



第 11 章 ファイバー (ファイバー断面の作成・編集) (Ver.3.00)

11.1 はじめに

SPACE システムでは、弾塑性解析において部材の塑性状態を表すモデルとして主にファイバー要素を用いる。ファイバー断面の作成は、苦勞が多く、しかもエラーが生じ易い。そこで、SPACE ではファイバー断面を間違いなく作成でき、SPACE の仕様に従ったファイルを出力するツールを用意した。このツール名をファイバーと呼ぶ。このモジュールを利用すれば、ファイバー断面を容易に作成・編集ができる。ここでは、このモジュールの取り扱いについて説明する。

このモジュールは、SPACE で使用できるファイバー部材のデータを作成・編集するために、簡易なユーザーインターフェイスを提供する。

SPACE Ver3.00 では、利用可能な断面として、以下のものが登録されている。

- 鋼管
- H 型鋼
- 角型鋼管
- 長方形断面(コンクリート)

また、ファイバー要素の履歴モデルは、以下のものが登録されている。

- バイリニア型
- 非対称トリリニア型 (現在使用不可)
- コンクリート トリリニア型
- コンクリート 曲線型 (将来拡張予定)

11.2 SPACE で使用 されているファイ バー断面

ファイバーの起動は、SPACE のメニューから[モデラー]→[ファイバーの作成]を選択する。特殊断面ファイルが存在し、読み込み可能状態である場合、自動的にそのファイルがオープンされ、システムに読み込まれる。その後の作業はこのファイルに対して行うことになる。

このモジュールが起動すると、以下のような画面が表示され、作業が開始されることになる。

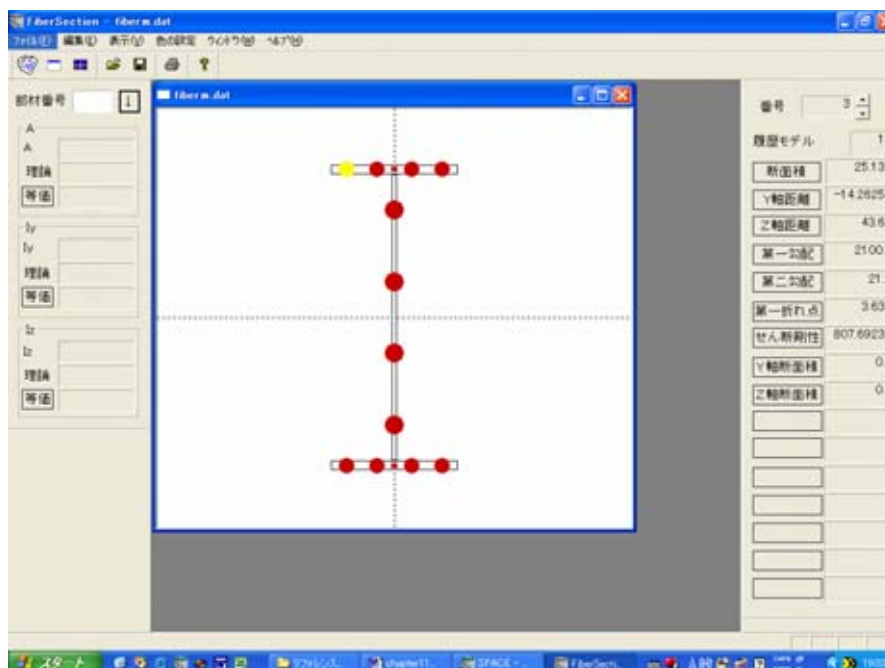


図 11-1 起動画面

ファイバーを実行したままの状態、他のファイバーファイルを読み込むためには、次の手続きを行う。まず、メニュー画面より[ファイル]→[開く] を選択する。

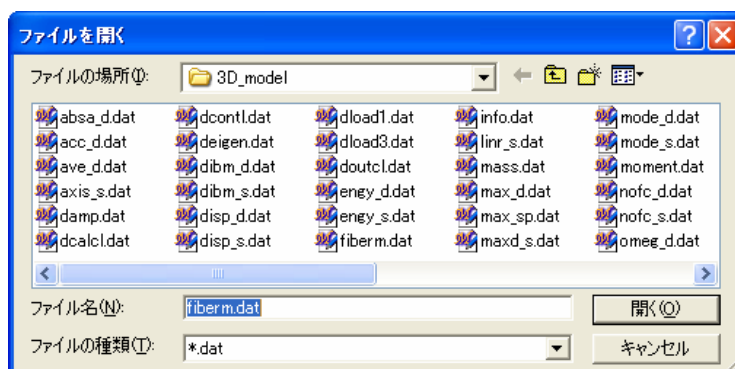


図 11-2 ファイルを開く

11.3 基本操作

11.3.1 ファイバーの起動

11.3.2 データの読み込みと保存

次に、ファイル選択画面が現れるので、ファイバーファイルを選択し、[開く]ボタンを押す。作業を終えたファイバーデータファイルの保存は、次の手順を実行する。メニュー画面より [ファイル]→[名前をつけて保存] を選択すると、次の画面が表示される。

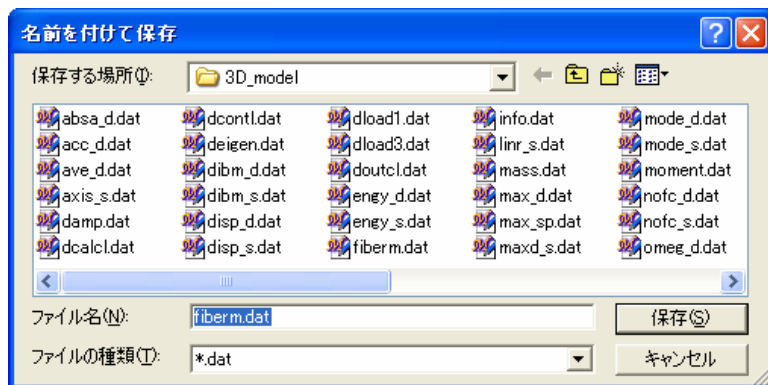


図 11-3 ファイルへ保存

ファイル名を書き込んだ後、[保存]ボタンを押すことにより、データを保存する。

表示されている断面の大きさが適当でないとき、断面の大きさを変える機能を有している。断面が表示されている状態で、画面上でマウスの左ボタンを押しながら、左右に移動させると断面は拡大・縮小する。この機能を用いて断面の大きさを適切に設定する。無論、断面を変更しても、断面の寸法は相対的に正しくなっている。

11.3.3 断面を拡大・縮小する

断面表示画面がアクティブになっている状態で、ホイールをまわすと、表示される部材が順番に変わる。表示されている部材番号は、現在図示されている部材の番号である。また、逆に断面番号を入力し、右側のボタンを押すことで、該当する断面を表示する方法もある。

11.3.4 断面の表示を変える

任意のファイバー断面が表示されている状態で、番号の右側にあるスピンボタンをクリックするか、グラフ表示画面がアクティブになっている状態でホイールをまわすと、表示するファイバー要素が順番に変化する。

11.3.5 ファイバー要素を変える

ファイバーに付随するツールバーを図 11-4 に示す。ツールバーとは、ショートカットキーであり、メニューなどの替わりをはたすもので、簡単に利用できる便利なツールである。このモジュールが持っているツールバーについて以下に解説する。



図 11-4 ツールバー

ツールバー内のボタンの機能は、図の左から順次、次の通りである。

- 1) ドキュメント：新しいドキュメントを開く。
- 2) ビュー：断面を表示するウインドウを作成する。
- 3) グラフビュー：グラフを表示させるウインドウを作成する。
ただし、グラフビューは1つしか開けない。
- 4) 開く：ファイルを開く（本章第 3.2 節参照）。
- 5) 保存：ファイルに保存する（本章第 3.2 節参照）。
- 6) 印刷：現在使用できない。
- 7) ヘルプ：バージョン情報を表示する。

部材詳細ダイアログバー(デフォルトで画面の左側に表示されるモーダルダイアログ)はファイバーデータから諸断面定数を計算し、その結果を表示する。ここでは、断面に関する理論値と断面をファイバーに分割して求めた値を比較することができる。

次に示す断面定数の理論値と等価断面定数が計算され、表示される。

A : 断面積
Iy : y 軸周り断面二次モーメント
Iz : z 軸周り断面二次モーメント

理論： 断面形状から算出した断面定数。

等価： SRC など弾性係数が断面内で一様でない場合に、弾性係数を考慮して算出し、その値に対し弾性係数を一様としたときと等価な断面定数。

算定値の計算式は、付録 11-B を参照のこと。

11.4 ウインドウの 使用法

11.4.1 ツールバー の種類とその機能

11.4.2 部材詳細 ダイアログバー

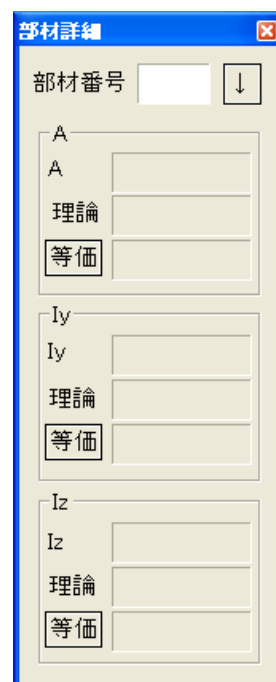


図 11-5 部材詳細ダイアログ

ファイバー詳細ダイアログバー(デフォルトでは画面の右側に表示されるモーダルダイアログ)は、断面を形成するファイバーのデータを表示する。ダイアログの中の番号は、現在選択されているファイバー要素番号を表し、また履歴モデルには、次に示す履歴モデルの型番号が示される。

1. バイリニア型
2. 非対称トリリニア型
3. コンクリート トリリニア型

ダイアログ中における各々のパラメータの意味は、第4章のファイバー仕様を参照されたい。

次に、ファイバー用のデータを編集する場合であるが、まず、メニューの[編集]→[ファイバーデータの変更]を選択する。データ変更用ダイアログが表示され、パラメータの変更が可能となる。詳しい説明は、11.5.1 節で述べる。また、個別編集することも可能である。このダイアログ中の文字の部分をクリックすると、編集ダイアログが現れる。その中でデータを変更し、OK ボタンを押すと変更が有効となる。

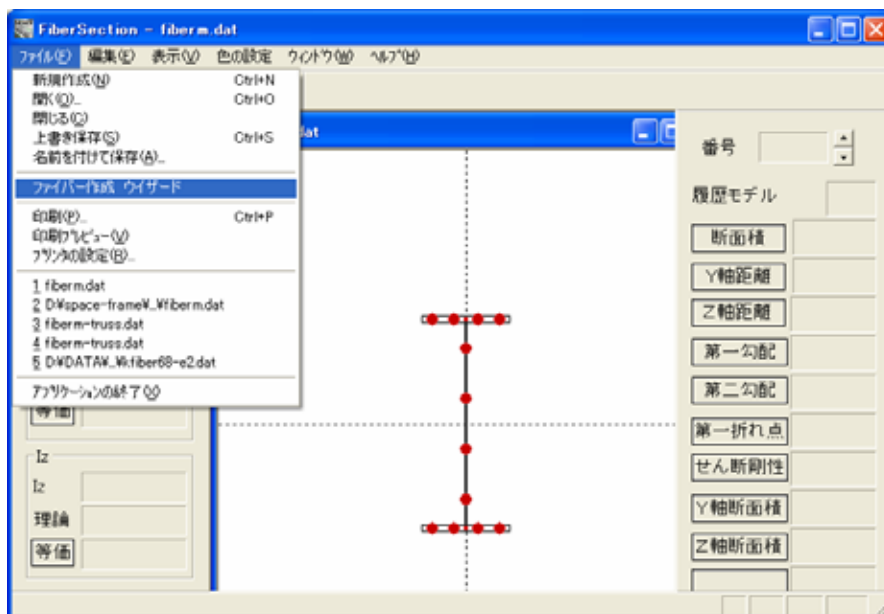


図 11-7 ファイバー作成ウィザードの起動

11.4.3 ファイバー 詳細ダイアログ バー

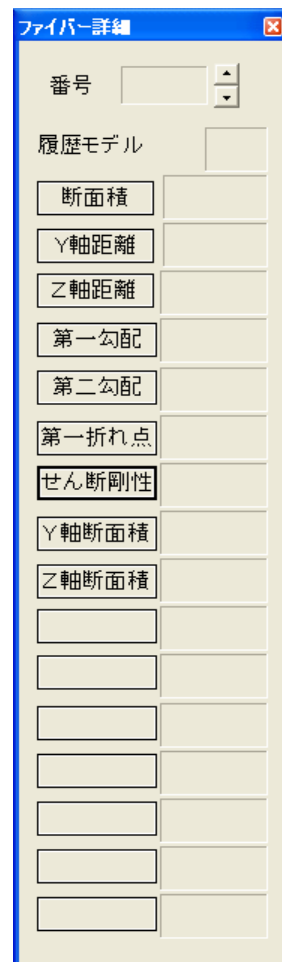


図 11-6 ファイバー詳細

11.4.4 ファイバー
断面の新規作成

ファイバー断面を新しく作成する場合、図 11-7 に示すようにメニューの[ファイル]–[ファイバー作成ウィザード]を選択する。ファイバー断面新規作成用として、図 11-8 に示すダイアログが現れる。

このダイアログの中で、作成したい断面形を選択し、「次へ >>」を押す。この選択によって、実際の断面形状並びにファイバー設定用ダイアログが表示される。

現在、Ver.3.00 では、上記の 4 つの断面形状が作成できる。以下に、各断面のパラメータの設定法について説明する。

最初は、鋼管の場合である。ここでは、4 つのパラメータを設定する。特に、直径は板厚中心間寸法であるので、間違いのないように設定されたい。

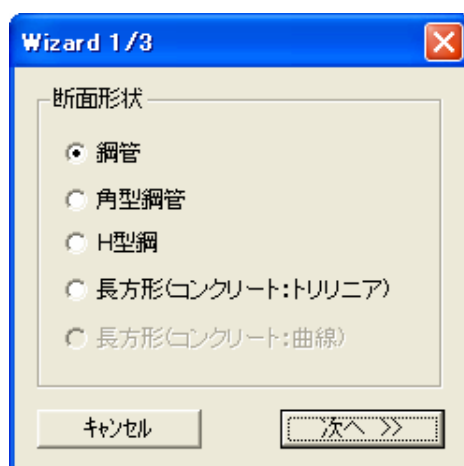


図 11-8 断面形状選択ダイアログ



全ての断面で、現在のバージョンでは、板厚方向には分割されていない。このツールを利用せずに、板厚方向に分割した場合は、静的・動的ソルバーは、正常に動作するが、プレゼンターにおいて、断面応力表示中の断面応力の色表示が正常に表示されないので注意されたい。

<角型鋼管の場合>

図 11-10 角型鋼管 設定画面

幅 B : 角型鋼管の幅 (cm) ※

せい H : 角型鋼管のせい (cm) ※

フランジ厚 t_2 : フランジの板厚 (cm)ウェブ厚 t_1 : ウェブの板厚 (cm)幅分割数 n_2 : 両隅を除いた幅の分割数せい分割数 n_1 : 両隅を除いたせいの分割数

※ この寸法は、断面
の外側—外側の長さを
とること

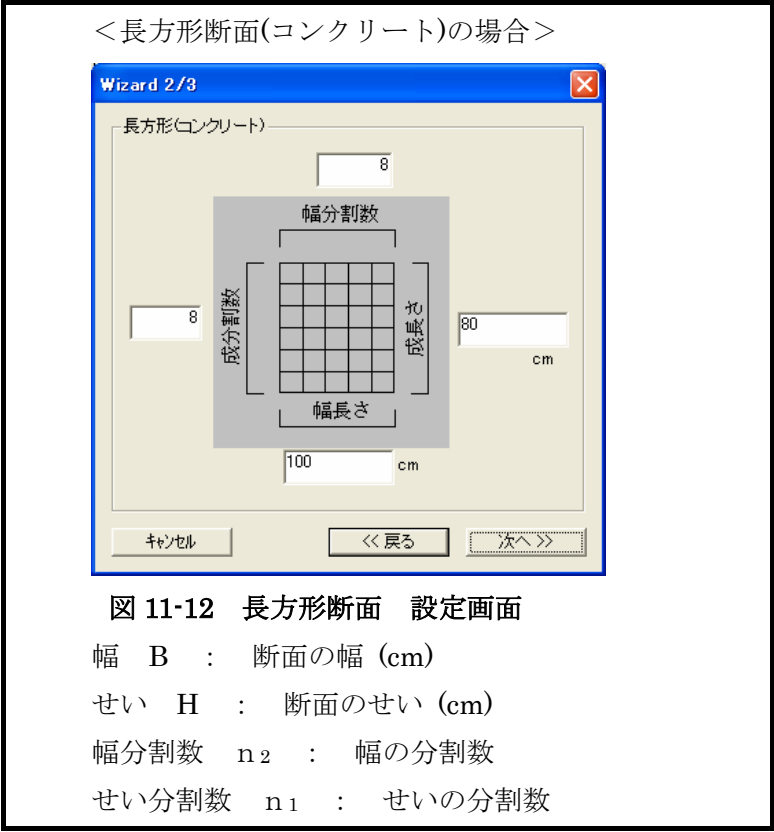
<H 型鋼の場合>

図 11-11 H 型鋼 設定画面

幅 B : H 型鋼の幅 (cm) ※

せい H : H 型鋼のせい (cm) ※

フランジ厚 t_2 : フランジの板厚 (cm)ウェブ厚 t_1 : ウェブの板厚 (cm)幅分割数 n_2 : 中心を除いたフランジの分割数せい分割数 n_1 : ウェブの分割数



断面の新規作成の最後に、図 11.13 に示すダイアログで、各々のファイバーのパラメータを設定する。ここでは、デフォルトの値は既に設定されており、特殊な数値の設定や鉄筋の追加などの操作をする。情報を追加する必要がない場合は、[完了]ボタンを押し、データを保存する。

11.4.5 ファイバー
断面の追加情報

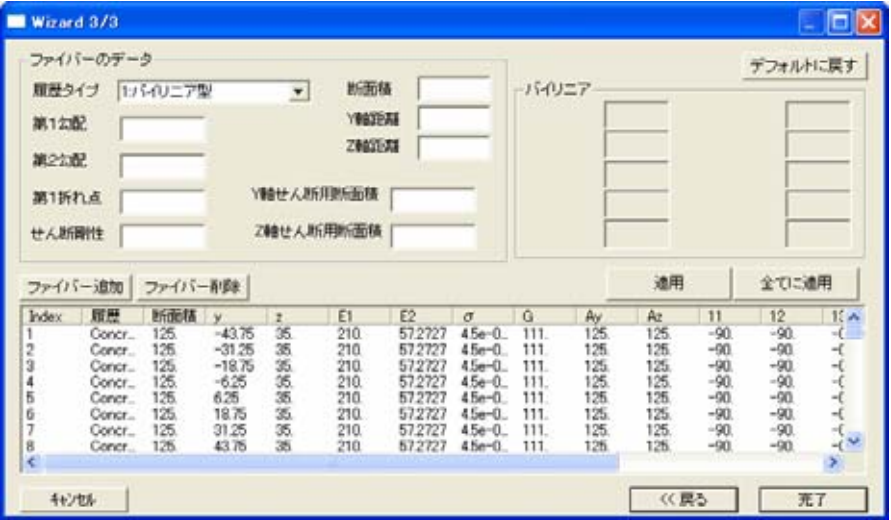


図 11-13 ファイバーデータの変更画面

図 11-13 に示すダイアログは、上部がファイバーの各パラメータであり、中央部には操作のボタンが設置されている。また、下部には、一つの断面に関する断面形状のパラメータによって自動的に作られたファイバー用データの一覧が示されている。なお、ダイアログで設定する各パラメータの意味は、**第 4 章ファイル仕様のファイバーデータ**の欄を参照されたい。

最初に、ダイアログ中のボタンの機能について説明する。操作法として、リストされているファイバー要素のデータの一つをマウスのクリックで指定し、変更データをダイアログ上部で設定する。その後で、以下のボタンを押すと、そのボタンの機能が指定したファイバー要素に適用される。

- **【ファイバーの追加】ボタン（鉄筋用）**

「ファイバーのデータ」と必要な履歴タイプのデータをセットし、「追加ボタン」を押すと、リストの最後に追加される。

- **【ファイバーの削除】ボタン**

削除ボタンを押すと、選択されているファイバー要素のデータが削除される。一旦削除されたデータは、修復することができないので注意されたい。

- **【適用】ボタン**

現在の変更点を、選択されているファイバーに適用する。

- **【全てに適用】ボタン**

現在の変更点を、全てのファイバーに適用する。

- **【デフォルトに戻す】ボタン**

システムに設定されている推奨値を表示させることができる。有効にしたい場合は適用ボタンなどを押す必要がある。

上述の機能を、一つ以上のファイバー要素に対して適用することもできる。選択したい番号を、左ボタンを押しながらドラッグして囲むと、複数の指定をすることができる。また、クリックと **Shift** キー、**Ctrl** キーを併用することで、複数指定することもできる。複数指定することで、以下の処理が行われる。

ファイバーを複数選択することができる。これにより、同一のデータを一括変更することが可能である。

ここで、**【***】**と表示されているデータは変更されない。複数選択すると、座標データなどファイバーごとに違うデータは自動的に右図ようになる。このようなデータは変更しないように注意されたい。

断面積	100.530944
Y軸距離	***
Z軸距離	***

図 11-14

入力が終わりと、「完了」を押すと、部材リストの最後に作成した部材モデルが追加される。

ファイバーデータを編集する方法を説明する。まず、メニューの[編集]―[ファイバー編集]を選択すると、図 11-15 に示すファイバーデータ編集用ウィンドウが現れる。ここでの編集方法は 11.4.3 節で説明した操作方法と同一である。

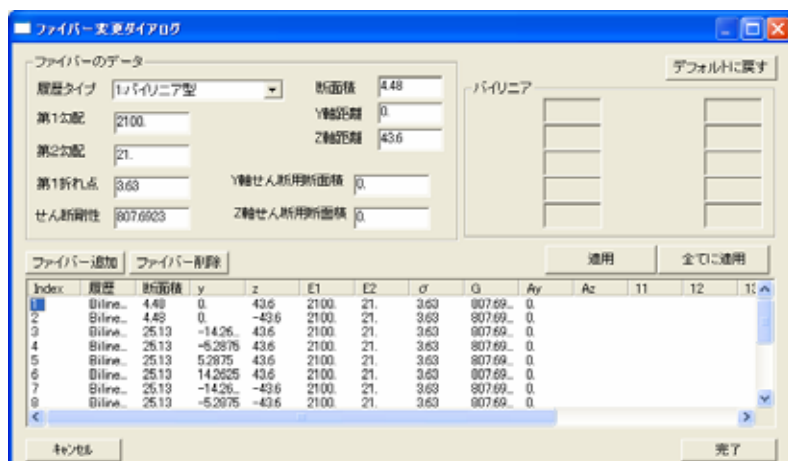
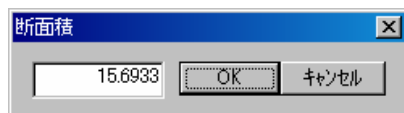


図 11-15 ファイバー変更ダイアログ

また、個別編集をしたい場合は、ファイバー詳細ダイアログバーの中の変更したい該当部分（図 11-16）をマウスでクリックする。下図のような編集用のダイアログが現れ、ここでデータを変更した後、



[OK]ボタンを押すと、変更が有効となる。

11.5 データの編集

11.5.1 ファイバーデータの編集

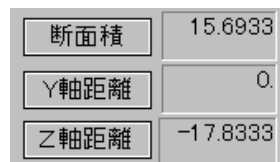
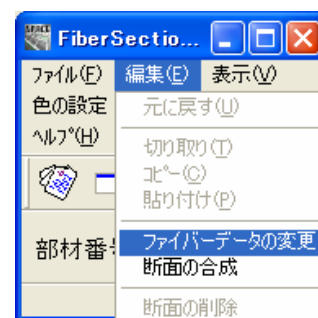


図 11-16 個別編集

11.5.2 ファイバーデータの削除

現在選択されているファイバー断面を削除したい場合は、**DELETE**キーを押す。断面データが削除される前に、確認用のダイアログが表示される。



図 11-17 断面削除確認画面

[はい]を押せば削除され、[いいえ]を押せばキャンセルされる。

ファイバー用断面として作成した二つの断面を一つのファイバー用断面として合成することができる。これは **SRC 断面** を作るためのもので、現在、長方形断面と鋼材断面とを合成する。メニューから[編集] → [断面の合成]を選択すると、図 11-18 に示す「断面の選択画面」が現れる。このダイアログの中で、元の断面と追加する断面を選択し、OK ボタンを押すと合成断面が得られる。ただし、有効でない断面を選択した場合は、OK ボタンの押下は無効となる。

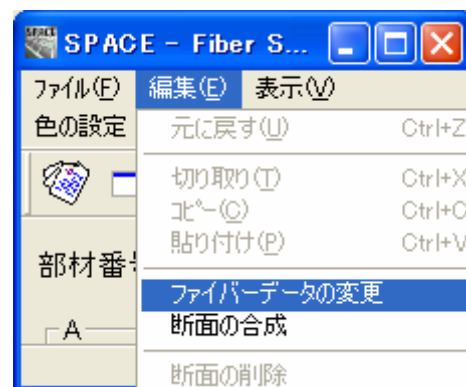
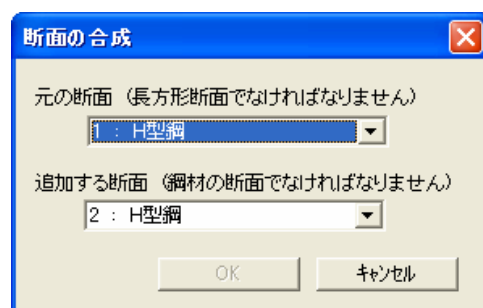


図 11-18 断面の選択画面

元の断面：長方形断面を選択する
追加する断面：鋼材の断面を選択する

合成された断面は、元の断面を削除し、その上に作成される。追加する断面は削除されない。また追加されたファイバーは鉄筋として扱われる。

SPACE に使われる、ファイバーの分割方法について示す。ここで示す方法は SPACE で標準とされているもので、ファイバーでも同様の仕様で作成される。

ファイバーを使わず、エディタなどで作る場合、仕様どおりに作らなくても解析は可能であるが、プレゼンターで断面応力を表示させるときに、正常に表示されないことがある。もし、プレゼンターで断面応力を正常に表示させたいときは、以下の仕様に従って、データを作成する必要がある。

11.A ファイバーの分割に関する仕様

11.A.1 はじめに

鋼管のファイバー分割は図 A.1 のようである。要素の中で、1 番ファイバーを $(r, 0)$ とし、反時計回りに分割数分ファイバーを配置する

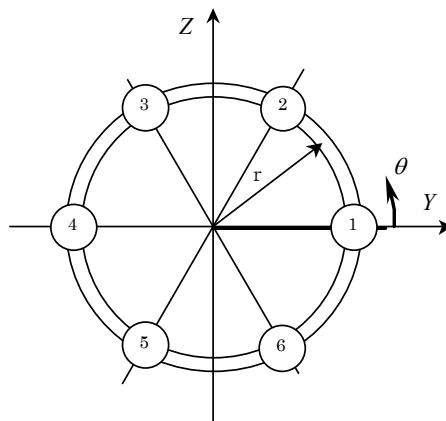


図 A.1 鋼管の分割

11.A.2 鋼管の分割方法

角型鋼管の分割は図 A.2 のようである。

まず、四隅を図のように決める。その後、上部フランジ、下部フランジ、左ウェブ、右ウェブの順に、矢印の方向に分割数分だけ割り振る。

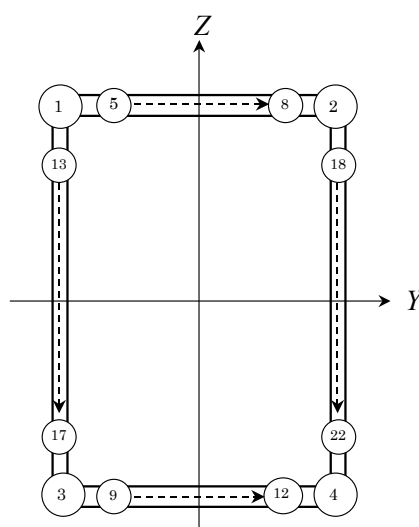


図 A.2 角型鋼管の分割

11.A.3 角型鋼管の分割方法

11.A.4 H型鋼 の分割方法

H型鋼はフランジとウェブの交差部分を1番、2番で決める。次に上部フランジ、下部フランジ、ウェブの順に、矢印の方向に分割数分だけ割り振る。

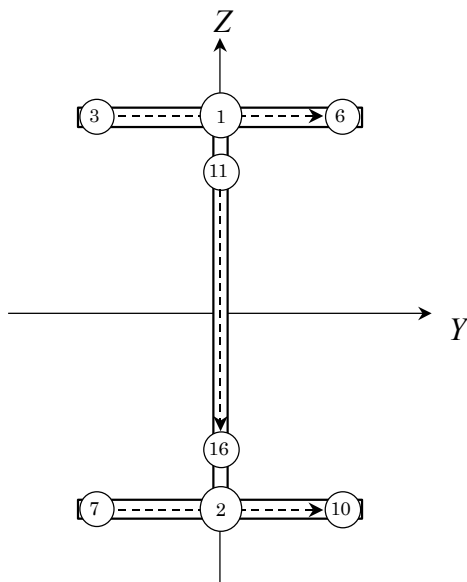


図 A.3 H型鋼の分割

長方形断面は、左上隅を1番ファイバーとし幅方向に割り振る。それを正方向に分割数分だけ繰り返す。

11.A.5 長方形 断面の分割方法

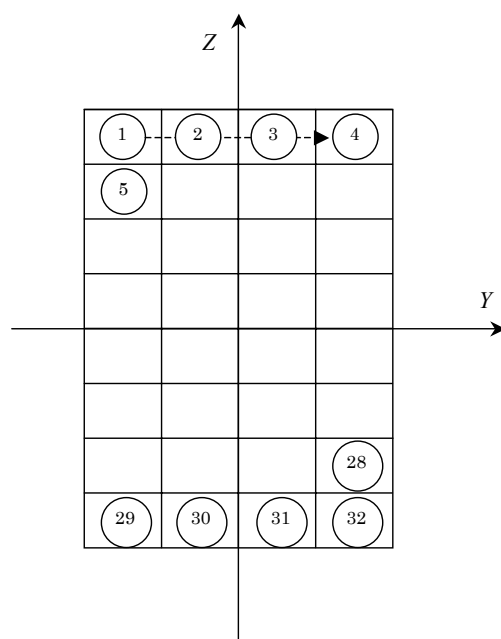


図 A.4 長方形断面の分割

部材詳細ダイアログバーに表示される断面定数（断面積 A 、 y 軸断面二次モーメント I_y 、 z 軸の断面二次モーメント I_z ）の算定法を示す。

入力されたファイバーデータから、それぞれの値を算出する。算定式は次式を用いる。

$$A = \sum_{i=1}^n a_i$$

$$I_y = \sum_{i=1}^n r_{z_i}^2 \cdot a_i \quad a_i : \quad i \text{ 番ファイバーの断面積}$$

$$I_z = \sum_{i=1}^n r_{y_i}^2 \cdot a_i \quad r_y, r_z : \quad i \text{ 番ファイバーの座標}$$

部材詳細ダイアログバーで用いている各断面形状の理論値をここに示す。

鋼管：

$$A = \pi(r_1^2 - r_2^2)$$

$$I_y = I_z = \frac{\pi(r_1^4 - r_2^4)}{4}$$

角型鋼管：

$$A = B \cdot H - (B - 2t_1)(H - 2t_2)$$

$$I_y = \frac{BH^3 - (B - 2t_1)(H - 2t_2)^3}{12}$$

$$I_z = \frac{HB^3 - (H - 2t_2)(B - 2t_1)^3}{12}$$

H 型鋼：

$$A = B \cdot H - (B - t_1)(H - 2t_2)$$

$$I_y = \frac{BH^3 - (B - t_1)(H - 2t_2)^3}{12}$$

$$I_z = \frac{HB^3 - (H - 2t_2)(B - t_1)^3}{12}$$

11.B 断面定数の算定法

11.B.1 ファイバー

11.B.2 断面定数の理論値

長方形断面：

$$A = BH$$

$$I_y = \frac{BH^3}{12}$$

$$I_z = \frac{HB^3}{12}$$

線形のひずみは次式で表される。

$$\varepsilon = \varepsilon_0 + \kappa_z y + \kappa_y z$$

断面内の応力度は、

$$\sigma = E\varepsilon = E(\varepsilon_0 + \kappa_z y + \kappa_y z)$$

となり、ゆえに軸力 N は、

$$\begin{aligned} N &= \int \sigma dA \\ &= \int E(\varepsilon_0 + \kappa_z y + \kappa_y z) dA \\ &= \int E\varepsilon_0 dA + \int E\kappa_z y dA + \int E\kappa_y z dA \end{aligned}$$

となる。ここで、第二項、第三項は、図芯を座標原点にとると断面一次モーメントがゼロであることから、ゼロとなる。また軸方向ひずみ ε_0 を一定とすると、

$$N = \int E\varepsilon_0 dA = \varepsilon_0 \int E dA$$

となる。ここで、 $N = E_0 A_{Eq} \varepsilon_0$ とすると、

$$A_{Eq} = \frac{\int E dA}{E_0}$$

ただし、 E_0 を基準化弾性係数とする。

また、曲げモーメント M_z は、

$$\begin{aligned} M_z &= \int \sigma y dA \\ &= \int E(\varepsilon_0 + \kappa_z y + \kappa_y z) y dA \\ &= \int E\varepsilon_0 y dA + \int E\kappa_z y^2 dA + \int E\kappa_y y z dA \end{aligned}$$

11. B. 3 等価断面定数

第一項、第三項は主軸を軸にとると零になる。曲率 κ を一定とすると、

$$M_z = \int E \kappa_z y^2 dA = \kappa_z \int E y^2 dA$$

となる。ここで、 $M_z = E_0 I_{zEq} \kappa_z$ とおくと、

$$I_{zEq} = \frac{\int E y^2 dA}{E_0}$$

となる。同様に、 M_y について解くと次のようになる。

$$I_{yEq} = \frac{\int E z^2 dA}{E_0}$$

ファイバー数 n としてファイバー断面に適用すると、

$$\begin{aligned} A_{Eq} &= \frac{\int E dA}{E_0} &= \frac{1}{E_0} \sum_{i=1}^n E_i \cdot a_i \\ I_{zEq} &= \frac{\int E y^2 dA}{E_0} &= \frac{1}{E_0} \sum_{i=1}^n E_i \cdot r_{z_i}^2 \cdot a_i \\ I_{yEq} &= \frac{\int E z^2 dA}{E_0} &= \frac{1}{E_0} \sum_{i=1}^n E_i \cdot r_{y_i}^2 \cdot a_i \end{aligned}$$

と表すことができる。この値は、断面を細分化することによって厳密解に近づく。