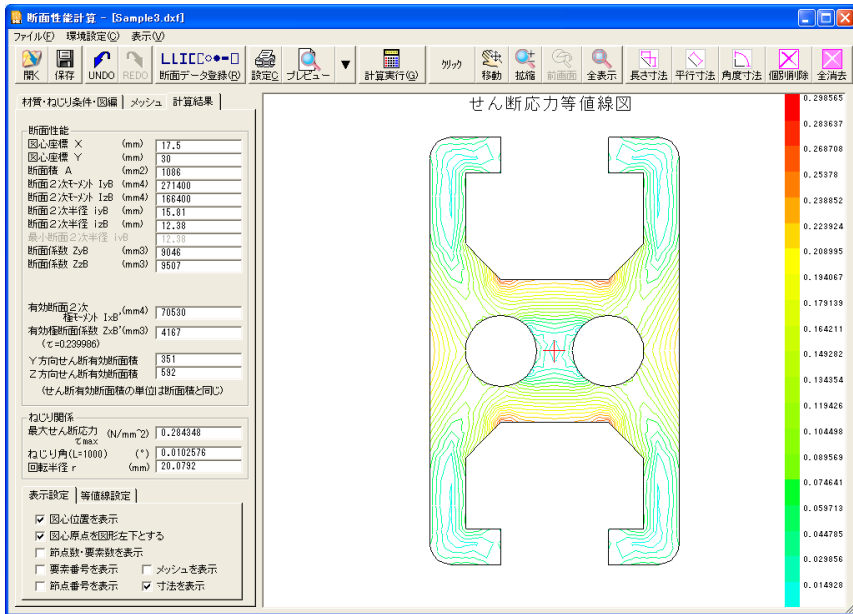
有効極断面係数の差がちょっと大きくなっていますが最大せん断応力の発生している部分を拡大してみると内側に曲げられた部分で応力が高くなっているのが分かります。手計算の計算式ではこのような応力集中は考慮されていないのでこの差が生じているものと考えられます。ただしこのような応力集中がある場合はメッシュを変えてみて有効極断面係数の値がどうなるか試してみた方がよいでしょう。

ちなみにグリッドピッチ精度を3から5にした場合は $Z \times B^{\wedge} = 3192$ 、7にした場合は $Z \times B^{\wedge} = 3184$ となるので求められた有効極断面係数は問題ないものと判断できます。

以上の例で単純な形状は手計算とほぼ同じ有効断面2次極モーメントと有効極断面係数が求められていることが分かります。

## ●引き抜き材断面の例

次に引き抜き材の断面形状であるSample3.dxfで計算した例を示しますが、このような形状になるともはや手計算による検証は不可能ですので、せん断応力の分布などを見て予想の範囲であれば有効断面2次極モーメントや有効極断面係数も妥当な値が求められていると考えて良いでしょう。



## ●H形鋼の例

説明で使ってきたSample1.dxfのH形鋼と同じものが「フレーム構造解析1 2」の断面データにもあります。

「フレーム構造解析1 2」の断面データは「立体構造解析Ver1」の時に手計算で求めた有効断面2次極モーメントと有効極断面係数を使っていますのでそれと比較してみます。

有効断面 2 次極モーメントは  
断面データの方で

$$I \times B' = 15020$$

先の「断面性能計算」では

$$I \times B' = 20450$$

と差があります。

これは手計算では R 部を含  
めていないための差と考えられ  
ます。

断面性能設定	
単位	mm
有効数字	4
<input type="checkbox"/> 指数表示	
<input type="checkbox"/> せん断応力算出にせん断有効断面積を使用する	

断面形状フォルダ名称	断面積 (mm <sup>2</sup> )
[標準ローカルマシン?]	1185
Y方向せん断有効断面積 (mm <sup>2</sup> )	630
Z方向せん断有効断面積 (mm <sup>2</sup> )	430
断面2次モーメントB (mm <sup>4</sup> )	1670000
断面2次モーメントB' (mm <sup>4</sup> )	148000
有効断面2次モーメントB'	15020
最小断面欠半径ie (mm)	11.2
断面係数ZyB (mm <sup>3</sup> )	37500
断面係数ZzB (mm <sup>3</sup> )	5810
有効極断面係数ZzB' (mm <sup>3</sup> )	2145

材料表示色: R G B 0 0 0 <← 一覧から選択

構造全体の強度には有効断面 2 次極モーメントの影響は少ないと考えられますがこの例で実際にどの位の差になるか確認するために標準の断面データの場合と断面性能計算で登録した断面データの場合で最大総変位や最大曲げモーメントなどを比較してみると 0.01% 以下の影響になっていることが分かります。

したがって有効断面 2 次極モーメントは桁が違ような差でないかぎりには構造全体の強度にはあまり影響しないものと考えられますが、根拠のない値や分からないから 0 を入れておくとかでは問題がありますので手計算か本コマンドを使って求めておく必要があります。

また有効極断面係数は断面データの方で  $Z \times B' = 2145$  で断面性能計算では  $Z \times B' = 1888$  と近い値になっていますのでこちらも問題ないレベルと考えられます。

従来は有効断面 2 次極モーメントや有効極断面係数は手計算で求めるしかなく、任意の形状についてはそれも困難であったため一部の構造計算ソフトではねじりの影響を無視したり、付属の断面データの有効断面 2 次極モーメントが 0 になっていたりしたものも見受けられました。

「フレーム構造解析 1 2」の「断面性能計算」ではねじりについても実際に近い断面性能が求められ、それを使った構造解析はより計算精度が向上していることは確かだと考えています。

## 1 8. せん断応力の計算精度について

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

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



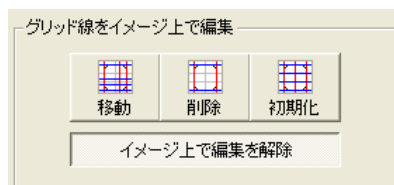
絶対値が低い部分では問題はありませんが、例えば応力集中を起こして応力値が高い部分とか注目している部分にこのような要素がある場合はメッシュの形状を整えて絶対値の精度を向上してやる必要があります。

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

したがって本マニュアルでもこの部分については簡単な説明しか載せませんが本コマンドの有限要素法による計算部分は CAD TOOL FEM7 をベースに作られており、FEM7 のチュートリアルではメッシュの形状を整えて計算精度を向上させる方法を詳しく解説しています。FEM7 の体験版でもそのチュートリアルを見ることは可能なので興味のある方はそちらを参照してみてください。

- ・**グリッド線編集機能**：まず精度良く計算したい注目部分を拡大しておきます。ここでは要素形状の元になるグリッドを移動してこの部分の要素の形状を整える方法を説明します。

〔メッシュ〕タブをクリックして〔グリッド線をイメージ上で編集〕の〔移動〕ボタンを押してからイメージ上で移動したいグリッドの上にマウスを持っていきます。

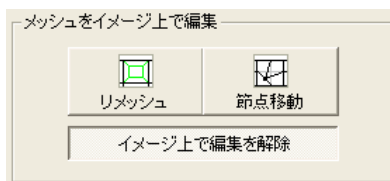


グリッド線が緑色に変わったらマウス左ボタンを押したまま移動先までドラッグします。最初のうちは適当に移動してメッシュを作成してみてどのようなメッシュができるのか確認してください。

なれてくればグリッド線をうまく移動して極端に細長い要素や小さい要素がない比較的整ったメッシュが作成されるようになります。グリッド線を削除した方が良い場合もありますのでそれも試してみてください。

〔初期化〕ボタンをクリックするとデフォルトのグリッド線の状態に戻すことができます。

- ・**メッシュ編集機能**：メッシュ編集機能には〔リメッシュ〕と〔節点移動〕の2つがあります。〔リメッシュ〕はメッシュを構成している要素を分割してさらに細かいメッシュを作成する機能で〔節点移動〕は節点を移動してメッシュの形状を変形できる機能です。



ここでは「節点移動」を使ってさらにメッシュの形状を整える方法を説明します。

「節点移動」ボタンを押しておきマウスをイメージ上に持っていきます。マウス近くの節点を認識するとそこに緑の○が表示されますので移動したい節点を認識したらマウス左ボタンを押したままドラッグします。

ドラッグ中はマウスの動きに付いて緑の○が移動するとともにメッシュもリアルタイムで変形します。移動後のメッシュ形状に問題がない位置であれば変形したメッシュは緑色で表示されマウス左ボタンを離すとその位置でメッシュが固定されます。変形したメッシュが赤く表示されている場合は移動後のメッシュ形状に不具合ある場合でその状態でマウス左ボタンを離すと節点は元の位置に戻ってしまいます。

なおメッシュ形状の不具合とはメッシュが凹んだ四角形となる場合で四角形8節点アイソパラメトリック要素では辺上に節点がある三角形までは計算できますが凹んだ四角形には対応していません。さらに節点移動を使って周辺の細長い三角形のメッシュ形状も整えおきましょう。

有限要素法の精度にはメッシュ形状だけでなくメッシュの細かさも影響します。解析したい要素全体に細かくメッシュを作成れば精度も良くなりますが計算時間がかかるようになります。本コマンドで使っている四角形8節点アイソパラメトリック要素は基本的には精度が高いので応力の変化が少ない場所まで細かくメッシュを作成する必要はありませんがグリッド精度を上げてメッシュを作成すると精度が必要ない場所にも細かいメッシュができてしまいます。

そこで全体のメッシュは粗めに作成してリメッシュ機能で部分的にメッシュを細かくする方法を紹介します。「リメッシュ」ボタンを押してからマウスをイメージ上に持っていきます。要素の中心近くにマウス持っていくとリメッシュ後の形状が緑色で表示されますので、形状を確認して良ければマウス左ボタンをクリックするとリメッシュが確定します。

通常は認識した要素を一回り小さく縮小して中心に配置し、その周囲に4つの要素を新しく作成します。

なお外周に面した要素の場合は外周近くにマウスを持っていくと外周に面した辺上に節点を2つ発生させて認識した要素をそこに縮小して配置し、周囲に3つの要素を新しく追加することもできます。後者のリメッシュは外周部に節点が増えるので応力集中が外周で発生している場合の解析に有利なリメッシュ形状ですが作成条件に限られるのでメッシュ形状によっては選択できない場合があります。またメッシュの形状が整っている場合はリメッシュしても応力値や応力分布はあまり変化しません。

これは四角形 8 節点アイソパラメトリック要素の精度の高いためが必要以上に細かくメッシュを作成する必要はありません。またメッシュの細かさよりメッシュ形状の影響が大きいためメッシュ形状を整える方が重要と言えます。

なおメッシュ編集機能機能も「フレーム構造解析 1 1」から共通のUDNO・REDO機能に対応していますので間違ってもメッシュを編集してしまってもすぐに元に戻してやり直しができるようになっています。

## 19. 線積分方式について

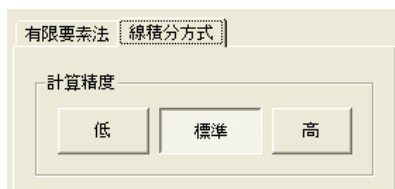
「フレーム構造解析 1 2」の「断面性能計算」では有限要素法と線積分方式を切り替えて使うことができます。

線積分方式は左側から微小な幅の垂直線を仮想して断面形状との交点を取得し、断面部分に相当する部分の垂直線の断面性能を取得して順次その垂直線を右側に移動しながら断面全体に積算していく方式になります。したがって断面形状とは垂直線との交点のみが取得できれば良く、断面形状が複数の部分に分割されていたり、極端な例では断面形状の垂直線が欠けているなど、有限要素法では計算できない断面形状でも計算できます。

ただしねじり関係の断面係数は有限要素法に比べてかなり大雑把な近似計算になりますので有限要素法で計算できるものは有限要素法を使ってください。逆に有限要素法では計算できないDXF形状を読み込んだときはメッセージが表示されて線積分方式に自動的に切り替わり有限要素法では計算できないようになります。

線積分方式で計算したい場合は「線積分方式」のタブを開きます。

「線積分方式」のタブにある計算精度はその垂直線の幅を変更するもので「高」にすると垂直線の幅がより小さくなり曲線部の精度が向上しますが積算に時間がかかるようになります。



「計算実行」ボタンをクリックして計算を実行すると計算中は左から青い垂直線で断面が埋められていきその進捗が分かるようになっています。この時に断面以外の部分が埋められていたり逆に断面部分が埋められない場合は形状データに何らかの不具合がありますので形状データを確認してください。

次にSample1.dxfのH形鋼を使って「線積分方式」と「有限要素法」の計算結果を比較したものを示します。

### 線積分方式

材質・ねじり条件・図編			メッシュ	計算結果
<b>断面性能</b>				
図心座標 X	(mm)	25		
図心座標 Y	(mm)	50		
断面積 A	(mm <sup>2</sup> )	1185		
断面2次モーメント IyB	(mm <sup>4</sup> )	1875000		
断面2次モーメント IzB	(mm <sup>4</sup> )	147900		
断面2次半径 iyB	(mm)	39.78		
断面2次半径 izB	(mm)	11.17		
最小断面2次半径 ivB		11.17		
断面係数 ZyB	(mm <sup>3</sup> )	37500		
断面係数 ZzB	(mm <sup>3</sup> )	5916		
有効断面2次モーメント IxB (mm <sup>4</sup> ) 37580				
有効極断面係数 ZxB' (mm <sup>3</sup> ) 3576				
Y方向せん断有効断面積 764				
Z方向せん断有効断面積 500				
(せん断有効断面積の単位は断面積と同じ)				

### 有限要素法

材質・ねじり条件・図編			メッシュ	計算結果
<b>断面性能</b>				
図心座標 X	(mm)	25		
図心座標 Y	(mm)	50		
断面積 A	(mm <sup>2</sup> )	1187		
断面2次モーメント IyB	(mm <sup>4</sup> )	1878000		
断面2次モーメント IzB	(mm <sup>4</sup> )	147900		
断面2次半径 iyB	(mm)	39.78		
断面2次半径 izB	(mm)	11.17		
最小断面2次半径 ivB		11.17		
断面係数 ZyB	(mm <sup>3</sup> )	37550		
断面係数 ZzB	(mm <sup>3</sup> )	5917		
有効断面2次モーメント IxB (mm <sup>4</sup> ) 20450				
有効極断面係数 ZxB' (mm <sup>3</sup> ) 1888 ( $\tau=0.529596$ )				
Y方向せん断有効断面積 764				
Z方向せん断有効断面積 500				
(せん断有効断面積の単位は断面積と同じ)				

線積分の計算精度は「標準」で有限要素法はグリッドピッチ精度と円・円弧分割係数は3で計算した例となります。

これからどちらの計算方法でも通常の断面性能はほぼ同じ数値が求められているのが分かります。一方、ねじり関係の有効断面2次極モーメントと有効極断面係数は有限要素法の値の約2倍の値になっており、線積分方式ではねじり関係の断面性能は精度が良くありません。

「フレーム構造解析 1 2 / 2 D」のチュートリアルでは先の穴を追加した断面形状で比較していますがその例では線積分方式の値が有限要素法の値の約半分の値になっていて形状によって誤差の出方も違うことが分かります。

従来、線積分方式ではねじり関係の断面性能は全く求められませんでした。有限要素法でいろいろな形状のねじりの断面性能が求められるようになり、その結果を応用して「フレーム構造解析 1 0」の「断面性能計算」からかなり大雑把ではありますが線積分方式でもねじりの断面性能を求める方法を組み込み、桁数的には同レベルの近似計算ができるようになっています。

前述のように建築関係等の一般的な構造物では全体の強度に対するねじり剛性の影響はそれほど大きくないと推測され、ねじり剛性は考慮しない構造解析ソフトもあるくらいなのでこの線積分による値を使っても実用上は問題ないレベルではないかと考えられますが有限要素法が使える断面形状であればあえて線積分方式を使う必要はありませんので計算方法は有限要素法を優先してください。

なお計算方法以外の断面データの登録や出力等の基本的な操作方法はどちらの計算方法でも同じです。ただし線積分方式では当然ながら最大せん断応力やねじり角、回転半径等のねじり関係の解析結果は算出されず、表示設定も図心位置と図面原点の設定のみになります。

## 第8章 データファイル管理

### 1. 材質データファイル

〔フレーム構造解析 12〕ではOSに関係なく標準ではユーザーフォルダの下に作業用フォルダを作ってそこにデータファイル等をコピーして使うようになっています。WindowsXPの作業フォルダは下記のパスになります。

C:\\$Document and Settings¥\*\*\*\*¥Local Setting¥Application Data¥CADTOOL\_Series¥Kozo12  
WindowsVista以降、Windows7、8では下記のフォルダが作業フォルダになります

C:\Users¥\*\*\*\*¥AppData¥Local¥CADTOOL\_Series¥Kozo12

ここで\*\*\*\*の部分はログオンユーザー名になりますのでユーザー毎に変わってきます。データファイル管理を起動すると次のダイアログが開きます。

**データファイル管理**

材質データ  
フルパス名称: 標準(ローカルマシン) [編集] [EXL]  
フルパス: C:\Documents and Settings¥\*\*\*\*¥Local Settings¥Application Data¥CADTOOL\_Series¥Kozo12¥KZT\_MAT12.CSV

断面データ  
フォルダ名称: 標準(ローカルマシン) [編集] [EXL]  
データ名: [ ]

テンプレートフォルダ  
コメント: 標準(ローカルマシン) [編集]  
フルパス: C:\Documents and Settings¥\*\*\*\*¥Local Settings¥Application Data¥CADTOOL\_Series¥Kozo12¥Template

注) データファイルやパス設定を編集・初期化した場合はコマンドを再実行すると変更が反映されます。

起動時デフォルトデータ  
コマンド名: [ ] [初期化]

注) 起動時デフォルトデータを初期化する場合はあらかじめ対象コマンドを終了しておいてください。

データファイルの拡張子の関連づけ  
☒ はりの計算 (KH12)      ☒ フレーム構造 - 立体 (KS12)  
☒ フレーム構造 - 平面 (KP12)      ☒ 振動モード解析 (KM12)  
☒ 断面性能計算 (KD12)      ☒ 振動応答解析 (KR12)  
 注) 関連付けたいコマンドをチェックして [実行] すると直ちにデータファイルが関連づけられます。
 [実行]

デスクトップにアイコンを作成  
☒ コマンド選択メニュー      ☐ フレーム構造 - 平面      ☐ データ検索 はり  
☐ はりの計算      ☐ フレーム構造 - 立体      ☐ データ検索 平面  
☐ 断面性能計算      ☐ データ検索 立体  
 注) アイコンを作成したいコマンドをチェックして [実行] すると直ちにデスクトップにアイコンが作成されます。
 [実行]

コマンド選択メニューの情報ウィンドウの処理  
☐ 自動的にインターネットに接続しない [更新]

材質データファイルはデフォルト（フルパス名称は〔標準（ローカルマシン）〕）では上記の作業フォルダに入っているKZT\_MAT12.CSVになり代表的な材質があらかじめ登録してありますがユーザー側でも任意に編集、追加ができるようにしています。

材質データファイルのフォーマットについては「第4章 基本操作」の「1.6. 材質データ」を参照してください。

データファイル管理ダイアログには材質データファイルのフルパスも表示されるようになっていますがここの〔E X L〕（エクセルで開く）ボタンを使えばフォルダを意識しないで材質データファイルを開くことができます。

〔フレーム構造解析12〕の材質データと断面データは〔フレーム構造解析7～11〕と同じフォーマットになっていますので〔フレーム構造解析7～11〕で編集・追加したデータはそのまま使えますが、材質データは〔フレーム構造解析10〕から鉄骨構造関係を大幅に増やしていますのでそれ以前の材質データを参照する場合は必要な行のみコピーすると良いでしょう。

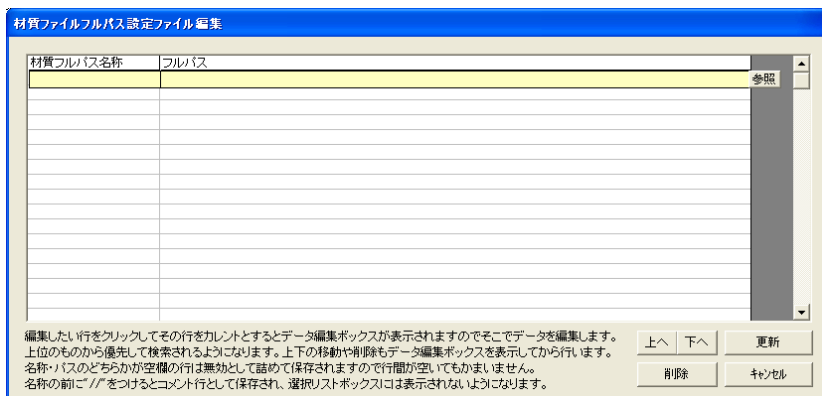
材質データは前述の作業フォルダ、断面データは作業フォルダの下の¥Zairyo12となりますが〔フレーム構造解析12〕のデータファイル管理でそれぞれのパス設定を行うことで元のフォルダにおいたまま参照することもできるようになっています。

ここでは右に示すようにあらかじめDドライブに〔フレーム構造解析12〕専用のフォルダを作っておきます。そこに〔フレーム構造解析7〕の材質データファイルKZT\_MAT7.CSVをコピーして、拡張子をTXTに変更してしておきます。

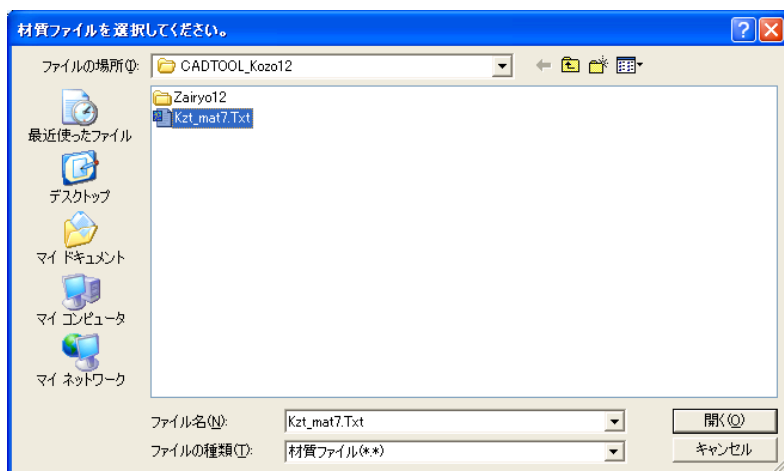


また断面データ用に¥Zairyo12のフォルダも作っておきます。

では材質データのフルパス名称の右にある〔編集〕ボタンをクリックして材質ファイルフルパス設定ファイル編集ダイアログを開きます。



インストール直後は何も設定されていないので編集したい行をクリックしてデータ編集ボックスを表示してフルパス名称と実際のフルパスを入力します。またフルパスは右の「参照」ボタンをクリックしてファイル選択ダイアログで直接ファイルを選択することもできます。



ここでは先ほどDドライブに作った「フレーム構造解析12」専用のフォルダにコピーして拡張子を変えた「フレーム構造解析7」のKZT\_MAT7.TXTを選択していますが、ネットワーク上のフォルダにあるファイルでもかまいません。


またここで選択する材料データファイルはフォーマットが同じであれば任意のファイル名が使えるようになっています。



材質データファイルのフルパスを入力あるいは選択したら材質フルパス名称を入力します。  
ここでは“フレーム7用”と入れてみます。

[illegible]

これで「更新」ボタンをクリックすると右に示すメッセージが表示されます。

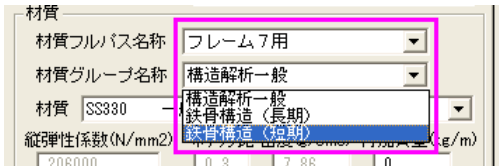


ここで [OK] をクリックすると材質ファイルフルパス設定ファイル (ZaisuPath.dat) がインストールフォルダに出力されます。なおこのメッセージあるように更新してしまうと元には戻せませんので注意してください。また必要に応じてバックアップを取っておく良いでしょう。

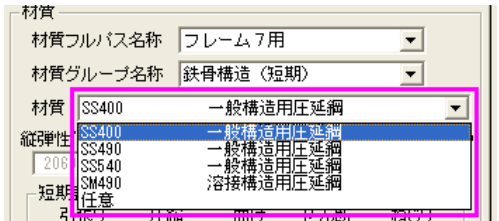
ではこれで実際にコマンドを起動してどうなっているか確認して見ます。

右に「フレーム構造-平面」の材質フルパス名称のリストボックスを開いた例を示しますが、今までは「標準（ローカルマシン）」がグレーアウトして表示されていたがこのように「フレーム7用」が追加されて選択できるようになっています。

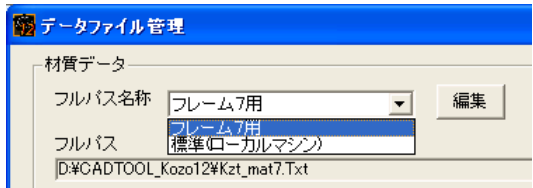
試しに「フレーム 7 用」を選択して材質グループを見ると「フレーム構造解析 10」から廃止した「鉄骨構造（短期）」の材質グループが表示されています。



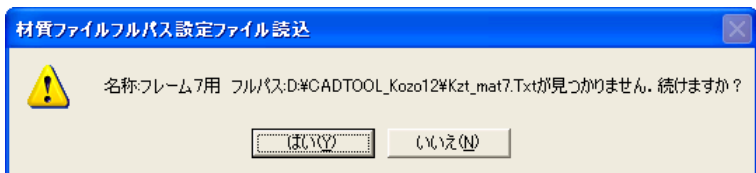
ただし当時の鉄骨構造用の材質は 4 種類のみとなっていますのであえて使う必要はないと思います。追加したい材質がある場合は「フレーム構造解析 12」の材質データファイル KZT\_MAT12.CSV に追加するのが良いでしょう。



データファイル管理でもフルパス名称のリストボックスで選択してフルパスを確認することができます。



材質ファイルフルパス設定を行ったあとにコマンドを起動時に材質ファイルフルパス設定で設定している材質データファイルが見つからない場合は次のメッセージが表示されます。



ここで「いいえ」選択すると起動中のコマンドは終了します。「はい」を選択すると次のフルパス設定の読込を続けます。

また作業フォルダにある材料データファイルは「標準（ローカルマシン）」として自動で追加されるので、材料ファイルパス設定に登録している材料データファイルが全て見つからない場合はパス設定をする前のように「標準（ローカルマシン）」のみグレーアウトして表示されるようになります。

この機能を使えばあらかじめ材質データファイルを鉄やアルミ、ステンレス等に小分けしてそれぞれ別の材質フルパス名称で材質ファイルフルパス設定しておき、設計の種類に応じた材質フルパス名称を選択して小分けされた材質データから選択するような使い方もできるようになります。

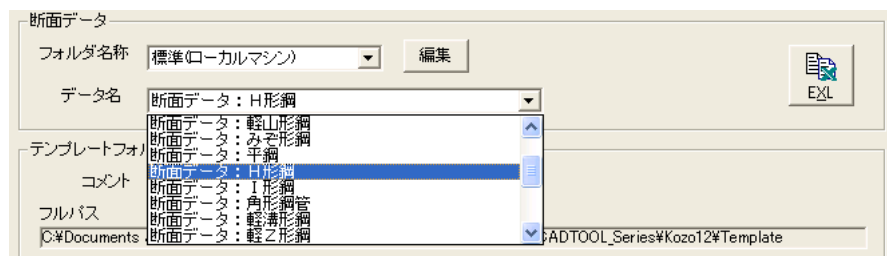
ネットワーク環境だけでなくいろいろと応用が考えられますので是非活用してみてください。

## 2. 断面データファイル

標準の断面データは作業用フォルダの下の¥Zairyo12にコピーして使うようになっていますが断面データも材質データと同様にデータファイル管理から開くことができます。

断面データファイルのフォーマットについては「第4章 基本操作」の「17. 断面データ」を参照してください。

データファイル管理で断面データを開く場合は、断面データのデータ名のリストボックスで開きたい断面データを選択して右の「EXL」（エクセルで開く）ボタンをクリックすると断面データファイルをエクセルで開くことができます。



また断面データでも材料データファイルと同様にフォルダのパス設定を行うことで複数のフォルダを切り替えて使うことができます。

では断面データのフォルダ名称の右にある「編集」ボタンをクリックして断面形状データフォルダ設定ファイル編集ダイアログを開きます。

[illegible]

インストール直後は何も設定されていないので編集したい行をクリックしてデータ編集ボックスを表示して断面フォルダ名称と実際のフォルダのパスを入力します。またフォルダのパスは右の「参照」ボタンをクリックしてフォルダを参照することもできます。

ここでは先ほどDドライブに作った「フレーム構造解析12」専用のフォルダの下にある¥Zairyo12を選択しておきます。

断面データのフォルダを入力あるいは選択したら断面フォルダ名称を入力します。ここでは断面フォルダ名称に“フレーム 1 2 専用”と入れてみます。

[illegible]

これで「更新」ボタンをクリックすると材質データの時と同じ確認メッセージが表示されますので「OK」をクリックすると断面形状データフォルダ設定ファイル（ZairyoPath.dat）がインストールフォルダに出力されます。

なお確認メッセージあるように更新してしまうと元には戻せませんので注意してください。  
また必要に応じてバックアップを取っておくと良いでしょう。

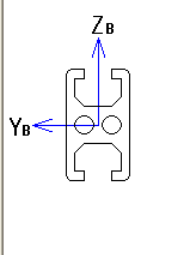
新しく登録した断面形状データフォルダにはまだ何も断面データが入っていないので  
試しに「断面性能計算」で断面データを登録してみましょう。

ここでは「第7章 断面性能計算」の「17. 計算結果の検証」で引き抜き材断面の例と  
して説明したものを登録してみます。

引き抜き材の断面形状はSample3.dxfなのでこれを「断面性能計算」で読み込んで計算して  
から「形状データ登録」ボタンをクリックします。

**断面データ登録**

形状イメージ



登録先の断面形状フォルダ名称

フレーム12専用  
フレーム12専用  
標準(ローカルマシン)

表示されるファイル名は拡張子がOSVだけです  
☒ イメージファイル名にサイズを追加  
☒ 断面表示用DXFファイルを保存

登録      キャンセル

登録内容(単位:mm系)

ファイル名 Hikinuki01  
 形状名称 引き抜き材サンプル  
 サイズ 60x30

断面積(mm <sup>2</sup> )	1086
断面2次モーメントIyB(mm <sup>4</sup> )	271400
断面2次モーメントIzB(mm <sup>4</sup> )	166400
有効断面2次極モーメントIxB'	70630
最小断面2次半径(mm)	12.38
断面係数ZyB(mm <sup>3</sup> )	9046
断面係数ZzB(mm <sup>3</sup> )	9507
有効極断面係数ZxB'	4167
Y方向せん断有効断面積	351
Z方向せん断有効断面積	592

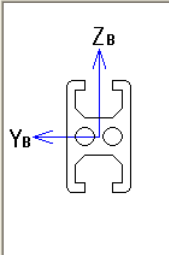
(せん断有効断面積の値は編集可能)

断面データ登録ダイアログで今まで「標準（ローカルマシン）」とグレーアウトして選択  
できなかった登録先の断面形状フォルダ名称が選択できるようになり、このリストボックス  
から「フレーム12専用」を選択し、後はファイル名、形状名称、サイズを入力して「登録」  
ボタンをクリックして登録します。

断面データの登録方法については「第7章 断面性能計算」の「10. 断面データ登録」を  
参照してください。ではこれで実際にコマンドを起動してどうなっているか確認して見ます。

次に「フレーム構造－平面」を起動して断面形状選択ダイアログを開いてみます。ここでも  
今まで「標準（ローカルマシン）」がグレーアウトして表示されていた断面形状フォルダ  
名称に「フレーム9専用」が追加されて選択できるようになり、それを選択すると断面  
データを登録したときの形状名称とサイズが表示されます。

**断面形状 1 選択**



断面形状フォルダ名称

形状名称

サイズ

項目	値
断面積 (mm <sup>2</sup> )	1086
Y方向せん断有効断面積 (mm <sup>2</sup> )	351
Z方向せん断有効断面積 (mm <sup>2</sup> )	592
断面2次モーメント <sub>Y</sub> (mm <sup>4</sup> )	271400
断面2次モーメント <sub>Z</sub> (mm <sup>4</sup> )	166400
有効断面2次極モーメント <sub>Y</sub> (mm <sup>4</sup> )	70530
最小断面2次半径 <sub>ie</sub> (mm)	12.38
断面係数 <sub>Z<sub>Y</sub></sub> (mm <sup>3</sup> )	9046
断面係数 <sub>Z<sub>Z</sub></sub> (mm <sup>3</sup> )	9507
有効極断面係数 <sub>Z<sub>X</sub></sub> (mm <sup>3</sup> )	4167

断面性能設定

単位:  有効数字:  ☐ 指数表示

☐ せん断応力算出にせん断有効断面積を使用する

座屈チェック

確定

キャンセル


後は「確定」して標準の断面データと同じように使っていきます。なお「フレーム構造解析 12」では「はりの計算」や「フレーム構造－平面」が起動中でも断面データを追加することができ、それぞれの環境設定から「断面データ更新」を行えばコマンドを起動したまま追加した断面データが使えるようになっています。詳しくは「第4章 基本操作」の「6. 環境設定」の「断面データ更新」を参照してください。

またデータファイル管理でもフォルダ名称のリストボックスで「フレーム 12 専用」を選択して今登録した断面データをエクセルで開くことができます。

**断面データ**


フォルダ名称:

データ名:



断面形状データフォルダ設定を行ったあとにコマンドを起動時に断面形状データフォルダ設定で設定している断面データフォルダが見つからない場合は次のメッセージが表示されます。

**断面形状データフォルダ設定ファイル読込**

 名称: フレーム12専用 フォルダ: D:\CADTOOL\_Kozo12\Zairyo12 が見つかりません、続けますか？

ここで [いいえ] 選択すると起動中のコマンドは終了します。[はい] を選択すると次のフォルダ設定の読込を続けます。

また作業フォルダの下の¥Zairyō12の断面データフォルダは [標準 (ローカルマシン)] として自動で追加されるので、断面形状データフォルダ設定に登録している断面データフォルダが全て見つからない場合はフォルダ設定をする前に [標準 (ローカルマシン)] のみグレーアウトして表示されるようになります。

この機能を使えば類似の断面形状毎にフォルダを分けて管理できるようになります。今回は [断面性能計算] 新たに登録しましたが新しくフォルダを作って断面形状データフォルダ設定に登録してから既存の断面データを移動してもかまいません。

なお既存データには断面データフォルダの情報は保存されませんが断面性能は保存されていますので、断面形状データフォルダ設定が異なる環境でも計算は可能です。ただし断面形状を再選択したい場合には断面形状データフォルダ設定の上位のフォルダ設定から検索していき同じ断面形状を探すようになっています。

断面形状表示用のDXFファイルも同様に検索しますが、同じ断面データがフォルダ設定された複数のフォルダに入っている場合は上位のものが使われるようになっています。万一同じ断面データファイル名で断面性能やDXF形状が異なるようなものが入っていると計算結果や断面表示が異なってしまうことも起こりえます。

断面データファイルが複数のフォルダで重複しないように運用には注意して行ってください。

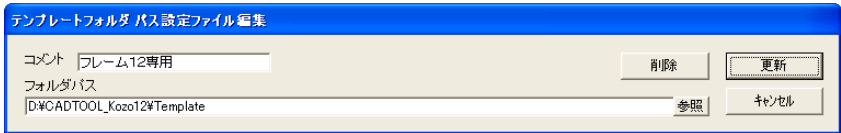
ただし上記の運用に注意しておけば類似の断面形状を大量に使用するような場合でも形状選択が容易になり、こちらもネットワーク環境だけでなくいろいろと応用が考えられますので是非活用してみてください。

### 3. テンプレートフォルダについて

テンプレートフォルダには印刷設定ファイルや材質・荷重パターンの名称テンプレート、[フレーム構造解析 1 2 / 動解析] の加速度テンプレート等のテンプレートファイルがコピーされます。

[フレーム構造解析 1 2] では前述の作業フォルダの下の¥Templateフォルダがデフォルトになっていますが、これもデータファイル管理で別のフォルダに変更することができ、ネットワーク上の共通のテンプレートフォルダを参照するような使い方も可能です。

ではデータファイル管理のテンプレートフォルダのコメントの右にある「編集」ボタンをクリックしてテンプレートフォルダパス設定ファイル編集ダイアログを開き、コメントとフォルダパスを入力します。



テンプレートファイルはそれ自体が設定の切り替え等に使うものですので、複数のフォルダに分けて管理する必要はなく上記のように一つのフォルダパスだけを登録します。

これで「更新」ボタンをクリックすると材質データの時と同じ確認メッセージが表示されますので「OK」をクリックするとテンプレートフォルダ設定ファイル (TemplatePath.dat) がインストールフォルダに出力されます。

テンプレートフォルダパス設定を行ったあとにコマンドを起動時にテンプレートフォルダパス設定で設定しているテンプレートフォルダが見つからない場合は次のメッセージが表示されます。



ここで「いいえ」選択すると起動中のコマンドは終了します。「はい」を選択するとデフォルトのテンプレートフォルダが使われるようになっています。

#### 4. 起動時デフォルトデータについて

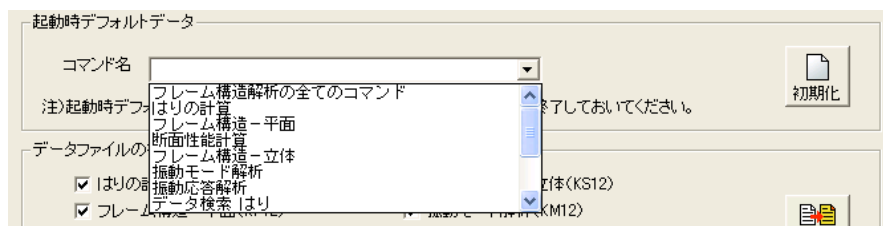
「フレーム構造解析 1 2」のコマンドはプルダウンメニューの「ファイル」>「終了」でコマンドを終了するとダイアログの設定内容やダイアログの表示位置、大きさ等を起動時デフォルトデータファイルに保存してコマンドを終了し、次回起動時に終了した状態を再現できるようにしています。

コマンド起動時には自動的にこのファイルを読み込みますので万一この起動時デフォルトデータファイルが壊れてしまうとエラーが発生して起動できなくなる場合があります。

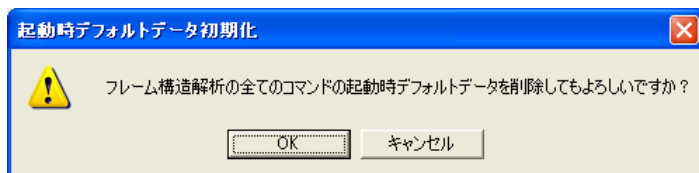


このファイルは“\*.MNU”でコマンド終了時に前述の作業フォルダに自動的に作成されるので起動時の不具合が発生したら削除してしまえば良いのですが多くのファイルから目的のファイルを探し出して削除するのも面倒ですし、間違えて必要なファイルを削除してしまつたら大変です。

そこでデータファイル管理の起動時デフォルトデータで削除したいコマンドを選択して「初期化」ボタンをクリックするとそのコマンドのデフォルトデータを削除することができます。



また「フレーム構造解析の全てのコマンド」を選択して「初期化」ボタンをクリックすると次に示すメッセージが表示されます。



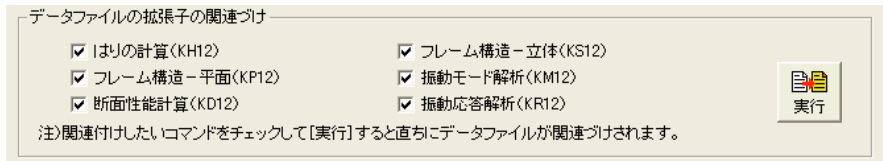
ここで「OK」ボタンをクリックすると全てのコマンドの起動時デフォルトデータを一括して削除することもできます。

起動時デフォルトデータのファイルはインストール時にはコピーされずコマンド終了時に新規に作成されていくファイルなので起動時デフォルトデータを全て削除するとインストール直後の状態に近くなります。もし動作がおかしくなったときは再インストールする前に起動時デフォルトデータを全て削除してみると直る場合がありますので万一そのような状況になりましたら試してみてください。

## 5. データファイルの拡張子の関連づけ

「フレーム構造解析 1 2」ではデータファイルの拡張子とコマンドを関連づけることができ、データファイルをエクスプローラ等でダブルクリックするとそのデータに関連づけられたコマンドが起動してデータも自動的に読み込まれるようになります。

データファイルの拡張子の関連づけを行いたい場合は対象とするコマンドにチェックを付けてから「実行」ボタンをクリックします。逆に関連づけを解除したい場合はチェックを外してから「実行」ボタンをクリックします。

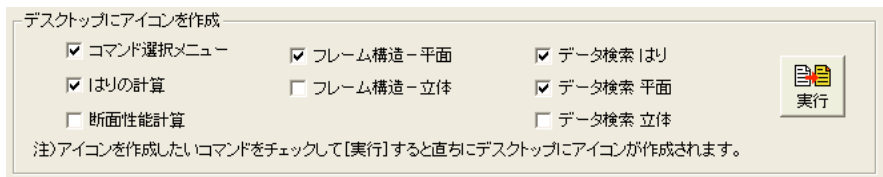


関連づけを行うとデータファイルのアイコンが各コマンドのアイコンに変更されますが環境によってはパソコンを再起動しないと反映しないこともありますので注意してください。

## 6. デスクトップにアイコンを作成

「フレーム構造解析 1 2」ではインストールの最後にコマンド選択メニューのみデスクトップにショートカットアイコン（以下、単にアイコンと表記）を作成できましたが、その他のコマンドも使用頻度が高いと思われるものについてはデスクトップにアイコンを作れるようにしています。

デスクトップにアイコンを作成したい場合は対象とするコマンドにチェックを付けてから「実行」ボタンをクリックします。逆にアイコンを削除したい場合はチェックを外してから「実行」ボタンをクリックします。



既に作成されているアイコンについては起動時にチェックが付いていますがアイコン作成後にアイコンの名称を変更するとデータファイル管理で作成したアイコンかどうか認識ができませんのでチェックが付きません。またこの機能で削除もできなくなります。必要に応じて手動で削除してください。

## 7. 簡易セキュリティ機能

データファイル管理のパス設定を保存したファイルは前述のように次の3つになります。

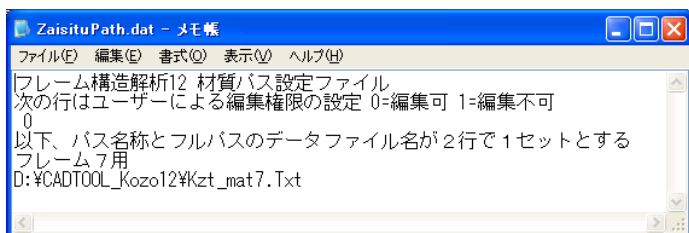
材質ファイルパス設定ファイル: ZaisuPath.dat

断面形状データフォルダ設定ファイル: ZairyoPath.dat

テンプレートフォルダ設定ファイル: TemplatePath.dat

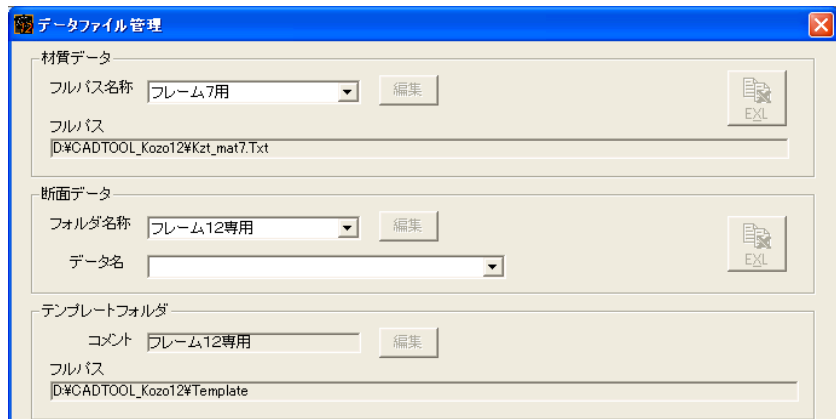
これらはパス設定をした時点でインストールフォルダに出力されますが他の環境で作成したものをインストールフォルダにコピーして使うこともでき、ネットワーク環境ではクライアントのマシンに同じパス設定ファイルをコピーすればどのクライアントも同じ環境で使うことができます。

ここで材質ファイルのパス設定ファイルをメモ帳で開いてみます。



ここで1行目が設定ファイルのコメント、2行目は編集権限の説明で、3行目の値で編集権限を設定します。なお4行目はパス設定データの説明になり5行目からパス名称とフルパスの2行で1セットとなります。

この3行目の編集権限は3つのパス設定ファイルにも同じフォーマットで設定できるようになっています。ではそれぞれのパス設定ファイルをテキストエディタで開いて3行目を1に変更してみます。



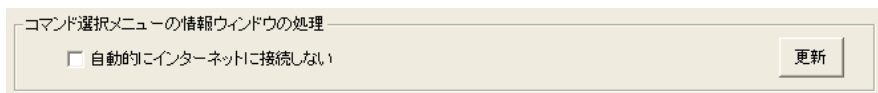
このように「編集」ボタンと「E X L」（エクセルで開く）ボタンがグレーアウトして使えなくなりますので不用意にパス設定ファイルや材質データ、断面データを編集してしまうことを防ぐことができます。

ただしこれで個々のファイルにセキュリティがかかったわけではないのでテキストエディタやエクセルなどで直接ファイルを編集することは可能です。あくまでも不用意に編集されないための簡易セキュリティ機能となります。ネットワーク環境等で活用できそうであれば検討してみてください。

## 8. コマンド選択メニューの情報ウインドウの処理

コマンド選択メニューの下部には設定により情報ウインドウを表示することができインターネット経由で弊社より情報を受け取って表示できるようになっています。ただしインターネット環境によっては接続時にパスワードが必要な環境もあり、コマンド選択メニューを起動するたびにパスワードの入力が求められ面倒な場合があります。

コマンド選択メニューから自動的にインターネットに接続したくない場合は下記のチェックをチェックして「更新」ボタンをクリックすると自動的にインターネットに接続しないようになります。



## 9. 作業フォルダの変更（システム管理者向け）

「フレーム構造解析 1 2」では前に何度も説明していますがOSに関係なく標準ではユーザーフォルダの下に下記に示すパスの作業用フォルダを作ってそこにデータファイル等をコピーして使うようになっています。WindowsXPの作業フォルダは下記のパスになります。

C:\Document and Settings\\*\*\*\*\Local Setting\Application Data\CADTOOL\_Series\Kozo12  
Windows Vista以降、Windows 7、8では下記のフォルダが作業フォルダになります。

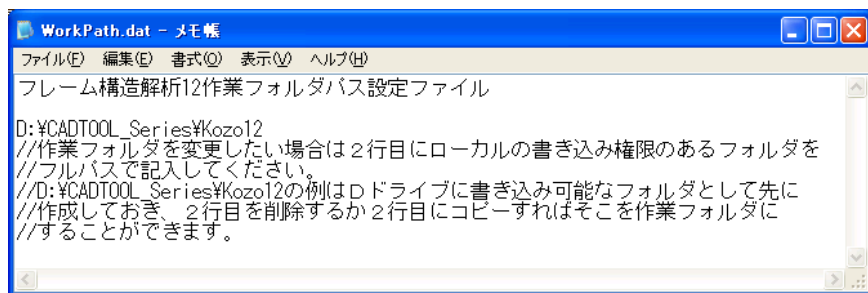
C:\Users\\*\*\*\*\AppData\Local\CADTOOL\_Series\Kozo12

ここで\*\*\*\*の部分はログオンユーザー名になりますのでユーザー毎に変わってきます。

「第2章 CADTOOLフレーム構造解析 1 2 / 2 Dの導入」でも説明していますが、従来作業フォルダはインストールフォルダを使っていたのですがWindows Vista以降ユーザーアカウント制御機能によってデフォルトのインストールフォルダであるC:\ProgramFiles以下のサブディレクトリにプログラムからファイルの書き出しができなくなったため、上記のように自由に書き込みができるユーザーフォルダの下に作業フォルダを作るようになっています。

ただしこの作業フォルダはフルパスが長く分かりにくかったり、WindowsXpの場合やVista以降でもユーザーアカウント制御を解除してC:\ProgramFilesのインストールフォルダに書き込みできるようにしてあったり、Dドライブにインストールするなどしている場合には作業フォルダをインストールフォルダに変更しておいた方が管理しやすくなります。また一部のCADではログオンユーザー名に全角文字を使っていると標準の作業フォルダにも全角文字が含まれてしまい作図が上手くできない場合もあります。

そこで「フレーム構造解析12」ではインストールフォルダにあるWorkPath.datというファイルで作業フォルダを設定できるようになっています。そのファイルをメモ帳で開いたものを次に示します。



このファイルの2行目が作業フォルダの設定になります。標準では空行になっていますのでこの2行目にローカル（共有フォルダはNG）でユーザーの書き込み権限のあるフォルダのフルパスを記入すればそこを作業フォルダにすることができます。3行目以降はコメントとなりますが3行目は6～8行目のコメントで説明している作業のためのデフォルトのインストールフォルダが記入されています。

また作業フォルダを変更する場合はなるべく早い時点で変更してください。運用を開始してから作業フォルダを変更した場合はテンプレートファイル等が新たに作業フォルダにコピーされるので修正等を行っていた場合は元の作業フォルダからコピーしてきてください。なおこの機能はシステム管理者向けなのでデータファイル管理等で簡単に変更できるようにはなっておらず、あえてWorkPath.datをテキストエディタで修正して設定するようにしています。作業フォルダを変更する場合は機能を十分理解して変更するようにしてください。

## 付録 ミスミ アルミフレームデータ

〔CADTOOLフレーム構造解析 1 2〕をインストール後にこの〔ミスミ アルミフレームデータ〕をインストールすることにより、ミスミのアルミフレームを使った強度計算が可能になります。なおこのデータは 2 D / 3 D 共通なので 1 回インストールすればどちらのコマンドでも使えるようになります。

### 1. インストール

本マニュアル第 2 章の「CADTOOL フレーム構造解析 1 2 / 2 D の導入」に従い、〔フレーム構造解析 1 2〕のインストールを行ってください。インストール用メニューが表示している場合は、「ウインドウを閉じる」でメニューを終了しても結構です。注：CD-ROM ドライブに〔CADTOOL フレーム構造解析 1 2〕の CD-ROM が挿入されていることを確認してください。

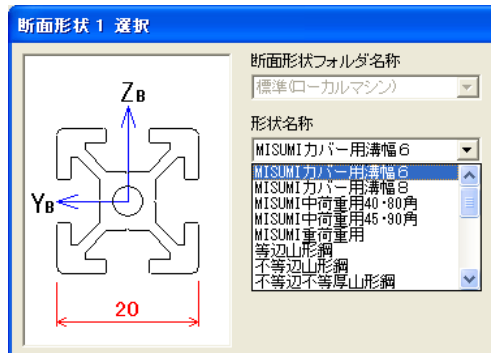
次に、Windows の「マイコンピュータ」から、CD-ROM ドライブ > misumi フォルダを選択し、このフォルダ内にある、「setup」または、「setup.exe」を実行します。

インストール先を〔CADTOOL フレーム構造解析 1 2〕と同じフォルダにしてください。あとは、メッセージに従い、インストールを続けてください。

### 2. インストール後の確認

Windows の「スタート」⇒「(すべての) プログラム」⇒「CADTOOL シリーズ」⇒「フレーム構造解析 1 2」を選択して、〔CADTOOL フレーム構造解析 1 2〕を実行してください。なお作業フォルダにデータをコピーするので必ず〔コマンド選択メニュー〕を先に起動してください。続いて〔フレーム構造—平面〕ボタンをクリックして起動します。

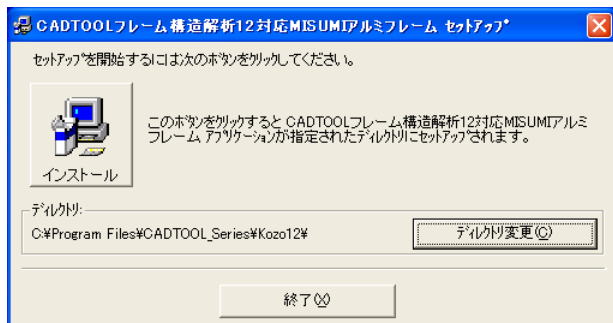
〔材料・断面性能〕のタブを開き〔形状選択〕ボタンをクリックして断面形状選択ダイアログを開き、ミスミ アルミフレームデータが表示されていることを確認してください。



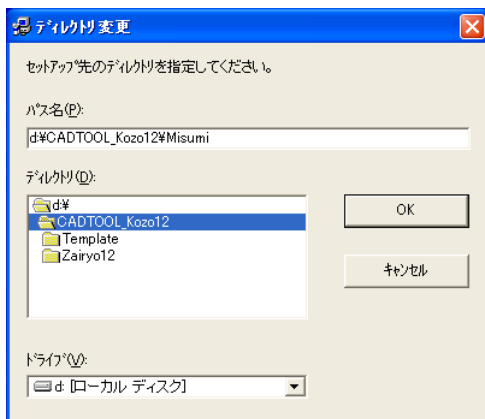
### 3. 別フォルダでの運用方法

〔CADTOOLフレーム構造解析12〕ではデータファイル管理機能で断面データをフォルダ分けして運用することが可能になりましたので〔ミスミ アルミフレームデータ〕を別フォルダにインストールしてみます。

インストールの次の画面で〔ディレクトリ変更〕ボタンをクリックします。



続いてディレクトリ変更画面がでますのでパス名を入力します。ここでは「第8章 データファイル管理」で説明に使っていたDドライブの¥Cadtool\_Kozo12のディレクトリを選択しさらにサブディレクトリの¥Misumiを追加します。フォルダがない場合は作ってくれますのでこのまま〔OK〕してインストールを完了させます。



次に〔データファイル管理〕を起動し断面形状データフォルダ設定ファイル編集ダイアログを開き、フォルダには〔ミスミ アルミフレームデータ〕をインストールしたフォルダを選択し、断面フォルダ名称には“ミスミアルミフレーム”と入力して更新します。

