

断面計算Ⅲ－N 取扱ガイドンス

(for MS-Windows)

V e r 1 . 7 0 Jan. 06, 2018

中井技術工房

香川県高松市香西北町107-1
〒761-8011
TEL (087) 882-8314

■まえがき

本書は、次のソフトの使用ガイドンスを示すものです。

- 【 名 称 】 断面計算Ⅲ－N
- 【 登録名称 】 Dnmn3N.zip
- 【 著作権者 】 中井喜博 （中井技術工房）
- 【 SW番号 】 未定

本ソフトは、汎用の断面計算システムであると同時に、当方で公開している骨組計算ソフト（立体骨組計算Ⅳ／平面骨組計算Ⅳ）とインデックスファイル（IDX DF）を介してリンクさせ、骨組計算システムでの断面材料データ入力を補助する機能があります。

線積分を使った計算方式も採用しており、いろいろな断面に対応可能です。

July,24,2005 初期版として新規公開

Aug.04,2005 画像ファイル書込み機能拡充にともない改正。

Apr.06,2006 As Ver1.20 バージョンチェック機能強化にともない改正。

Nov.27,2006 As Ver1.30 J I S、任意断面3に傾斜軸回りの断面2次M t 出力機能追加に伴い改正。

Oct.26,2009 As Ver1.40 最新版V3.10 に対応してフォローアップ改正。

Feb.08,2011 As Ver1.50 最新版ソフトに合わせて改正。

Jan.24,2012 As Ver1.60 一部改正

Jan.06,2018 As Ver1.70 一部改正

目次

1. インストールと機能の概要
2. 断面性能データの定義
3. 使用法の概略
4. 対応断面形状と計算断面の切り替え
5. J I S 準拠断面の計算手順
6. 単独断面の計算手順
7. 任意断面 1 ～ 3 の計算手順
8. インデックスファイルの取扱い
9. 作画印刷調整機能
10. 骨組計算システムⅣとのデータ受渡し方法について
11. 断面性能計算基礎式
12. 入力データファイルサーチ機能（任意断面 1 ～ 3 のみの機能）
13. 傾斜軸回りの断面 2 次 M t 表出力機能（J I S 断面、任意断面 3 のみ）

（参考）頁番号は章ごとによってあります。

1. インストールと機能の概要

●解凍

本ソフトは、zip形式で圧縮凍結されています。「デスクトップ、マイコンピュータ以外の」任意のディレクトリに格納したあと、解凍ツールで解凍ください。

自己解凍型ではありません。

●zipファイルの構成

- | | |
|-----------------|----------------------|
| 1) Dnmn3N.exe | —— 実行プログラム |
| 2) DmSettei.dat | —— 設定ファイル (バイナリファイル) |
| 3) DnmnPast.dat | —— 過去の計算データ (サーチ用) |
| 4) SEctCal.dll | —— 断面計算用 DLL (次項参照) |
| 5) GazoDLL.dll | —— 画像処理 DLL (次項参照) |
| 6) Dnmn3N.txt | —— ソフトの概略説明テキストファイル |
| 7) xxxxxx.dm? | —— 任意断面用テストデータ |

●実行にはDLLが必要

必ず以下の2つのDLLが同一ディレクトリ (もしくはWindowsのsystemディレクトリ) に必要です。
zipファイルにバンドルしていますので必ず同一ディレクトリに格納してください。

1) 断面計算DLL (SEctCal.dll)

JISデータサーチ機能と断面計算機能はDLLに保有しています。

2) 画像処理DLL (GazoDLL.dll)

画像の切り出しや印刷に使用します。

●実行準備

インストール後、実行プログラム (Dnmn3N.exe) をアイコン、もしくはタスクバーで呼び出せるように登録してください。(エクスプローラ等で呼び出してもかまいません。)

●立上げ不良が起きるときの対策

本ソフトは、しきりにバージョンアップしている関係で、ファイルが新旧でごちゃまぜになることも考えられ、立上げ不良がおきるかもしれません。

たいていの場合は、自分で修復できるようにはしていますが、直らないときは次のようにしてください。

- ・ソフトが立ち上がったときは、設定条件初期化メニューを実行する。
- ・ソフトが立ち上がらないときは、設定ファイル(dmsettei.dat) を削除して再度立ち上げる。
(設定ファイルはソフトが作り直します。)
- ・それでもおかしいときは、ディレクトリごと全部削除して、再度インストールしてください。

●バージョンアップとソフトの更新

本ソフトは時々必要に応じて改正し、当方のURLにて最新版を公開していますので、適宜アクセスしてzipファイルをダウンロードして入れ替えてください。

ネットアクセスできるPCなら、バージョンチェックの機能を使って、当方のURLへ直接アクセスし、最新バージョンの確認とzipファイルのダウンロードができます。

「バージョンチェック」メニューを参照ください。

■本ソフトの機能と結果取扱上の注意

●本ソフトの機能

本ソフトは、構造計算の基礎データである、部材の断面性能を計算するためのものです。
線積分を利用した計算機能もあり、多様な断面に対応し、ビジュアルな入出力を可能にしています。
本ソフトは、単独で使用することもできますし、当方の公開ソフト「立体骨組計算Ⅳ」「平面骨組計算Ⅳ」で結果を利用することもできます。
結果をエクセル等に受け渡すこともできます。

J I S対応断面では、ほぼびったしの結果を得ることができます。ただし、この結果を利用するときのつごう上、結果を丸めていませんので注意ください。

●一般的な注意

断面を構成する各要素が2次モーメントやせん断面積などに有効に効くかどうかは構造物全体の設計、施工に依存する面が強く、計算結果の取り扱いには十分な注意をお願いいたします。
弱軸方向数値は特に注意が必要です。

プログラムの性格上、結果の適用に対する問題については、当方は一切の責任を負えませんが、よろしくお願いいたします。

また、必ずマクロチェックをお願いいたします。

2. 断面性能データの定義

●座標系とデータの定義

本システムでは、下図のような右手系の座標系（右手の親指 x 、人指し指 y 、中指 z ）を採用しています。

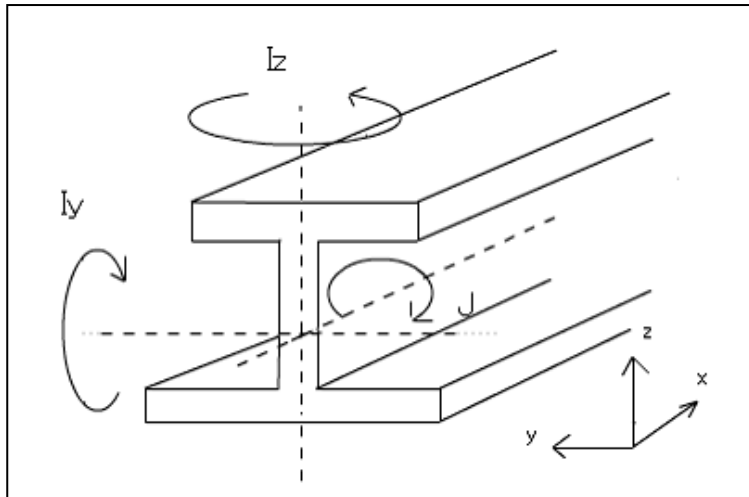


図 2-1 座標系と断面モーメントの定義方向

ここで、各計算結果の意味と表記について説明しておきます。

[面積]

- A_x —— 軸方向の断面積、圧縮、引張に耐える面積。
本システムでは、全断面積と等しく、自重計算にも使用します。
- A_y —— y 方向の剪断力に耐える面積。上図では、横荷重に耐える。
骨組計算では、0 指定時、剪断変形を考慮しません。
- A_z —— z 方向の剪断力に耐える面積。上図では、縦荷重に耐える。
骨組計算では、0 指定時、剪断変形を考慮しません。

[2次モーメント]

- I_y —— y 方向の中性軸回りの断面 2 次モーメント。
上図では、縦曲げに抵抗するモーメント。
- I_z —— z 方向の中性軸回りの断面 2 次モーメント。
上図では、横曲げに抵抗するモーメント。
- J —— x 軸回りの振りモーメントに抵抗する極慣性モーメント。

したがって、縦方向荷重には、 A_z と I_y が抵抗し、横方向荷重には、 A_y と I_z が抵抗しますので注意ください。

3. 使用法の概略

■画面構成

本ソフトを使用中、次のような画面表示になります。

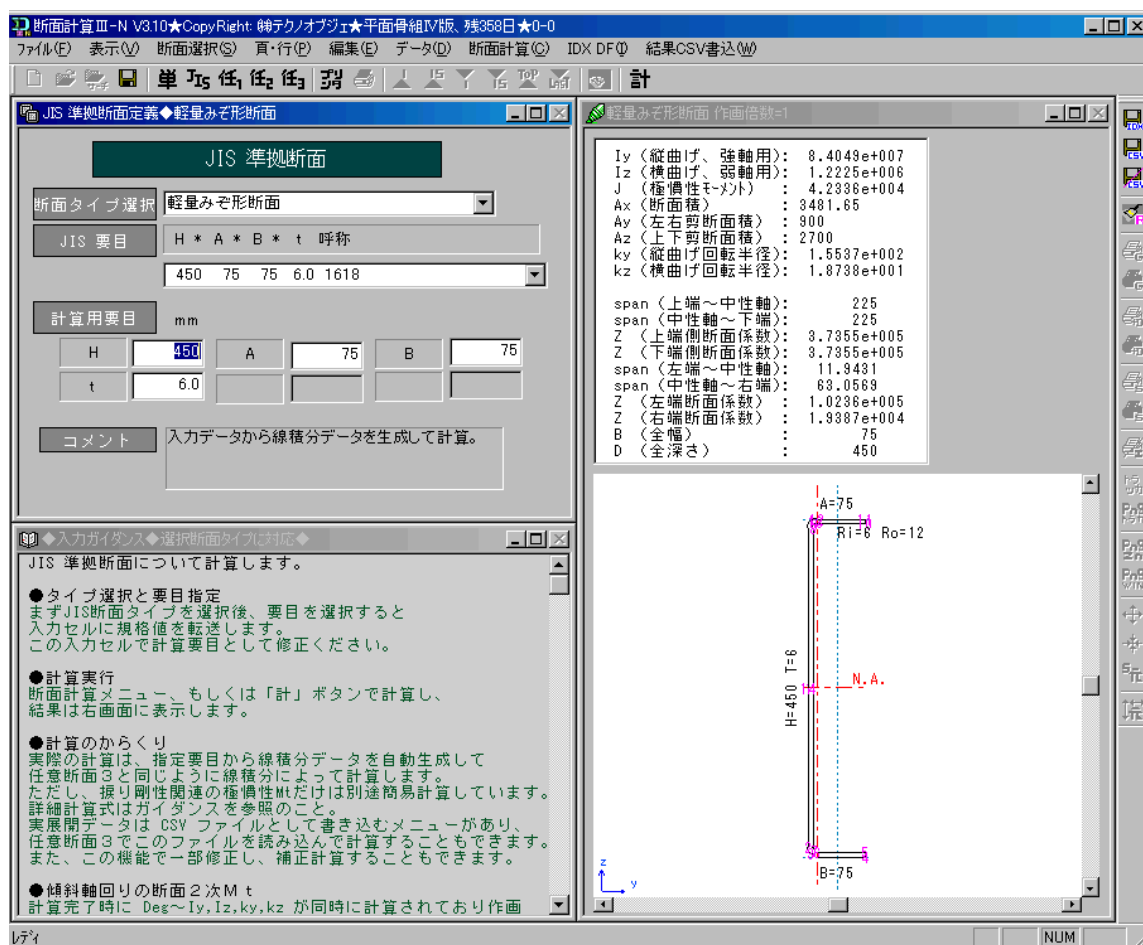


Fig. 3-1 画面構成

本ソフトは3画面で構成されており、3画面は連動しています。

●入力画面（左上ウインドウ）

JIS 準拠断面、単独断面、任意断面1～3のいずれかを選択し、計算断面を定義します。断面選択に応じて、3ウインドウを切り替えて使用する構造になっています。たとえば、JIS 準拠断面を選択すると、単独断面、任意断面のウインドウは隠されています。

●ガイダンス画面（左下ウインドウ）

入力画面の入力ガイダンスを主に表示しています。
入力画面の選択断面に応じて表示内容が切り替わります。

●結果画面

計算結果表示と作画を行います。入力画面と連動しています。
計算が完了すると自動的に表示更新します。
任意断面では入力に連動して、逐次作画を行います。

■操作の概略

●メニュー、ボタン

本ソフトはMDI (Multi-Document I/F) 形式で作られています。

そのため、メニュー、ボタンは現在アクティブになっているウインドウのものです。

3画面のうちのいずれかをクリックすると、メニュー、ボタンが切り替え、もしくは調整されます。

たとえば、入力画面にフォーカスされているときは、メニュー、ボタンは入力画面のものを指します。

非アクティブのメニュー、ボタンは操作できません。

4. 対応断面形状と計算断面の切り替え

■計算断面

計算断面として、次のものを用意しています。

() 内数字は識別タイプ番号です。識別用に出力されることがありますが、結果には関係ありません。

●J I S対応断面

- 1) 軽量みぞ形断面 (2 0)
- 2) 軽量リップ[®] みぞ形断面 (2 1)
- 3) R付き I 形断面 (3 0)
- 4) R付き H 形断面 (3 1)
- 5) R付き山形断面 (3 2)
- 6) R付きみぞ形断面 (3 3)
- 7) R付き角形断面 (3 4)
- 8) 鋼管 (3 5)

●単独断面

- 1) I 型断面 (1)
- 2) L 型断面 (3)
- 3) BOX型断面 (3)
- 4) 矩形断面 (4)
- 5) 薄肉パイプ断面 (5)
- 6) 厚肉パイプ断面 (6)
- 7) L アングル (7)

●任意断面

- 1) 任意断面 1 (4 0) —— プレートの集合
- 2) 任意断面 2 (4 1) —— 任意断面 2 (Plateと小骨の集合)
- 3) 任意断面 3 (4 2) —— 任意断面 3 (一筆書き)

(注意) 要素数は評価版では20、正式版では200に固定されています。

■計算断面の切り替え

●切り替えメニュー、ボタン

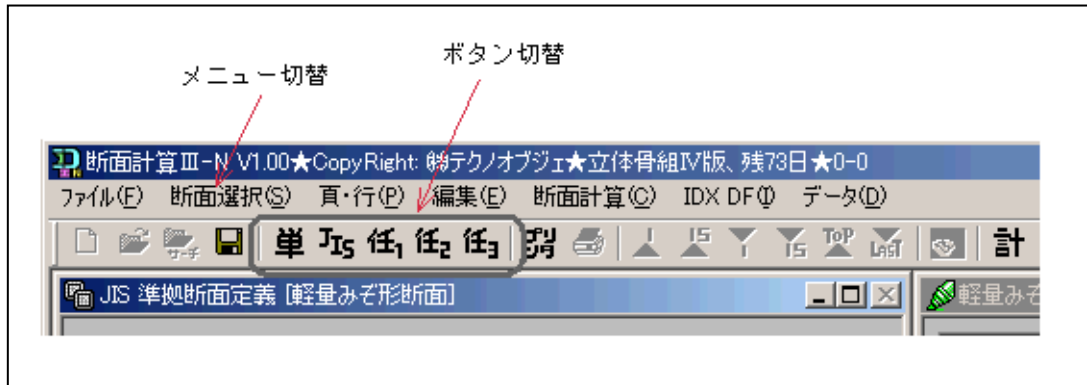


図4-1 計算断面の切り替え

上記のメニュー、もしくはボタンによって切り替えてください。

●画面表示連動

計算断面切り替えと同時に、入力画面が入れ替わり、メニュー、ボタン類も自動的に調整されます。ガイダンス画面、結果作画画面も表示が変わります。

5. J I S 準拠断面の計算手順

●初期状態

J I S 準拠断面を選択すると、次のようになります。

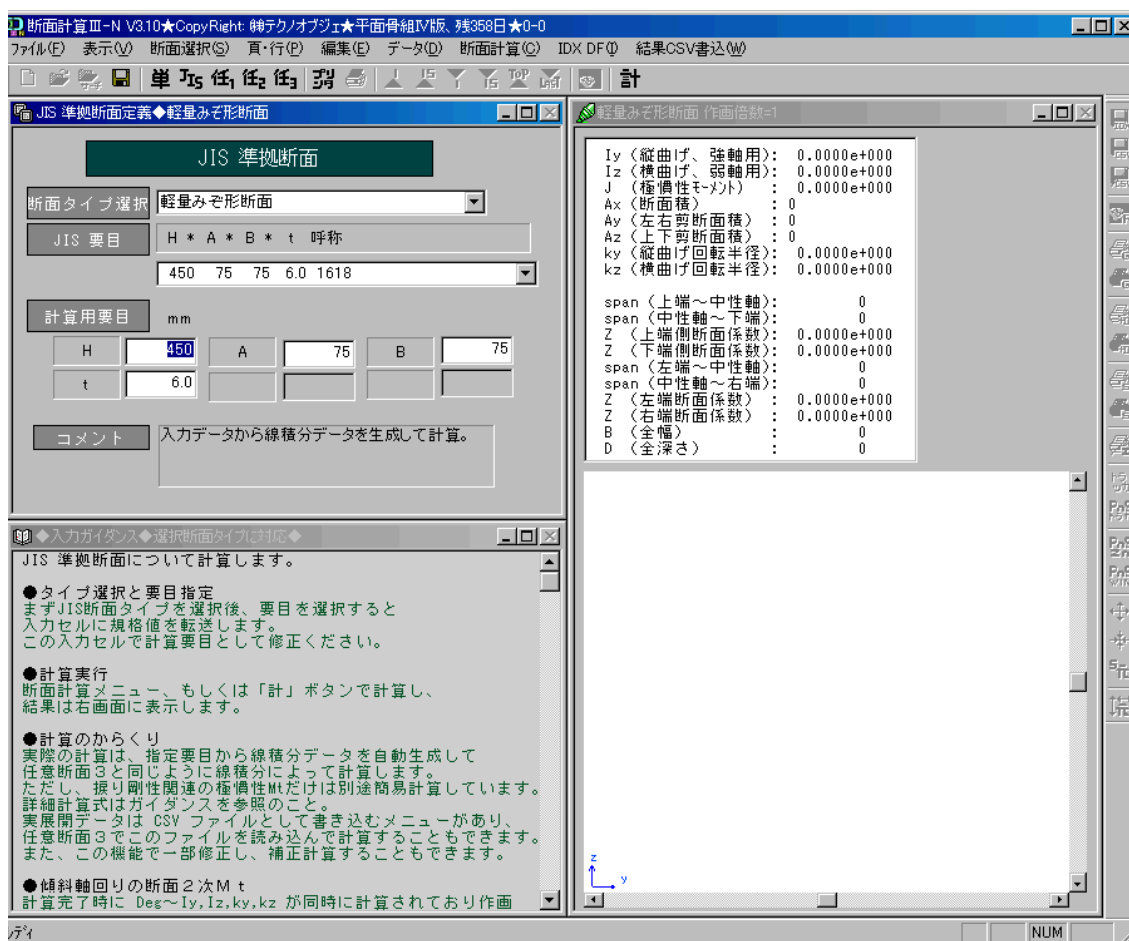


Fig. 5-1 J I S 準拠断面選択時の状態

●断面タイプ選択

まず、断面タイプ選択コンボボックスを使って、断面タイプを選択してください。
断面タイプ選択に連動して、J I S 要目がその下のコンボボックスに表示されます。

●J I S 要目選択

続いて、J I S 要目コンボボックスの中から所望のサイズを選択ください。
選択すると、その要目が「計算用要目」として表示されます。(6データ入力までセルを設けていますが、後部の不要なセルは使用できないよう灰色になっています。)

●計算用要目の修正

J I S 規格要目でそのまま計算するわけではありません。ここで定義する要目が実際の計算用目です。
もちろん規格通りの要目で計算してもかまいません。

J I S 規格はときどきいいかげんなこと、ロールマージンとかで規格通りには作られていないこと、
腐食、変形もあること、等々の理由により、J I S 規格要目はあくまでも、目安にしています。

●計算実行

「計」ボタンをクリックするか、「断面計算」メニューをクリックしてください。
断面計算が実行され、右側の作画画面に結果が表示されます。

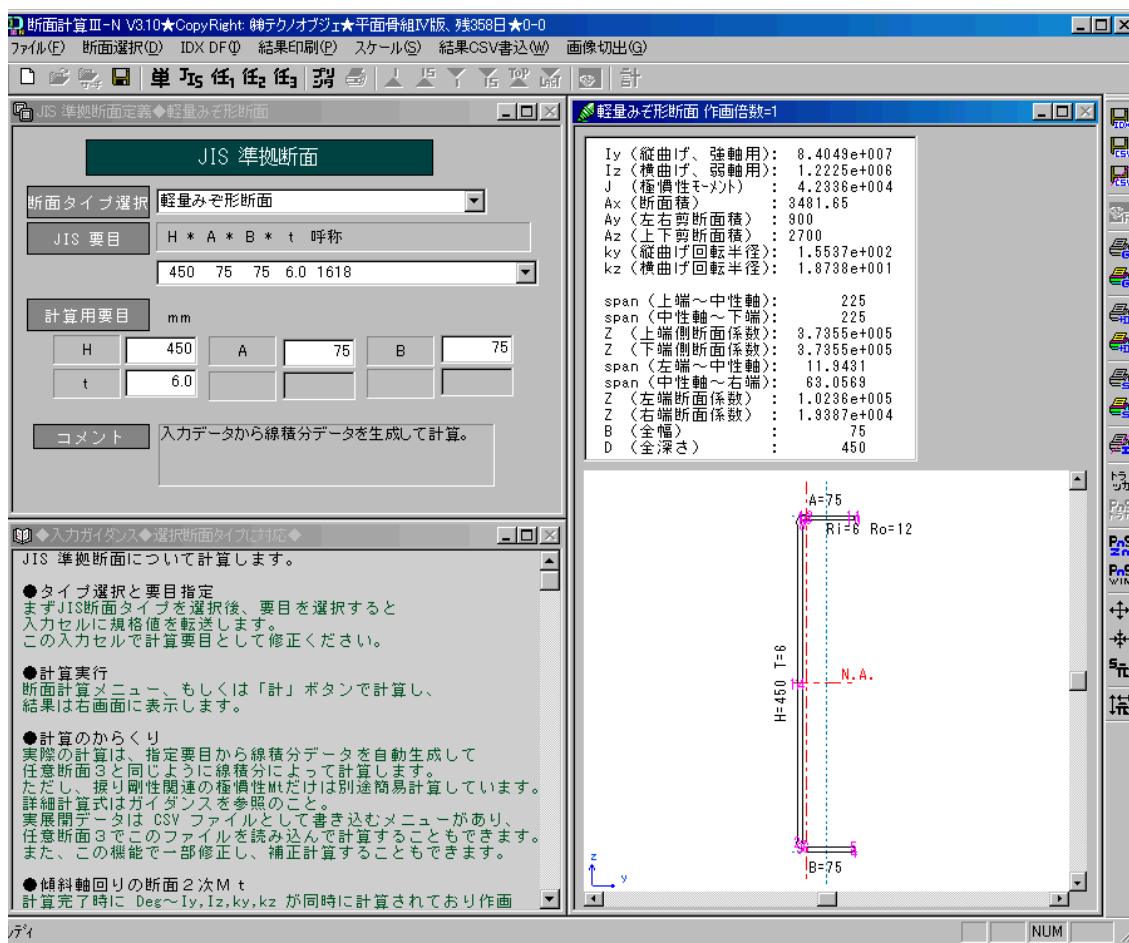


Fig. 5-2 JIS準拠断面計算完了時の状態
(作画画面をクリックしてアクティブにしている)

●作画画面表示

上半分には計算結果デジタル値を表示し、下半分には結果を作画しています。
なお、上図は作画画面をクリックしてアクティブにしていますので、右側のボタンが有効になっています。

●結果印刷

「作画印刷」メニューの子メニューをクリックすると、結果を印刷（もしくはプレビュー）することができます。

たとえば、「合成印刷プレビュー」を選択すると、次のようになります。

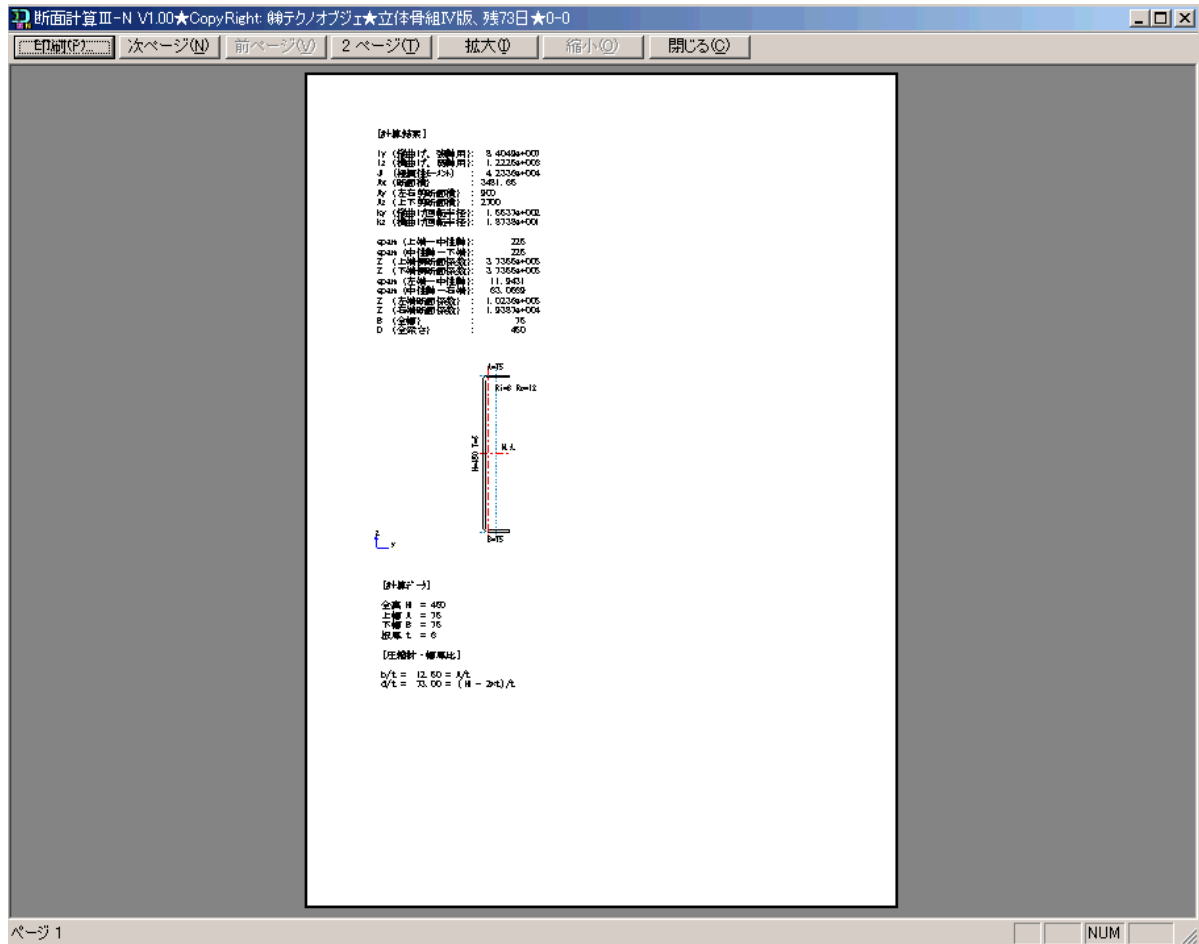


Fig. 5-3 作画印刷プレビュー

なお、作画Onlyの印刷（もしくは印刷プレビュー）を指示したときは、スケール、スクロールが作画に反映されます。

合成印刷の場合は、使用目的からデフォルトスケールとデフォルトスクロールで出力し、モニタ上はそのままにします。

●傾斜軸回りの断面2次Mt表出力機能

JIS準拠断面は、線積分データに展開してから計算している関係で、重心回りに回転させた軸の回りの断面2次モーメントを計算させることができます。

詳細は専用の章を参照ください。

●画像切り出し（PNG，BMP）

作画画面はゾーンを指定するか、決められたゾーンで画像タイプを選択してファイル書き込みすることができます。

1) 画像タイプ

PNGかBMP形式で保存してください。PNGがお勧め。

そのため、PNGタイプは右横ツールバーにボタンを用意していますが、BMP Gのときはメニューを使ってください。BMPはファイルが大きくなるので注意ください。

以下はPNGについて説明します。

2) トラッカ矩形を使った任意ゾーン切り出し

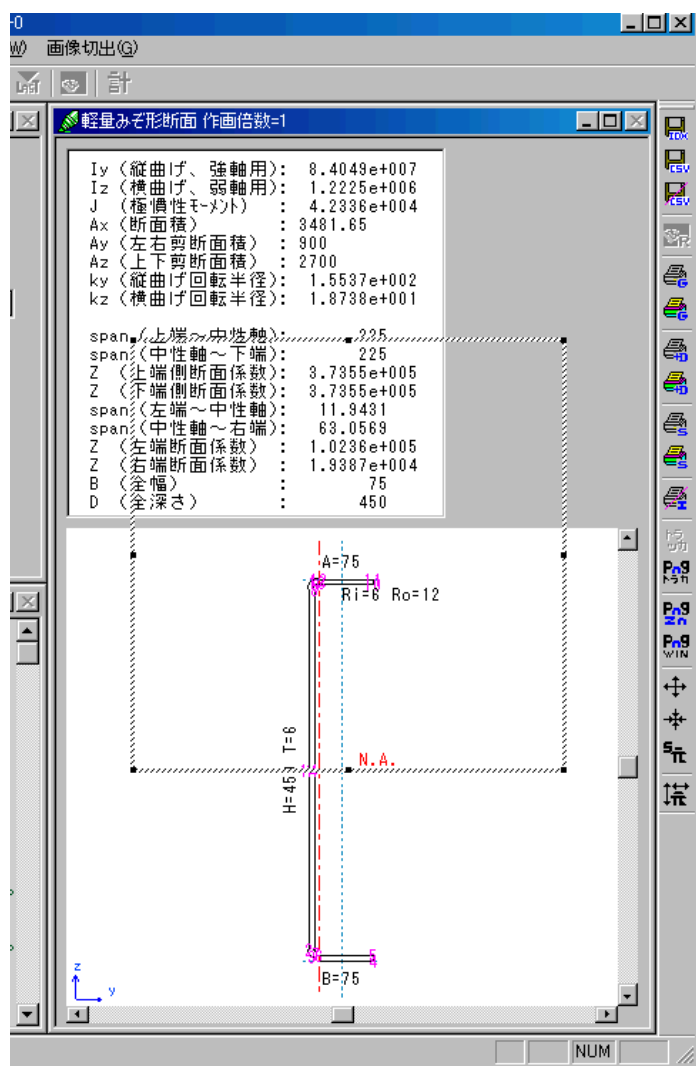


Fig. 5-4
トラッカによるゾーン指定

作画画面をクリックしてアクティブにした後、「トラッカ」ボタンをクリックすると上図のような矩形（トラッカ）が現れます。（上図ではトラッカを表示させたために、「トラッカ」ボタンはアクティブではなく、代わりに「Pngトラッカ」ボタンがアクティブになっている。）

このトラッカは、

- ・中央付近をドラッグすると任意のところへ移動できる。(ただし作画画面内だけ)
- ・周辺にある■マーク（リサイズハンドルと呼んでいる）をドラッグするとサイズ変更できる。
- ・トラッカの外部のどこかをクリックすると、トラッカ処理が終了し、トラッカも消えます。
（トラッカがソフト上認識されなくなる。）

トラッカで切り出し範囲を決定したあと、「P n g トラッカ」ボタンをクリックすると数秒で画像ファイル書き込みします。(途中でファイル名を聞いてきます。) なお、作業中画面を操作しないでください。

3) 固定範囲の切り出し

次の2つのゾーンを切り出すことができます。

- a. 作画ゾーン（作画画面に下半分の作画域のみ） —— 「P n g Z n」ボタンをクリック
- b. 作画画面全体 —— 「P n g W i n」ボタンをクリック

これらのボタンをクリックすると直ちに指定ゾーンのPNGファイルを作り出します。

(注意) 画像切り出しへの時間待ち

正確には、画像切り出しを指示して、実際に画像取得作業へ入るまで1. 5 s e cの時間待ちをしています。

これはファイル指定ダイアログが確実に消えて後ろの画面が再描画されるのを待つためです。
また、一部メニューやボタンが反転表示されてしまうことがあり、この間にこれらをマウスでなぞって正常表示に戻すという作業をしています。

●インデックスファイル結果書き込み

断面計算結果を骨組計算Ⅳに受け渡すには、インデックスファイルに書き込む必要があります。

「I d x D F」→「I d x D Fへの結果書き込み」メニューをクリックすると次のようなダイアログが出ます。

1～9999, 同一ID なら書き換えになります。

E, ν , γ は未定義、0のときは、骨組計算入力時にデフォルト値に置換されます。特殊な部材だけ定義すればOKです。数値文字列8バイト以内

16バイト以内文字列、骨組計算時に表示されます。部材説明などを入力ください。

長さ単位変換係数

☒ 1
☐ 10
☐ 100

断面の定義はmmでIDX DF格納データはm単位なら100
 同一単位なら1 指定のこと。

IDX DF 登録とクローズ キャンセル

この機能は、主に結果を立体・平面骨組計算Ⅳシステムで利用することを想定しています。ただし、IDX ファイルそのものは、汎用のため一般的な利用も可能です。

E, ν , 長さ単位変換係数は、登録時のデータが保存され、次回計算時のデフォルト値になります。

F i g . 5 - 5

I d x D Fへの結果書き込み

ここでIDを指定して結果を書き込んでおけば、骨組計算Ⅳで、IDを指定して材料データとして読み出すことができます。

インデックスファイルについては詳細を別章で詳しく説明します。

●断面データ自動生成機能

J I S 準拠断面では、入力データから任意断面 3 相当の線積分データを自動生成して計算します。

計算完了後、「ファイル」→「線積分展開データファイル書き込み」メニューを使って、テキストファイル、CSV ファイルに書き込むことができます。

これらはまた、任意断面 3 の機能で呼び出して、修正して再計算することができます。

ただし、

- 1) J I S 準拠断面のときは、J 値だけは簡易計算で求めています。
- 2) 任意断面 3 の計算では、J 値ではなく $I_y + I_z$ 値を求めていますので、この値だけに差が出ます。
詳細は計算式を参照のこと。

6. 単独断面の計算手順

●初期状態

単独断面を選択すると、次のようになります。

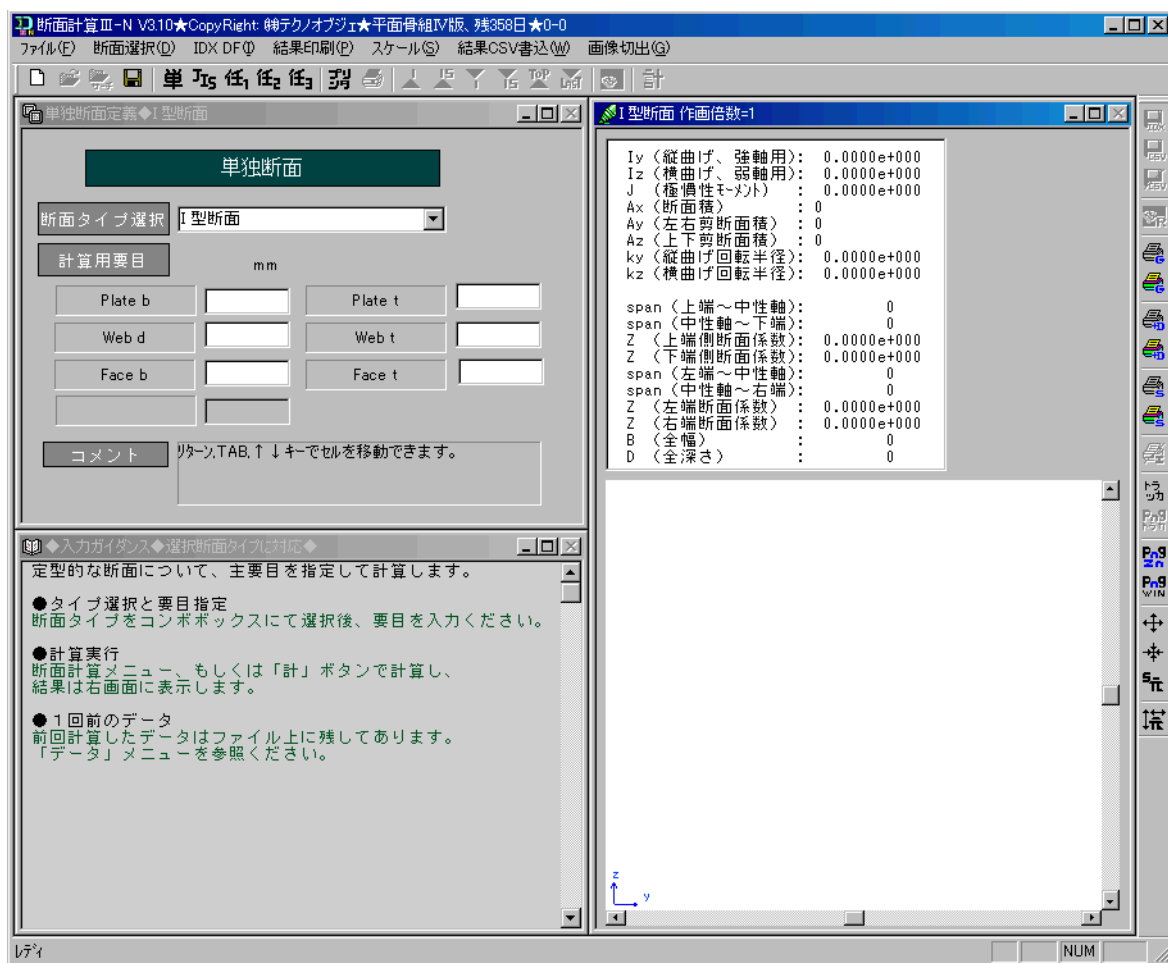


Fig. 6-1 単独断面・初期状態（作画画面をアクティブにした状態）

●断面タイプ選択

まず、断面タイプ選択コンボボックスを使って、断面タイプを選択してください。

●計算用要目

計算用要目の入力セル（白バックのセル）に必要な情報を入力してください。

●計算実行

「計」ボタンをクリックすると、作画画面に結果が表示されます。

作画画面のクリックして、アクティブウインドウにすれば、結果の印刷や画像切り出しができます。

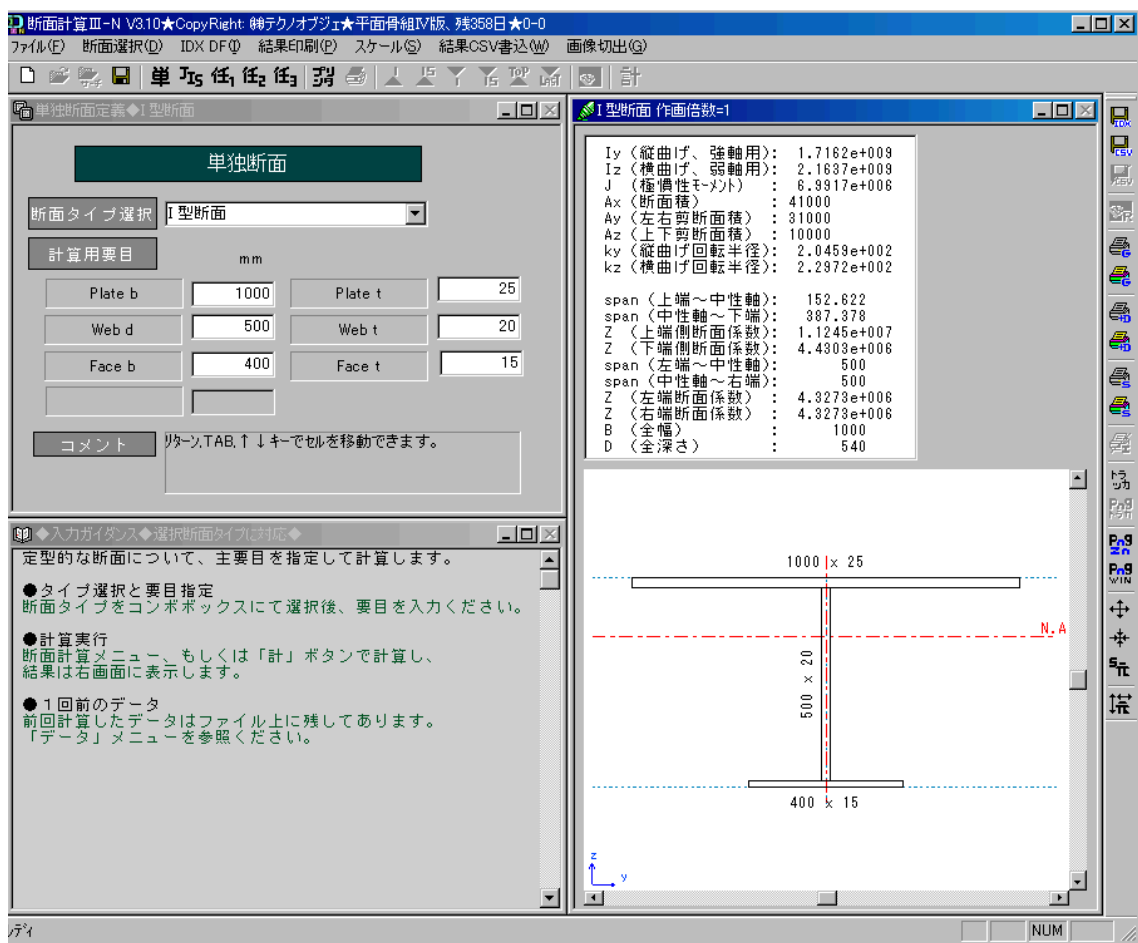


Fig. 6-2 単独断面・計算完了状態

●旧計算データの保存と再利用（正式版のみの機能）

単独断面はJIS規格のようなヒナ型データがないために、全部のデータを手打ちする必要があります。これは非常にめんどうなので、前回とか、以前計算したデータを取り出して再計算できれば便利です。

そのため、単独断面では、「断面タイプ別に過去10回分の計算データ」を保存しています。

ところてん式に古いデータを押し出しますので、古いものから捨てられるようになっています。

- 1) 「データ」→「1回前のデータ」メニューで前回計算データを入力セルに呼び出せる。
- 2) 「データ」→「指定単独断面の最近計算データサーチ」メニューでリスト表示させて選択することができる。

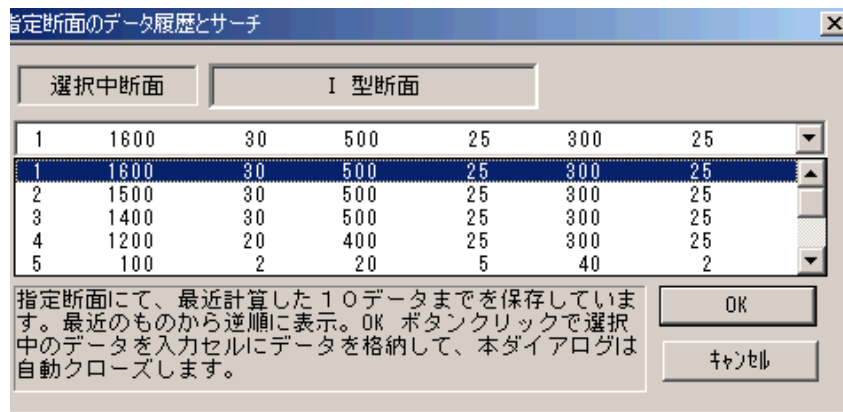


Fig. 6-3 履歴データサーチ

- 3) 保存ファイルは初期化することもできます。（あまり意味はありませんが。）

7. 任意断面 1 ～ 3 の計算手順

■任意断面とは？

任意断面は、単純断面では計算できないような複雑な断面を処理するためのものです。

●任意断面の種類とファイルの区別

本システムでは、次の 3 種類の任意断面入力ができるようになっています。

データはそれぞれ、専用の拡張子をもつファイルに格納されますので、混乱することはありません。

- 1) 任意断面 1 —— 断面をプレートの集合として定義
(ファイル名： *.dm1)
- 2) 任意断面 2 —— 断面をプレートと小骨の集合として定義
(ファイル名： *.dm2)
- 3) 任意断面 3 —— 断面を左回りの一筆書きで定義
(ファイル名： *.dm3)

R 付形鋼断面のような複雑な形状を計算することができます。詳細後述。

ただし、CSV ファイルに格納したときは、拡張子固定 (*.csv) のため、先頭行に断面タイプを書き込んで区別するようになっています。

座標原点は任意点です。計算式については後述します。

●単純断面のときとの動作の違い

任意断面では、入力データが多く、1 要素ごとに 1 列入力形式の入力フォームになっています。

さらに、入力データを目でチェックする必要があるため、入力データを絶えず、作画更新します。

●任意断面はファイルのドロップが可能

計算データファイルを「ファイル」メニューで読み出してもいいですが、任意断面では、ファイルを入力画面へ、ドラッグ&ドロップすることによる自動読出しも可能です。

ただし、現在開いている入力画面の断面タイプとファイルの断面タイプが異なると拒否します。

■任意断面1（プレートの集合）

断面をプレートの集合として定義します。

●データ入力

入力中は次のようになります。各小プレートについて次のデータを指定します。

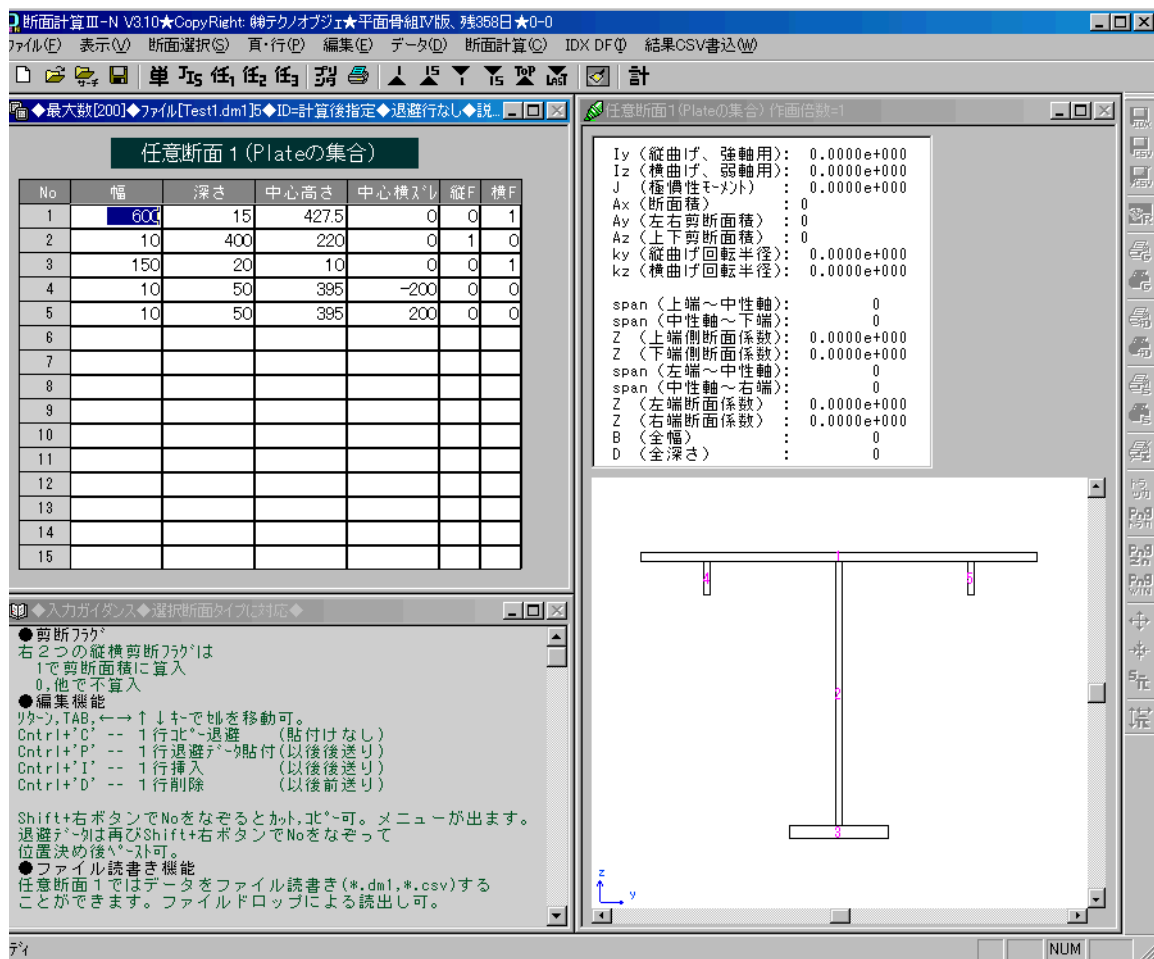


Fig. 7-1 任意断面1・入力中

入力中は、刻々と作画が更新されます。

入力完了後、「計」ボタンをクリックすると、ただちに計算を完了し、結果を作画します。

●計算結果表示

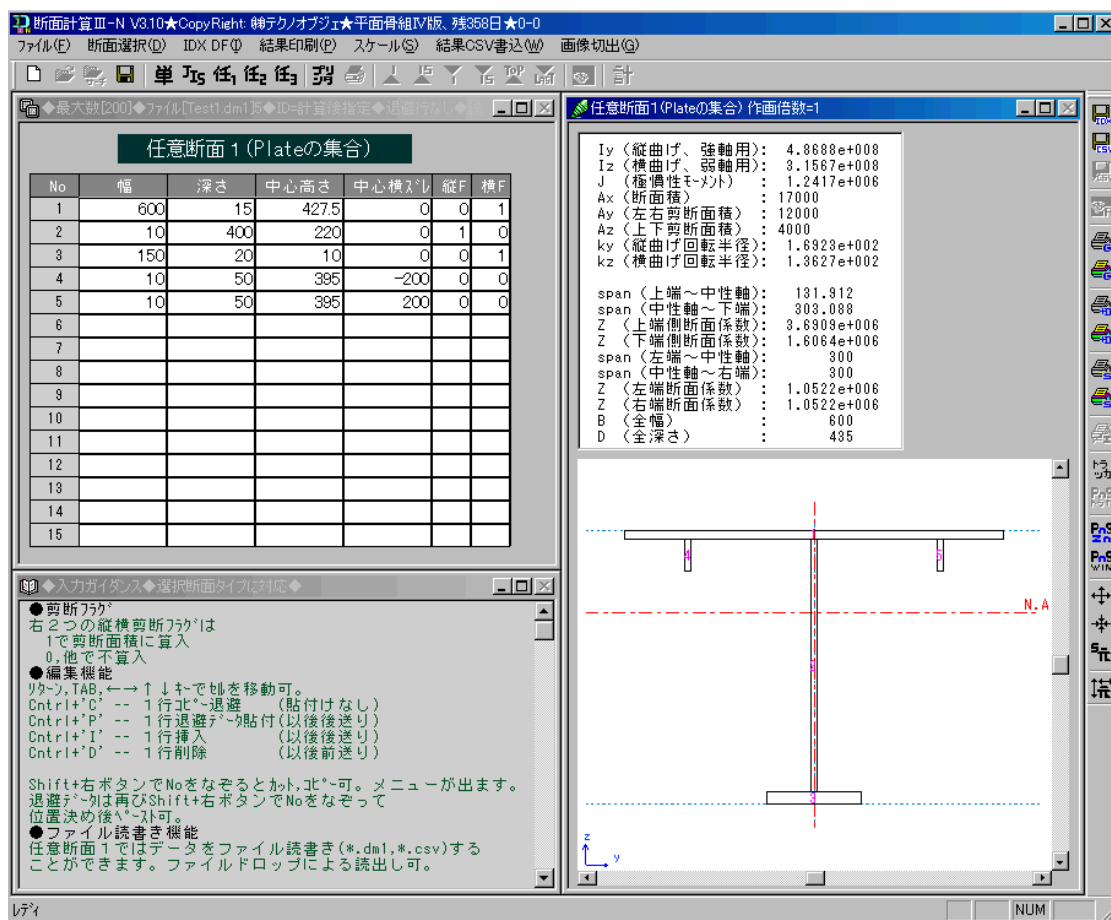


Fig. 7-2 任意断面1・計算完了時の状態 (Test1. dm1)

なお、結果は他断面と同じ手順で、印刷・作画画像ファイル書き込みできます。

「作画印刷」→「作画印刷条件設定」メニューによって、いろいろ作画・印刷条件を変更することができます。

■任意断面 2（プレートと小骨の集合）

断面をプレートと小骨の集合として定義します。任意断面 2 は、ある程度「巨大な」構造物の断面を想定したものです。「町の建築屋さん」程度では多分必要ありません。

プレートの処理は任意断面 1 と同じです。

なお、

プレートは、曲げと剪断に耐える。

小骨は 曲げに耐え、剪断力には耐えられない。

とします。

●データ入力

入力画面は、下図のようになっています。

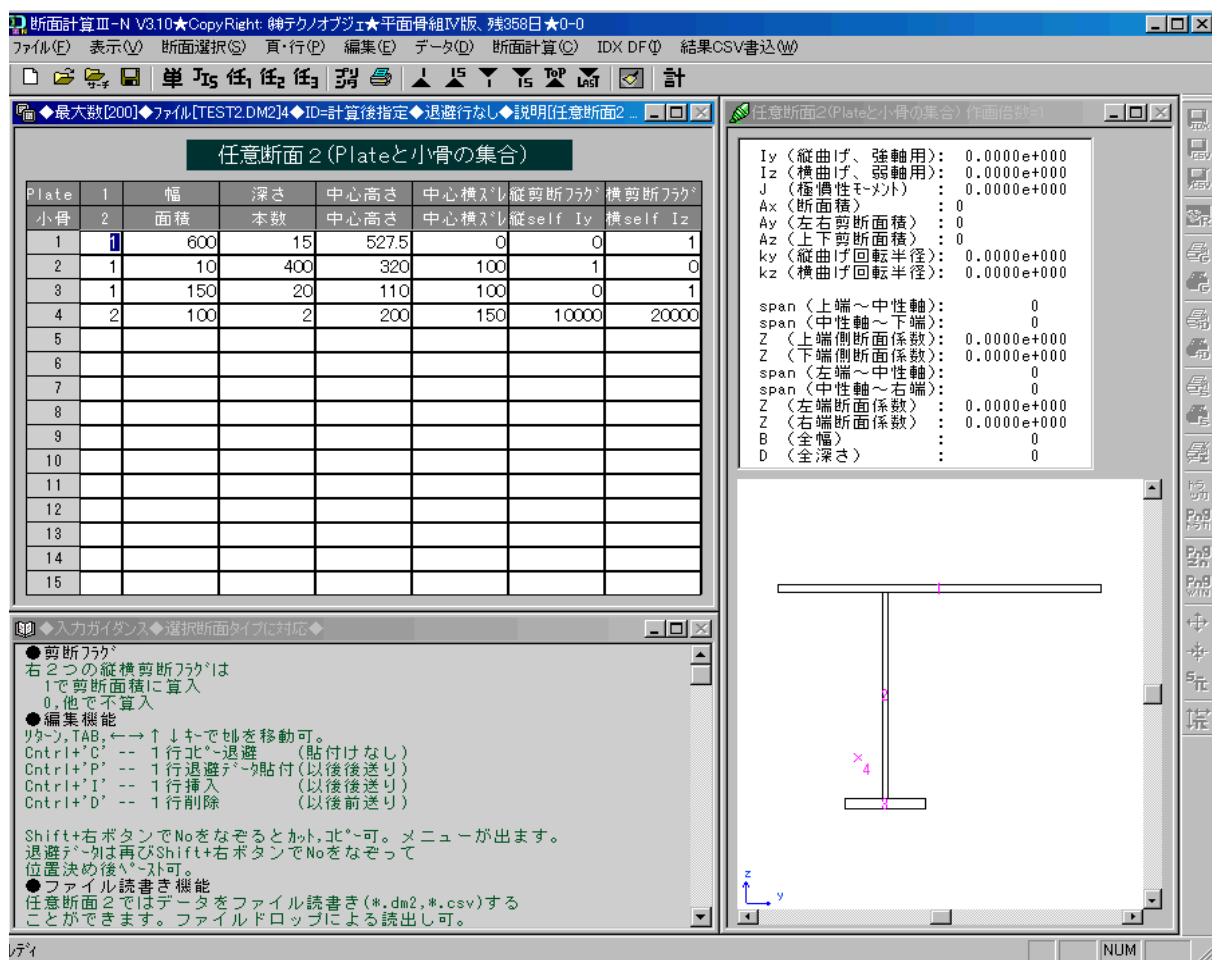


図 7-3 任意断面 2 ・入力中 (Test 2. dm2)

入力中は、刻々と作画が更新されます。

入力完了後、「計」ボタンをクリックすると、ただちに計算を完了し、結果を作画します。

なお、上図の作画内の x マークは小骨の位置を示します。

(注意) 任意断面 1, 2 では、各要素の「効果」をばらばらに計算して集計します。

したがって、box 断面のような、要素が「連携」して強度を出しているものとは、明らかに差がでます。このような断面は、任意断面 1, 2 として取り扱わないよう願います。

●計算結果表示

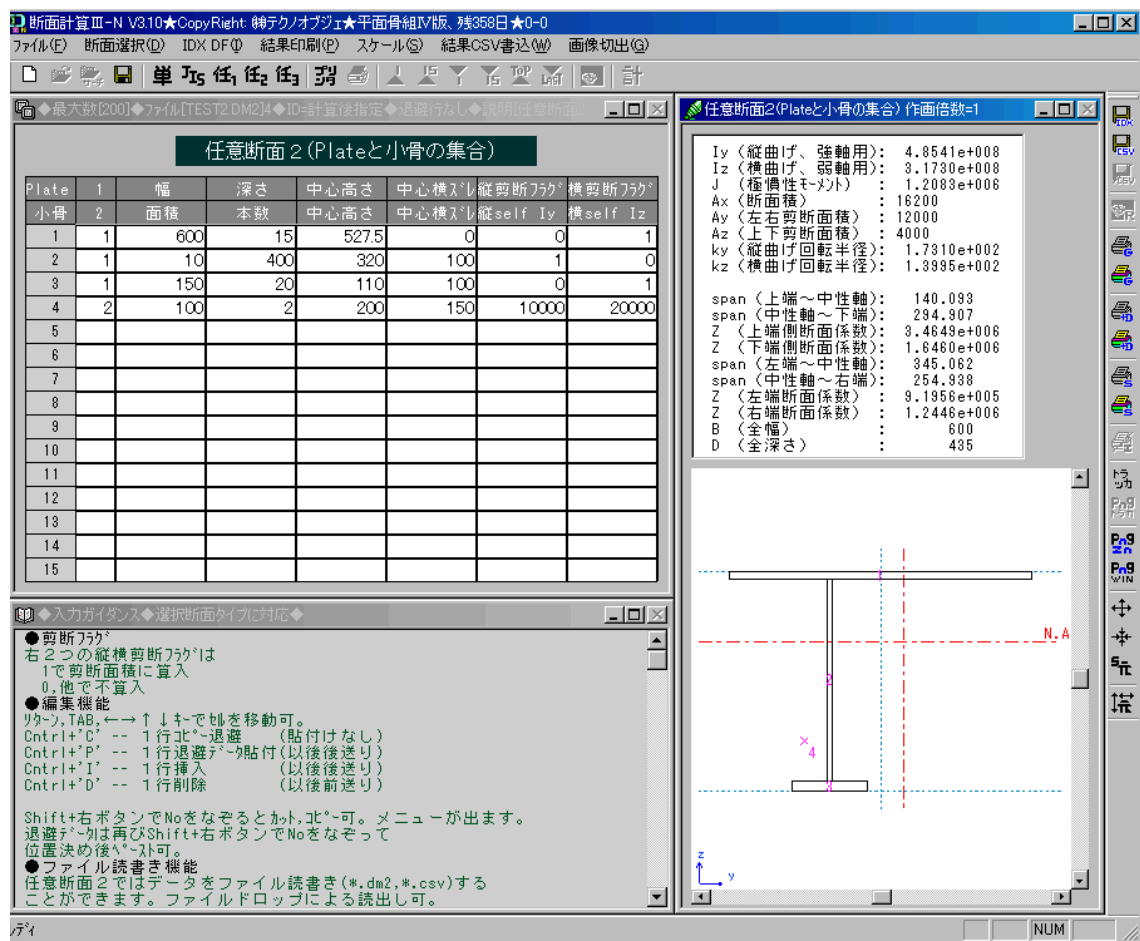


Fig. 7-4 任意断面2・計算完了時の状態 (Test2.dm2)

■任意断面 3（線積分）

●断面の定義方法と原理

断面を直線と円弧によって一筆書きの要領で定義します。断面は必ず領域を左に見る方向に定義します。（断面の境界線上を歩くイメージでとらえてください。左手方向が必ず、断面の中がある方、右手方向が外側になるようなぞります。）

楕円は2個の円弧で近似します。

オーバーラップさえしなければ、同一線上を逆方向になぞるという定義も可能です。

計算式の詳細は後述しますが、領域を左に見ながら1本の連続線で「閉領域」を定義しなければならないことを忘れないでください。

なお、原理上、要素を剪断に効くかどうかによって分けるということができない（断面はたった1つの要素で構成されている）ので、剪断面積の表示を行っていません。

●データ入力

入力画面は、下図のようになっています。

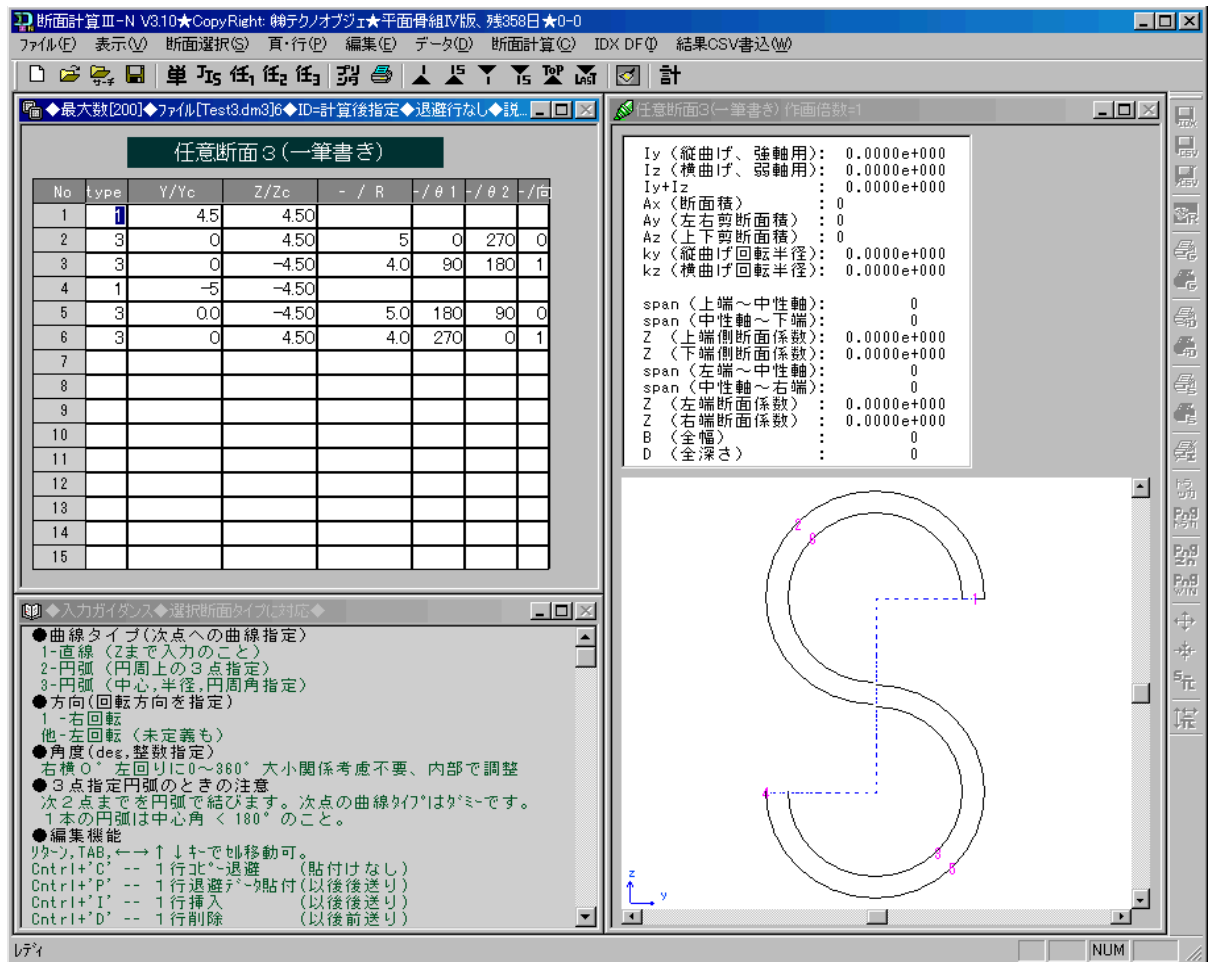


図7-5 任意断面3・入力中 (Test3. dm3)

入力中は、刻々と作画が更新されます。

入力完了後、「計」ボタンをクリックすると、ただちに計算を完了し、結果を作画します。

任意断面3は、このような特殊な形状を取扱うと有効です。

入力に際しては、画面のガイダンスを事前にご一読ください。

●計算結果表示

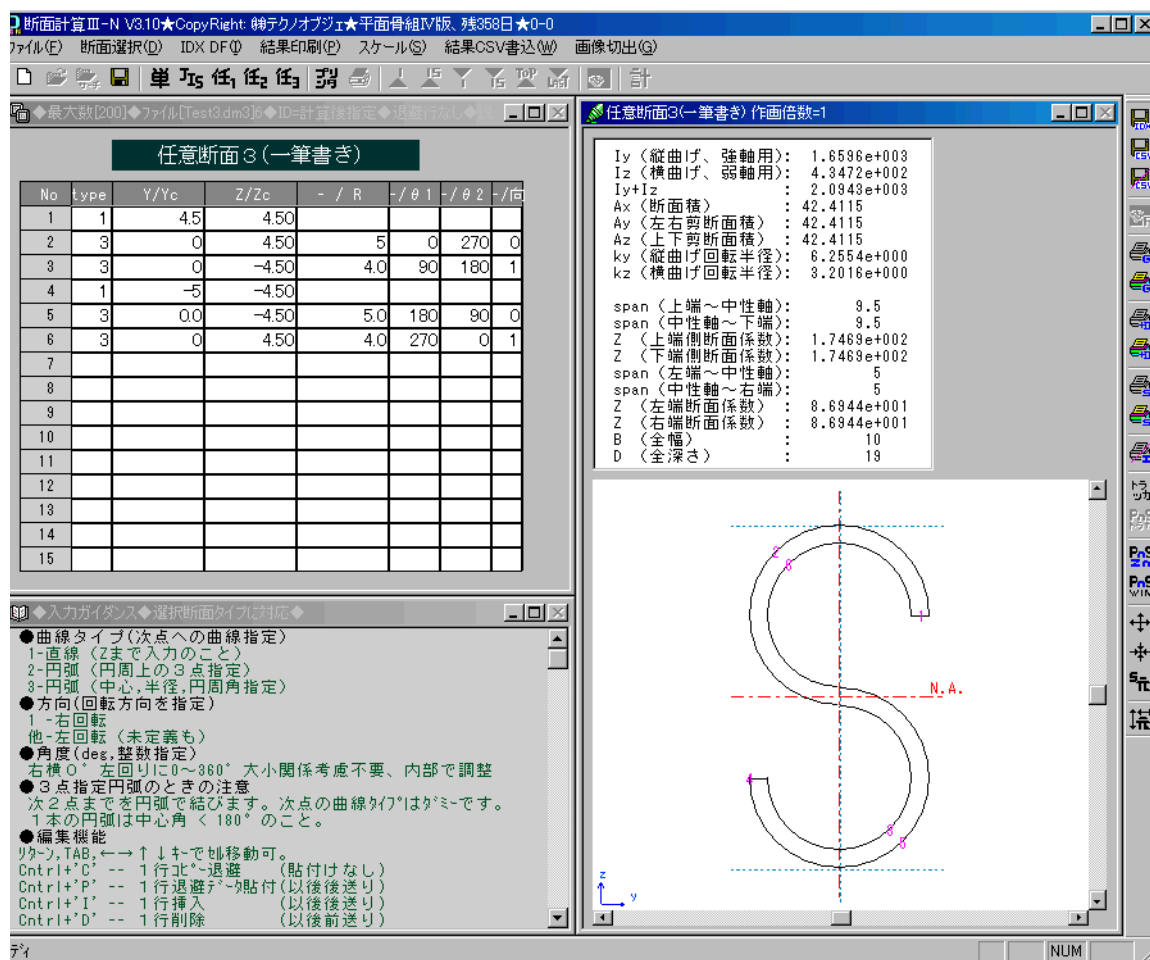


Fig. 7-6 任意断面3・計算完了時の状態 (Test3. dm3)

- 1) 作画条件の変更は該当メニューを参照ください。
- 2) J (極慣性Mt) の代わりに Iy + Iz 値を表示しています。

本断面では、原理上、振り剛性関連の J を計算することができません。別途簡易計算してご使用ください。

[注意]

特殊な形状を扱う場合、数学的には計算できても、実際の構造物としてその数学モデルを保っていただけるか？という問題がありますのでご注意ください。

たとえば上図のようなモデルの梁を曲げた場合、この断面のまま曲がるという保証はありません。たぶん、実際にはねじれると思われ、実際の剛性は計算値よりいくらか減るでしょう。

●傾斜軸回りの断面2次Mt表出力機能

重心を通り、傾斜した軸回りの断面2次モーメントを計算できるようにしてあります。詳細は専用の章を参照ください。

8. インデックスファイルの取扱い

本システムでは、入力データと計算結果をインデックスファイルに格納することができます。

さらに、骨組計算Ⅳとのリンクを考えて、E、 ν とかいった固定データも定義しておくことができます。

また、このインデックスファイルに蓄えたデータを随時、CSVファイルに落とし込んで、エクセル等に取込むこともできます。

●インデックスファイルの初期化

インデックスファイルを使用するときは、真っ先に初期化をしてください。

「ファイル」→「IDX DF 初期化」メニューをクリックすると、IDX ファイルを初期化できます。

初期化作業として、ID=1～9999のデータを空にします。(実はIDXの分だけ。)

●インデックスファイルへの結果書き込み

計算が完了した状態で、結果画面の「IDX DF 書き込み」メニューをクリックしてください。

次のようなダイアログが出ます。

DXファイル書き込み条件設定

ID	10	1～9999, 同一ID なら書き換えになります。
E	21000	E, ν , γ は未定義、0のときは、骨組計算入力時にデフォルト値に置換されます。特殊な部材だけ定義すればOKです。数値文字列8バイト以内
ν	0.3	
γ	7.85	
コメント	テスト	

16バイト以内文字列、骨組計算時に表示されます。部材説明などを入力ください。

長さ単位変換係数

☐ 1 断面の定義はmm で IDX DF格納データは m 単位なら 100

☐ 10 同一単位なら 1 指定のこと。

☒ 100

IDX DF 登録とクローズ キャンセル

この機能は、主に結果を骨組計算で利用することを想定しています。ただし、IDX ファイルそのものは、汎用のため一般的な利用も可能です。

E, ν , 長さ単位変換係数は、登録時のデータが保存され、次回計算時のデフォルト値になります。

図8-1 IDXファイル書き込み条件指定ダイアログ

ここで、ID（必須、整数4桁）を指定し、残りの条件を適宜指定した後、「IDX DF登録」ボタンをクリックすると結果がIDXファイルに書き込まれます。
指定IDが未登録なら追加され、登録済みなら書き換えになります。データの一部変更は、後述のメンテ機能を使用ください。

残りのデータは次のようになっています。

- E、 ν 、 γ

骨組計算データ入力用の補助データです。特に指定しなくても、骨組計算システムでひっぱり出すときに、「骨組計算システムで設定したデフォルト値」に置換されますので、特殊なときだけ指定しておいてください。

- コメント

データ識別用で、16バイト以内の自由入力です。骨組計算結果の部材力出力時などに表示されます。

- 長さ単位変換係数

断面性能計算結果の変換用です。書込み前に指示してください。単位を合わせてIDXファイルに書き込まれます。

ここでは、例えば、

```
ID=1
E = 210000
 $\nu$  = 0.3
 $\gamma$  = 7.85
コメント= TEST
単位変換係数=100
```

と入力して、「IDX DF登録」ボタンをクリックしてください。

データが正常に書き込まれたあと、このダイアログは自動的にクローズされます。

●インデックスファイルの内容チェックとデータメンテ

入力画面（主画面）の「ファイル」→「IDX DFチェックとメンテ」メニューをクリックすると、次のようなIDXファイルのチェックダイアログが表示されます。

断面データ IDX ファイルチェックとメンテ(入力セルの移動はリターン、↓、↑可)

ID: 2 (1~9999)

IDキー+イン+リターンでサーチし、結果表示。
未定義IDなら、サーチ結果はすべてスペース表示。
先頭からならいきなりスクロールによるサーチも可。

断面性能データ データ削除 追加/更新

断面タイプ: 2-L 型断面 変換係数: 1/10

断面タイプ、変換係数は変更できません。
変更時は、同一IDで再計算のこと。

中性軸からの距離

1	1000
2	20
3	400
4	20
5	100
6	10
7	20
8	

Iy(縦曲げ): 4.6132e+004 Zs(縦曲げ): 1.3617e+003 z: 33.8793

Iz(横曲げ): 1.6712e+005 Zw(横曲げ): 3.3287e+003 y: 50.2069

J: 3.7667e+002 振りに抵抗する極慣性モーメント

Ax: 290 圧縮・引張に抵抗する断面積

Ay: 210 Local-y 軸方向剪断力に抵抗する断面積

Az: 80 Local-z 軸方向剪断力に抵抗する断面積

D(全高さ): 42 参考データ

B(全幅): 100 入力データ以外の数値はすべてdouble実数で格納、表示されています。入力データからは変換係数で変換されています。入力データは文字列。

以下、骨組計算用データ

コメント: test2 16バイト以内文字列、骨組計算で表示

前回入力値

E	210000	210000
ν	0.3	0.3
γ	7.85	7.85

E, ν, γは未定義、0のときは、骨組計算入力時に「骨組計算プログラムで設定したデフォルト値」に置換されます。

クローズ

図8-2 IDX DFチェックとメンテダイアログ（データサーチ中）

- 1) 該当データのサーチ
インデックスファイルはIDをキーにして管理しています。
上端のIDのセルにサーチIDを入力してリターンキーを押すか、セル横の縦スクロールバーをクリックすると、連続サーチできます。
- 2) 該当データの削除
「データ削除」ボタンをクリックしてください。該当IDのデータをクリアします。
- 3) 追加・更新
IDを指定してサーチした後、データを修正し、「追加/更新」ボタンをクリックすると、データを追加（指定IDが空のとき）もしくは更新（指定IDが定義済みのとき）します。
なお、上記ダイアログ内の白色セルは、入力セルです。（灰地データは単なるテキストボックスで修正できません。）
現実の断面は、Rがかかっていたりする関係で、数学的な計算値とは若干異なることがあります。
この機能を使って補正してください。

4) 入力データを入力画面に転送して再計算

インデックスファイルには入力データ（任意断面 1 ～ 3 はファイル保存のため除く）を保存しています。「入力データを入力画面に転送してクローズ」ボタンをクリックすると、保存データで再計算することができます。

●インデックスファイルデータのCSVファイル書き込み機能

計算結果をM/S エクセル、アクセス等で読み出せるよう、CSVファイルに落とすことができます。

「IDX DF→CSV DF書き込み」メニューをクリックすると、次のようなダイアログが表示されます。

CSVファイル書き込み条件設定

ID 範囲指定: 1 ~ 9999 (1~9999)

出力データ選択

☐ 断面タイプ: 1-I 型断面 ~ 断面指定メニュー参照

☒ Iy 縦曲げ用

☒ Iz 横曲げ用

☒ J ねじり用

☒ Ax 軸方向

☒ Ay 横剪断

☒ Az 縦剪断

☒ Zs 強軸側、縦曲げ用

☒ Zw 弱軸側、横曲げ用

☐ D

☐ B

☐ E

☐ 2

☐ γ

☐ コメント,16バイト文字列

書き込み実行

キャンセル

チェックされているデータのみを出力します。先頭には、ID が付加されます。

エクセル、アクセス等に取り込めるようCSV形式でファイル名を指定して保存します。保存ファイルは「書き込み実行」ボタンクリックで保存用ダイアログが出ますので任意指定ください。CSVは XXXX, XXXX ~ CR, LF の形式です。指定ファイルはCreateモードで作製されますので、同一名の旧ファイルは破壊されます。

図 8-3
CSVファイル書き込み条件指定
ダイアログ

ここで、次のようにデータを選択してください。

- 1) ID スパンを指定
ID は、範囲指定してください。
- 2) 出力データは選択
データは、上図のチェックボタンをクリックによって選択してください。
ID は、先頭に必ず付加されます。
- 3) データ順
上表の通り（チェックしたデータのみ）です。

ここで、「書き込み実行」をクリックしてください。ファイル保存ダイアログが出ます。
なお、拡張子はデフォルトで *.csv にしてあります。これは他のファイルとの混乱を避けるためです。

【参考】CSVファイルとは？

CSVは Comma Separated Value の略です。

CSVファイルは、読んで字のごとく、カンマで区切られた文字列のファイルという意味です。細かいところは、引用符 (") で囲むかどうかといった違いはあるようですが、本ソフトでは、次のようなフォーマットにしています。

書込みフォーマット = XXXX,XXXX～ CR,LF

すべて、テキストですので、テキストエディタで読み出すこともできますし、当然、エクセル、アクセス等のソフトで読み出すことができます。

(もし、読み込み時にフォーマット指定が必要なソフトのときは、CSVを指定ください。)

【書込み精度】

以下のフォーマットで書き込まれます。

I D = %4 d

I y～Z w= %13. 5 e形式 (後処理を考えて、CRT表示より1桁多く出力します。)

D～γ = %g形式

9. 作画印刷調整機能

●作画印刷条件設定1(フォントと位置の指定)

合成プリント用にフォントと印刷開始位置（A4紙の中のどの位置から印刷するか）などを指定できるようになっています。

作画画面で、「作画印刷条件設定・フォントと位置」メニューをクリックしてください。

次のような指定ダイアログが出てきます。

作画・印刷条件設定(フォント,位置,選択)

合成印刷用デジタル値表示条件

文字ポイント数	10	推奨値 10
左送りキャラクタ数	10	推奨値 10
上部送りキャラクタ数	4	推奨値 4

合成印刷用作画ゾーン

幅・キャラクタ数	50	推奨値 50
高さ・キャラクタ数	20	推奨値 20

任意断面・データ番号作画

☒ しない ☐ する

作画印刷用フォント・ポイント数

データ番号	8	推奨値 8
N. A.	8	推奨値 8
座標軸	8	推奨値 8
スケール,ファイル名 等下段コメント	10	推奨値 10

任意断面・線積分・円弧補助線作画

☒ しない ☐ する

OK キャンセル

図9-1
印刷フォントと位置指定ダイアログ

ここで指定する条件は、設定条件に書き込まれて、次回起動時から有効になります。
設定を変更したら、いったんクローズしてください。

●印刷条件指定2(ドット数の指定)

最近のプリンタは、ドット数がさまざまです。本ソフトは、その性格上、ユーザーが出力を構造設計書に切り貼りする可能性が高く、コピーしても鮮明である必要があると思いますので、ユーザー側で、ドット数作画データごとに指定できるようになっています。

「ファイル」→「作画印刷条件指定・ドット数指定」メニューをクリックしてください。
次のようなドット数指定ダイアログが出てきます。

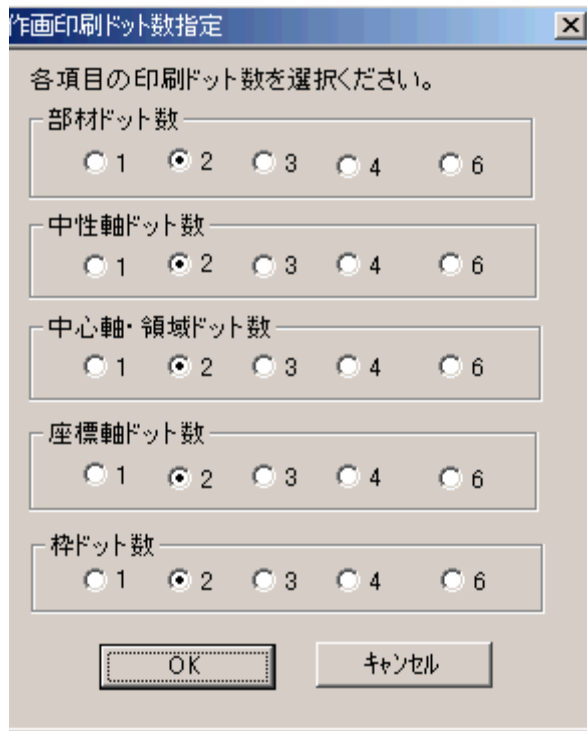


図9-2
印刷ドット数指定ダイアログ

ここで設定すると、設定条件に書き込まれて、次回起動時から有効になります。

●スケール、スクロール機能

作画画面の作画は、スケール、スクロールが有効です。

- 1) 合成印刷時は、デフォルトスケール、スクロールで出力します。
- 2) 作画Onlyでの印刷時は、スケール、スクロールが有効です。
ただし、モニタ上の作画ゾーンの高さと印刷時の作画ゾーンで、スケールを合わせており、横方向は多少ずれた感じが残るかもしれません。
- 3) モニタ上でスクロールした場合、破線、1点鎖線の残骸が作画ゾーンの4辺付近に残る場合があります。
ウインドウズのバグくさく、対処できていません。印刷結果に影響が出ることはありません。
- 4) 断面変更、データ変更、再計算等で、デフォルトスケール、スクロールにもどります。

10. 骨組計算システムⅣとのデータ受渡し方法について

■PC内の相関

下図のように、骨組計算システムと断面性能システムは、別ディレクトリに格納されています。断面計算システムで、結果をインデックスファイルに「断面ID」を指定してため込んでおきます。

この材料インデックスファイルを、骨組計算システムからアクセスし、「断面ID」を指定してデータを取り出すような構造になっています。

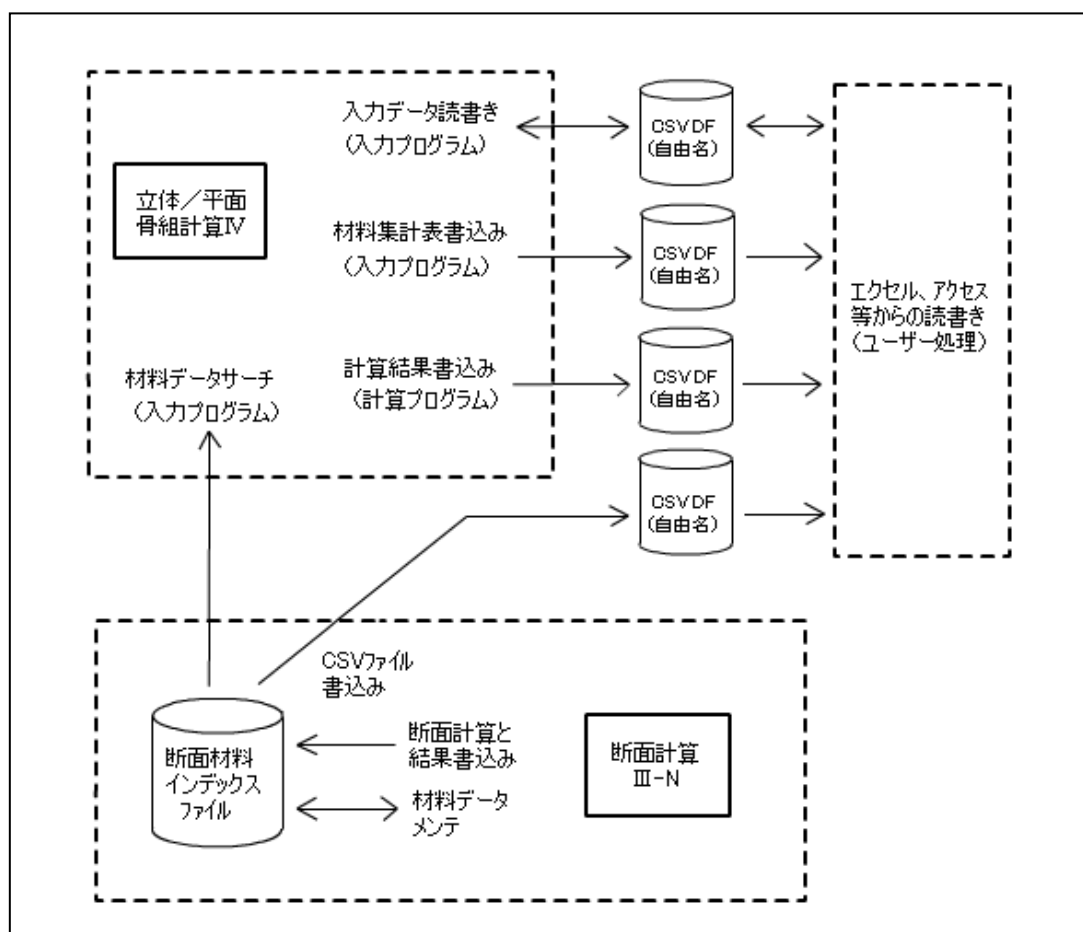


図10-1 骨組計算システムとのデータ受渡し方法

断面性能システムでは、断面データだけでなく、 E 、 ν 、 γ 等のデータも定義し、断面データというより「材料データ」としての性格をもっています。

骨組計算システムからの具体的な取り出し方については後述します。

断面性能システムのインデックスファイル内データは、CSVファイルに書き込めます。骨組計算システムでも、入力データや計算結果もCSVファイルに書き込めますので、ともに、エクセルやアクセスなどに取り込んで利用することができます。

実際の使用法は、「断面性能計算システムとのリンクガイダンス」を参照ください。

1 1. 断面性能計算基礎式

ここでは、本ソフトに使用している計算基礎式を示します。振りに関係する極慣性モーメントなどは、注意してください。

J I S 準拠断面は、任意断面 3 の機能を使って計算している関係上最後に説明します。

■共通事項

●座標系

縦方向が強軸側とします。上側がプレート側（主）、下側がフェース側（副）とします。

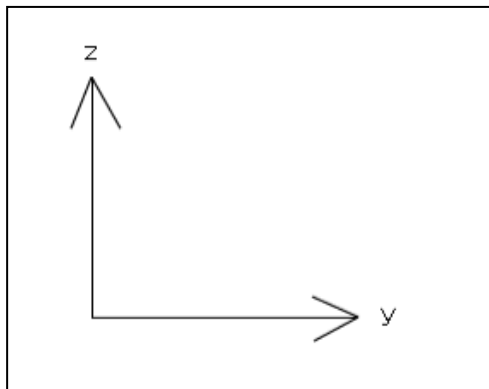


図 1 1 - 1 座標系

●断面性能計算の共通変数

- 1) I_y —— 縦断面 2 次モーメント
(強軸方向、 z 方向変位と y 軸回りのモーメントに抵抗する断面 2 次モーメント)
- 2) I_z —— 横断面 2 次モーメント
(弱軸方向、 y 方向変位と z 軸回りのモーメントに抵抗する断面 2 次モーメント)
- 3) J —— 極慣性モーメント
(振りモーメントに抵抗する慣性モーメント、一部は $I_y + I_z$ の表記になっています。
振りに抵抗する特性は、断面形状への依存度が高く、ユーザー判断が必要です。)
- 4) A_x —— 圧縮断面積 (基本的に全断面積 を算入)
- 5) A_z —— 縦剪断面積 (強軸方向、フラグにより算入を指定できる断面もあり。)
- 6) A_y —— 横剪断面積 (弱軸方向、フラグにより算入を指定できる断面もあり。)
- 7) k_y —— 縦曲げ回転半径 ($\sqrt{I_y / A_x}$)
- 8) k_z —— 横曲げ回転半径 ($\sqrt{I_z / A_x}$)
- 9) $span_p$ —— 上端～中性軸の距離。(z_p)
- 10) $span_f$ —— 下端～中性軸の距離。(z_f)
- 11) Δy —— 左右面積中心のズレ。(y_c)
- 12) Z_s —— 縦曲げ断面係数 (強軸側、小さい方の値)
- 13) Z_w —— 横曲げ断面係数 (弱軸側、小さい方の値)

(注 1) I_y , I_z の添字 $y z$ はモーメント軸を指定し、 A_z , A_y の z 、 y は力の働く方向を指定していますので注意ください。

(注 2) 断面特性には、さまざまな修正係数があります。計算で得られる数値を鵜呑みにするのではなく、必要に応じて、計算式を参照して、数値を修正ください。

■単独断面の計算基礎式

●I型断面（上側がプレート、左右対称を仮定）

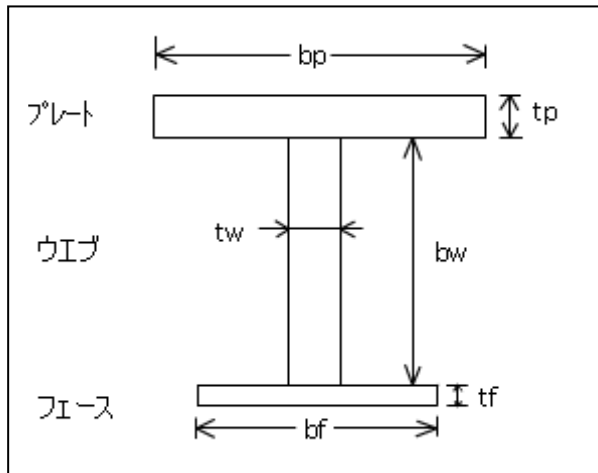


図 1 1 - 2 I 型断面

[断面性能計算式]

- 1) 全深さ $D = tp + bw + tf$
 - 2) 全幅 $B = bp$ と bf の大きい方
 - 3) 圧縮断面積 $Ax = bp \cdot tp + bw \cdot tw + bf \cdot tf = ap + aw + af$
 - 4) 剪断面積 $Az = aw$ (上下)
 $Ay = ap + af$ (左右)
 - 5) 中性軸からの距離
 $zp =$ 上端～中性軸 = 上端からの面積モーメント/ Ax
 $= (ap \cdot tp/2 + aw \cdot (tp + bw/2) + af \cdot (tp + bw + tf/2)) / Ax$
 $zf =$ 下端～中性軸 $= (tp + bw + tf) - zp = D - zp$
 $yc =$ ウェブ中心からの面積中心の左右ズレ $= 0.0$ (左右対称のため)
 - 6) 断面 2 次モーメント
 $Iy =$ 上端回りの 2 次モーメント $- Ax \cdot zp \cdot zp = \Sigma (b \cdot t^3/12 + A \cdot h^2) - Ax \cdot zp \cdot zp$
 $= bp \cdot tp^3/12 + ap \cdot (tp/2)^2 + tw \cdot bw^3/12 + aw \cdot (tp + bw/2)^2$
 $+ bf \cdot tf^3/12 + af \cdot (tp + bw + tf/2)^2 - Ax \cdot zp \cdot zp$
 $= ap \cdot (tp^2/12 + (tp/2)^2) + aw \cdot (bw^2/12 + (tp + bw/2)^2)$
 $+ af \cdot (tf^2/12 + (tp + bw + tf/2)^2) - Ax \cdot zp \cdot zp$
 $Iz =$ 中心軸回りの 2 次モーメント (左右対称、ずれなし)
 $= tp \cdot bp^3/12 + bw \cdot tw^3/12 + tf \cdot bf^3/12 = (ap \cdot bp^2 + aw \cdot tw^2 + af \cdot bf^2) / 12$
 - 7) ねじり定数
 $J = \Sigma (t^3 \cdot b/3) = (tp^3 \cdot bp + tw^3 \cdot bw + tf^3 \cdot bf) / 3$
 $= (ap \cdot tp^2 + aw \cdot tw^2 + af \cdot tf^2) / 3$
 - 8) 断面係数
 $Zp = Iy / zp$ (上端側)
 $Zf = Iy / zf$ (下端側)
 $Zs = Zp$ と Zf の小さい方 $\times 1$ (強軸側、縦曲げ用)
 $Zw = Iz / B / 2$; (弱軸側、横曲げ用)
- * 1 $\sigma = M / Z$ で応力を計算するとき小さい方が、応力が大きくなる。

●L型断面（上側がプレートと仮定）

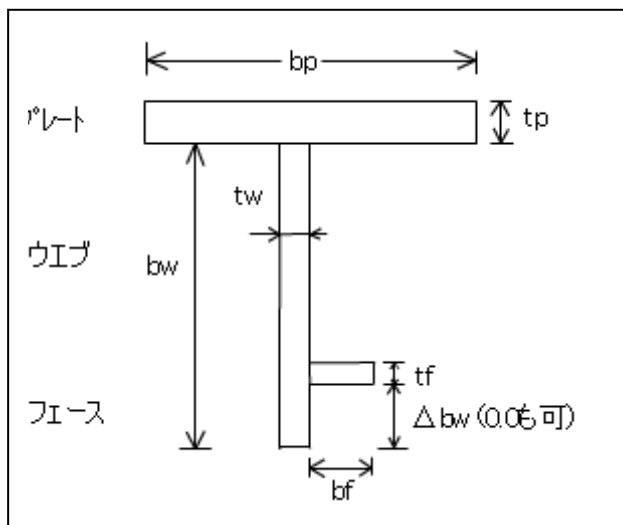


図11-3 L型断面

[断面性能]

- 1) 全深さ $D = tp + bw$
- 2) 全幅 $B = bp$
- 3) 圧縮断面積 $A_x = bp \cdot tp + bw \cdot tw + bf \cdot tf = a_p + a_w + a_f$
- 4) 剪断面積 $A_z = a_w$ (上下)
 $A_y = a_p + a_f$ (左右)
- 5) 中性軸 $z_p =$ 上端～中性軸 = 上端からの面積モーメント/ A_x

$$= (a_p \cdot tp/2 + a_w \cdot (tp+bw/2) + a_f \cdot (tp+bw-\Delta bw-tf/2)) / A_x$$
 $z_f =$ 下端～中性軸 $= (tp+bw) - z_p = D - z_p$
 $y_c =$ ウェブ中心からのズレ $= a_f \cdot (bf/2+tw/2) / A_x$
- 6) 断面2次モーメント
 $I_y =$ 上端回りの2次モーメント $- A_x \cdot z_p \cdot z_p = \Sigma(b \cdot t^3/12 + A \cdot h^2) - A_x \cdot z_p \cdot z_p$

$$= bp \cdot tp^3/12 + a_p \cdot (tp/2)^2 + tw \cdot bw^3/12 + a_w \cdot (tp+bw/2)^2$$

$$+ bf \cdot tf^3/12 + a_f \cdot (tp+bw-\Delta bw-tf/2)^2 - A_x \cdot z_p \cdot z_p$$

$$= a_p \cdot (tp^2/12 + (tp/2)^2) + a_w \cdot (bw^2/12 + (tp+bw/2)^2)$$

$$+ a_f \cdot (tf^2/12 + (tp+bw-\Delta bw-tf/2)^2) - A_x \cdot z_p \cdot z_p$$
 $I_z =$ 中心軸回りの2次モーメント $- A_x \cdot y_c \cdot y_c$

$$= tp \cdot bp^3/12 + bw \cdot tw^3/12$$

$$+ tf \cdot bf^3/12 + a_f \cdot (bf/2+tw/2)^2 - A_x \cdot y_c \cdot y_c$$

$$= (a_p \cdot bp^2 + a_w \cdot tw^2 + a_f \cdot bf^2) / 12 + a_f \cdot (bf/2 + tw/2)^2 - A_x \cdot y_c \cdot y_c$$
- 7) ねじり定数 $J = \Sigma(t^3 \cdot b/3) = (tp^3 \cdot bp + tw^3 \cdot bw + tf^3 \cdot bf) / 3$

$$= (a_p \cdot tp^2 + a_w \cdot tw^2 + a_f \cdot tf^2) / 3$$
- 8) 断面係数 $Z_p = I_y / z_p$ (上端側)
 $Z_f = I_y / z_f$ (下端側)
 $Z_s = Z_p$ と Z_f の小さい方 (強軸側、縦曲げ用)
 $Z_w = I_z / (B/2 + y_c)$; (弱軸側、横曲げ用、小さい方)

●Lアングル断面（J I S断面は後述の「J I S断面」の章を参照ください）

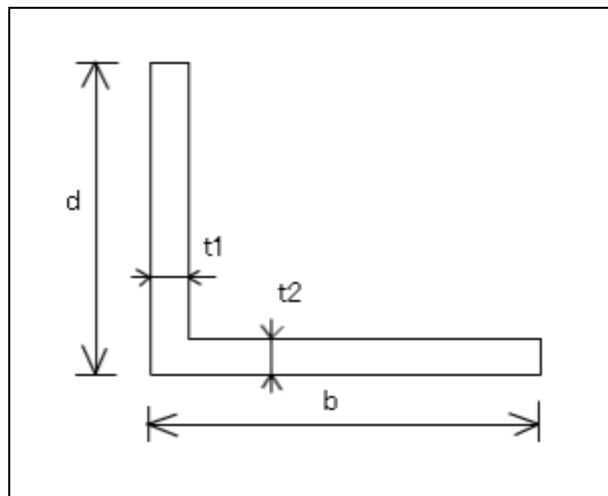


図1 1－4 Lアングル断面

[断面性能]

- 1) 全深さ $D = d$
- 2) 全幅 $B = b$
- 3) 圧縮断面積 $A_x = d \cdot t_1 + (b - t_1) \cdot t_2 = a_w + a_f =$ (全断面積)
- 4) 剪断面積 $A_z = d \cdot t_1$ (上下)
 $A_y = b \cdot t_2$ (左右)
- 5) 中性軸 $z_p =$ 上端～中性軸 = 上端からの面積モーメント/ A_x
 $= (d \cdot t_1 \cdot d/2 + (b - t_1) \cdot t_2 \cdot (d - t_2/2)) / A_x$
 $z_f =$ 下端～中性軸 $= d - z_p = D - z_p$
 $y_L =$ 左端～中性軸 = 左端からの面積モーメント/ A_x
 $= ((b \cdot t_2 \cdot b/2 + (d - t_2) \cdot t_1 \cdot (b/2)) / A_x$
 $y_R =$ 右端～中性軸 $= b - y_L$
- 6) 断面2次モーメント
 $I_y =$ 上端回りの2次モーメント $- A_x \cdot z_p \cdot z_p = \Sigma (b \cdot t^3/12 + A \cdot h^2) - A_x \cdot z_p \cdot z_p$
 $= [t_1 \cdot d^3/12 + d \cdot t_1 \cdot (d/2)^2] + [(b - t_1) \cdot t_2^3/12 + (b - t_1) \cdot t_2 \cdot (d - t_2/2)^2] - A_x \cdot z_p \cdot z_p$
 $I_z =$ 左端回りの2次モーメント $- A_x \cdot y_L \cdot y_L$
 $= [t_2 \cdot b^3/12 + b \cdot t_2 \cdot (b/2)^2] + [(d - t_2) \cdot t_1^3/12 + (d - t_2) \cdot t_1 \cdot (b/2)^2] - A_x \cdot y_L \cdot y_L$
- 7) ねじり定数
 $J = \Sigma (t^3 \cdot b/3) = (t_1^3 \cdot d + t_2^3 \cdot (b - t_1)) / 3$
- 8) 断面係数 $Z_p = I_y / z_T$ (上端側)
 $Z_f = I_y / z_B$ (下端側)
 $Z_s = Z_p$ と Z_f の小さい方 (強軸側、縦曲げ用)
 $Z_L = I_z / y_L$ (左端側)
 $Z_R = I_z / y_R$ (右端側)
 $Z_w = Z_L$ と Z_R の小さい方 (弱軸側、横曲げ用)

●Box型断面

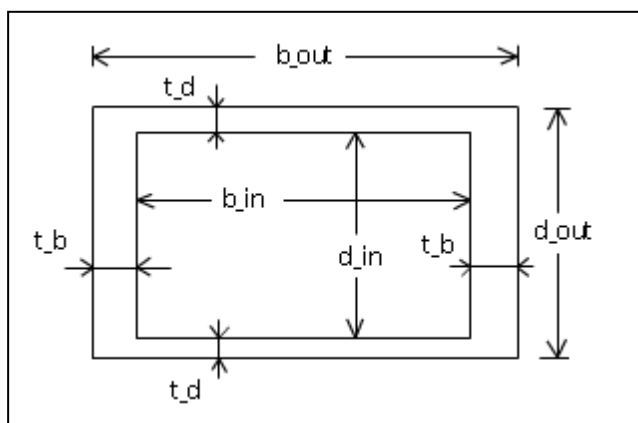


図 1 1 - 5 Box型断面

[断面性能]

- 1) 全深さ $D = d_{out}$ $d_{in} = d_{out} - 2 \cdot t_d$
- 2) 全幅 $B = b_{out}$ $b_{in} = b_{out} - 2 \cdot t_b$
- 3) 圧縮断面積 $A_x = b_{out} \cdot d_{out} - b_{in} \cdot d_{in}$
- 4) 剪断面積 $A_z = 2 \cdot d_{out} \cdot t_b$ (上下)
 $A_y = 2 \cdot b_{out} \cdot t_d$ (左右)
- 5) 中性軸 $z_p = \text{上端} \sim \text{中性軸} = d_{out} / 2$
 $z_f = \text{下端} \sim \text{中性軸} = d_{out} / 2 = D / 2$
 $y_w = \text{左端} \sim \text{中心線} = b_{out} / 2$
 $y_c = \text{中心からの左右ズレ} = 0.0$ (左右対称)
- 6) 断面 2 次モーメント
 $I_y = \text{外側の } I_y - \text{内側の } I_y = b_{out} \cdot d_{out}^3 / 12 - b_{in} \cdot d_{in}^3 / 12$
 $I_z = \text{外側の } I_z - \text{内側の } I_z = d_{out} \cdot b_{out}^3 / 12 - d_{in} \cdot b_{in}^3 / 12$
- 7) ねじり定数 下記 2 方式を選択
 (薄肉パイプとして計算)
 $F = (b_{out} - t_b) \cdot (d_{out} - t_d)$ (板厚中心線で囲まれた面積)
 $J = 4 \cdot F \cdot F / \sum (s/t) = 4 \cdot F \cdot F / (2 \cdot (b_{out} - t_b) / t_d + 2 \cdot (d_{out} - t_d) / t_b)$
 (各辺が細長い矩形として計算)
 $J = (b_{out} \cdot t_d^3 + d_{in} \cdot t_b^3) \cdot 2 / 3$
- 8) 断面係数 $Z_p = I_y / z_p$ (上端側)
 $Z_f = I_y / z_f$ (下端側)
 $Z_s = Z_p$ (強軸側、縦曲げ用)
 $Z_w = I_z / y_w$ (弱軸側、横曲げ用)

●矩形断面

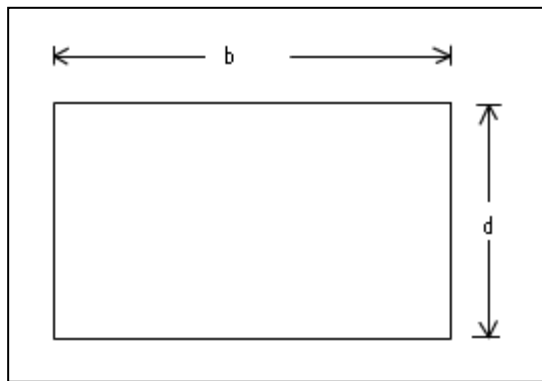


図 1 1－6 矩形断面

[断面性能]

- 1) 全深さ $D = d$
- 2) 全幅 $B = b$
- 3) 圧縮断面積 $A_x = b * d$
- 4) 剪断面積 $A_z = A_x * 2/3$ (上下)
 $A_y = A_x * 2/3$ (左右)
- 5) 中性軸 $z_p = \text{上端} \sim \text{中性軸} = d/2$
 $z_f = \text{下端} \sim \text{中性軸} = d/2$
 $y_w = \text{左端} \sim \text{中心線} = b/2$
 $y_c = \text{中心からの左右ズレ} = 0.0$ (左右対称)
- 6) 断面 2 次モーメント $I_y = b * d^3/12$
 $I_z = d * b^3/12$
- 7) ねじり定数 J

下表の値を 2 次補間して決定しています。

ただし、 $a/b \geq 10$ のとき $\beta = 0.333$ の処理をしています。

a/b	α	β	a :長辺、 b :短辺
1.00	0.208	0.141	$\tau_{\max} = T / (\alpha * a * b * b)$
1.50	0.231	0.196	
1.75	0.239	0.214	
2.00	0.246	0.229	$\theta = T / (\beta * a * b * b * b * G)$
2.50	0.258	0.249	
3.00	0.267	0.263	
4.00	0.282	0.281	$T = G * J * \theta$
6.00	0.299	0.299	
8.00	0.307	0.307	
10.00	0.313	0.313	$J = \beta * a * b * b * b$
∞	0.333	0.333	

8) 断面係数 $Z_p = I_y / z_p$ (上端側)
 $Z_f = -Z_p$ (下端側)
 $Z_s = Z_p$ (強軸側、縦曲げ用)
 $Z_w = I_z / y_w$ (弱軸側、横曲げ用)

- 薄肉パイプ断面（JIS断面は後述の「JIS断面」の章を参照ください）
肉厚が非常に小さいという仮定のもとで計算します。

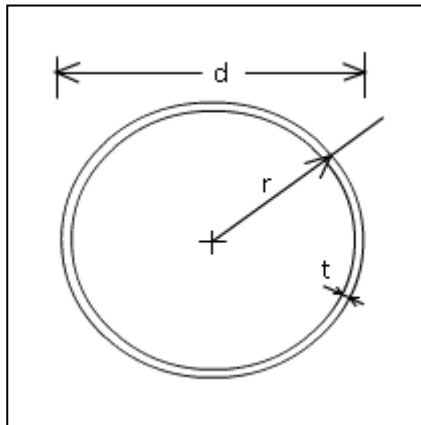


図 1 1－7 薄肉パイプ断面

[断面性能]

- 1) 全深さ $D = d$
- 2) 全幅 $B = d$
- 3) 圧縮断面積 $A_x = \pi * (r_2^2 - r_1^2)$
- 4) 剪断面積 $A_z = A_x / 2 = \pi * (r_2^2 - r_1^2)$ (上下)
 $A_y = A_z$ (左右)
- 5) 中性軸 $z_p =$ 上端～中性軸
 $= d/2 = r$
 $z_f =$ 下端～中性軸
 $= d/2 = r$
 $y_w =$ 左端～中心線
 $= d/2 = r$
 $y_c =$ 中心からの左右ズレ
 $= 0.0$ (左右対称)
- 6) 断面2次モーメント $I_y = \pi * (d_2^4 - d_1^4) / 64$
 $I_z = I_y$
- 7) ねじり定数 $J = 2 * \pi * t * r^3$ (軸方向に割れ目がない場合)
 $J = 2 * \pi * r * t^3 / 3$ (軸方向に割れ目がある場合)
- 8) 断面係数 $Z_p = I_y / z_p$ (上端側)
 $Z_f = Z_p$ (下端側)
 $Z_s = Z_p$ (強軸側、縦曲げ用)
 $Z_w = Z_s$ (弱軸側、横曲げ用)

●厚肉パイプ断面

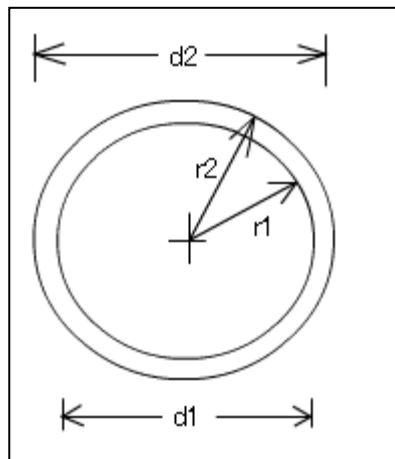


図 1 1 - 8 厚肉パイプ断面

[断面性能]

- 1) 全深さ $D = d2$
- 2) 全幅 $B = d2$
- 3) 圧縮断面積 $A_x = \pi * (r2^2 - r1^2)$
- 4) 剪断面積 $A_z = 3/4 * \pi * (r2^4 - r1^4) / (r2^2 + r2 * r1 + r1^2)$ (上下)
 $A_y =$ 同上 (左右)
- 5) 中性軸 $z_p =$ 上端～中性軸 $= d2/2 = r2$
 $z_f =$ 下端～中性軸 $= d2/2 = r2$
 $y_w =$ 左端～中心線 $= d2/2 = r2$
 $y_c =$ 中心からの左右ズレ $= 0.0$ (左右対称)
- 6) 断面 2 次モーメント $I_y = \pi * (d2^4 - d1^4) / 64$
 $I_z = I_y$
- 7) ねじり定数 $J = \pi * (d2^4 - d1^4) / 32$
- 8) 断面係数 $Z_p = I_y / z_p$ (上端側)
 $Z_f = Z_p$ (下端側)
 $Z_s = Z_p$ (強軸側、縦曲げ用)
 $Z_w = Z_s$ (弱軸側、横曲げ用)

■任意断面 1 の計算基礎式

●仮定

断面をプレート（薄板）の集合として定義します。

各小プレートについて次のデータを指定します。

座標原点は任意点です。

●データ

- ・幅 ----- b
- ・深さ ----- d
- ・中心高さ ----- hg
- ・中心横ズレ ----- bg
- ・縦剪断フラグ ----- sz_f → 1 のとき縦方向の剪断面積に算入
=縦方向の剪断力に耐えることができる
- ・横剪断フラグ ----- sy_f → 1 のとき横方向の剪断面積に算入

●断面性能

(注意)

I 型断面に合わせて上側をプレートと想定して p の記号を

下側をフェースと想定して f の記号をつけている。

単にプログラムの簡略化のため。

0) 小プレートでの計算

$$z_{\max} = hg + d/2$$

$$z_{\min} = hg - d/2$$

$$y_{\max} = bg + b/2$$

$$y_{\min} = bg - b/2$$

$$ap = b * d$$

$$zz = hg \text{ ----- 座標基準からの上下ズレ}$$

$$yy = bg \text{ ----- 座標基準からの左右ズレ}$$

- 1) 全深さ $D = z_{\max} \text{ 最大値} - z_{\min} \text{ 最小値}$
- 2) 全幅 $B = y_{\max} \text{ 最大値} - y_{\min} \text{ 最小値}$
- 3) 圧縮断面積 $Ax = \sum ap$
- 4) 剪断面積 $Az = \sum ap$ (上下,ただし sz_f=1 の要素のみ加算)
 $Ay = \sum ap$ (左右,ただし sy_f=1 の要素のみ加算)
- 5) 1 次モーメント $My = \sum ap * zz$ (y 軸回り、座標基準ベース、上下方向)
 $Mz = \sum ap * yy$ (z 軸回り、座標基準ベース、左右方向)
- 6) 中性軸 $zf = \text{下端} \sim \text{中性軸} = My / Ax$
 $zp = \text{上端} \sim \text{中性軸} = D - zf$
 $yc = \text{ウェブ中心からのズレ} = Mz / Ax$

7) 断面2次モーメント

$$\begin{aligned}
 I_y &= \text{座標基準 } z_0 \text{ 回りの2次モーメント} - A x^* z_f^* z_f \\
 &= \Sigma (b^* d^3 / 12 + a p^* z z^2) - A x^* z_f^* z_f \\
 I_z &= \text{座標基準 } y_0 \text{ 回りの2次モーメント} - A x^* y_c^* y_c \\
 &= \Sigma (d^* b^3 / 12 + a p^* y y^2) - A x^* y_c^* y_c
 \end{aligned}$$

8) ねじり定数

$$J = \Sigma (t^3 b / 3)$$

ただし、 b, d の大小を判定し、次のように加算する。

(細長いことを想定した計算式)

if($b > d$)

$$J += b^* d^3 / 3; \quad // \Sigma J$$

else

$$J += d^3 b / 3;$$

9) 断面係数

$$Z_p = I_y / z_p \quad (\text{上端側})$$

$$Z_f = I_y / z_f \quad (\text{下端側})$$

$$Z_s = Z_p \text{ と } Z_f \text{ の小さい方} \quad (\text{強軸側、縦曲げ用})$$

$$Z_w = I_z / (B / 2 + y_c); \quad (\text{弱軸側、横曲げ用、小さい方})$$

■任意断面 2 の計算基礎式

●仮定

断面をプレートと小骨の集合として定義します。

プレートの処理は任意断面 1 と同じです。

なお、

プレートは、曲げと剪断に耐える。

小骨は 曲げに耐え、剪断力には耐えられない。

とします。

座標原点は任意点です。

●データ

1) 小プレートについての指定 (任意断面 1 と同じ定義)

・データ型 = 1 (固定)

- ・幅 ----- b
- ・深さ ----- d
- ・中心高さ ----- hg
- ・中心横ズレ ----- bg
- ・縦剪断フラグ ----- sz_f → 1 のとき縦方向の剪断面積に算入
= 縦方向の剪断力に耐えることができる
- ・横剪断フラグ ----- sy_f → 1 のとき横方向の剪断面積に算入

2) 小骨 (補剛材)

- ・データ型 = 2 (固定)
- ・面積 ----- as
- ・本数 ----- n
- ・中心高さ ----- hgs
- ・中心横ズレ ----- bgs
- ・縦 self Iy ----- Iys → local の y 軸回りの断面 2 次モーメント,
= z 方向変位に耐える 2 次モーメント
- ・横 self Iz ----- Izs → local の z 軸回りの断面 2 次モーメント,
= y 方向変位に耐える 2 次モーメント

●断面性能

(注意)

I 型断面に合わせて上側をプレートと想定して p の記号を

下側をフェースと想定して f の記号をつけている。

なお、以下*マークの項目は、プレートについてのみ計算する。

また、小骨のみの断面は不可。

1) 小プレートと小骨の計算

・小プレート

$$z_{\max} = hg + d/2$$

$$z_{\min} = hg - d/2$$

$$y_{\max} = bg + b/2$$

$$y_{\min} = bg - b/2$$

$$ap = b * d$$

zz = hg ----- 座標基準からの上下ズレ
 yy = bg ----- 座標基準からの左右ズレ

・小骨

zs = hg ----- 座標基準からの上下ズレ
 yz = bg ----- 座標基準からの左右ズレ

- * 1) 全深さ $D = z_{\max} \text{最大値} - z_{\min} \text{最小値}$
- * 2) 全幅 $B = y_{\max} \text{最大値} - y_{\min} \text{最小値}$
- 3) 圧縮断面積 $A_x = \sum a_p + \sum (a_s * n)$ (プレート+小骨)
- * 4) 剪断面積 $A_z = \sum a_p$ (上下,ただし $sz_f=1$ のプレート要素のみ加算)
 $A_y = \sum a_p$ (左右,ただし $sy_f=1$ のプレート要素のみ加算)
- 5) 1次モーメント $M_y = y$ 軸回り、座標基準ベース、上下方向
 $= \sum a_p * zz$ (プレート成分)
 $+ \sum (s_a * z_s * n)$ (子骨成分)
 $M_z = z$ 軸回り、座標基準ベース、左右方向
 $= \sum a_p * yy$ (プレート成分)
 $+ \sum (s_a * y_s * n)$ (子骨成分)
- 6) 中性軸 $z_f = \text{下端} \sim \text{中性軸} = M_y / A_x$
 $z_p = \text{上端} \sim \text{中性軸} = D - z_f$
 $y_c = \text{座標基準からの座標ズレ} = M_z / A_x$
- 7) 断面2次モーメント $I_y = \text{座標基準} z_0 \text{回りの2次モーメント} - A_x * z_f * z_f$
 $= \sum (b * d^3 / 12 + a_p * zz^2)$ (プレート成分)
 $+ \sum (I_{ys} + s_a * z_s * z_s) * n$ (子骨成分)
 $- A_x * z_f * z_f$
 $I_z = \text{座標基準} y_0 \text{回りの2次モーメント} - A_x * y_c * y_c$
 $= \sum (d * b^3 / 12 + a_p * yy^2)$ (プレート成分)
 $+ \sum (I_{zs} + s_a * y_s * y_s) * n$ (子骨成分)
 $- A_x * y_c * y_c$
- * 8) ねじり定数 $J = \sum (t^3 * b / 3)$
 ただし、b,d の大小を判定し、次のように加算する。
 (細長いことを想定した計算式)

if(b>d) $J += b * d * d / 3$; // $\sum J$
 else $J += d * b * b / 3$;

- 9) 断面係数 $Z_p = I_y / z_p$ (上端側)
 $Z_f = I_y / z_f$ (下端側)
 $Z_s = Z_p$ と Z_f の小さい方 (強軸側、縦曲げ用)
 $Z_w = I_z / (B / 2 + y_c)$ (弱軸側、横曲げ用、小さい方)

■任意断面 3 の計算基礎式

●線積分の定義方法概略

断面を直線と円弧によって一筆書きの要領で定義します。断面は必ず領域を左に見る方向に一周させて定義します。楕円は2個の円弧で近似します。

オーバーラップさえしなければ、同一線上を逆方向になぞるという定義も可能です。

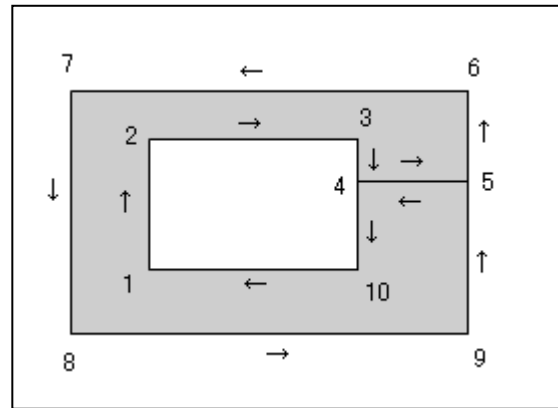


図 1 1－9 Box 断面定義例 (1->2->3->4->5->6->7->8->9->5->4->10->1)

●計算原理

線積分の定理により、閉領域 D の領域内積分は、次式のようにその境界 C の積分に変換できます。

$$\iint_D f(x,y) dx dy = - \oint_C f(x,y) dx$$

さらに、その境界が、簡単な式で表せれば、上式の線積分は陽な形の簡単な数式となり、節点での計算に置換できます。

領域内部（構造部分）を左に見ながら1本の連続線で定義しなければならないことを忘れないでください。境界線上を歩くイメージで捕らえてください。左手の方向を中、右手の方向を外にするように歩いて一周します。）

なお、原理上、要素を剪断に効くかどうかによって分けるということができない（断面はたった1つの要素で構成されている）ので、剪断面積の表示を行っていません。

また、断面の定義には、直線と円弧だけを使用します。楕円円弧のようなときは、2つの円弧で近似します。

本手法は、「断面特性を数学的に求めた」ものです。材料力学的に、あるいは現実的に求めたものではありませんので、修正係数が必要な特性値については、ユーザー側で判断して修正ください。

●入力データ

・曲線タイプ

type = 1 のとき次の点までを直線で結ぶ。(直線座標指定。開始点を指定する。)

= 2 のとき次の点とその次の点の3点を円弧で結ぶ。(円弧座標指定。3点連続指定必要。)

= 3 のとき円弧で結ぶ。(中心、半径、開始角、終了角にて円弧直接指定)

	(直線、円弧3点指定)	(円弧直接指定)
・X 座標	----- 点列座標 X	中心座標 Xc
・Y 座標	----- 点列座標 Y	中心座標 Yc
・半径	----- ダミー	半径 R
・開始角度	----- ダミー	$\phi 1$ (deg, $0 \leq \phi 1 \leq 360$) *1
・終了角度	----- ダミー	$\phi 2$ (deg, $0 \leq \phi 2 \leq 360$) *2
・回転方向	----- ダミー	1 -- 右回転、他 -- 左回転

注意) 円弧3点指定の場合は、中心座標、半径、開始角度、終了角度、回転方向は、内部で自動計算します。

最初の点は、曲線タイプ=2、次の点の曲線タイプは何でもよい。

その次の点の座標は、円弧として使用されますが、この点の曲線タイプはこの点からの曲線を指定します。

*1,*2 回転方向を直接指定しますので、開始角度と終了角度の大小関係は気にしなくてもかまいません。実際の計算角度は、内部計算で調整します。

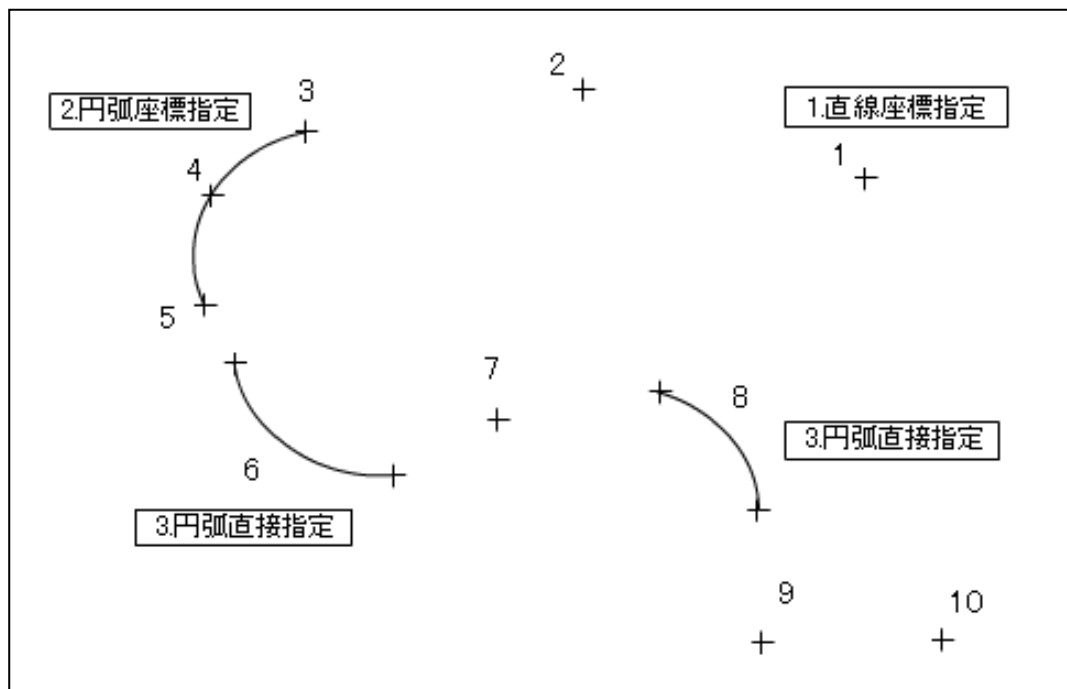


図 1 1 - 1 0 任意断面定義データ

●計算式 1——直線の場合

$$\begin{aligned}
 L &= \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2} \\
 A &= \int \int dx dy = - \int y dx = 0.5 * (x_1 - x_2) * (y_1 + y_2) \\
 M_x &= \int \int y dx dy = - \int (y^2)/2 dx \\
 &= (x_1 - x_2) * (y_1^2 + y_1 y_2 + y_2^2)/6.0 \\
 M_y &= \int \int x dx dy = - \int x^2 y dx \\
 &= (y_1 - y_2) * (x_1^2 + x_1 x_2 + x_2^2)/6.0 \\
 I_x &= \int \int y^2 dx dy = - \int (y^3)/3 dx \\
 &= (x_1 - x_2) * (y_1^2 + y_1 y_2 + y_2^2)/12.0 \\
 I_y &= \int \int x^2 dx dy = - \int x^2 y dx \\
 &= (y_1 - y_2) * (x_1^2 + x_1 x_2 + x_2^2)/12.0 \\
 J &= I_x + I_y
 \end{aligned}$$

●計算式 2——円弧の場合

(x_0, y_0) —— 円弧中心
 R —— 円弧半径
 ϕ_1, ϕ_2 —— 中心角
 積分の基本式は直線と同じ

$$\begin{aligned}
 L &= R * (\phi_2 - \phi_1) \\
 A &= R^2 * (\phi_2 - \phi_1) / 2 - R^2 * (\sin \phi_2 \cos \phi_2 - \sin \phi_1 \cos \phi_1) / 2 \\
 &\quad - R * y_0 (\cos \phi_2 - \cos \phi_1) \\
 M_x &= R^3 / 2 \{ \\
 &\quad - y_0^2 (\cos \phi_2 - \cos \phi_1) / R^2 + y_0 * (\phi_2 - \phi_1 - \cos \phi_2 \sin \phi_2 + \cos \phi_1 \sin \phi_1) / R \\
 &\quad + (\cos \phi_2 - \cos \phi_1) + (\cos \phi_2^3 - \cos \phi_1^3) / 3 \} \\
 M_y &= R^3 / 2 \{ \\
 &\quad + 2 * (\sin \phi_2^3 - \sin \phi_1^3) + x_0 * (\phi_2 - \phi_1 - \cos \phi_2 \sin \phi_2 + \cos \phi_1 \sin \phi_1) / R \\
 &\quad + y_0 * (\sin \phi_2^2 - \sin \phi_1^2) / R - 2 * x_0 * y_0 * (\cos \phi_2 - \cos \phi_1) / R^2 \} \\
 I_x &= R^4 / 2 \{ \\
 &\quad - 2 * y_0^3 * (\cos \phi_2 - \cos \phi_1) / 3 R^3 \\
 &\quad + y_0^2 * (\phi_2 - \phi_1 - \cos \phi_2 \sin \phi_2 + \cos \phi_1 \sin \phi_1) / R^2 \\
 &\quad - 2 * y_0 * (\cos \phi_2 \sin \phi_2 + \cos \phi_1 \sin \phi_1) / 3 R \\
 &\quad - (\sin \phi_2^3 \cos \phi_2 - \sin \phi_1^3 \cos \phi_1) / 6 \\
 &\quad + (\phi_2 - \phi_1 - \cos \phi_2 \sin \phi_2 + \cos \phi_1 \sin \phi_1) / 4 \} \\
 I_y &= R^4 / 2 \{ \\
 &\quad (\phi_2 - \phi_1 - \cos \phi_2 \sin \phi_2 + \cos \phi_1 \sin \phi_1) / 4 \\
 &\quad - (\sin \phi_2^2 \cos \phi_2^3 - \sin \phi_1^2 \cos \phi_1^3) / 2 \\
 &\quad + (4 * x_0 * (\sin \phi_2^3 - \sin \phi_1^3) / 3 - 2 * y_0 * (\cos \phi_2^3 - \cos \phi_1^3) / 3) / R \\
 &\quad + (x_0^2 * (\phi_2 - \phi_1 - \cos \phi_2 \sin \phi_2 + \cos \phi_1 \sin \phi_1) \\
 &\quad \quad - 2 * x_0 * y_0 * (\cos \phi_2^2 - \cos \phi_1^2)) / R^2 \\
 &\quad - 2 * x_0^2 * y_0 * (\cos \phi_2 - \cos \phi_1) / R^3 \} \\
 J &= I_x + I_y
 \end{aligned}$$

●J に注意

極慣性モーメントは、次式で求めています。

$$J = I_x + I_y$$

実際に、振りに抵抗する極慣性モーメント J は、断面形状によって激しく変わります。
薄板に近いときは、

$$J = \sum b \cdot t^3 / 3$$

で計算した方がいいでしょう。(手計算してください。)

●点列指定の注意

- 1) 点列は、最終データのあとに、最初の点の座標データがあるものとしています。
最終データの曲線タイプが、直線なら、終点から始点までを直線で結びます。
最終点として、最初の点と同じ座標を入れる必要はありません。
もちろん、最終点に最初の点の座標を指定しても、問題はありません。
最後の積分が、積分区間 0 で実行される (つまり、この区間の値は 0) だけですから。
(注意)
線積分では、必ず閉領域になっている (つまり一周している) 必要がありますが、
ユーザーにまかせていると、開領域を指定することが往々にあります。これでは、
正しい値が求まりません。
- 2) 最終点に 3 点指定の円弧を指定することは、原理上おかしいことになります。
最後の区間を 3 点指定円弧にするなら、最終の 1 つ前の点で 3 点指定円弧を指定ください。

●中心、半径、中心角、回転方向指定による円弧定義の注意

- 1) 円弧の中心(xc,yc)、半径R、開始角度、終了角度、回転方向を与えます。
角度は、下図のように $0 \leq \phi \leq 360^\circ$ で与えます。

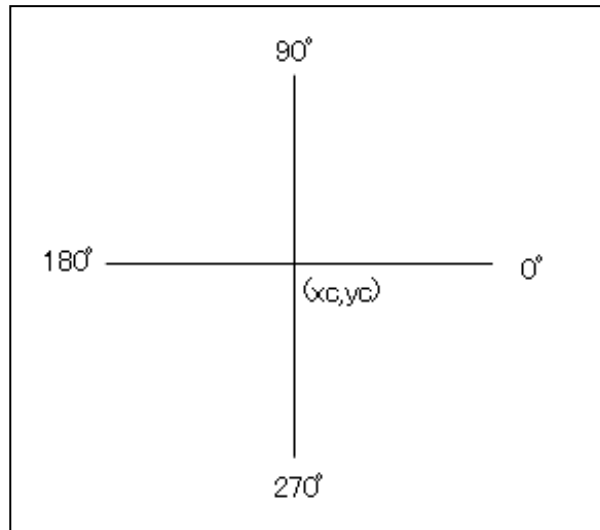


図 1 1 - 1 1 中心角

2) 回転方向

中心、半径、開始角度、終了角度によって定義される円弧は2つありますので、右回りか左回りかを指定して、どちらかを明確に指定します。

回転方向データ	回転方向
1	右回り
他(デフォルトは0)	左回り

● 3点指定による円弧定義の注意

- 1) 円弧の中心と半径を与えるのは、簡単そうに見えてけっこう煩わしいので円弧上の3点の座標を与えます。ソフト内部で、これを円弧に近似します。

円弧のときのデータは、次の点の曲線タイプは無視されます。

また、直線に非常に近い円弧が指定されたときは、直線に強制置換されます。円弧近似はかえって誤差が大きくなるためです。

- 2) 1本の円弧の中心角は 180° 以上になってはいけません。つまり半円以上の大きな円弧は1つの円弧として定義できません。

これは、左回りか右回りかという判定を、弧の両端座標の中点を使って行っているためで、 180° に限りなく近いという円弧もやめてください。

180° のときは、2分割してください。(等分の必要はありません。)

回転方向の判定は、下図のように、円弧の両端座標の中点から見て、中心が左に見えるときは左回り、右に見えるときは右回りとしています。 180° を越えるとこの判定が狂ってきます。

(注意)

円弧を、半径と中心角によって直接指定するときは、中心角は 何度でもかまいません。データで回転方向まで直接指定してしまうためです。内部で、 90° 毎のチェックを円弧の途中での最大、最小値のチェックを行います。

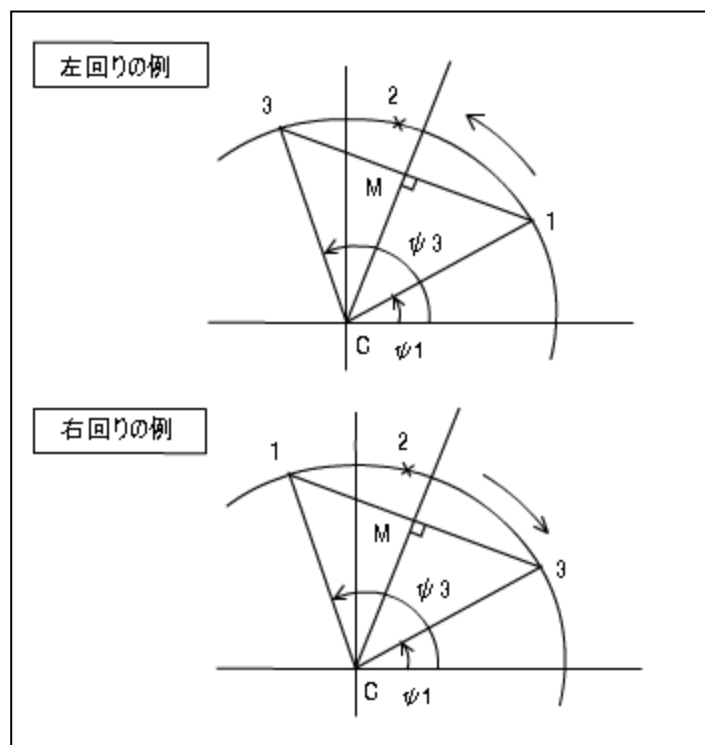


図 1 1 - 1 2 円弧の回転方向判定

(うまく処理できないデータ例)

2	0	0
1	5	-5
1	10	0
2	9.5	0
1	5	-4.5
1	0.5	0

幅 0.5 の半円上の入れ物状の断面ですが、2つの円弧がともに 180° になっています。
このデータは、以下のように 90° 円弧に分割してやるとうまく処理できるようになります。

(うまく処理できるデータ例)

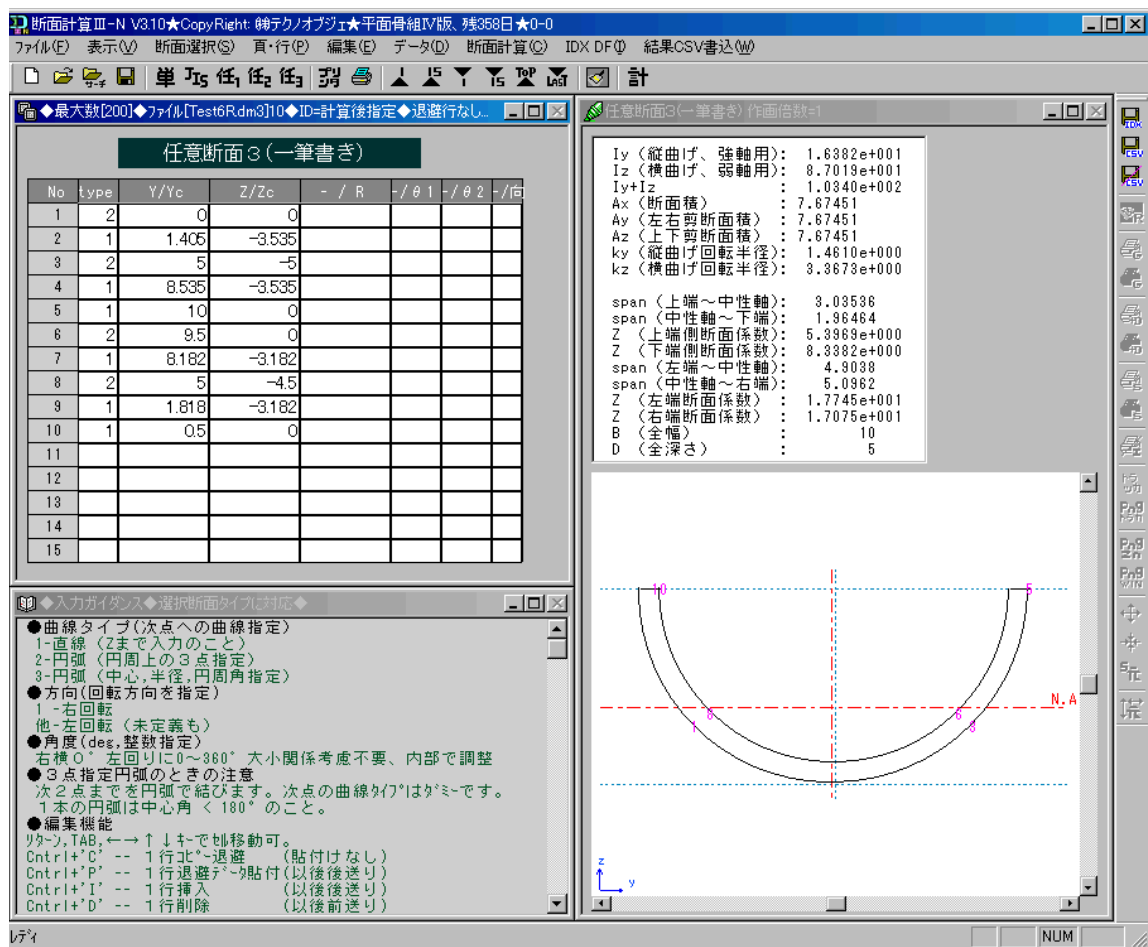


図 11-13 円弧座標直接指定による定義例

ここで、前例を手計算で検証しておきましょう。

$$A_{\text{外}} = \pi * 5^2 / 2 = 39.27$$

$$A_{\text{内}} = \pi * 4.5^2 / 2 = 31.81$$

$$A = A_{\text{外}} - A_{\text{内}} = 7.46$$

$$\Delta z = \text{BL} \sim \text{横軸方向中性軸 (縦面積中心)}$$

$$= (A_{\text{外}} * 5 * 0.4244 - A_{\text{内}} * 4.5 * 0.4244) / (A_{\text{外}} - A_{\text{内}})$$

$$= (83.33 - 60.75) / 7.46 = 3.027$$

$$\text{なお、半円の中性軸 from 円弧中心軸} = (4 * r / 3 / \pi) = 0.4244 * r$$

$$I_{y_{\text{外}}} = (\pi / 8 - 8 / 9 / \pi) * r^4 = 0.1098 * r^4 = 0.1098 * 5^4 = 68.625$$

$$I_{y_{\text{内}}} = 0.1098 * 4.5^4 = 45.025$$

$$I_y = I_{y_{\text{外}}} + A_{\text{外}} * (5 * 0.4244)^2$$

$$- I_{y_{\text{内}}} - A_{\text{内}} * (4.5 * 0.4244)^2$$

$$- (A_{\text{外}} - A_{\text{内}}) * \Delta z^2$$

$$= 68.625 + 176.828 - 45.025 - 116.022 - 7.46 * 3.027^2$$

$$= 16.071$$

$$I_z = \pi * (D_2^4 - D_1^4) / 64 / 2 = \pi * (10^4 - 9^4) / 128 = 84.406$$

いかがでしょうか？近似座標での計算ですので、多少差がありますが、合っていると言えます。

●楕円、双曲線形状の円弧近似の注意

楕円は、2本の円弧で近似ください。

データで4点、ゆるやかなところを長い円弧で、急な曲りのところを短い円弧で近似します。

次の近似例は

$$(y/2)^2 + (z/4)^2 = 1$$

の楕円をy軸で半分にしたものを近似したものです。

計算結果は理論解とほとんど差がありません。

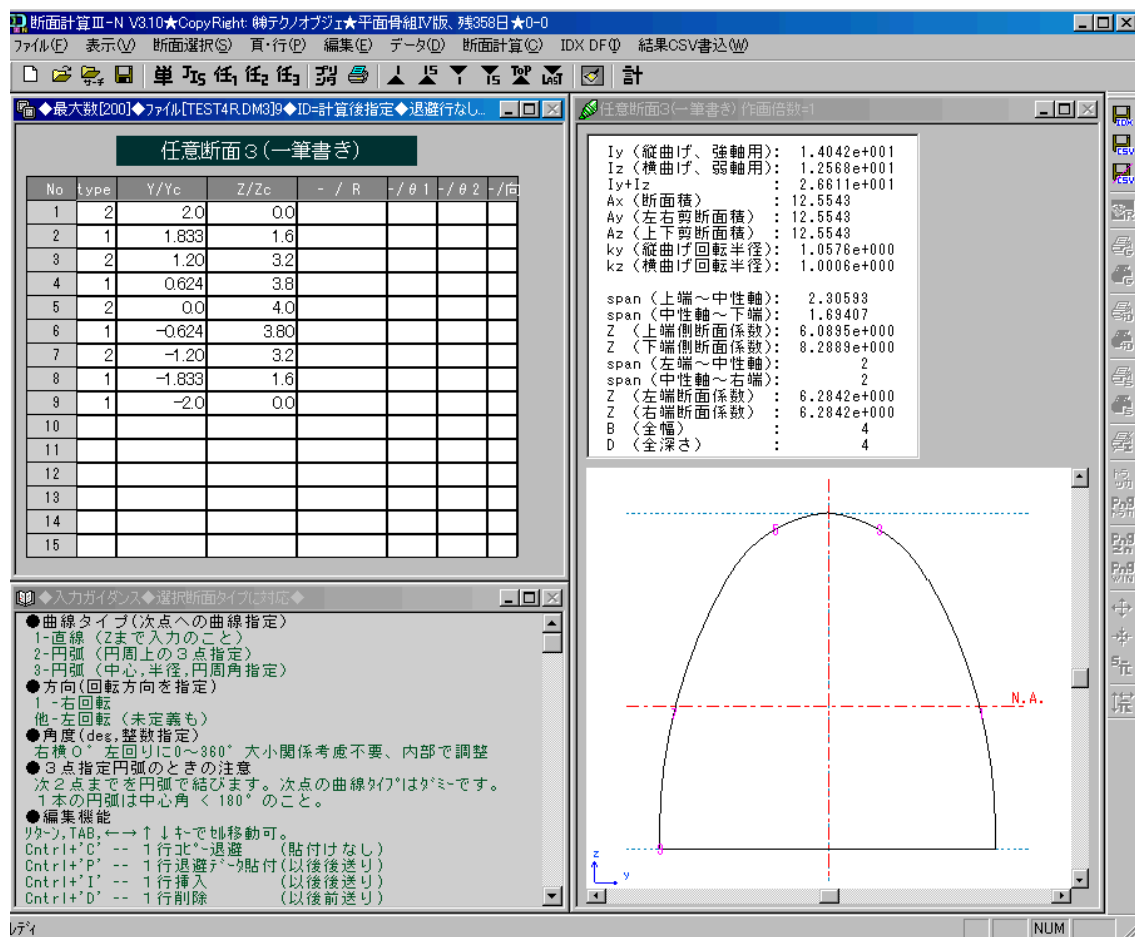


図 1 1 - 1 4 楕円の近似例

●開始点と終了点の処理

円弧前の点と開始点の間、あるいは終了点と次の点の間は指定データによっては「すき間」があく可能性があるため、この2つの間は直線を補充して結びます。

これを逆用して、円弧の前後が直線の場合は、一部のデータを省略することができます。次例参照。

・円弧の定義例 1

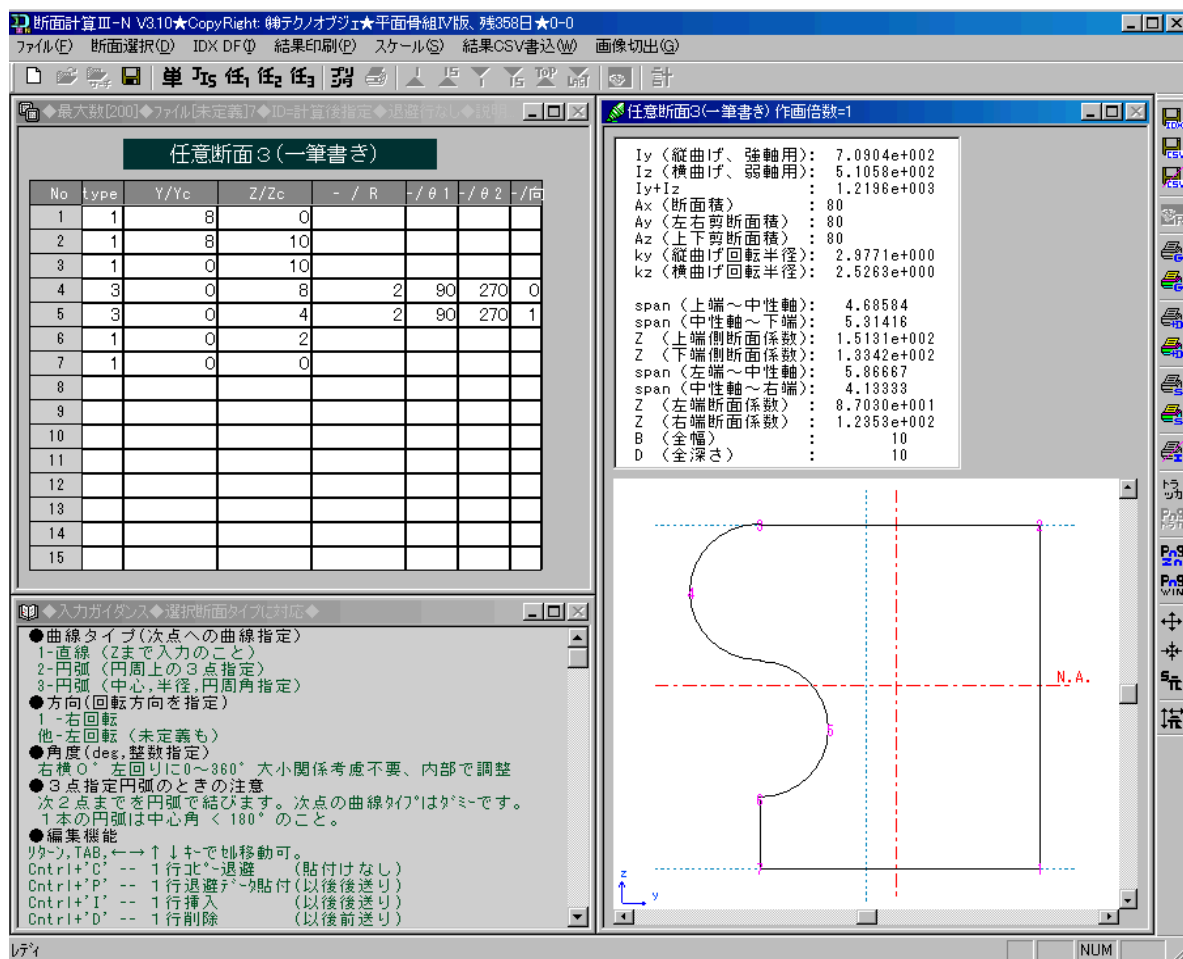


図 11-15 円弧の定義例 1

上例のデータは次のような意味になっています。

1	8.0	0.0						// 点1から点2を直線で結ぶ
1	8.0	10.0						// 点2から点3までを直線で結ぶ
*	1	0.0	10.0					// 点3を定義するだけ、曲線タイプはガミ
3	0.0	8.0	2.0	90.0	270.0	0		// 点3から左回りの半円を描く
3	0.0	4.0	2.0	90.0	270.0	1		// 点4から右回り半円を描く
*	1	0.0	2.0					// 点5から点6を直線で結ぶ
1	0.0	0.0						// 点6から点1を直線で結ぶ

(参考) * の点のデータはなくてもよい。上記の処理のため。

・円弧の定義例2 ---- 半径Rの扇形

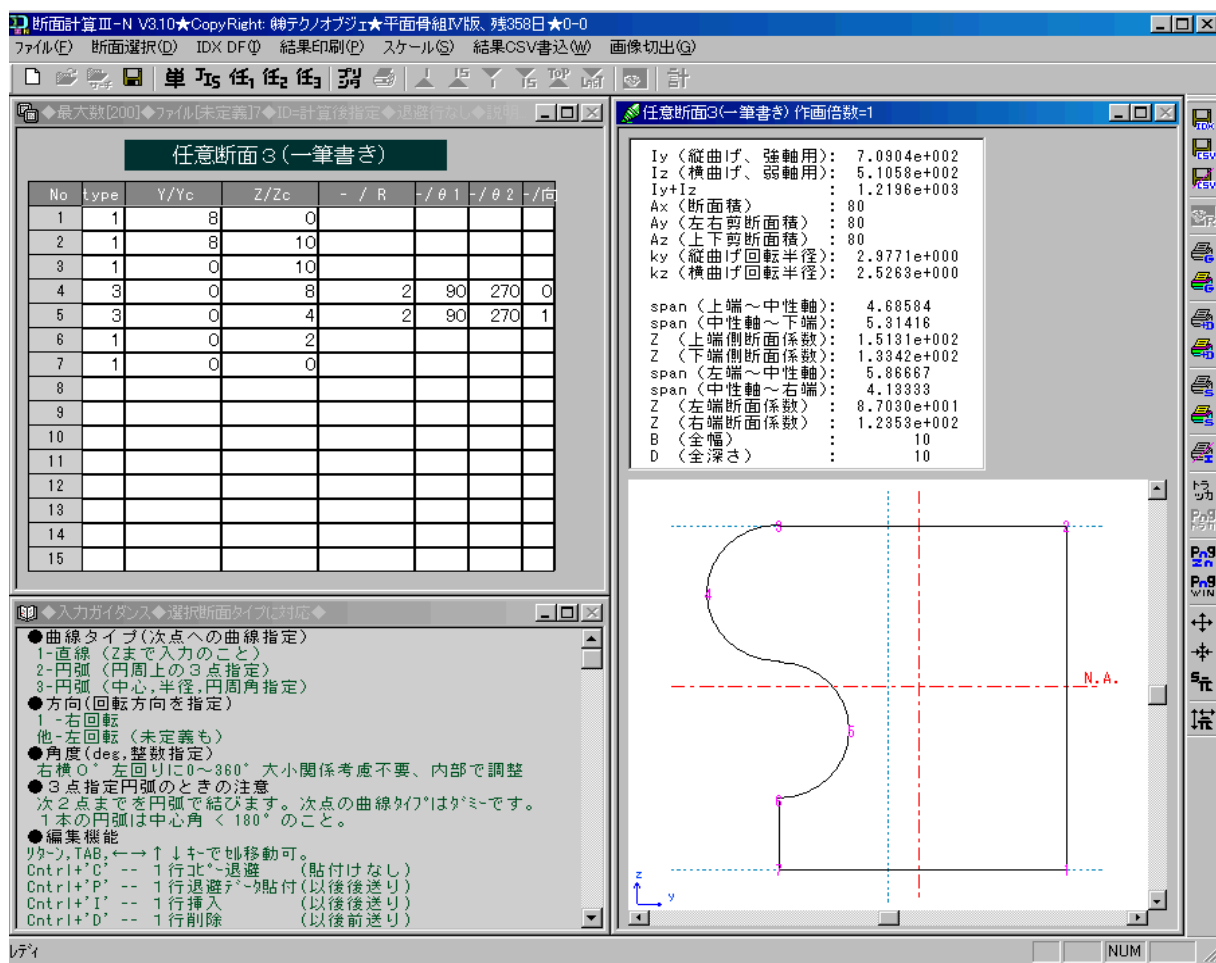


図 1 1 - 1 6 円弧の定義例2

本例の場合、連続線という考え方からは、本来次のように定義すべきです。

```

1    0.0    0.0                // 点1から点2を直線で結ぶ
* 1    3.536  3.536            // このときの曲線タイプはダミー値
3    0.0    0.0    5.0  45.0 135.00 // 点2から左回りの半円を描く
* 1    3.536  3.536            // 点3から点1までを直線で結ぶ

```

しかし、前記の処理のため、*の点のデータはなくてもかまいません。(上例参照。)

■ J I S規格断面の計算基礎式

●対応断面

J I S断面のうち、骨組計算に使用しそうな断面は、内部に保有している規格サイズデータをサーチして計算できるようになっています。

次の断面に対応しています。

軽量みぞ形断面	(J I S G 3 3 5 0、ただし、上下非対称断面は除く)
りっぷみぞ形断面	(J I S G 3 3 5 0)
H形鋼	(J I S G 3 1 9 2)
I形鋼	(J I S G 3 1 9 2)
山形鋼	(J I S G 3 1 9 2)
みぞ形鋼	(J I S G 3 1 9 2)
角形鋼管	(J I S G 3 4 6 6)
鋼管	(J I S G 3 4 4 4)

●結果の表示丸めについて

結果は、J I S基準値のように丸めていません。骨組計算に持ち込んだときに、返って誤差を招くためです。

●計算方式

入力された要目から、線積分データに展開して、線積分によって計算していますが、線積分では対応できない特性もあり、下記のようにしています。

	I_y, I_z, A_x	$J, A_y, A_z,$
軽量みぞ形断面	線積分データに内部変換して計算	薄板として計算
りっぷみぞ形断面	同上	同上
H形鋼	同上	同上
I形鋼	同上	同上
山形鋼	同上	同上
みぞ形鋼	同上	同上
角形鋼管	同上	薄肉中空管として計算
鋼管	厚肉パイプとして計算	厚肉パイプとして計算

$$[\text{軽量みぞ形鋼}] \quad J = T_1^3 / 3 * (H + (B - T_1) * 2)$$

$$A_y = 2 * B * T_1$$

$$A_z = H * T_1$$

$$[\text{軽量リップみぞ形鋼}]$$

$$J = T_1^3 / 3 * (H + (B - T_1) * 2 + (L - T_1) * 2)$$

$$A_y = 2 * B * T_1$$

$$A_z = H * T_1$$

$$[\text{I形鋼}] \quad J = 2 * B * T_2^3 / 3 + (H - T_2 * 2) * T_1^3 / 3$$

$$A_y = 2 * B * T_2$$

$$A_z = H * T_1$$

$$[\text{H形鋼}] \quad \text{同上}$$

$$[\text{みぞ形鋼}] \quad \text{同上}$$

$$[\text{山形鋼}] \quad J = B * T_1^3 / 3 + (H - T_1) * T_1^3 / 3$$

$$A_y = B * T_1$$

$$A_z = H * T_1$$

$$[\text{角形鋼管}]$$

$$F = (H - t) * (B - t) \quad // \text{板厚中心線で囲まれた面積}$$

$$s = 2.0 * ((H - t) + (B - t)) \quad // \Sigma s = \text{板厚中心線の周長}$$

$$J = 4.0 * F * F * t / s \quad // J = 4 * \text{Area}^2 / \Sigma (s/t)$$

$$// = 4 * \text{Area}^2 * t / \Sigma s \quad t \text{一定のため}$$

$$A_y = 2 * B * t$$

$$A_z = 2 * H * t$$

ここで、Jは捩り剛性用極慣性モーメント、

A_y は横剪断面積

A_z は縦剪断面積

を示します。

●軽量みぞ形断面の上下非対称断面注意

J I S計算値と、本システムでの計算値が合いません。どうもJ I S計算値は相当昔から改正されておらず、再計算もされていないようです。

たとえば、1 8 7 8の結果は桁数さえ狂っており、非対称断面の計算はまちがっているように思われますが、問題を生じるといけないので、自動サーチできないようにしています。

●線積分データファイル書き込み機能

線積分に展開したデータを、任意断面3（線積分）のファイル（*. dm3、*. c s v）として保存することができます。

内部データのチェックや、一部変更して計算したいときに利用ください。任意断面3として、読み込み→修正→再計算することができます。

ただし、J, Ay, Azについては、J I S対応断面では、前記のように、線積分結果をそのまま利用せず、別計算していますので、任意断面3として計算したときは、別途手計算する必要があります。

●山形鋼の断面2次モーメント、回転半径のmax、min

山形鋼は、座屈時の強度が問題になるようで、J I S規格表に記述がありますので、この断面だけは特別に、計算軸を回転させて、max、minをサーチし、結果を表示してあります。

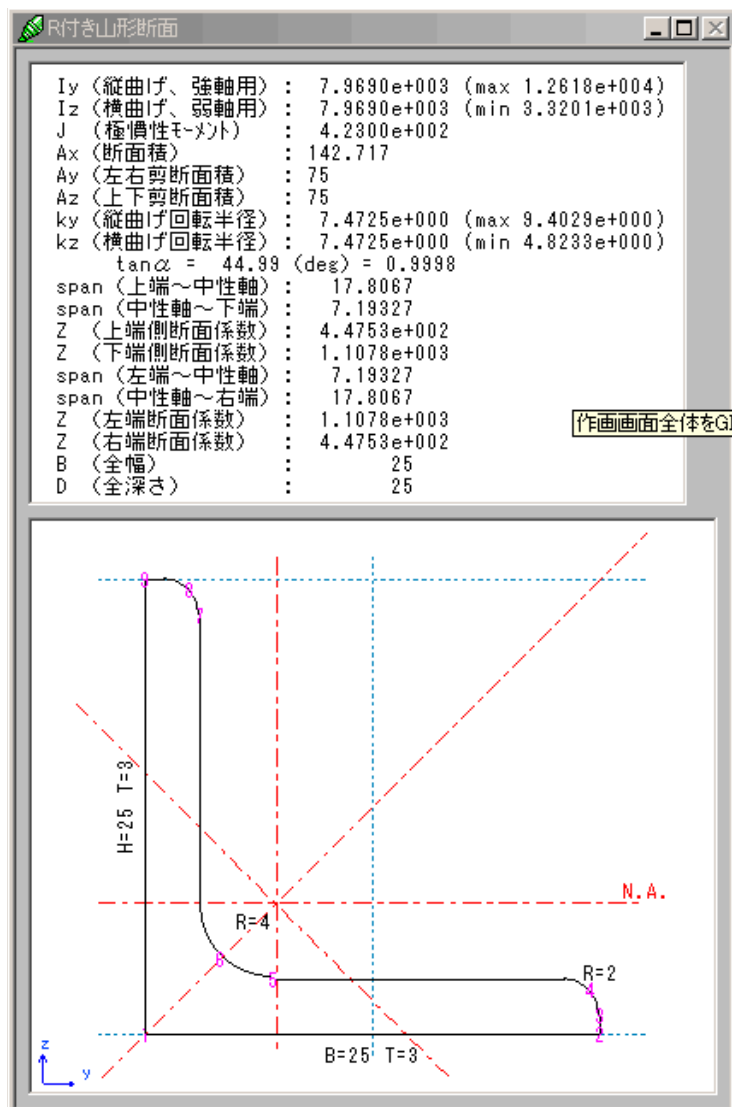


図 1 1 - 1 7
山形鋼の計算結果

1 2. 入力データファイル検索機能（任意断面 1～3 のみの機能）

入力データファイルがたくさんたまってくると、順番に見ていくだけで大変ですので、簡単にさがせるような検索機能をつけてあります。

●入力ファイル検索

入力画面にて、「ファイル」→「入力DFサーチ」メニューをクリックしてください。
次のようなダイアログが起動されます。

入力データファイル検索(モーダレス、親画面操作可)

Dir 指定 任意断面3 (*.dm3) 選択中

C:\%DnmF%Dnm3%Chk DIR サーチ

拡張子選択
☒ DM* ☐ CSV
本ボタンでファイルサーチダイアログを起動しますので、目的のディレクトリでどれかのファイルを選択すればディレクトリを取得します。

ファイル更新日範囲 00/00/00 ~ 05/07/23
西暦00/12/31 のスタイルで入力。デフォルトは本日まですべて。

サーチ用DF名先頭文字列
8キャラ以内、左ツメ入力。大、小文字区別なし。空なら制限なし。

サーチ用説明文内ワード
16バイト以内、左右スペースはカット。あいまい検索。大文字区別。空可。

検索結果 DF数 検索開始 選択ファイル読出

DF名先頭15byte 更新日 データ説明先頭24byte
親画面へ転送、クローズすればそのまま使用可

選択ファイル削除
検索結果リスト印刷

図 1 2－1 入力ファイル検索ダイアログ（初期状態）

ここで、選択条件として、

- 1) ファイルの拡張子 ——— dm*、csv でDFタイプを選択します。
(*は1～3の意味、)
- 2) ファイルの更新日範囲——— 西暦年2桁/月2桁/日2桁のスタイルで from、to 値を指定ください。
- 3) ファイル名先頭文字列——— 「et」+リターンで、「et*.csv」とかのサーチを実行します。大文字、小文字の区別なし。指定なし可。
- 4) データ説明文内一部文字列 ——— あいまいサーチします。指定なし可。
日本語スペースが入らぬように注意のこと。

を指定してから、「検索開始」ボタンをクリックください。

なお、本ダイアログは、モーダレスのため親画面も操作可能です。

●限定条件

本機能は、主画面で任意断面 1 ～ 3 を選択したときのみ利用できます。
その他の断面選択中は、メニューがディセーブルになってクリックできません。

また、任意断面 3 選択中に起動すると、任意断面 3 のデータファイルのみがサーチされます。
サーチ中にファイルの中を「覗いて」、他の断面の入力ファイルは読み捨てるようになり、リストに表示されません。

●検索例

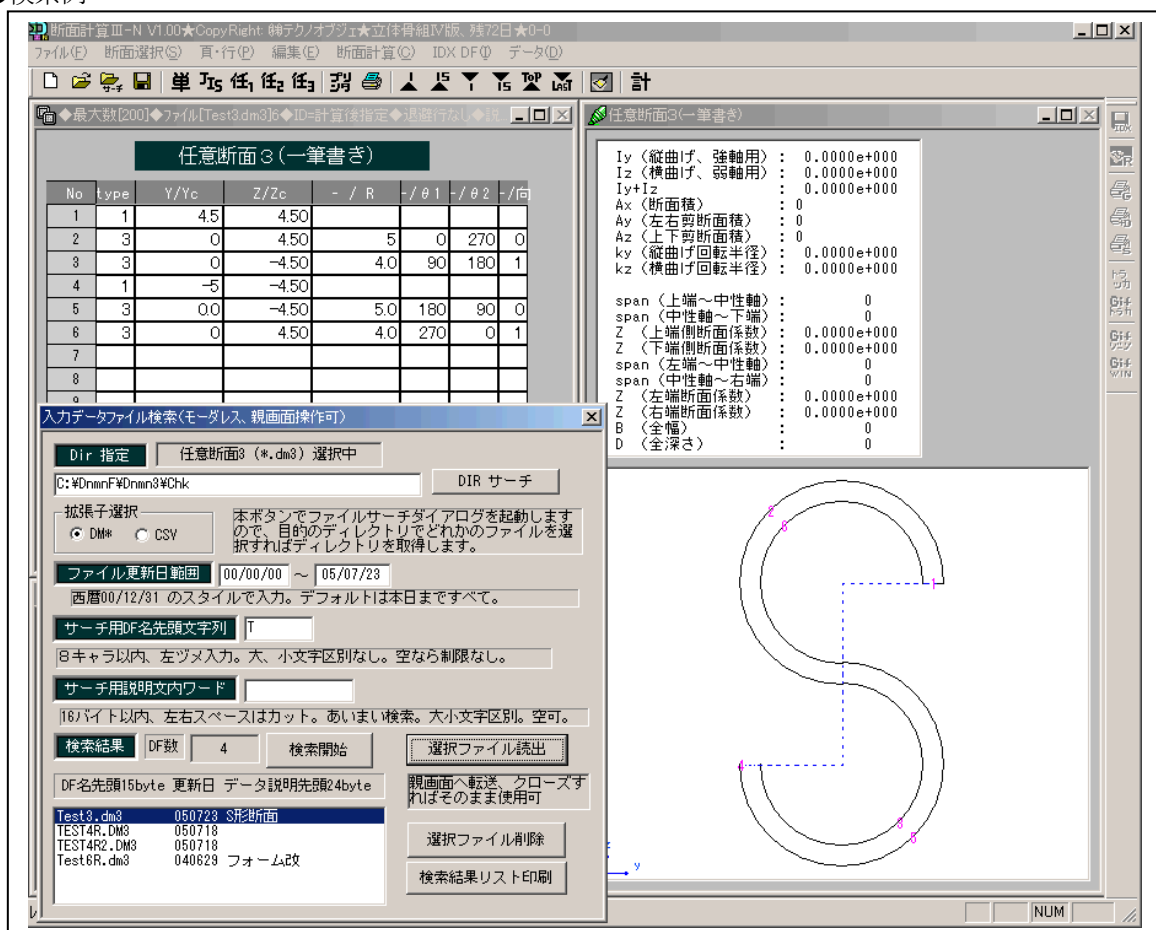


図 1 2 - 2 入力ファイル検索例 (検索後、1 ファイルの読出しを指定したところ)

検索結果は、リストボックスの中に、DF 名、更新日、データ説明（先頭部）をリスト形式で表示します。
ファイル名でソート（大文字、小文字の区別なし。）されており、日本語のファイル名があれば後ろに表示されます。
データ説明は、データを入力したときに指定した説明です。検索を容易にするためには、データ説明をつけること、ファイル名を系統的につけることを推奨します。

〔 ファイルの読出し 〕

リストボックスに表示されているファイルのいずれかをクリックすると、上図のように反転表示されますので、「選択ファイル読出し」をクリックすると、上図のように、親画面で、該当ファイルを読み出して、作画します。

次々に、ファイル選択→ファイル読出しを繰返せば、目的のファイルを見つけることができます。本ダイアログをクローズすれば、そのまま入力作業や計算に入れます。

〔 ファイルの削除 〕

同様にファイルを選択した後、「選択ファイル削除」ボタンをクリックすると、選択したファイルを削除した後、再検索を行って、結果を表示（当然、そのファイルは表示されなくなる）します。

〔 検索結果印刷 〕

「検索結果印刷」ボタンをクリックすると、リストボックスに表示している内容をファイルに書き込んだ後、印刷プログラムを起動します。

一覧表にして印刷したいときに利用ください。リストボックス表示より、もう少し詳しい内容になっており、検索が容易になります。

1 3. 傾斜軸回りの断面 2 次 M t 表出力機能 (J I S 断面、任意断面 3 のみ)

●機能

線積分を使った任意断面 3 では、特殊な断面を想定することが多く、傾いた軸回りの断面 2 次モーメントを求める必要があり、重心を通る軸を 1° ピッチで回転させて求めた I_y 、 I_z 、 k_x 、 k_y 値を表形式で印刷したり、CSV DF 出力できるようにしてあります。

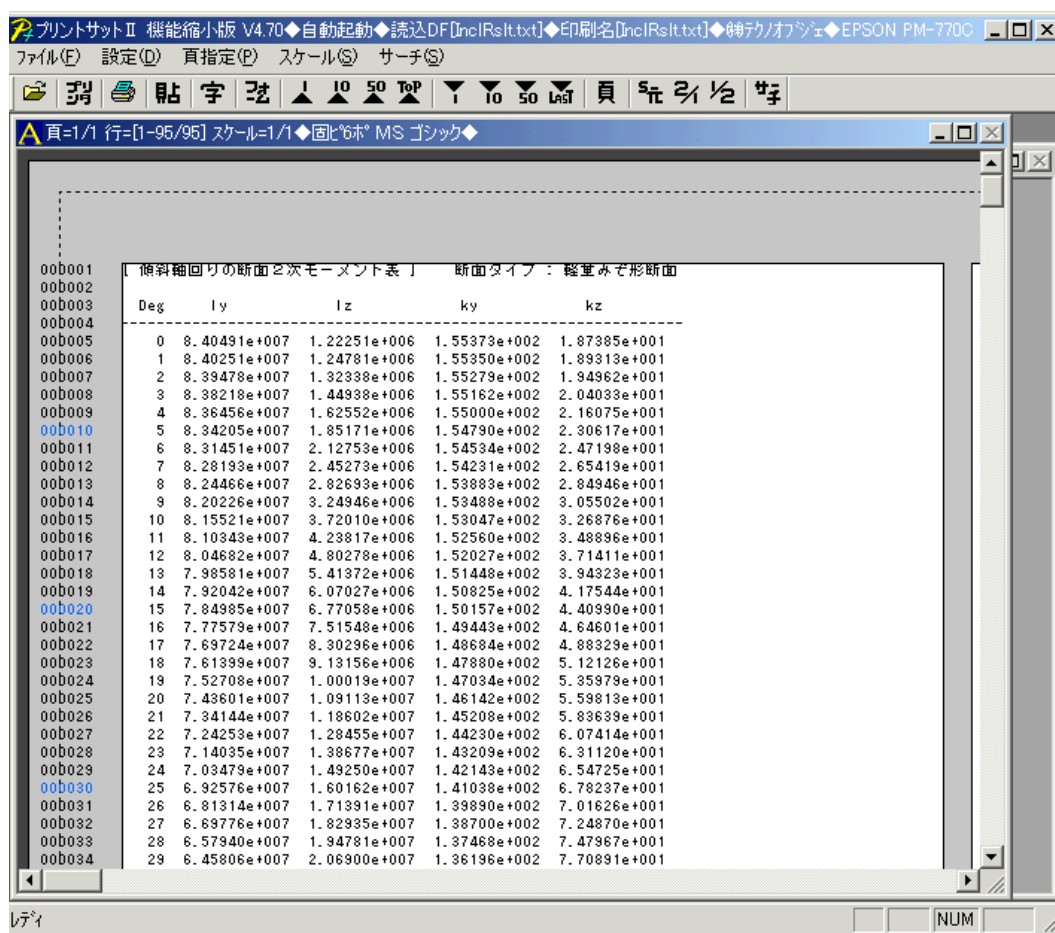
J I S 断面も線積分を使って内部計算している関係で、この機能を利用できます。

●使用法

J I S 断面、任意断面 3 を使って計算完了後、結果画面のメニューから「結果印刷」→「傾斜軸回りの I_y 、 I_z 表印刷」メニューをクリックしてください。

(このメニューは他の断面では非アクティブになっています。)

次のように印刷プログラムを起動します。



Deg	Iy	Iz	ky	kz
0	8.40491e+007	1.22251e+006	1.55373e+002	1.87385e+001
1	8.40251e+007	1.24781e+006	1.55350e+002	1.89313e+001
2	8.39478e+007	1.32338e+006	1.55279e+002	1.94962e+001
3	8.38218e+007	1.44938e+006	1.55162e+002	2.04033e+001
4	8.36456e+007	1.62552e+006	1.55000e+002	2.16075e+001
5	8.34205e+007	1.85171e+006	1.54790e+002	2.30617e+001
6	8.31451e+007	2.12753e+006	1.54534e+002	2.47198e+001
7	8.28193e+007	2.45273e+006	1.54231e+002	2.65419e+001
8	8.24466e+007	2.82693e+006	1.53883e+002	2.84946e+001
9	8.20226e+007	3.24946e+006	1.53488e+002	3.05502e+001
10	8.15521e+007	3.72010e+006	1.53047e+002	3.26876e+001
11	8.10343e+007	4.23817e+006	1.52560e+002	3.48896e+001
12	8.04682e+007	4.80278e+006	1.52027e+002	3.71411e+001
13	7.98581e+007	5.41372e+006	1.51448e+002	3.94323e+001
14	7.92042e+007	6.07027e+006	1.50825e+002	4.17544e+001
15	7.84985e+007	6.77058e+006	1.50157e+002	4.40990e+001
16	7.77579e+007	7.51548e+006	1.49443e+002	4.64601e+001
17	7.69724e+007	8.30296e+006	1.48684e+002	4.88329e+001
18	7.61399e+007	9.13156e+006	1.47880e+002	5.12126e+001
19	7.52708e+007	1.00019e+007	1.47034e+002	5.35979e+001
20	7.43601e+007	1.09113e+007	1.46142e+002	5.59813e+001
21	7.34144e+007	1.18602e+007	1.45208e+002	5.83639e+001
22	7.24253e+007	1.28455e+007	1.44230e+002	6.07414e+001
23	7.14035e+007	1.38677e+007	1.43209e+002	6.31120e+001
24	7.03479e+007	1.49250e+007	1.42143e+002	6.54725e+001
25	6.92576e+007	1.60162e+007	1.41038e+002	6.78237e+001
26	6.81314e+007	1.71391e+007	1.39890e+002	7.01626e+001
27	6.69776e+007	1.82935e+007	1.38700e+002	7.24870e+001
28	6.57940e+007	1.94781e+007	1.37468e+002	7.47967e+001
29	6.45806e+007	2.06900e+007	1.36196e+002	7.70891e+001

図 1 3-1 傾斜軸回りの断面 2 次モーメント表印刷 (印刷プログラムで自動読み出し)

このプログラムから印刷してください。

結果は、0° ~ 90° させた y、z 軸回りの断面 2 次 M t と回転半径を 1° ピッチで表にしてあります。

なお、このプログラムはかならずクローズしてください。