



## 付章 ユーザーが作成するプレートで構成された特殊断面

SPACE における鉄骨の部材断面は、現在では矩形、鋼管、角型鋼管、H 型鋼と限定されており、その他の断面形状は標準では使用できない。そこで、SPACE は、Ver. 3.3 より、プレートで構成された任意形状鉄骨断面を構造部材として利用できる方法を新たに提供する。

この断面はユーザーが独自に断面形状を設定する必要があり、本章では、その設定方法について説明する。また、この設定した断面形状から実際にこの部材をどのように利用するかについても詳細に述べることにする。

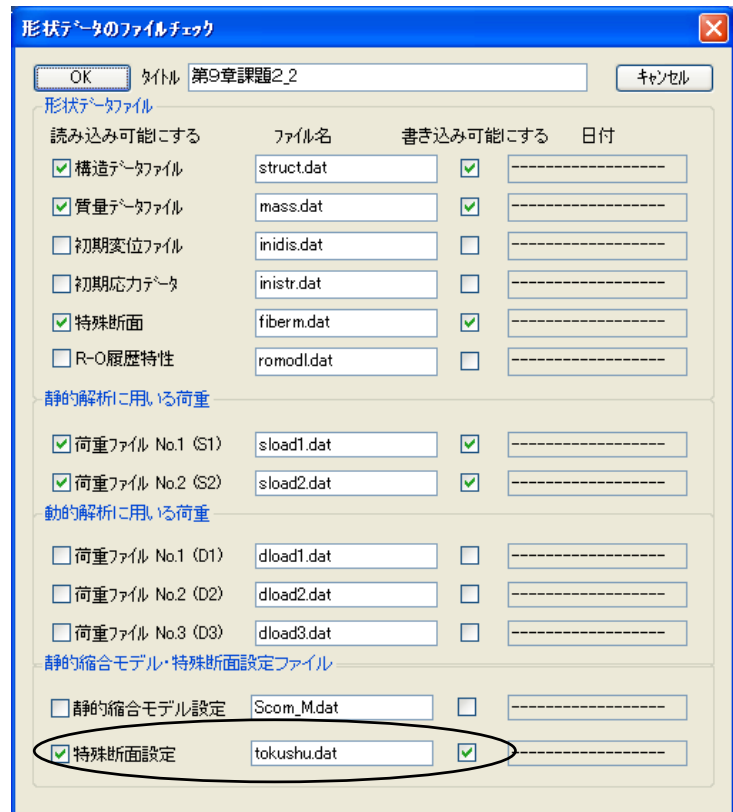
任意形状を有する特殊断面はユーザーが独自に設定し、管理することになる。この特殊断面に関する情報はファイルで管理されるため、そのファイルを SPACE システムに登録する必要がある。図付-1 に示される「形状データのファイルチェック」ダイアログにおいて、この特殊断面設定のためデータ保存用ファイルを指定する。

まず、ダイアログ下部にある特殊断面設定の読み込みと書き込みにチェックマークを入れる。次に、ファイル名称を記入する。規定値が設定されているが、理解し易く他と判別できるファイル名称を用いたほうが良い。これで、保存用ファイルの指定は終了であるが、これから説明する設定の際も、また、この特殊断面を使用する場合も、同図のように設定しておく必要がある。

この特殊断面はユーザーが独自に設定するわけであるが、その操作はモデラーで実施する。最初に、モデラーによってこの特殊断面データ用ファイルを新規作成してみよう。SPACE のメニューの「モデラー」→「骨組モデル」→「新規作成・変更」

### 付.1 はじめに

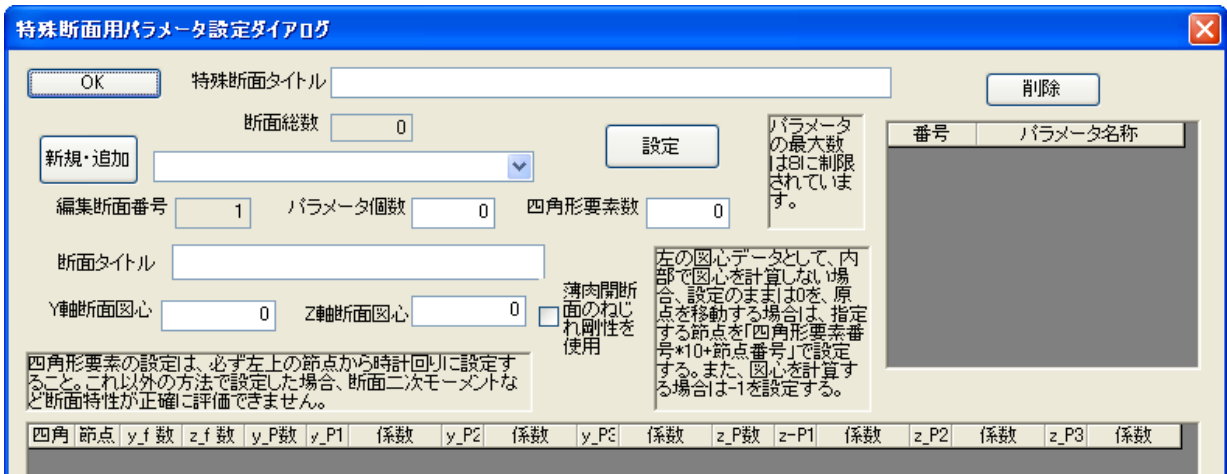
### 付.2 任意形状を有する特殊断面の設定方法



図付-1 特殊断面を保存するファイルを指定する

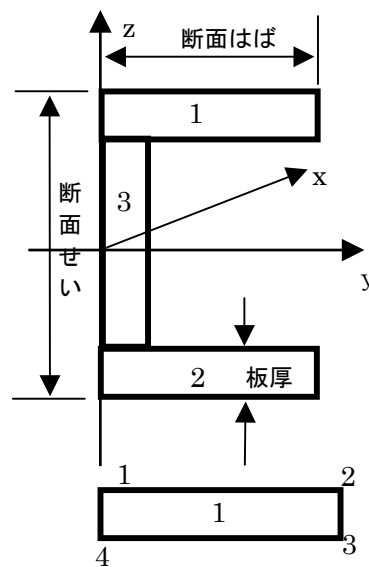
を選択するかツールチップ<sup>1)</sup> をクリックして、モデラーを起動する。

モデラーが起動し、初期設定などが終了した後、通常の画面になったところで、メニューの「設定」→「任意型特殊断面設定」を選択する。この操作で、図付-2 に示すダイアログが表示される。このダイアログを用いて、使用する特殊断面を一つひとつ設定していくことになる。



図付-2 特殊断面作成ダイアログ

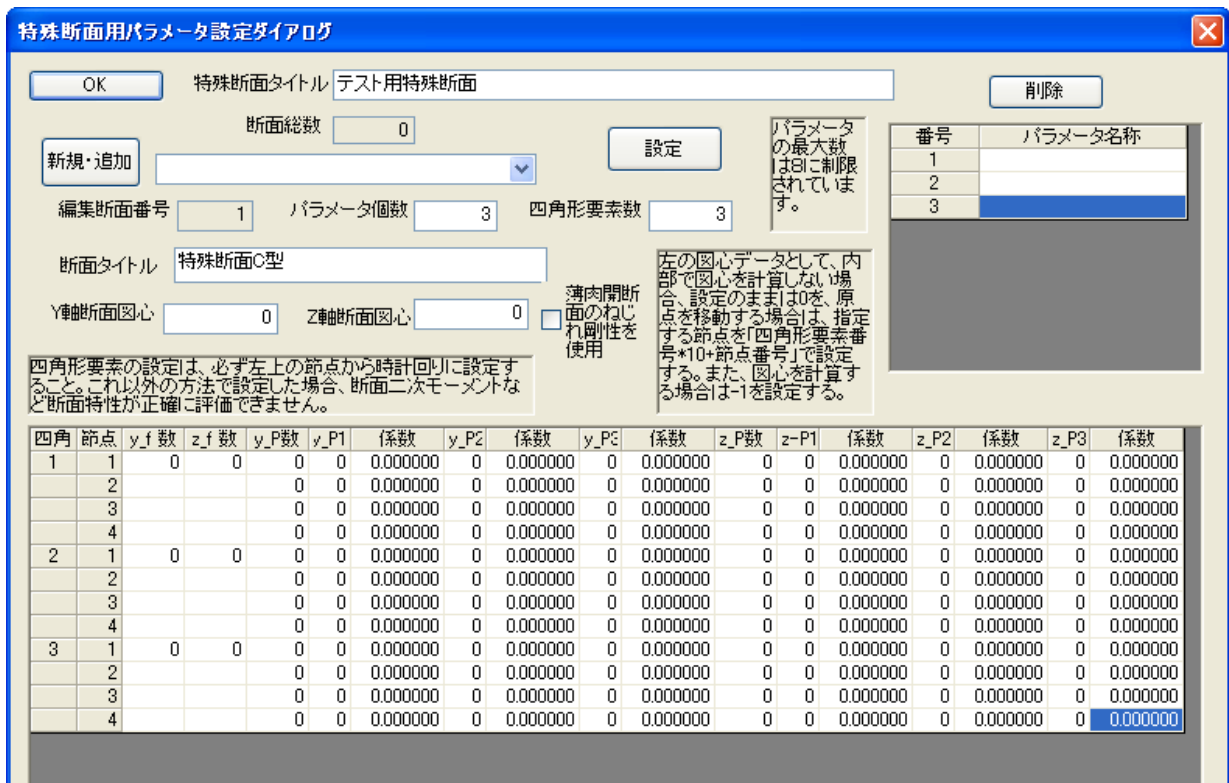
断面を設定する前に、図付-3 に示すように特殊断面に関する設計図を用意する。例として用いた断面はC型断面であり、図のように3つの四角形要素で構成されている。図の原点は図芯位置を用いるが、断面の形状によっては図芯位置が確定できない場合がある。その際は、例えば断面 y 軸の図芯は断面決定後に計算するものとし、図のような座標軸を用いて断面を設定する。3つの四角形要素内の数値は要素番号を表し、各要素の節点番号は図の下に示すように左上を1番とし、時計回りに割り付ける。各節点の座標は代表パラメータを用いて求められる。代表パラメータは実際の断面形状を設定する際に数値が代入され、結果、断面形状が計算されることになる。この断面では3つのパラメータを使用しており、図に示すように「断面はば、断面せい、及び板厚」である。



図付-3 C型断面の設計図

次に、このように設計したC型断面を例として特殊断面データを設定してみよう。まず、図付-4 に示すようにダイアログ上部にある特殊断面タイトルを記入する。このタイトルは、このファイルに含まれる特殊断面全体の表題であり、内容が分かるように記述する。また、一つ目の特殊断面として、断面のタイトルを記述する。ここでは、「特殊断面C型」とする。このタイトルは、実際に断面を設定する際、

断面を選択するメニューとなる。次に、断面を決定するためのパラメータの数と四角形要素数を記入する。この例では、パラメータは3であり、また四角形要素も3である。これらの設定が終了し、入力領域を移動すると、図付-4のように、ダイアログ右側に3つのパラメータ名称入力領域とダイアログ中央より下に断面要素の詳細な設定項目が、共に表形式で指定した3要素分、初期設定されて表示される。なお、このパラメータの最大数は8に制限されている。



図付-4 特殊断面作成その1

次に、断面の図心位置について説明しよう。断面性能を計算するために、断面の原点を図心位置にとる。また、図心位置は断面タイトル下のY軸断面図心とZ軸断面図心の入力領域で別々に設定する。設定方法は3種あり、いずれの方法を選択しても良い。最初は、設定時に断面の図心位置が分かっている場合、パラメータを具体的に入力する際、原点を移動しない場合である。このとき、パラメータは0とし、ダイアログ下で設定した要素節点の座標位置がそのまま使用されることになる。第2番目は、これも断面の図心位置が分かっている場合で、図付-3に示す設計図の内部要素の節点番号で指定する。この場合は、表で設定した内部節点座標を、ここで指定する節点を原点とするように移動する。原点とする内部節点の指定方法は、「内部要素番号\*10+内部節点番号」である。

最後は、パラメータ数値が入力されてから図芯位置が決定する場合であり、指定方法は図芯パラメータとして-1 を記入する。これらについては、ダイアログ内に記述されており、そちらを参照して設定すれば良い。例の断面では、z 軸方向の図芯は断面中心であり、y 軸方向は実際にパラメータが設定された後に決定される。そこで、図付-5 のように、y 軸と z 軸のパラメータ入力域に、-1 と 0 をセットする。

**特殊断面用パラメータ設定ダイアログ**

OK 特殊断面タイトル テスト用特殊断面 削除

断面総数 0 設定

新規・追加 [ ]

編集断面番号 1 パラメータ個数 3 四角形要素数 3

断面タイトル 特殊断面C型

Y軸断面図心 -1 Z軸断面図心 0  薄肉開断面のねじれ剛性を使用

パラメータの最大数は既に制限されています。

左の図心データとして、内部で図心を計算しない場合、設定のままは0を、原点を移動する場合は、指定する節点を「四角形要素番号\*10+節点番号」で設定する。また、図心を計算する場合は-1を設定する。

| 番号 | パラメータ名称 |
|----|---------|
| 1  | 断面おぼ B  |
| 2  | 断面せい    |
| 3  | 板厚 t    |

四角形要素の設定は、必ず左上の節点から時計回りに設定すること。これ以外の方法で設定した場合、断面二次モーメントなど断面特性が正確に評価できません。

| 四角 | 節点 | y_f 数 | z_f 数 | y_P数 | y_P1 | 係数       | y_P2 | 係数       | y_PC | 係数       | z_P数 | z-P1 | 係数        | z_P2 | 係数        | z_P3 | 係数       |
|----|----|-------|-------|------|------|----------|------|----------|------|----------|------|------|-----------|------|-----------|------|----------|
| 1  | 1  | 10    | 1     | 0    | 0    | 0.000000 | 0    | 0.000000 | 0    | 0.000000 | 1    | 2    | 0.500000  | 0    | 0.000000  | 0    | 0.000000 |
|    | 2  |       |       | 1    | 1    | 1.000000 | 0    | 0.000000 | 0    | 0.000000 | 1    | 2    | 0.500000  | 0    | 0.000000  | 0    | 0.000000 |
|    | 3  |       |       | 1    | 1    | 1.000000 | 0    | 0.000000 | 0    | 0.000000 | 2    | 2    | 0.500000  | 3    | -1.000000 | 0    | 0.000000 |
|    | 4  |       |       | 0    | 0    | 0.000000 | 0    | 0.000000 | 0    | 0.000000 | 2    | 2    | 0.500000  | 3    | -1.000000 | 0    | 0.000000 |
| 2  | 1  | 10    | 1     | 0    | 0    | 0.000000 | 0    | 0.000000 | 0    | 0.000000 | 2    | 2    | -0.500000 | 3    | 1.000000  | 0    | 0.000000 |
|    | 2  |       |       | 1    | 1    | 1.000000 | 0    | 0.000000 | 0    | 0.000000 | 2    | 2    | -0.500000 | 3    | 1.000000  | 0    | 0.000000 |
|    | 3  |       |       | 1    | 1    | 1.000000 | 0    | 0.000000 | 0    | 0.000000 | 1    | 2    | -0.500000 | 0    | 0.000000  | 0    | 0.000000 |
|    | 4  |       |       | 0    | 0    | 0.000000 | 0    | 0.000000 | 0    | 0.000000 | 1    | 2    | -0.500000 | 0    | 0.000000  | 0    | 0.000000 |
| 3  | 1  | 1     | 10    | 0    | 0    | 0.000000 | 0    | 0.000000 | 0    | 0.000000 | 2    | 2    | 0.500000  | 3    | -1.000000 | 0    | 0.000000 |
|    | 2  |       |       | 1    | 3    | 1.000000 | 0    | 0.000000 | 0    | 0.000000 | 2    | 2    | 0.500000  | 3    | -1.000000 | 0    | 0.000000 |
|    | 3  |       |       | 1    | 3    | 1.000000 | 0    | 0.000000 | 0    | 0.000000 | 2    | 2    | -0.500000 | 3    | 1.000000  | 0    | 0.000000 |
|    | 4  |       |       | 0    | 0    | 0.000000 | 0    | 0.000000 | 0    | 0.000000 | 2    | 2    | -0.500000 | 3    | 1.000000  | 0    | 0.000000 |

図付-5 特殊断面作成その2

次に、ねじり剛性に関する設定を行う。拘束のない薄肉開断面の部材がせん断中心のまわりにねじられる場合、すなわちサンプナンのねじりの場合、あるいは、同部材で材端が拘束される場合では、薄肉閉断面に比較して極端にねじり剛性が小さくなる。このような断面部材では、サンプナンのねじり剛性もしくはワグナーの剛性を用いる必要がある。しかし、SPACE では一般にねじり剛性は断面極二次モーメントを使用しているため、不適切な剛性が設定されることになる。

実際に、このダイアログには図芯設定項目の横に、「薄肉開断面のねじり剛性を使用」という項目があるが、ここではダミーとなっており、

Ver. 3.50 以降では、薄肉開断面のねじり剛性は、サンプナンのねじり剛性を用いており、適切な値を使用している。詳細は、「SPACE で学ぶ構造力学 静的解析編」を参照されたい。

現在の Ver. 3.31 では、ねじれ剛性として断面極二次モーメントを計算し、使用している。そのため、薄肉開断面ではねじれ剛性が過大に評価されることになり、弾性部材の曲げ剛性を適切な値に変更する必要がある。また、断面のせん断中心と図芯位置が異なると、断面をねじるような荷重がなくても、曲げねじれ挙動が生じることになる。SPACE ではこれらの挙動を考慮していないため、このような断面を用いると実際の挙動と異なる結果が得られることになる。これらのことを十分に理解したうえで、特殊断面を作成し、利用していただきたい。

話を元に戻して、実際に特殊断面の設定方法について述べる。図付-4 に示されるように断面決定用パラメータを 3 としていることから、ダイアログ右側にパラメータ名称を記入する項目が 3 つ表示される。この断面の形状を決定するためのパラメータは、図付-3 で設計した 3 つであり、図付-5 のようにその名前を順に名称項目に記入する。実際に断面を設定する際に、この名前が使用されるため理解し易い名称にすべきである。

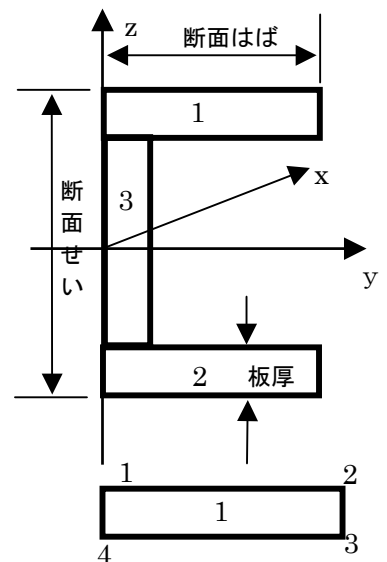
最後に、ダイアログ下部の表を設定しよう。この表は設計した断面の形状を設定するためのもので、断面は四角形要素に分解されている。まず、この表の構造から理解しよう。表の左端では四角形の要素番号が示されており、この例では 3 要素となっている。隣の節点は当該四角形要素の内部節点を表す。またその隣の「y\_f 数」と「z\_f 数」は、その方向のファイバー分割数を表す。それ以後は、当該内部節点の座標を決定するための項目が並んでおり、y 方向座標と z 方向座標に分割して入力することになる。

図付-6 の断面を例に表の設定法を示す。表の左端には、四角形の要素番号が示されており、この例では 3 要素となっている。一つ目の四角形要素は図付-6 の 1 要素であり、四角形要素の内部節点が 1 から 4 となっている。ファイバー分割数は、この要素が横に長いことを考慮して、y 方向には 10 分割、z 方向には 1 分割としている。この値はファイバー断面分割数の既定値となり、実際にファイバー断面を設定する際には変更できないので注意されたい。

次に、各要素の内部節点の設定方法について説明する。内部節点は、y 座標と z 軸座標に分けて設定し、次式で計算する。

$$\begin{aligned} \text{座標値} = & \text{設定用パラメータ 1 の値} * \text{係数 1} + \text{設定用パラメータ 2 の値} * \text{係数 2} \\ & + \text{設定用パラメータ 3 の値} * \text{係数 3} \end{aligned}$$

座標値はパラメータと係数で計算され、上式のように 3 つ以内のパラ



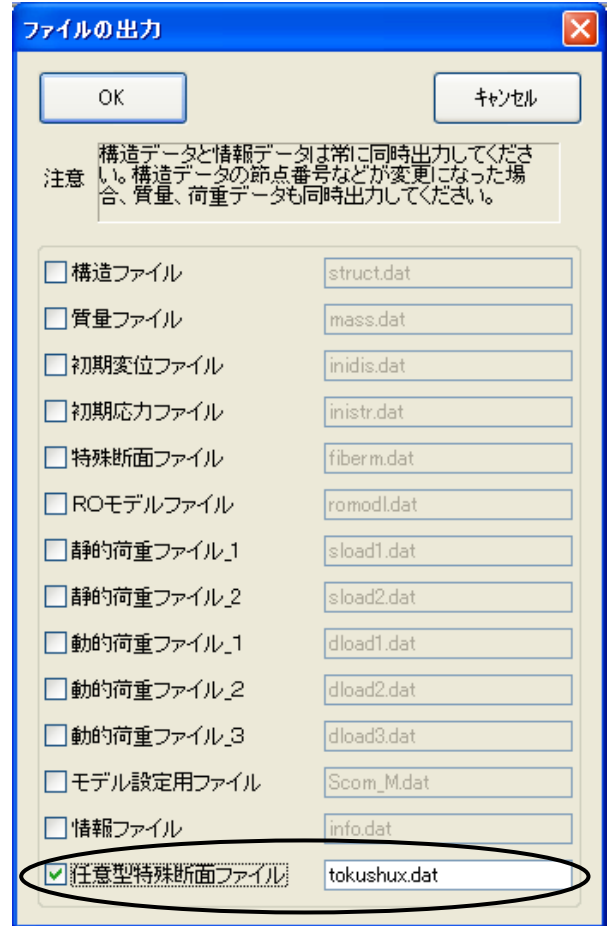
図付-6 C型断面の設計図

メータで求める。図付-5 に示すように要素番号 1 の内部節点 1 で、y 座標は 0 であり、設定用パラメータの値に依存しないため、y 座標を設定するパラメータ数「y\_p 数」は 0 とする。その隣の「y\_P1」と「係数」は一对のパラメータであり、以下の 2 対と共に、ここでは全て 0 である。次に、この内部節点の z 座標は、設定用パラメータのひとつで決定されるため、「z\_p 数」は 1 とする。その隣の「z\_P1」と「係数」は、断面せい D の 1/2 で計算されるため、各々、パラメータ番号 2 と値 0.5 となる。「z\_p 数」を 1 としているため、以降のパラメータは全て 0 となる。

次に、要素番号 1 の内部節点 3 について検証しよう。内部節点 3 の y 座標は、断面のはばで決定されるため、「y\_p 数」は 1 となり、「y\_P1」と「係数」は、1 と 1.0 となる。同じく、z 座標は、少し面倒であるが、この値は、 $(0.5 \times \text{断面せい } D - \text{板厚 } t)$  で求められるため、「z\_p 数」は 2 とする。実際の値は、「z\_P1」と「係数」として、2 と 0.5 また、「z\_P2」と「係数」として、3 と -1.0 とする。

全データの設定を終了した後、図付-5 のダイアログ上部にある「設定」ボタンを押す。この操作で、入力した特殊断面データが設定されたことになる。続いて、次の断面を設定する場合は、ダイアログ左の「新規・追加」ボタンを押す。編集断面番号が 2 となり、図付-2 の断面設定初期画面となる。一方、これで設定を終了する場合は、「OK」ボタンを押せば良い。

設定操作が全て終了すれば、後はファイルに出力することになる。モデラーのメニューで「ファイル」→「ファイルへの出力」を選択すると、図付-7 に示すファイルの出力ダイアログが表示される。ここで、図の丸印で囲われた「任意型特殊断面ファイル」にチェックを記入し、後は「OK」ボタンを押すことで、設定した情報がファイルに出力されることになる。

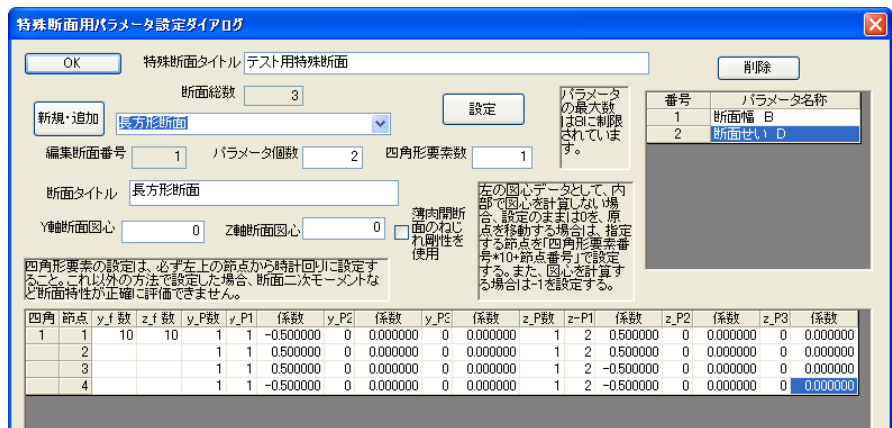


図付-7 特殊断面データをファイルに出力する

任意型特殊断面ファイルの更新・追加は、新規作成と同様の操作で行うことができる。既に、保存されている任意型特殊断面ファイルを図

### 付.3 任意形状有する特殊断面データの更新と追加

10-1 で指定する。モデラーを起動した後、メニューで「設定」→「任意型特殊断面設定」を選択すると、図付-8 のように特殊断面用パラメータ設定ダイアログが表示される。このダイアログは、新規作成と同じダイアログであり、図上部の断面総数欄には、現在このファイル



図付-8 特殊断面データの更新・追加ダイアログ

内で管理している特殊断面の総数が表示されている。この登録されている断面の内容を変更する場合は、まず、断面総数欄の下の断面選択メニューで該当する断面を選択する。このメニューに表示される断面名称は、登録されている断面の断面タイトルであり、これらは使用者が断面タイトル欄で入力した情報を用いている。メニューで該当する断面が選択されると、図付-9 のように当該の断面情報が表示される。また、新たに特殊断面を追加したい場合は、「新規・追加」ボタンを押す。



図付-9 変更用特殊断面を選択する

このダイアログで、データを変更した後、この変更情報を登録する場合は、ダイアログ右上の「設定」ボタンを押す。これでダイアログに表示されているデータが更新されることになる。この設定ボタンを押さずに他の断面に移ると、そこで変更した断面に関する情報は無視されることになる。変更・設定が終了すると、「OK」ボタンをして特殊断面設定システムを終了する。後は、図付-7 で示すファイル出力ダイアログを呼び出し、変更した情報をファイルに出力して特殊断面データを更新する。この操作を行わずモデラーを終了すると、変更した情報が無視されることになる。従って、特殊断面データを変更した場合は、ファイルに出力し、内容を更新する必要がある。



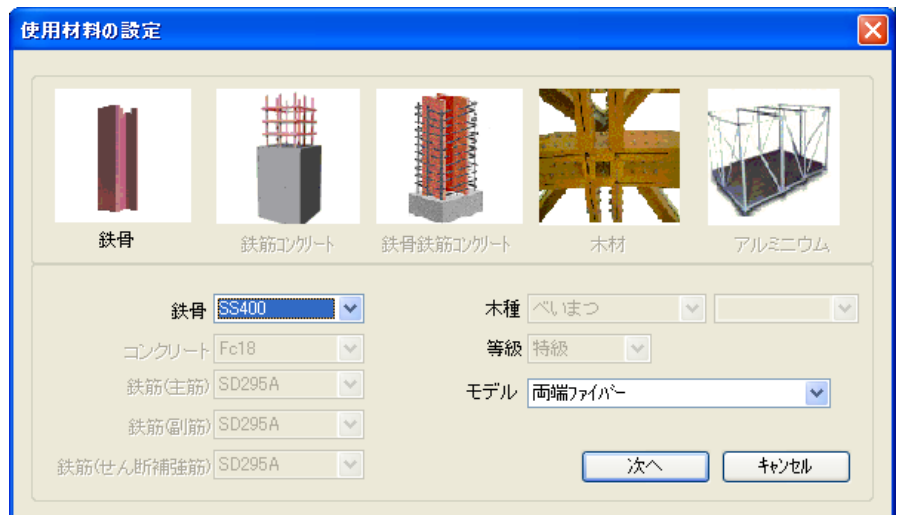
本節では、設定した特殊断面をどのように利用し、また具体的にこれらの特殊断面を如何に用いるかについて説明する。

まず、モデラーを起動し<sup>2)</sup>、ツールチップ<sup>3)</sup>をクリックして部材モデル設定システムを呼び出す。無論、解析モデルの新規作成では、最初にこの部材モデル設定システムが呼び出され、図付-10 の使用材料の設定ダイアログが表示される。ここで、鉄骨を指定し、続いて鉄骨の使用材料をプルダウンメニューより選択する。部材モデルはダイアログ右下のメニューより選択するわけであるが、ここでは一般的に良く用いられる両端ファイバーモデルを選択しよう。

「次へ」ボタンを押すと、図付-11 に示す鉄骨の材料断面・設定ダイアログが表示される。ここでは、設定しようとしている部材に符号を付けることから始める。次に、この部材が主に使用される部位を選択する。これらの設定方法は他の部材モデルと同じであり、特殊部材モデルではここから異なることになる。

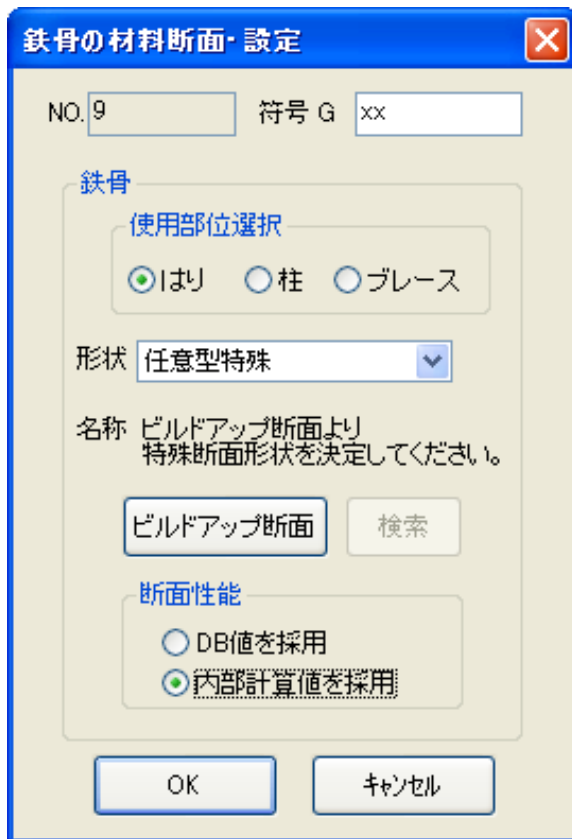
まず、部材モデルの断面形状を選択するプルダウンメニューで「任意型特殊」を選択する。この選択で名称部分は、「ビルドアップ断面より特殊断面形状を決定してください」という表示に変化する。そこで、「ビ

付.4 任意形状有する特殊断面の使用法



図付-10 使用材料の設定ダイアログ





図付-11 鉄骨の材料断面・設定ダイアログ

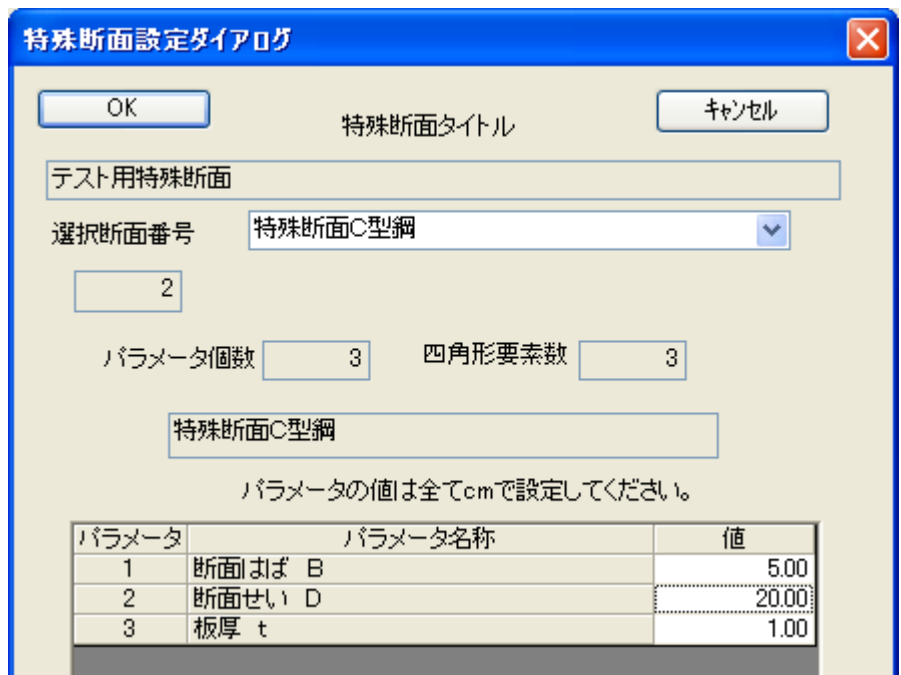
「ビルドアップ断面」ボタンを押すと、図付-12 に示すダイアログが表示される。

特殊断面設定ダイアログで、先にファイルに出力した特殊断面情報を使用して、実際の特殊断面形状を設定する。ダイアログ上部の特殊断面タイトルには、図付-5 で入力したタイトルが表示されており、このタイトルで適切な特殊断面ファイルを用いているか否かをチェックする。

次に、選択断面プルダウンメニューを用いて、ファイルに登録されている特殊断面の内から設定しようとする断面を選択する。この断面メニューの名称

は、図付-5 で登録した断面タイトルが利用されている。断面が選択されると、この断面に関する設定情報がダイアログに表示される。これらは選択断面番号、断面を設定するためのパラメータ個数、断面の四角形要素数、断面タイトルである。

特殊断面に関する情報を確認した後、ダイアログ下部に表示されている表中のパラメータを設定する。パラメータの名称に従って、その右の欄の値を入



図付-12 特殊断面設定ダイアログ

| モデル | 符号     | 名称                    | 材種 | 種別     | 形状    | 断面番号1 | 断面番号2 | 断面番号3 |
|-----|--------|-----------------------|----|--------|-------|-------|-------|-------|
| 1   | 11 G01 | H-300.0×300.0×10.0×15 | S  | SS400  | H形鋼   | 1     | 1     | 0     |
| 2   | 11 C22 | TD-300.0×600.0        | S  | BCR295 | 任意型特殊 | 2     | 2     | 0     |
| 3   | 11 C33 | TD-300.0×600.0        | S  | BCR295 | 任意型特殊 | 3     | 3     | 0     |
| 4   | 11 G22 | H-175×90×5×8          | S  | BCR295 | H形鋼   | 4     | 4     | 0     |
| 5   | 11 C44 | TD-100.0×300.0        | S  | BCR295 | 任意型特殊 | 5     | 5     | 0     |
| 6   | 11 C55 | TD-400.0×800.0        | S  | BCR295 | 任意型特殊 | 6     | 6     | 0     |
| 7   | 12 G03 | □-400×400×12 r30      | S  | BCR295 | 角形鋼管  | 7     | 7     | 7     |
| 8   | 12 G04 | ○-500×25              | S  | BCR295 | 鋼管    | 8     | 8     | 8     |
| 9   | 11 Gxx | TD-50.0×200.0         | S  | SS400  | 任意型特殊 | -9    | -9    | 0     |

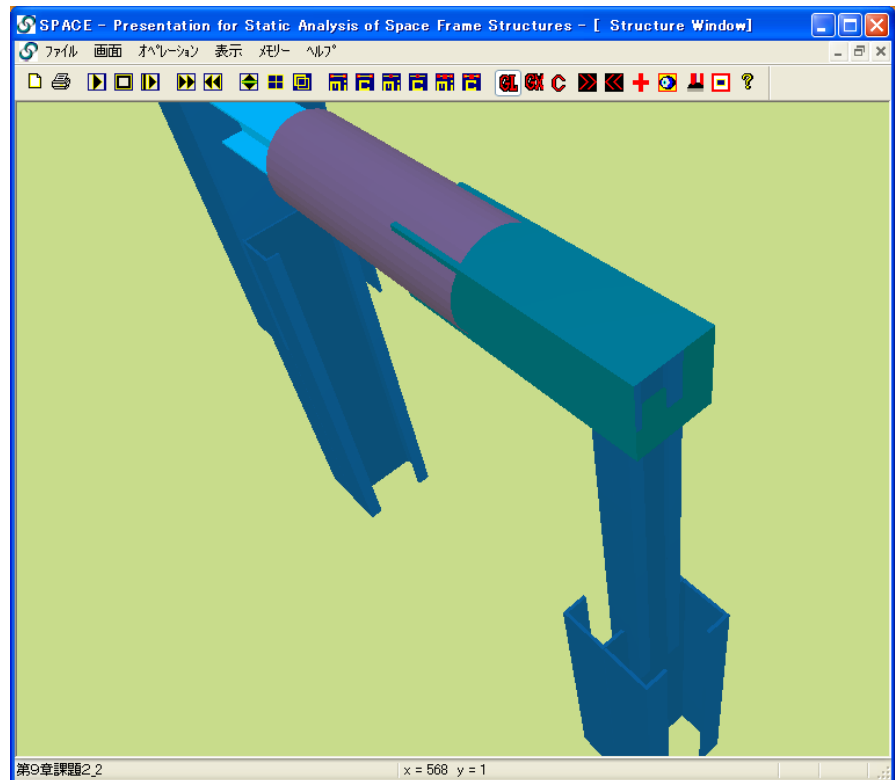
図付-13 新たに設定した特殊断面による部材

力する。システムはこのパラメータの値を用いて断面内の内部節点の座標を計算し、断面全体の形状を決定する。

特殊断面のパラメータを全て設定し、「OK」ボタンを押すと特殊断面が設定されたことになる。この操作で、制御が図付-13に示すダイアログが表示され、図中の下部には、上で設定した部材名称が示されている。丸印で示されている部材が新規に設定した部材であり、部材番号は9となっている。また、部材モデルは両端ファイバーモデルであるため、11と表示され、符号は先のダイアログで設定した記号が表示される。また、名称は自動的に作成され、ここでは「TD-50.0x200.0」となっている。この記号のTDは特殊断面であることを表し、50と200は単位がmmの断面はばとせいを表す。また、断面番号には、-9が表示されており、

この値は登録されている断面番号を示し、負符号は未だファイバー断面が作成されていないことを意味する。そこで、ダイアログ右側の「特殊断面作成」ボタンを押し、ファイバー断面を作成する。この操作はSPACEが提供しているH型鋼や鋼管と同様である。

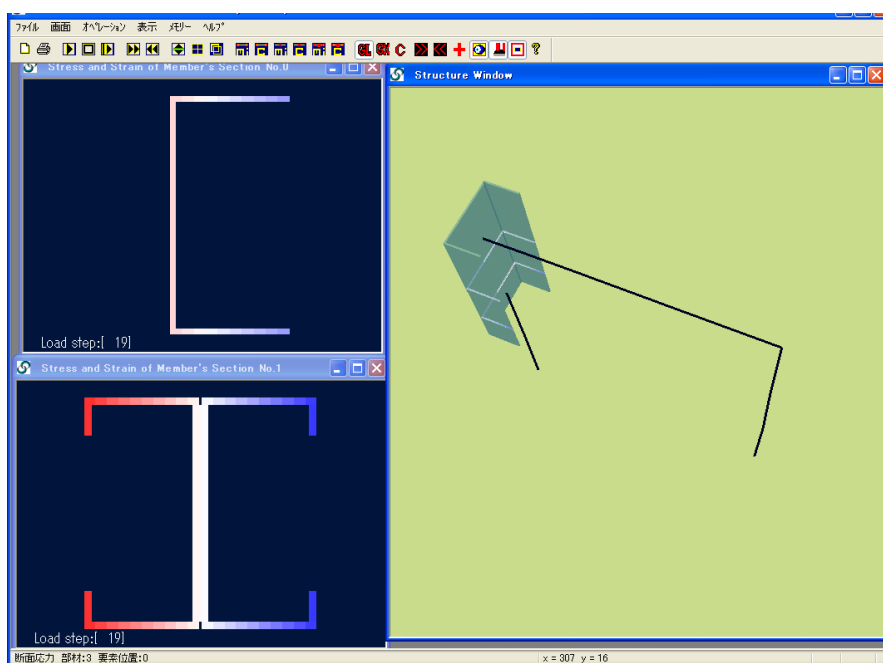
先に述べたように、薄肉開断面では、ねじれ剛性を適切に評価していない場合がある。従って、図付-13のダイア



図付-14 使用者が設定した特殊断面のソリッド表示

ログ右の「変更・削除・復帰」ボタンを押して、該当する部材のなじり剛性を変更する必要がある。これらの変更方法は第 3.5.2 節を参照されたい。

以上で、使用者が設定した特殊断面を用いて、部材モデルの作成方法を説明した。このように特殊断面を設定することで、静的・動的プレゼンター、あるいは、他のシステムでも骨組のソリッド表示を行うと、任意に作成した断面形状が表示される。図付-14 には、特殊断面として設計したリップ溝形鋼 2 枚組の柱と C 型鋼の柱のソリッド表示が見られる。さらに、図付-15 には、使用者が設定した任意形状のファイバー断面の応力状態も同様に表示されることになる。



図付-15 使用者が設定した特殊断面のファイバー断面の応力表示