

Chart



建築構造設計プログラムライブラリ

RCチャート8 / Sチャート8 / RCチャートPlus Ver.8

ユーザーズマニュアル

Structure

株式会社 ストラクチャー

目次

はじめに	1
1. プログラムのインストールと起動	2
2. 基本的な操作	
2-1. メニュープログラム	3
2-2. プログラムの基本概念	5
2-3. メニューバー	6
2-4. 学習機能について	10
3. RC チャート 8	
3-1. スラブの設計	11
3-2. 小梁の設計	14
3-3. 大梁の設計	18
3-4. 柱の設計	24
3-5. 耐震壁の設計	28
3-6. 壁付き梁の設計	32
3-7. 壁付き柱の設計	35
3-8. 場所打ち杭の設計	40
3-9. PHC 杭の設計	42
3-10. 鋼管杭の設計	44
3-11. 杭の許容支持力	46
3-12. 杭の地震時応力	49
3-13. 独立基礎の設計	52
3-14. 連続基礎の設計	56
3-15. 杭基礎の設計	59
3-16. 地下外壁の設計	63
3-17. 階段の設計	66
3-18. 擁壁の設計	69
3-19. 柱梁接合部の設計	75
3-20. 梁筋の付着の検定	77
3-21. 荷重項の計算	80
3-22. 梁の変形能力	82
3-23. 柱の変形能力	85
3-24. 耐震壁の変形能力	87
4. S チャート 8	
4-1. 小梁の設計	89
4-2. 間柱の設計	96
4-3. 耐風梁の設計	99
4-4. 胴縁の設計	102
4-5. 大梁の設計	104
4-6. 合成梁の設計	107
4-7. 柱の設計	109
4-8. 露出柱脚の設計	112
4-9. 根巻き柱脚の設計	118
4-10. 埋込み柱脚の設計	121
4-11. デッキ床の設計	123
4-12. 保有耐力横補剛	126
4-13. 保有耐力仕口部	129
4-14. 保有耐力継手部	130
4-15. ブレース接合部の設計	134
4-16. 柱梁耐力比	136

4-17. 柱梁接合部の設計	.....	137
4-18. 梁の構造区分	.....	138
4-19. 柱の構造区分	.....	140
4-20. 形鋼の追加登録	.....	143
5. RC チャート Plus Ver.8		
5-1. 大梁の設計	.....	144
3-2. 柱の設計	.....	147
5-3. 非埋込み柱脚の設計	.....	152
5-4. 埋込み柱脚の設計	.....	155
5-5. 柱梁接合部の設計	.....	158
5-6. 耐震壁の設計	.....	160
5-7. 床の振動	.....	163
5-8. 梁の振動	.....	166
5-9. 床のひび割れ	.....	168
5-10. 梁のひび割れ	.....	170
5-11. 有孔梁(RC)の設計	.....	172
5-12. 有孔梁(SRC)の設計	.....	175
6. 補足説明		
CSV ファイルの読み込み	.....	178

はじめに

本マニュアルは以下の各製品の内容について記したものです。

RC チャート 8
S チャート 8
RC チャート Plus Ver.8

これらの各製品は同一のインターフェースを備えていますので、各製品に共通する操作については「2. 基本的な操作」までの各章で説明しています。

各製品に含まれるプログラムの個別の内容については「3. RC チャート 8」「4. S チャート 8」「5. RC チャート Plus Ver.8」の各章で説明しています。

注)

セット製品「ストラクチャー・スイート 2」には、上記に加え、木造関連の断面計算プログラム「かんたん木造」も含まれていますが、この内容については本マニュアルではふれていません。同プログラムから呼び出されるヘルプファイル (HTML 形式) を参照してください。

本製品に含まれる各プログラムは、主として以下のような計算規準を参照しています。以下に、本書で使用している略称とその正式な名称を掲げておきます。

RC 規準

日本建築学会「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説」(2018)

S 規準

日本建築学会「鋼構造設計規準 許容応力度設計法」(2019)

SRC 規準

日本建築学会「鉄骨鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 許容応力度設計法」(2014)

技術基準解説書

「2020 年版 建築物の構造関係技術基準解説書」

注)

技術基準解説書は「計算規準」ではなく各種の政令・告示の解説ですが、以下、政令・告示にしたがっている部分は「政令・告示による」ではなく「技術基準解説書による」としています。また、同書中に各種の計算規準が引用されていますが、これらの式を使用している場合は、「技術基準解説書による」ではなく、その元になっている計算規準の名称の方を記しています。

1. プログラムのインストールと起動

プログラムのインストールの方法については、CD-ROM版の場合は製品に同梱された説明書、ダウンロード版の場合はダウンロードサイトにある説明をご覧ください。

インストール後、「すべてのプログラム」-「Structure」のグループ内 (Windows8の場合はスタート画面) に以下のようなショートカットが作られ、これを選ぶとプログラムが起動します。

RCチャート8

Sチャート8

RCチャートPlus Ver.8

RC+Sチャート8 (「RCチャート8」「Sチャート8」のセット製品の場合)

StructureSuite2 (「RCチャート8」「Sチャート8」「RCチャートPlus Ver.8」のセット製品の場合)

プログラムの削除(アンインストール)の方法はお使いのOSにより異なります(「コントロールパネル」-「プログラムの追加と削除」、あるいは「コントロールパネル」-「プログラム」-「アンインストール」)が、いずれの場合も、上記の名前で登録されたプログラムを選択して削除してください。

2. 基本的な操作

2-1 メニュープログラム

各製品は、その中に含まれる複数のプログラムによって構成されますが、個々のプログラムは、プログラムの起動時に表示される単一のメニュープログラムから起動します。メニュープログラムの「RCチャート8」「Sチャート8」「RCチャートPlus Ver.8」の各ページに個々のプログラムのアイコンがありますので、いずれかをクリックしてください。メニュープログラムの下部には以下のようなコントロールがあります。

最新情報

ここにある **情報を更新する** のリンクにより、インターネット回線を通じてプログラムに関する情報を取得することができます。**プログラム起動時に最新情報を自動的に取得する** をチェックすれば、プログラムの起動時につねに最新の情報を見ることができます。

プログラムの更新

インターネット回線を通じてサーバーにアクセスし、現在使用しているプログラムよりも新しいものが公開されている場合は自動的にダウンロードとインストールが行われます。上の「最新情報」で新しいプログラムが公開されていることを確認した場合はこの機能を使ってプログラムを更新してください。

チャート・プリントの起動

「チャート・プリント5」は「チャート8」で作成した複数のデータの印刷を連続的に行うものです。使用方法についてはこのプログラムのヘルプを参照してください。

ヘルプ

ヘルプファイルを表示します。このヘルプには、購入した製品とは関わりなく、「チャート8」に含まれるすべてのプログラムに関する内容が含まれています。

この他、メニュープログラムには以下のようなページがあります。

最近使ったファイル

最近アクセスしたデータファイルが最大15件までリストアップされています。この中の項目をダブルクリックするか、もしくは一つを選択した上で **ファイルを開く** をクリックすると、そのデータを読み込んだ状態でプログラムが起動します。

データの一覧

ローカルディスク内にある「チャート」シリーズのデータファイルの一覧を表示し、様々な処理を行うことができます。

フォルダの指定

リストに表示したいフォルダを指定します。現在表示されているフォルダのパスは「現在のフォルダ」に表示されます。なおここでは、「マイドキュメント」のパスは省略して表示しています。

リストには「チャート」シリーズならびに「チャート・プリント」のデータ、及びフォルダが表示されます。表示されているフォルダをダブルクリックすると、そのフォルダ内が表示されます。

上位のフォルダを表示

現在表示しているフォルダよりも一つ上のフォルダを表示します。

既定のフォルダの指定

プログラムの起動時につねに同じフォルダの内容を表示したい場合は、ここで **プログラム起動時につねに既定のフォルダを表示する** を有効にします。その上で **既定のフォルダを指定する** で任意のフォルダを選択するか、もしくは **現在表示しているフォルダを既定のフォルダにする** を選んでください。

リストの更新

現在表示しているフォルダの情報を再取得して表示します。

ファイルを開く

選択しているデータファイルを読み込んだ状態でプログラムを起動します。リスト内の項目をダブルクリックした場合も同じです。

印刷する

選択しているファイルのデータの内容を印刷します。

印刷プレビューする

選択しているファイルのデータの印刷プレビュー画面を表示します。

表題の一覧を見る

選択しているファイルの各データの表題を一覧表示します。

ファイルの操作

この下にあるのはディスク上のファイルに関する一般的な操作で、選択されたファイルを対象に「コピー」「移動」「削除」「名前の変更」が行えます。「名前の変更」以外については、複数の項目を選択することができます。また、「フォルダ」を作成するは、現在表示しているフォルダ内に新しいフォルダを作成するものです。

各種情報

各種の文書へのリンクが含まれています。「補足説明」には旧版プログラムで作成したデータの互換性その他に関する情報、「更新履歴」にはプログラムの修正内容に関する情報があります。「XML文書の仕様」は、プログラム内でデータの読み書きに使用しているXML文書のタグの仕様を記載したものです。

ユーザー定義ファイルを保存するフォルダ

プログラムには、形鋼のサイズやPHC杭のサイズなど、ユーザーが独自に定義することができるいくつかの項目があります。これらのデータは RCS8.tbl という名前のファイルに書き込まれますが、このファイルの保存先をここで変更することができます。

初期設定では「マイドキュメント」の下の RC-S-Chart というフォルダになっていますが、これを変更する場合は **保存先のフォルダを変更する** を選んでください。なお、いくつかのユーザー定義データを作成した後にこの保存先を変更した場合は、上記の RCS8.tbl という名前のファイルも新しい保存先に移動しておいてください。

2-2 プログラムの基本概念

プログラムの基本的な操作は、入力欄に所定の値を入力した上で画面の左上にある **計算** ボタンを押すと、計算結果が同じ画面上に表示される、という単純なものです。この時、データに何らかの問題があって正常な計算が行えない場合は画面下部の **情報** と書かれた欄にメッセージが出力されます。

しかし通常、一つの作業で一つのデータ(部材)だけを計算することはありません。一般に複数のデータを扱い、それをファイルに保存することになるでしょう(表計算ソフトを立ち上げた時、一つのファイルの中に複数のシートが含まれているような状態を考えてください)。^{注)}

注)

ただし、「RCチャート8」の中の「杭の許容支持力」と「杭の地震時応力」だけは例外で、ここには一つのデータしか含めることができません。

このプログラムでは、一つのデータの処理を終えて次のデータの処理に移ることを「**確定**」と呼んでいます。これには画面の右上にある **確定** ボタンを使用します。これにより、さきほどのデータがいったんメモリ内に退避され、「新しいデータ」の処理に移ることになります。

このあたりの概念を図解したのが図2-2-1の左ですが、結局このような操作を繰り返すことにより、同図右にあるように、メモリ内には複数の確定データと一つの「新しいデータ」が存在することになります。

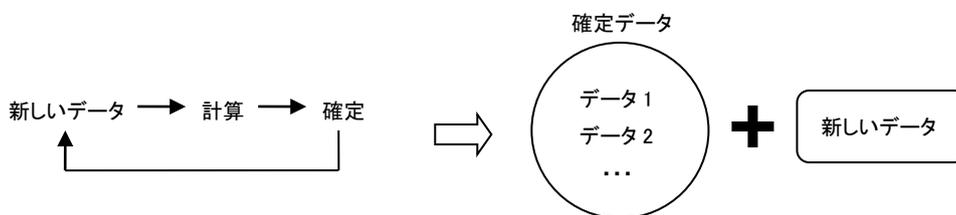


図 2-2-1 プログラムの基本概念

さて、どれでもいいですから何かのプログラムを起動してみてください。当然ながら、この状態では確定データは一つも存在せず、一つの「新しいデータ」だけがあることになります。ここで画面上部のツールバーを見つめると図2-2-2のようになっているはずです。



図 2-2-2 プログラム起動時のツールバー

「このデータ」のラベルの横にあるコンボボックスで「新しいデータ」が選択されていますが、現在ここには「新しいデータ」という一つの項目しかありません。個々のデータには必ず「表題」というラベルがあるのですが、データが確定されるたびにここにデータの「表題」が項目として追加されます。

コンボボックスの横に分数表示がありますが、この分子の数字は現在ターゲットにしているデータの番号(確定した順に1から付番される)、分母の数字が現在の確定データ数です。したがって、上の図にあるのは「現在の確定データ数は0で、これから入力・計算するのは1番目のデータである」ということをあらわしています。

これが初期状態ですが、図2-2-3にあるのは、いくつかのデータを確定した後のツールバーの状態です。

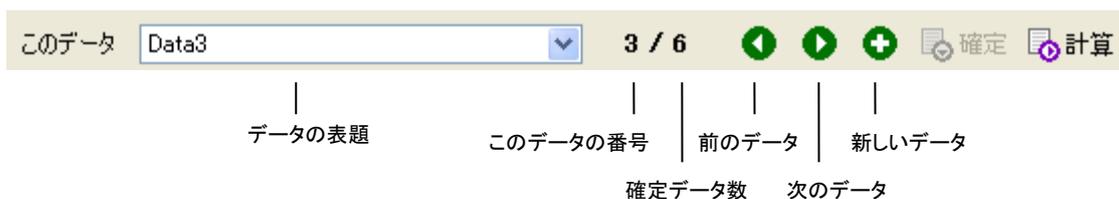


図 2-2-3 データ確定後のツールバー

これは6個ある確定データのうちの3番目のデータを表示している状態ですが、「このデータ」の横のコンボボックスには6個のデータの表題がリストアップされ、最後に「新しいデータ」という項目があります。任意のデータを表示したいのであればこのコンボボックスから選択してください。「新しいデータ」を選択することもできます。ちなみに、ここで「新しいデータ」を選択すると分数表示が「7/6」に変わります（「新しいデータ」の番号は「現在の確定データ数+1」になる）。

コンボボックスから選択する代わりに、その右にあるボタンを使って前後のデータを表示したり「新しいデータ」の編集に移ることもできます。

なお、既存（確定済み）のデータを表示している時は「確定」という操作はありません。この場合は何らかのデータを変更したり再計算したりした場合、データの内容は自動的に更新されます。

図2-2-4はツールバー内にあるその他のボタンの機能を説明したものです。



図 2-2-4 ツールバー内のボタン

2-3. メニューバー

ここでは、各プログラムに共通するメニューバーの項目について説明します。各プログラム独自の項目については、3～5章で説明します。

(1) ファイル

[ファイル] - [新規作成]

現在の確定データを全て破棄し、プログラムの起動時の状態に戻します。

[ファイル] - [開く]

ディスクに保存されているファイルのデータを読み出します。XML文書として保存したファイルを開く場合はダイアログの「ファイルの種類」をドロップダウンして「XMLファイル」を選択してください。

「RCチャート 8.1.18」以降では、「スラブ」「大梁」「柱」の各項目でCSVファイル（カンマ区切りファイル）の読み込みができるようになりましたが、これについては巻末の「補足説明」を参照してください。

[ファイル] - [名前をつけて保存]

新しく作成したファイルに名前を付けるか、もしくは現在のファイルの名前を変えて保存します。通常はプログラム内の既定の拡張子（この場合は拡張子の入力不要）で保存しますが、XML文書として保存する場合は「ファイルの種類」をドロップダウンして「XMLファイル」を選択してください。

各プログラムで使用される既定の拡張子は以下のようになります。XMLファイルの場合は、ここにある拡張子の後に、さらに.XMLを付します（例：filename.R01.XML）。

RCチャート8	Sチャート8	RCチャートPlus Ver.8
<i>filename.R01</i> スラブの設計	<i>filename.S01</i> 小梁の設計	<i>filename.P01</i> 梁の設計
<i>filename.R02</i> 梁の設計	<i>filename.S02</i> 間柱の設計	<i>filename.P02</i> 柱の設計
<i>filename.R03</i> 柱の設計	<i>filename.S03</i> 耐風梁の設計	<i>filename.P03</i> 非埋込柱脚の設計
<i>filename.R04</i> 場所打ち杭の設計	<i>filename.S04</i> 胴縁の設計	<i>filename.P04</i> 埋込柱脚の設計
<i>filename.R05</i> PHC杭の設計	<i>filename.S05</i> 大梁の設計	<i>filename.P05</i> 柱梁接合部の設計
<i>filename.R06</i> 杭の許容支持力	<i>filename.S06</i> 合成梁の設計	<i>filename.P06</i> 耐震壁の設計
<i>filename.R07</i> 杭の地震時応力	<i>filename.S07</i> 柱の設計	<i>filename.P07</i> 床の振動
<i>filename.R08</i> 耐震壁の設計	<i>filename.S08</i> 露出柱脚の設計	<i>filename.P08</i> 梁の振動
<i>filename.R09</i> 地下外壁の設計	<i>filename.S09</i> デッキ床の設計	<i>filename.P09</i> 床のひび割れ
<i>filename.R10</i> 独立基礎の設計	<i>filename.S10</i> 保有耐力横補剛	<i>filename.P10</i> 梁のひび割れ
<i>filename.R11</i> 連続基礎の設計	<i>filename.S11</i> 保有耐力仕口部	<i>filename.P11</i> 有孔梁(RC)の設計
<i>filename.R12</i> 杭基礎の設計	<i>filename.S12</i> 保有耐力継手部	<i>filename.P12</i> 有孔梁(SRC)の設計
<i>filename.R13</i> 階段の設計	<i>filename.S13</i> 根巻き柱脚の設計	
<i>filename.R14</i> 擁壁の設計	<i>filename.S14</i> 柱梁の耐力比	
<i>filename.R15</i> 荷重項の計算	<i>filename.S15</i> 埋込み柱脚の設計	
<i>filename.R16</i> 鋼管杭の設計	<i>filename.S16</i> プレース接合部の設計	
<i>filename.R17</i> 小梁の設計	<i>filename.S17</i> 梁の構造区分	
<i>filename.R18</i> 柱梁接合部の設計	<i>filename.S18</i> 柱の構造区分	
<i>filename.R20</i> 梁の変形能力	<i>filename.S19</i> 柱梁接合部の設計	
<i>filename.R21</i> 柱の変形能力		
<i>filename.R22</i> 耐震壁の変形能力		
<i>filename.R23</i> 壁付き梁の設計		
<i>filename.R24</i> 壁付き柱の設計		

[ファイル] - [上書き保存]

現在開かれているファイルを、開いた時と同じ名前で保存します。

[ファイル] - [旧版の形式で保存]

現在開かれているファイルを、旧版のプログラム（RCチャート7 R3.0・Sチャート7 R3.0・RCチャートPlus Ver.5）の形式で保存します。

[ファイル] - [印刷書式の設定]

印刷時の書式を設定します。ここでの設定値（ただし「ページ番号の初期値」と「表題」を除く）は自動的に保存され、次回以降の起動時にも使用されますが、リセットしたい場合は**全項目を初期設定に戻す**を選んでください。

文字フォント

印刷に用いる書体は「MS明朝」または「MSゴシック」のいずれかになります。

文字の大きさはポイント(1ポイントは約0.35mm)単位で指定します。ここにある「図中の文字」とは、各種のグラフィック出力中にもちいるもので、「通常の文字」はそれ以外を指します。

行間

各行の印字時の間隔を指定します。この値が大きいほど行間が大きくとられます。

余白

用紙の上下左右辺の余白を指定します。**左右方向は用紙中央に出力する**を有効にすると、左右の余白量が同じになるように自動的にレイアウトされます。

A3やB4などの用紙を横に使い、左右二段に段組して出力したい場合は**左右二段に段組出力する**を有効にし、さらに**左右の段組の間隔**の値を入力してください(図2-3-1)。段組出力が可能かどうかは、左右の余白・文字の大きさ・段組の間隔のデータをもとにプログラムが判断します。

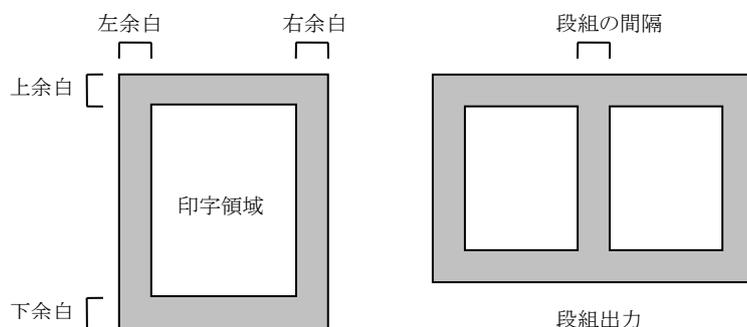


図2-3-1.用紙の余白と段組出力

ページ番号

ページ番号を出力する場合は**ページ番号を出力する**を有効にし、その出力位置を指定します。水平方向の出力位置は用紙の中央/右端のいずれか、垂直方向の出力位置は用紙の上部/下部のいずれかです。

ページ番号は、最初のページを1とした通し番号になりますが、この最初のページ番号を変更したい場合は**ページ番号の初期値**で指定します。

表題

ここで指定した文字列が、これから印刷される最初のページの1行目に出力されます。デフォルトはプログラムの表題になっています。**表題はゴシック文字で出力する**が有効な場合は、本文が明朝体の場合でも、表題だけはゴシック文字で印刷します。

罫線

罫線の太さを「最小」とした場合は、使用するプリンタの1ドットの線になります。**罫線と文字の間隔**は文字の上端と罫線の間隔をあらわすものです。

荷重形図の数値表示

この項目は、RCチャートの「小梁の設計」「荷重項の計算」、Sチャートの「小梁の設計」「間柱の設計」「耐風梁の設計」の各プログラムで有効です。

これを「図中に出力」とした場合は荷重形の図の中に寸法や荷重の値を直接書き入れますが、数値が互いに重なりあって判別しにくくなる場合があります。この場合は「図の外に別途出力する」としてください。両者の表現の違いについては[詳細説明](#)のリンクで具体的に例示しています。

[ファイル] - [印刷]

すべての確定データを印刷します。特定のデータのみを印刷したい場合は、**[データを選択して印刷]**を用いて下さい。

[ファイル] - [データを選択して印刷]

すべての確定データではなく、特定のものだけを印刷したい場合に用います。各データのタイトルの一覧が表示され、

ここでチェックマークが付けられたデータだけが印刷されます。なお、このデータの選択は、印刷を終えた時点で破棄されます。

[ファイル] - [印刷プレビュー]

印刷イメージの画面表示を行います。この画面のツールバーの内容を図2-3-2に示します。



- ① 画面を閉じ、印刷を実行
- ② 前のページを表示
- ③ 次のページを表示
- ④ 画面の拡大表示
- ⑤ 画面の縮小表示
- ⑥ 画面に表示するページの数をもしくは2に設定

図 2-3-2 印刷プレビュー画面のツールバー

(2) 編集

[編集] - [直前のデータをコピー]

直前に確定されたデータの内容を現在のデータとして複写します。

[編集] - [データを選択してコピー]

確定データの中の、任意のデータの内容を現在のデータとして複写します。現在までに確定されたデータのタイトルの一覧が表示されますので、コピーしたいタイトル名を選択して下さい。

[編集] - [データを選択して削除]

指定された確定データを削除します。確定データのタイトルの一覧が表示されますので、削除したいデータのチェックボックスを有効にしてください。

[編集] - [データの並べ替え]

確定データの順序を入れ替えます。確定データのタイトルの一覧が表示されますので、順序を変更したいデータを選択し、▲ または ▼ をクリックして、そのデータを上または下に移動して下さい。

(3) 実行

[実行] - [計算]

計算を実行し、結果を表示します。通常はツールバー内の **計算** ボタンを使用してください。

[実行] - [確定]

データの確定を行います。通常はツールバー内の **確定** ボタンを使用してください。

2-4. 学習機能について

「RCチャート8」の「スラブ」「小梁」「大梁」「柱」「地下外壁」「擁壁」の各プログラムに配筋を予測する機能が含まれています。これは過去に作られたデータを学習し、それを元に、これから作ろうとしているデータの各種の設定値を予測して入力作業の軽減を図るものです。

以下、これらの操作の概要を記します。

● データの学習

学習作業はユーザーが明示的に行う必要があります。この作業を省略することもできますが、その場合の処理については末尾にある「学習作業を省略した場合」を参照してください。

メニューバーの **ファイル - データの学習** を選び、ここにある **実行** を押すと学習作業が行われます。なお、ここで対象とするのは「チャート8」のデータのみで、旧版のデータは対象外です。

学習用のデータファイルを指定するには以下の3つの方法があります。

1. 指定したフォルダ内のすべてのファイル

フォルダの選択画面が開きます。ここで選択されたフォルダにあるすべてのデータファイルを使って学習します。

2. 指定したファイルのみ

ファイルの選択画面が開きます。ここで選択された個別のファイルを使って学習します（複数項目を選択できます）。

3. 標準の学習済みデータを使用

複数の実施設計例から「標準的」と思われるデータを収集してあらかじめ作成した学習ファイルがインストーラに含まれています。これを所定のフォルダ（後述）にコピーして学習データとして使用します。

すでに学習データがある場合の処理方法は2つあります。

1. 既存のデータを破棄して作り直す

今回指定したファイルを使って新たな学習データを作ります。

2. 既存の学習データに追加する

過去のデータをそのまま生かし、今回のデータをそれに追加した上で学習を行います。

学習作業を省略した場合

上記の作業を行わなかった場合はインストーラに含まれている学習済みファイル（上記「標準の学習済みデータを使用」参照）から直接データを読み込んで作業を行います。

● 学習データの保存

上記の作業を行うと、学習結果が所定のファイルに保存されます。

保存場所は、指定されたユーザー定義ファイルの保存場所（初期設定ではマイドキュメント内の RC-S-Chart フォルダ）の下の Learn という名前のフォルダ（プログラム内で自動作成される）になります。

ファイル名は fit_???.bin です。??? の部分には各プログラム固有のデータファイルの拡張子が入り、たとえば「スラブ」であれば fit_r01.bin になります。

このファイルがあれば、プログラムの起動時に学習結果が読み込まれ、以下にあるような予測作業を行うことができます。他のPCで同じ学習結果を使用したいのであれば、上記のファイルを使用するPCの所定の場所にコピーしてください。

● 予測

- ・「スラブ」「地下外壁」「擁壁」

「設計配筋」ラベルの横の **配筋の予測** を選ぶと、予測された鉄筋径と鉄筋間隔が表示され、同時に計算が行われます。

- ・「大梁」「柱」

「計算結果」ラベルの横の **配筋の予測** を選ぶと、予測された主筋径と本数が表示され、同時に計算が行われます。

- ・「小梁」

「計算結果」ページの「断面計算結果」ラベルの横の **配筋の予測** を選ぶと、予測された主筋径と本数が表示され、同時に計算が行われます。

思うような学習結果が得られない場合

この学習機能は、少ないデータでも効率的に学習させるように工夫されていますが、その反面、学習データの中に特異な値（応力値に対する鉄筋量が必要以上に多い等）が含まれていると、それに影響されて適正な予測が出来ないことがあります。この場合は特異なデータを極力排除し、「標準」と考えるデータを使って再学習してみてください。

3. RCチャート8

3-1. スラブの設計

(1) 計算機能

① 応力と変位の計算

四辺固定版(略算)

RC規準10条の(10.1)(10.2)式により求めます。ただし、せん断力と変位については下記の「その他」の場合と同様の方法で求めます。

片持ち版・短辺方向一方向版

単位幅の梁として求めます。

その他

上記以外の支持条件の場合は、平板理論にもとづく等方性の薄板として計算します。釣り合い方程式の解法としては差分法を用いています(平板理論にもとづく釣り合い方程式、あるいは差分法の詳細についてはここでは割愛します)。なお、ここから得られる値は、日本建築学会「鉄筋コンクリート構造計算用資料集」の「6章 長方形スラブの応力とたわみ」の算定図表とほぼ同じになります。

ただし、そのつど釣り合い方程式を解いているわけではなく、あらかじめ一定の刻みの辺長比(l_y/l_x) に応じた解を求めておき、それをプログラム内に数値テーブルとして用意しています。そして与えられたデータの辺長比に対応する値を表から求めます。データの辺長比が、あらかじめ計算しておいた数値テーブルの辺長比の値に合致しない場合は前後の値を直線補間して求めています。

したがって、このプログラムが与える解は完全な理論解には一致しないこととなりますが、実用上は問題のない値です。

以上のような方法をとっているため、計算可能な辺長比の値には以下のような制限があります。

$$1.0 \leq l_y/l_x \leq 4.0 \quad (\text{三辺固定長辺自由} \cdot \text{二隣辺固定二辺自由} \cdot \text{四辺ピン})$$

$$1.0 \leq l_y/l_x \leq 2.0 \quad (\text{上記以外})$$

② 断面設計

曲げによる必要鉄筋断面積は、釣り合い鉄筋比以下にあるものとし、RC規準13条(13.1)式により求めます。

(2) 入力項目

「基本入力」ページ

Lx (m)

短辺の長さ。

Ly (m)

長辺の長さ。「片持ち版」「短辺方向一方向版」の場合には無効です。

t (mm)

スラブ厚。

dt (mm)

コンクリート縁から短辺方向の鉄筋の重心位置までの距離(初期値40)。長辺方向の計算の場合にはこの値にさらに10mmを加えます。

w (kN/m²)

床の全荷重(固定荷重と積載荷重の和)。べた基礎の底盤等で上向きの荷重となる場合には、負符号付きで入力して下さい。その場合、応力は絶対値で表示されますが、引張り鉄筋の表示位置が通常の場合と逆(端部下側引張り・中央上側引張り)になります。

p (kN/m)

片持ち版の先端荷重。支持条件が「片持ち版」の場合にのみ有効です。

支持条件

図 3-1-1 に示すものの中から、スラブ四辺の支持条件を選択します。

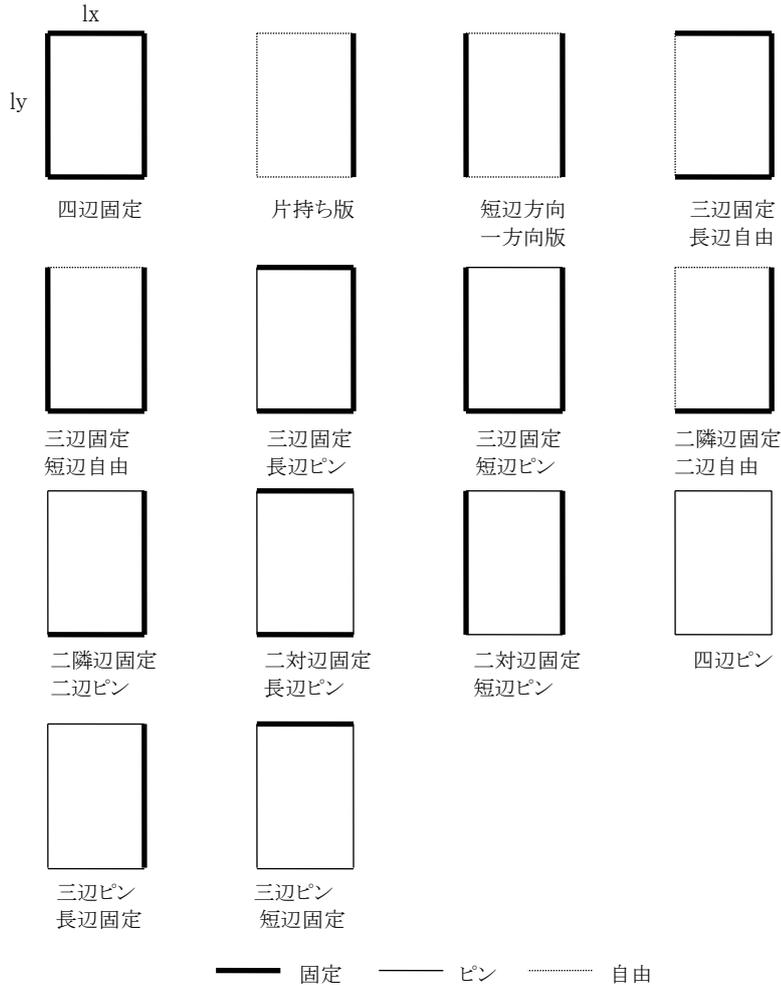


図3-1-1 スラブの支持条件

荷重種別

断面計算の条件として「長期」または「短期」を選択します。

応力の割増率

計算された応力の値にこの値が乗じられます。

変形増大係数

計算された変位の値にこの値が乗じられます。初期値は国土交通省告示平成12年第1459号にしたがい、16としています。

F_c (N/mm²)

コンクリートの設計基準強度。

単位重量 (kN/m³)

鉄筋コンクリートの単位重量。この値が 21kN/m³以下の時、使用コンクリートを軽量コンクリートとみなします。この値は、四辺固定スラブの必要版厚を求めるための w_p (仕上げ重量と積載荷重の和 = $w - \gamma \cdot t$) の計算、及び最大変位量の計算時のヤング係数の算出に用いられます。

設計配筋

「短辺端部」「短辺中央」「長辺端部」「長辺中央」の各部位の引張鉄筋の「鉄筋径」と「鉄筋間隔」を選択します。鉄筋間隔が「自動設定」となっている場合は、設計応力に対して必要な最大の間隔がここに自動設定されます。

「配筋方法」ページ

圧縮側鉄筋の配置方法

端部下端の鉄筋(計算外配筋)の設定方法を「中央下端と同径・同ピッチ(ダブル配筋)」「中央下端の太径・倍ピッチ」「中央下端の細径・倍ピッチ」の中から選択します。

この内、「太径・倍ピッチ」と「細径・倍ピッチ」は、中央下端が交互配筋の場合に、その内のどちらの鉄筋(太径または細径)を通すかの違いです。交互配筋でない場合はどちらを選んでも同じ結果になります。

例) 中央下端配筋が D10・D13@200の場合
太径・倍ピッチ → 端部下端 D13@400
細径・倍ピッチ → 端部下端 D10@400

中央上端の鉄筋についても、これに準じて行ないます。

ただし「圧縮鉄筋を表示しない」が有効な場合は画面およびプリンタ上に圧縮側の鉄筋を出力しません。

鉄筋間隔を自動設定する場合の最大値

前述の通り、鉄筋間隔が「自動設定」となっている場合は設計応力に対して必要な鉄筋間隔の最大値を自動計算しますが、その場合の鉄筋間隔の最大値を指定します。初期値は短辺方向が200mm、長辺方向が300mmです。

(3) 出力項目

M (kN・m)

単位幅(1.0m)当たりの設計曲げモーメント。

at (mm²)

上記のMに対する必要鉄筋断面積。

Q (kN)

単位幅当たりの設計せん断力。

検定比

必要鉄筋断面積を、現在表示されている配筋の断面積で除した値。

必要スラブ厚 (mm)

四辺固定または片持ち版の必要最小スラブ厚で、RC規準18条1の規定により計算される値。

t / Lx

スラブ厚を短辺長さで除した値。

最大変位量 (mm)

スラブに生ずる変位の最大値で、計算値に割増率を乗じた値です。()内はその値の短辺長さに対する比を示します。

τ_{max} (N/mm²)

スラブに生ずる最大のせん断応力度。

wp (kN/m²)

仕上り重量と積載荷重の和で、「四辺固定」の場合にのみ表示されます。必要スラブ厚の計算に用いられます。

(4) 操作

鉄筋材料の指定

使用する鉄筋の材料を各鉄筋径ごとに指定します(各データごとに変更可能)。初期値はD16以下がSD295、D19以上がSD345になっていますが、これを変更したい場合は **これらを次回起動時の初期設定にする** を有効にしてください。

配筋の予測

学習結果にもとづいて配筋を予測した上で計算結果を表示します。詳細は「2-4. 学習機能について」をご覧ください。

初期配筋の設定

プログラムの起動時、あるいはデータの確定を行った直後の設計配筋は、すべての部位について「鉄筋径D10・鉄筋間隔は自動設定」という初期データがセットされますが、これらのデータを常用する配筋に変更したい場合は、その値を各部位ごとに設定してください。

お気に入りから選択

常用する配筋をあらかじめ「お気に入り」に登録しておき、それを選択することができます。登録されたリストの一覧が表示されますので、いずれかを選択して「決定」をクリックしてください。リストを編集する場合はツールバー内の星形のアイコンまたはメニューバーの「編集」-「お気に入りの編集」を選びます。詳細はヘルプファイルを参照してください。

検定比の一覧の表示

各鉄筋径・鉄筋ピッチを用いた場合の曲げに関する検定比の一覧が各部位ごとに表示されます。現在設定されている配筋が水色で反転表示されていますので、これを変更したい場合には、設定したい配筋の検定比表示部分をマウスでクリックして下さい。

3-2. 小梁の設計

(1) 計算機能

単スパンまたは複数スパンの連続梁（最大10スパン）の応力計算と断面計算を行います。片持梁、および外端部に片持梁がある形式の連続梁も取り扱うことができます。

① 応力計算

固定モーメント法、またはRC規準9条4の解説(図9.3)に示す略算法にて行います。

固定モーメント法の一般的な解法に関する説明はここでは割愛します。モーメントの分配は計3回行っています。最端部の支点到「固定度」が指定された場合には、その支点到取付く仮想の部材を設け、「仮想部材の分配率：最端部の梁の分配率」の値が「固定度：(1-固定度)」となるような条件のもとで計算します。

② 変位の計算

まず、与えられた荷重形によって単純梁の中央部に生ずる変位量 $\delta 1$ を計算します。次に、応力計算の結果得られた両端の存在曲げモーメント（ $M1 \cdot M2$ ）の曲げ戻しによる中央の変位量 $\delta 2$ を計算します。この両者の和（ $\delta 1 + \delta 2$ ）が梁の変位量になります。

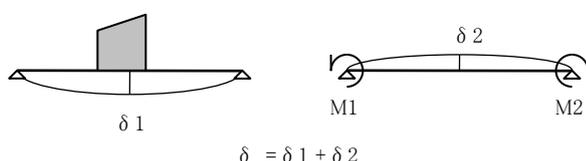


図 3-2-1 梁の変位量の計算

与えられた荷重形が分布荷重の場合は、これを単位長さ(1cm)の微小な集中荷重の集合と考え、その変位量を集計することにより上記 $\delta 1$ を求めています。

③ 断面計算

「3-3. 梁の設計 (1) 計算機能」を参照してください。なお、短期の許容せん断力については安全側を考慮して「損傷制御」の式を使用しています。

(2) 基本事項

このプログラム内では一つのデータに関して「基本入力」「荷重入力」「計算結果」という三つの画面があります。それぞれを画面上部のタブによって切り替えますが、基本的な処理の流れは、「基本入力」「荷重入力」で必要なデータを入力し、計算を実行すると「計算結果」の画面に自動的に切り替わる、というものです。

断面計算に関わる配筋の修正等は「計算結果」で行えます。

(3) 「基本入力」ページ

スパン数

架構の総スパン数で、図3-2-2に示す梁の種別が「一般の連続梁」「片持梁付きの連続梁」の場合には最小値1・最大値10になります。「片持梁付きの連続梁」の場合には片持梁を1スパンとして算入しますので、左または右端の一方に片持梁が取り付けられている場合の最小スパン数は2、左右両端に片持梁が取り付けられている場合の最小スパン数は3になります。また、

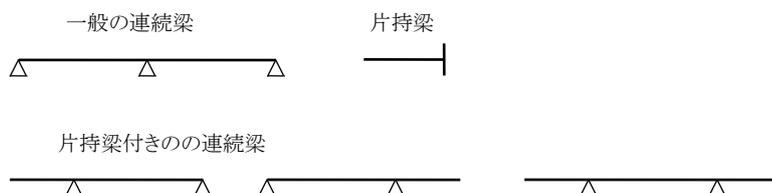


図 3-2-2 梁の種別

種別が「片持梁」の場合にはスパン数は常に1になります。

梁の種別

両端支持の「一般梁」、一端支持の「片持梁」、または「片持梁付きの連続梁」を選択します(図3-2-2)。

片持梁の取り付け

前項で種別を「片持梁付きの連続梁」とした場合に、片持梁が連続梁の左端に取り付くか、右端に取り付くか、またはその両方に取り付くか、を指定します(図3-2-2)。

軸名称

画面及びプリンタ出力中に表示される各支点の軸名称で、「スパン数 + 1」分、必要に応じて入力して下さい。入力がない場合には「#N」という名称（Nは最左端を1とした番号）が自動的に割り当てられます。

梁のデータ

このラベルの下のリスト中にあるのが個々のスパンの梁のデータで、L (m) がスパン長、B (m) が梁幅、D (m) が梁せい、 ϕ が断面二次モーメントの増大率(スラブの取り付け等によるもので、変位の計算に使用される)をあらわします。

リストの左欄の **番号** は最左端を1とした通し番号です。

データの追加

入力ダイアログが表示され、あらたな梁のデータを作成できます。所定のデータを入力後に **追加** を押すと入力した内容が上から順にリストに転記されます。この操作は連続的に行うことができます。

データの修正

選択した項目の内容を修正します。項目をダブルクリックすることもできます。

データの削除

すべての項目をクリアします。

重量計算

梁の自重は直接入力することも自動計算することもできます（「(4)荷重計算」参照）。これを自動計算する場合は、コンクリートの**躯体重量** (kN/m³)、**仕上げ重量** (kN/m²) を入力してください。また、構造計算の慣例に従い、梁上部のスラブ厚を差し引いて自重を計算する場合は **スラブ厚** (mm) を入力してください。

応力計算方法

「固定モーメント法」または「RC規準による略算」を選択します。

固定度

計算方法として「固定モーメント法」を選択した場合にのみ有効なデータで、連続梁の最左端及び最右端の固定度を入力します。この値は完全固定を1.0、ピンを0.0とし、その間の数値で表します。左または右端に片持梁が取り付けられている場合、もしくは下記の作用曲げを指定している場合には、その端部における固定度のデータは無視されます。

作用曲げ (kN・m)

一般梁の最左または右の支点に直接作用するモーメントの値を入力します。上側引張りになるようなモーメントを正とします。

M0の値

「中央モーメント」または「最大モーメント」を選択します。これを「最大モーメント」とした場合の計算方法については「3-21. 荷重項の計算」の説明を参照して下さい。

変形増大係数

計算された変位量に乘じる割増率の値を指定します。初期値は、国土交通省告示平成12年第1459号にしたがい、8としています。

ヤング係数 (N/mm²)

変位量の計算に用いられます。

断面計算を行う

これを無効な場合は、プリンタ出力中にも断面計算に関する部分は一切省略されます。

荷重種別

断面設計時に採用する許容応力度の値を「長期」または「短期」に設定します。

中央部の計算

一般梁の中央部の曲げ耐力の計算を、釣り合い鉄筋比以下にあるものとして「M = at・ft・j」にて行うか(初期値)、あるいは通常の「長方形梁」として扱うか、を選択します。

ひび割れモーメントの計算を行う

ひび割れモーメントの計算と出力の制御を行います。

長期のせん断ひび割れを許容しない

これが有効な場合はRC規準(15.1)式により長期の許容せん断力を算定します。

許容せん断力に α を考慮する

これが無効な場合は許容せん断力算出時の α の値を常に1にします。

鉄筋径の初期値

主筋及びスタラップの使用鉄筋径を選択します。初期値は、主筋D22・スタラップD10になっています。なおこの値は、各梁の断面計算時に個別に変更する事が可能です。

スタラップの間隔 (mm)

スタラップの間隔が入力されていない場合には間隔の自動計算が行われますが、その場合、ここで指定された**最小と最大**の間で必要間隔を検索します。

Fc (N/mm²)

コンクリートの設計基準強度。軽量コンクリートを指定することもできます。

鉄筋材料

主筋及びスタラップに関して、SD295/SD345/SD390のいずれかを選択します。初期値は、主筋SD345・スタラップSD295になっています。

鉄筋のかぶり厚 (mm)

スタラップのかぶり厚(初期値40)。この値、及びスタラップ・主筋の径から、主筋の重心位置の計算を行います。

(4) 「荷重入力」ページ

ここでは選択された個々の梁に作用する荷重の入力を行います。

梁を選択するには、画面上部の **梁の位置** の右に並んでいるボタンを使用するか、または画面左下にある **前の梁 次の梁** をクリックしてください。

荷重の設定方法

これを「新規に入力」とした場合には、この梁に関する荷重のデータを入力して下さい。「前スパンの梁に同じ」とした場合には、梁自重を含めた全荷重データが、直前に入力した梁(左スパンの梁)と同じものとみなしますので、荷重に関するデータは省略出来ます。ただし、直前の梁とスパン長が異なる場合にはこれを選ぶことはできません。

梁の自重 (kN/m)

指定した荷重形とは別に、梁の自重による荷重項を加算する場合に、ここでその値を別途指定します。この値は等分布荷重として作用し、指定した荷重形による荷重項の値に加算されます。

梁の自重を自動計算する

これが有効な場合は、「基本入力」ページで入力されたデータにもとづいて自重を自動計算します。

荷重形の編集

1部材につき最大5個の荷重形が指定可能です。画面右のスクロールボックス中にある「荷重形1」から「荷重形5」のラベルの左にある **編集** をクリックすると入力ダイアログがあらわれます。以下、この画面の操作について記します。

荷重形の設定

画面下部にリストアップされた荷重形のうちの一つをダブルクリックするか、またはシングルクリックで選択して **設定** を押してください。画面上部の「使用する荷重形」の欄にその荷重形が転記され、同時に、その右側に必要なパラメータの記号が表示されますので所定の値を入力してください。

部材の両側に荷重がある

これが有効な場合、指定された荷重形が梁の両側にあるものとし、計算結果を2倍にします。

荷重形の説明

この荷重形に関するコメントを入力することができます。

略図の表示

ここにある **表示** ボタンを押すと、スパン長ならびに入力された荷重パラメータにもとづいた荷重形の略図が描かれます。

上記の入力を終わると、「荷重形1」から「荷重形5」のラベルの下に荷重形が描画され、その右側に各パラメータの記号と入力値が転記されます。この荷重形を削除する場合は **削除** をクリックしてください。

(5) 「計算結果」ページ

ここには全体の応力計算の結果、および選択された個々の梁の断面計算の結果を出力します。個々の梁の配筋を変更することもできます。

① 断面計算の結果

個々の梁の断面計算結果が表示されます。梁を選択するには画面上部の **梁の位置** の右に並んでいるボタンを使用するか、または画面左下にある **前の梁 次の梁** をクリックしてください。

M (kN・m) 設計曲げモーメント。端部の上側引張り、及び中央部の下側引張りのモーメントを正、これと逆の場合を負符号付きで表示します。

Q (kN) 設計せん断力。中央断面は0になります。

pw (%) せん断補強筋比。

検定比 設計応力を耐力で除した値。**M** と **Q** はそれぞれ曲げ及びせん断に関する値を示します。

Mcr (kN・m) ひび割れモーメントの値。「ひび割れモーメントを計算する」と指定した場合のみ出力されます。

主筋

最初の状態では主筋径は「初期値」が選ばれていますが、これは「基本入力」画面で指定されたものを使用することをあらわしています。これを変更する場合は任意の鉄筋径を指定してください。

主筋本数は初期状態ではすべて上下2本になっていますが、これをここで変更することができます。

主筋径や本数を変更した場合は画面下部の「この梁の検証」の右にある **検定計算** をクリックして結果を確認してください。また、ここにある **算定計算** をクリックすると、入力値をいったんリセットした上で最小の必要配筋を計算し、その本数を出力します。この場合の検定比は出力された本数に対する計算結果をあらわします。

算定計算の結果はあくまでも参考値に過ぎませんので、最終的には適正な配筋を決定して検定計算を行ってください。算定計算の方法については「3-3.大梁の設計」の解説を参照してください。

ST (スタラップ)

鉄筋径に関する設定は上記の主筋と同様です。初期状態では本数が2、間隔が200に設定されています。

また、スタラップの間隔 0 として計算を実行した場合は、「基本入力」ページで指定された最小と最大の間で必要な間隔を計算し、ここに出力します。

配筋の予測

学習結果にもとづいて全ての梁の主筋径と本数を予測し、計算します。詳細は「2-4. 学習機能について」にあります。

お気に入りから配筋を選択

常用する配筋をあらかじめ「お気に入り」に登録しておき、それを選択することができます。登録されたリストの一覧が表示されますので、いずれかを選択して「決定」をクリックしてください。

これを現在編集中的数据の全てのスパンの梁に対して適用する場合は「この内容を全スパンの梁に適用する」を有効にしてください。それ以外の場合は現在表示中の梁にのみ適用されます。

リストを編集する場合はツールバー内の星形のアイコンまたはメニューバーの「編集」-「お気に入りの編集」を選びます。詳細はヘルプファイルを参照してください。

この梁の符号

任意の梁符号を必要に応じて指定できます。これはプリンタ出力の所定欄に印字されますが、何の入力もない場合は空白が出力されます。

この梁の断面計算結果を印刷する

断面計算の結果のプリンタ出力の要否を指定します。

② 応力計算の結果

画面右にある「応力計算と変位計算の結果」には以下のような値が出力されます。

M (kN・m) 左右端と中央の設計曲げモーメント。端部の上側引張り、及び中央部の下側引張りのモーメントを正、これと逆の場合を負符号付きで表示します。

δ (mm) 中央部の変位量。これが負符号の場合は(端部の曲げ戻しにより) 上向きに変形していることとなります。

δ/L 変位量のスパンに対する比。

D/L 梁せいのスパンに対する比。

さらに、画面右下には「曲げ応力図」が描画されます。通常、これは計算が正常に終了した時に自動的に描画されますが、**更新** をクリックすると強制的に再描画します。

3-3. 大梁の設計

(1) 計算機能

① 許容曲げモーメント

RC規準13条の解説文中にある(13.1)(13.8)(13.9)の各式に従って計算します。

② 許容せん断力

RC規準 15条2に従って計算します。

長期荷重時の許容せん断力は、せん断ひび割れを許容した(15.2)式を使用しますが、ユーザーが「せん断ひび割れを許容しない」とした場合は(15.1)式によります。

短期荷重時については、ユーザーが「損傷制御」を選択した場合は(15.3)式により許容せん断力、(15.4)式により設計せん断力を計算します。ユーザーが上記以外(安全性の確保)を選択した場合の許容せん断力は(15.5)式によります。この場合の設計せん断力は、ユーザーの指定により、(15.7)式によるメカニズム時の値、または(15.9)式による割増し値が使用されます。

なお、許容せん断力の計算式中にある α を算出するためのM(最大モーメント)は、長期の場合は左端・中央・右端の内の最大値、短期の場合は左端・右端のいずれか大きい方の値とします。また、Q(最大せん断力)については、長期・短期ともに左端・右端のいずれか大きい方の値とします。

③ ひび割れモーメント

RC規準8条の解説文中にある(8.18)式に基づき、下式により計算します。

$$M_{cr} = 0.56 \sqrt{F_c} Z_e$$

$$Z_e = \frac{I_e}{(1 - g_1) D}$$

$$I_e = \phi I_0$$

$$\phi = 12 \left(\frac{1}{3} - g_1 + g_1^2 \right) + 12 \cdot n \cdot pt \left\{ (1 - g_1 + dt_1)^2 + (g_1 - dt_1)^2 \gamma \right\}$$

$$g_1 = \frac{0.5 + n \cdot pt (1 - dt_1 + dc_1 \cdot \gamma)}{1 + n \cdot pt (1 + \gamma)}$$

F_c : コンクリートの設計基準強度

Z_e : 鉄筋断面を考慮した部材の等価断面係数

I_e : 鉄筋断面を考慮した部材の等価断面2次モーメント

D : 梁のせい

n : ヤング係数比

pt : 梁の引張り鉄筋比

γ : 梁の複筋比

$dt_1 = dt/D$ (dt :コンクリート縁から引張鉄筋までの距離)

$dc_1 = dc/D$ (dc :コンクリート縁から圧縮鉄筋までの距離)

④ X形配筋の耐力計算

日本建築学会「鉄筋コンクリートX形配筋部材設計施工指針・同解説」に準拠した計算を行います。

曲げ耐力については、X形主筋の断面積に $\cos \theta$ (θ はX形主筋の勾配角)を乗じたものを有効断面積とし、上の①と同様の考え方で求めます。

せん断耐力については、下式により、X形主筋のせん断耐力を求めます。

$$dQ_A = \gamma \cdot da_t \cdot df_t \cdot \sin \theta \quad : \text{損傷制御の場合}$$

$$dQ_A = 2 \gamma \cdot da_t \cdot df_t \cdot \sin \theta \quad : \text{安全性の確保の場合}$$

γ : 反曲点高比から定められる低減係数。設計せん断力をメカニズム時の応力から求める場合は1.0

da_t : X形筋の断面積

df_t : X形筋の許容引張り応力度

(2) 入力項目

「基本入力」ページ

端部名称

左及び右端の名称として「両端」「外端」「内端」「全端」「基端」「先端」「他端」のいずれかを選択するか、もしくは任意の名称を入力します。

B, D (mm)

梁の幅・せい。

ML (kN・m)

長期の設計モーメント。モーメントの正負符号は、端部の上引張り・中央の下引張りを正、それ以外を負として下さい。

ME (kN・m)

地震時の曲げモーメント。必ず正符号で入力して下さい。この値は基本的には節点位置におけるものとしますが、**地震時モーメントの採用位置**を「節点」とした場合、またはフェイス長の入力がない場合には、この値がそのまま地震時の設計モーメントになります。

QL (kN)

長期の設計せん断力。必ず正符号で入力して下さい。

QE (kN)

地震時のせん断力。必ず正符号で入力して下さい。この値は、短期の設計せん断力QSの計算時に用いられます。この値の入力がない場合にはMEと部材長Lから自動計算されますが、入力があった場合にはその値が優先します。

部材長, 計算位置 (m)

部材長は梁の節点間距離、**計算位置**は左右端の節点から梁の設計フェイス位置(地震時モーメントの採用位置)までの距離を表わします。これらの値は**短期応力を考慮する**とした場合にのみ有効で、以下の計算に用いられます。(以下、L は部材長、Lf は計算位置を示します。)

- a) 地震時モーメント ME の値が入力され、かつ地震時のせん断力 QE の入力省略された場合、下式により QE を求めます。

$$QE = (ME_{左} + ME_{右}) / L$$

- b) 地震時の設計モーメントの採用位置を「フェイス」とした場合、下式により地震時の設計モーメント ME' を求めます。

$$ME' = ME - QE \cdot L_f$$

- c) 短期の設計せん断力を「両端降伏時の応力から求める」とした場合、部材の内り長さ L' を下式により求めます。

$$L' = L - L_{f左} - L_{f右}$$

従って、**短期応力を考慮する**とした場合でも、上記の a)~c) のいずれにも該当しなければこれらの値は特に入力する必要はありません。また、**有効な部位**が「左端と中央」または「左端のみ」で、かつ上記の a)~c) に該当する場合には、左右対称の条件があてはまるものとし「ME 右 = ME 左」及び「Lf 右 = Lf 左」としてこれらを適用します。

主筋

左欄が 1 段筋の本数、右欄が 2 段筋の本数になります。上及び下はそれぞれ上端筋、下端筋を示しています。X 形配筋を用いる場合、ここで入力するのは平行主筋のみの本数になります。

スタラップ

左欄がスタラップの本数(初期値 2)、右欄がピッチ(mm)を表わします。

ハンチがある

これが無効の場合、梁の B と D は全断面同一となり、左端の欄に入力された値になります。

短期応力を考慮

これが無効の場合、曲げとせん断に関する短期の計算は行われません。ME・QE 等に関する入力は無効になります。

有効な部位

ここで無効とされた部位については計算を行いません。

コンクリート材料

設計基準強度 $F_c(N/mm^2)$ と種別(普通・軽量)の指定を行います。

鉄筋のかぶり厚 (mm)

スタラップのかぶり厚(初期値 40)。dt の計算に用います。

「その他の設定」ページ

地震時の断面計算位置

「部材フェイス」または「節点」を選択します。これを「フェイス」とし、かつスパン長・フェイス長の入力があった場合にはフェイス位置でのモーメントを自動計算します。

短期の設計せん断力

短期の設計せん断力QSの計算式、及び同式中の割増率の指定を行います。QSは以下のいずれかの式により求めます。

1. $QS = QL + n1 \cdot QE$ (安全性の確保)
2. $QS = QL + n2 \cdot Qy$ (安全性の確保)
3. 上記1・2のいずれか小さい方(安全性の確保)
4. 損傷制御

n1, n2: 割増し率

Qy: メカニズム時のせん断力。左右端の降伏曲げモーメントの和を梁の内のり長さで除した値になります

X形配筋を用いる場合には、上のQEを「QE - dQA」、Qyを「Qy - dQA」と読み替えます(dQA はX形配筋のせん断耐力)。

Myに算入するスラブ筋の本数

この値は、設計せん断力としてメカニズム時のものを採用する場合の、梁の終局曲げ耐力の計算時に用いられます。スラブ筋はつねに梁上端にあるものとしています。

dtを直接入力する

通常、dtの値(コンクリート縁から引張鉄筋位置までの距離)は鉄筋のかぶり厚と径から自動計算されますが、何らかの理由で直接入力したい場合はこれを有効にし、その値を左端・中央・右端について入力します。

中央部は $M = at \cdot ft \cdot j$ で計算する

中央断面の長期応力に対する設計を行なう際に、圧縮側にスラブがあるT形梁とし、釣り合い鉄筋比以下にあるものとして計算する場合はこれを有効にします。

つねに短期の許容応力度を使用する

これが有効な場合、「ML」や「QL」の計算に際しても短期の許容応力度を用いて計算します。積雪荷重を短期応力として扱う場合などに使用します。

長期のせん断ひび割れを許容しない

プログラムの初期設定では、長期の許容せん断力は、せん断ひび割れを許容したRC規準(15.2)式が使用されますが、これが有効な場合は、せん断ひび割れを許容しない(15.1)式を使用します。

算定計算時のスタラップ間隔

算定計算時のスタラップ間隔の検索はここで指定された最小間隔と最大間隔の間で行われます。初期値は最小間隔 100mm、最大間隔 200mmです。

「X形配筋」ページ

X形筋の本数

平行主筋の本数については「基本入力」で指定し、ここでX形筋のみの本数を指定します。この値が1以上の時、X形配筋としての計算が行われます。

X形筋の位置

この値はX形筋の勾配角の計算と耐力計算に用います。図3-3-1を参照してください。

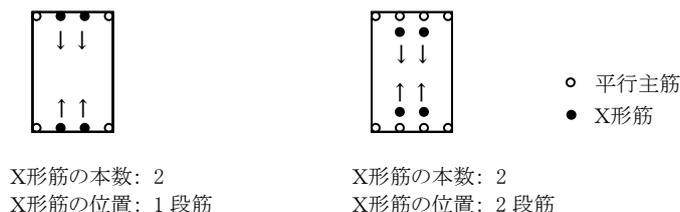


図 3-3-1. X形筋の本数と位置

X形筋の勾配

X形筋の勾配角は、X形筋の水平投影長さと上下のX形筋の間隔により求められますが、図3-3-2に示すように、X形筋の

折り曲げ位置は柱の主筋の位置(柱のdt)とします。従って、X形筋の水平投影長さは、梁の内のり長さにこの値を加えたものになります。内のり長さの入力が省略された場合は「部材長」の値を用います。

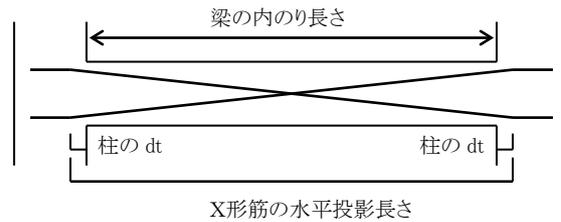


図 3-3-2. X形筋の勾配角の計算

(3) 出力項目

dt (mm)

コンクリート縁から主筋の重心位置までの距離で、直接入力された場合以外は、下式により自動計算されます。

$$dt = do + Ds + Dm / 2 + \triangle$$

do: スタラップのかぶり厚

Ds: スタラップの最外径

Dm: 主筋の最外径

\triangle : 二段筋を考慮した重心位置の補正值

この値は、上端と下端の内、設計応力の大きい側の値を採用し、上端下端のいずれの断面計算においてもこの値が用いられます。

短期応力MS (kN・m)

短期の設計曲げモーメントで、上端・下端の内のいずれか大きい方の値を示します。

短期応力QS (kN)

短期の設計せん断力。

検定比 ML, MS

長期及び短期の曲げモーメントに関する検定比(設計応力/許容耐力)を示します。この値が1より小さい時、部材耐力が設計応力をクリアしています。**MS** 欄の上と下はそれぞれ上端引張り・下端引張りの曲げモーメントに関するものを示しています。

検定比 QL, QS

長期及び短期のせん断力に関する検定比を示します。

pw (%)

せん断補強筋比。

αL , αS (プリンタ出力のみ)

長期及び短期の許容せん断力算出時に用いられた α の値。

Mcr (kN・m)

ひび割れモーメント

My (kN・m)

部材の降伏曲げモーメントで、上端下端の内、設計応力の大きい側の値を表示します。算定式はRC規準15条(15.14)式に従います。この値は、短期の設計せん断力を両端の降伏曲げから求める時にのみ使われますので、設計せん断力の算定法としてこれ以外の方法が指定されている場合には、この値の計算は行なわれません。

pt (%) (プリンタ出力のみ)

主筋の鉄筋比で、上端下端の内、設計応力の大きい側の値を表示します。

X形配筋

X形筋の本数とX形筋の勾配角 θ を示します。

dQA (kN)

X形筋のせん断耐力。

γ (プリンタ出力のみ)

上記のdQAの計算に用いた、反曲点比による低減係数の値。

最小pw

X形配筋の場合の、最小せん断補強筋比。日本建築学会「鉄筋コンクリートX形配筋部材設計施工指針・同解説」の

(2.2.12)式による値。

(4) 操作

高強度筋の詳細

このプログラムでは、スタラップ筋に「高強度せん断補強筋」を使用することができますが、その場合はスタラップ筋として「高強度」を選んだ上、ここでその詳細を個別に入力します。

入力内容は、名称・公称直径(mm)・公称断面積(cm²)・長期許容引張応力度(N/mm²)・短期許容引張応力度(N/mm²)の各項目で、これらの値を省略することはできません。また、せん断補強筋比pwの制限についても、ここにある計算式を参照して入力してください。

すでに何らかの鉄筋を使用している場合、その名称が「これまで使用した高強度筋の名称」にリストアップされています。同じものを使用する場合はその項目を選んだ上で **選択した項目を使用する** をクリックしてください。その内容が入力欄に転記されます。

鉄筋材料の指定

使用する鉄筋の材料を各鉄筋径ごとに指定します(各データごとに変更可能)。初期値はD16以下がSD295、D19以上がSD345になっていますが、これを変更したい場合は **これらを次回起動時の初期設定にする** を有効にしてください。

配筋の予測

学習結果にもとづいて主筋径と本数を予測し、計算します。詳細は「2-4. 学習機能について」をご覧ください。

算定計算

このプログラムの計算方法は、入力された鉄筋にもとづく耐力を計算し、それを設計応力と比較する「検定計算」ですが、入力する配筋の目安を得るための「算定計算」をここで行うことができます。この場合、入力された主筋本数を無視して算定計算を行い、その結果得られた配筋を入力欄に表示します。この時表示される検定比の値は、算定計算の結果で求められた断面に関して行なわれた検定計算の結果となります。なお、算定計算に際してはX形筋の効果は無視しています。曲げに関する必要主筋の算定は、「発生する曲げ応力に関し、複筋比1.0の時の必要主筋本数をまず求め、さらに応力上可能な範囲まで圧縮側の鉄筋本数を1本ずつ減じていく」という方法を用いています。算定計算で得られた配筋がその応力に対して最も経済的な鉄筋量を表しているとは限らないことに留意してください。

算定計算の結果、引張り側の鉄筋比が2.0%を超える場合には主筋本数として99本が出力されます。なお、この算定計算は常に1段筋を仮定して行なわれていますので、結果的に2段筋となる場合には、鉄筋本数の再入力と検定計算を繰り返す事により結果を収束させて下さい。

さらに、スタラップ筋については、その必要間隔(最大間隔)を算定します。

必要配筋の一覧

曲げに対する必要主筋、せん断に対する必要スタラップの表示、及び曲げに関する耐力図の表示を行います。表示部位と荷重種別を切替える場合所定のラジオボタンで選択して下さい。また、表示する主筋やスタラップの径を変更したい場合は変更後に**再計算**をクリックします。ただしこの場合、あくまでもここで表示する鉄筋径を変更するだけで、実際に使用する鉄筋径が変更される訳ではありません。なお、ここではX形筋の効果は無視しています。

以下、このダイアログ中の機能について説明します。

主筋の必要本数

所定の設計曲げ応力に対する主筋の必要本数を表示します。複筋 0.2~1.0 の範囲内を 0.2 ピッチで表示しますが、鉄筋比が 2.0%を越える場合には計算を行いません。

許容せん断耐力

スタラップの本数と所定の間隔毎に計算される許容せん断耐力を一覧表示します。ただし鉄筋比が 0.2%を下回るような組み合わせについては「-」が表示されます。スタラップの間隔は最低 100mm としますが、表示の増分(初期値 50mm)については変更出来ます。

耐力図

縦軸は許容曲げモーメント、横軸は鉄筋比(%)を示し、複筋比は 0.2~1.0 の範囲内を 0.20 ピッチで表示します。また、設計応力を示す線分を図中に表示します。

メニューバー [ファイル] - [応力ファイルのインポート]

一定の書式で書かれたテキストファイルから応力データを一括して読み込むことが出来ます。この機能は、主として、弊社の応力計算プログラム「FreStructure」の計算結果のインポート用に用意されているものです。

データの書式は、以下に示す通り、1データにつき3行で記述します。1行目は入力欄の「表題」に相当する文字列です。2

行目は長期応力に関するデータ、3行目は地震時応力に関する数値データになります。これらの数値データは空白または「,」（コンマ）で区切ります。データの符号や単位については「(2)入力項目」を参照して下さい。特定のデータを省略する場合には明示的に「0」を書いて下さい（「, ,」でデータの省略を表すことは出来ません）。また、地震時の応力がない場合には該当する行を空白行とし、行全体を省略しないで下さい。

(1 行目) 表題
(2 行目) ML(左端), ML(中央), ML(右端), QL(左端), QL(右端), スパン長
(3 行目) ME(左端), ME(中央), ME(右端), QE(左端), QE(右端)
... 以上の3行をデータ数分繰り返す

応力ファイルの書式

3-4. 柱の設計

(1) 計算機能

① 許容曲げモーメント

長方形断面についてはRC規準14条の解説文中にある(14.5)～(14.11)の各式、円形断面については1988年版RC規準本文15条の(15)(16)(17)及び(20)式に従って求めます。

② 許容せん断力

RC規準 15条2に従って計算します。円形柱の場合は断面積が等価な正方形柱に置換した上で各式を適用します。長期荷重時の許容せん断力は(15.1)式によります。

短期荷重時については、ユーザーが「損傷制御」を選択した場合は(15.3)式により許容せん断力、(15.4)式により設計せん断力を計算します。ユーザーが上記以外(安全性の確保)を選択した場合の許容せん断力は(15.6)式によります。この場合の設計せん断力は、ユーザーの指定により、(15.8)式によるメカニズム時の値、または(15.9)式による割増し値が使用されます。ただし、ユーザーが設計せん断力を直接入力することもできます。

③ X形配筋の耐力計算

日本建築学会「鉄筋コンクリートX形配筋部材設計施工指針・同解説」に準拠した計算を行います。

許容曲げモーメントについては、X形主筋の断面積に $\cos \theta$ (θ はX形主筋の勾配角)を乗じたものを有効断面積とし、上の①と同様の考え方で求めます。許容せん断力は、「損傷制御」「安全性の確保」のいずれの場合も下式を使用します(記号の説明は「3-2 梁の設計を参照」)。

$$dQ_A = 2 \gamma \cdot d_{ax} \cdot d_f t \cdot \sin \theta$$

(2) 入力項目

「基本入力」ページ

B, D (mm)

柱の幅・せい。断面形状が円形の場合にはD(直径)の値のみが有効です。**有効な方向**がXY両方向の場合には、X方向に関する値のみを入力します(Y方向についてはBとDを入れ替えた値が自動的に組み込まれます)。

NL (kN)

長期の軸力。

NE (kN)

正加力地震時の軸力。引張りとなる場合には負符号付きで入力して下さい。

ML (kN・m)

長期の設計モーメント。モーメントの生ずる向き(左または右側引張り)については考慮していませんので、通常は正符号で入力して下さい。加力方向の正負にかかわらず、短期の設計曲げモーメントMSは「ML + ME」として求めています。

ME (kN・m)

地震時の曲げモーメント。必ず正符号で入力して下さい。この値は基本的には節点位置におけるものとし、「計算位置」の値が入力された場合には、これをフェイス位置のモーメントに変換します。「計算位置」の入力がない場合には、この値がそのまま地震時の設計モーメントになります。

QL (kN)

長期の設計せん断力。必ず正符号で入力して下さい。

QE (kN)

地震時の設計せん断力。**短期せん断力**を「n・QE」とした場合に用いられます。必ず正符号で入力して下さい。

QS (kN)

短期の設計せん断力。**短期せん断力**を「直接入力」とした場合に用いられます。必ず正符号で入力して下さい。

計算位置 (m)

節点位置から柱フェイスまでの長さ。

主筋

長方形柱の場合は引張り鉄筋の全本数、円形柱の場合には主筋の全本数を入力します。

フープ

左側にフープの本数、右側にフープの間隔(初期値は100mm)を入力します。

断面形状

「長方形」または「円形」を選択します。

有効な部位

XまたはY方向の計算のみを行う場合には「X方向」または「Y方向」を選択します。

短期せん断力 QS の設定

X及びY方向の短期のせん断力の検討方法について、以下のいずれかを選択します。

設計せん断力を直接入力する：安全性の確保

降伏モーメントの値(メカニズム時)から設計せん断力を計算する：安全性の確保

地震時せん断力の割増し($n \cdot QE$)により設計せん断力を計算する：安全性の確保

損傷制御式による：損傷制御

直接入力の場合は、QEの入力は使用されません。直接入力以外の場合、QSの入力は使用されません。

コンクリート材料

設計基準強度 $F_c(N/mm^2)$ と種別(普通・軽量)の指定を行います。

鉄筋のかぶり厚 (mm)

フープのかぶり厚(初期値40)。dtの計算に用います。

「その他の設定」ページ

短期設計せん断力QSの計算条件

この入力は、短期せん断力の計算を「メカニズム時」とした場合に有効です。

降伏条件

柱頭と柱脚について、各々「柱降伏」「梁降伏」を選択します。「梁降伏」とした場合には、次項でその降伏モーメントの値を入力する必要があります。

梁の ΣMy (kN・m)

前項で柱頭または柱脚を梁降伏とした場合、集合する梁の降伏モーメントの和の値をここで指定します。

内のり高さ (m)

柱の可とう長さ(h')を表します。

QSの割増率

$\Sigma My/h'$ の値に乘じる割増し係数。

軸力割増率

柱の My を求める際の、地震時軸力の割増し率。

QEの割増率

QEの値に乘じる割増し係数(短期せん断力の計算を「 $n \cdot QE$ 」とした場合のみ)。

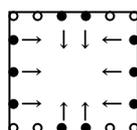
短期の許容応力度を使用

これが有効な場合、「ML」や「QL」の計算に際しても短期の許容応力度を用いて計算します。積雪荷重を短期応力として扱う場合などに使用します。

「X形配筋」ページ

X形筋の本数

平行主筋の本数については「基本入力」で指定し、ここでX形筋のみの本数を指定します。この値が1以上の時、指定された方向に関し、X形配筋としての計算が行われます。



X方向のX形筋本数: 3 ○ 平行主筋
Y方向のX形筋本数: 2 ● X形筋

図 3-4-1. X形筋の本数と位置

柱の内のり高さ・梁のdt

これらの値は、X形筋の勾配角の計算に用いられます。詳細については、「3-3.梁の設計」を参照して下さい。なお、「内のり高さ」の入力が省略された場合は「その他の設定」で入力された「内のり高さ」の値が用いられます。

反曲点高比

この値はX形筋のせん断耐力計算時の γ (耐力低減係数)の計算に用いられます。0.0~1.0の範囲内でなければなりません。

せん。この範囲外の場合、せん断耐力は0になります。短期せん断力の計算を「メカニズム時」とした場合には、 γ を1.0としますので、この入力は関係ありません。

(3) 出力項目

dt (mm)

コンクリート縁から引張り鉄筋の重心位置までの距離。算定式は梁の場合と同様です。

短期応力 NS (kN)

短期の設計軸力。記号の後にある+は正加力時、-は負加力時を表しています。軸力が圧縮の場合は正、引張りの場合は負の値で表示されます。

短期応力 MS (kN・m)

短期の設計モーメント(ML + ME)。

My (kN・m)

降伏曲げモーメントの値を参考値として出力します。この計算は、RC規準 15 条の(15.15)～(15.16)式により行なっています。地震時の軸力は圧縮側に作用しているものとします。また、この時の地震時軸力の割増し率を入力によって指定する事が可能です。

検定比 ML, MS, QL, QS

長期曲げモーメント・短期曲げモーメント・長期せん断力・短期せん断力に関する検定比(設計応力/許容耐力)を示します。この値が1より小さい時、部材の耐力が設計応力をクリアしています。**MS** の欄の+は正加力時、-は負加力時の検定比を示します。

pw (%)

せん断補強筋比。

dQA (kN)

X形筋のせん断耐力。

最小pw

X形配筋の場合の、最小せん断補強筋比。計算式については、日本建築学会「鉄筋コンクリートX形配筋部材設計施工指針・同解説」を参照して下さい。

pg (%) (プリント出力のみ)

コンクリート全断面積に対する主筋全断面積の割合。

αL , αS (プリント出力のみ)

長期及び短期の許容せん断力算出時に用いられた α の値。

X形主筋 (プリント出力のみ)

X形筋の本数。

θ (プリント出力のみ)

X形筋の勾配角。

γ (プリント出力のみ)

X形筋のせん断耐力計算時に用いた、反曲点高比による耐力低減係数。

(4) 操作

高強度筋の詳細

このプログラムでは、フープ筋に「高強度せん断補強筋」を使用することができますが、その場合はフープ筋として「高強度」を選んだ上、ここでその詳細を個別に入力します。

入力内容は、名称・公称直径(mm)・公称断面積(cm²)・長期許容引張応力度(N/mm²)・短期許容引張応力度(N/mm²)の各項目で、これらの値を省略することはできません。また、せん断補強筋比pwの制限についても、ここにある計算式を参照して入力してください。

すでに何らかの鉄筋を使用している場合、その名称が「これまで使用した高強度筋の名称」にリストアップされています。同じものを使用する場合はその項目を選んだ上で **選択した項目を使用する** をクリックしてください。その内容が入力欄に転記されます。

鉄筋材料の指定

使用する鉄筋の材料を各鉄筋径ごとに指定します(各データごとに変更可能)。初期値はD16以下がSD295、D19以上がSD345になっていますが、これを変更したい場合は **これらを次回起動時の初期設定にする** を有効にしてください。

配筋の予測

学習結果にもとづいて主筋径と本数を予測し、計算します。詳細は「2-4. 学習機能について」をご覧ください。

算定計算

基本的な計算方法は、入力された鉄筋にもとづく耐力を計算し、それを設計応力と比較する「検定計算」ですが、入力する配筋の目安を得るための「算定計算」をここで行うことができます。この場合、入力された主筋本数を無視して算定計算を行い、その結果得られた配筋を入力欄に表示します。この時表示される検定比の値は、算定計算の結果で求められた断面に関して行なわれた検定計算の結果となります。なお、算定計算に際してはX形筋の効果は無視しています。算定計算の結果、引張鉄筋比が 2.0%(円形柱では全鉄筋比が 4.0%)を超える場合には主筋本数として 999 を出力します。

必要配筋の一覧表示

曲げに対する必要主筋、せん断に対する必要フープの表示、及び曲げに関する耐力図の表示を行います。表示部位と荷重種別を切替える場合所定のラジオボタンで選択して下さい。また、表示する主筋やフープの径を変更したい場合は変更後に**再計算**をクリックします。ただしこの場合、あくまでもここで表示する鉄筋径を変更するだけで、実際に使用する鉄筋径が変更される訳ではありません。なお、ここではX形筋の効果は無視しています。

以下、このダイアログ中の機能について説明します。

主筋の必要本数

所定の設計曲げ応力に対する主筋の必要本数を表示します。ただし鉄筋比が 2.0%(円形柱の場合は全鉄筋比が 4.0%)を越える場合には計算を行いません。

許容せん断耐力

フープの本数毎に計算される短期の許容せん断耐力を一覧表示します。ただし鉄筋比が 0.2%を下回る場合には「-」が表示されます。フープの間隔は 100mm としていますが、これについては変更が可能です。また、長期に関しては、コンクリート断面から求められる許容せん断耐力の値のみを表示します。

耐力図

グラフの縦軸は軸力、横軸は許容曲げモーメントを示し、長方形柱の場合は引張り鉄筋比 0.0~2.0% の範囲内の耐力を 0.25%ピッチ、円形柱の場合は全鉄筋比 0.0~4.0% の範囲内の耐力を 0.50%ピッチで表示します。また、応力が表示範囲内にあれば、その値(軸力及びモーメント)を示す線分を図中に表示します。

メニューバー [ファイル] - [応力ファイルのインポート]

一定の書式で書かれたテキストファイルから応力データを一括して読み込むことができます。この機能は、主として、弊社の応力計算プログラム「FreeStructure」の計算結果のインポート用に用意されているものです。

データの書式は、以下に示す通り、1データにつき3行で記述します。1行目は入力欄の「表題」に相当する文字列です。2行目は長期応力に関するデータ、3行目は地震時応力に関する数値データになります。これらの数値データは空白または「,」(コンマ)で区切ります。データの符号や単位については「(2)入力項目」を参照して下さい。特定のデータを省略する場合には明示的に「0」を書いて下さい(「, ,」でデータの省略を表すことは出来ません)。また、地震時の応力がない場合には該当する行を空白行とし、行全体を省略しないで下さい。

曲げ応力は柱頭・柱脚の双方に関して入力しますが、読み込み時にはその内の大きい方が設計応力として採用されます。長期の柱軸力については、X方向とY方向のどちらか大きい方が採用されます。

(1行目) 表題
(2行目) NL(X方向), ML(X方向柱頭), ML(X方向柱脚), QL(X方向), NL(Y方向), ML(Y方向柱頭), ML(Y方向柱脚), QL(Y方向)
(3行目) ME(左端), ME(中央), ME(右端), QE(左端), QE(右端) NE(Y方向), ME(Y方向柱頭), ME(Y方向柱脚), QE(Y方向)
... 以上の3行をデータ数分繰り返す

応力ファイルの書式

3-5. 耐震壁の設計

(1) 計算機能

RC規準19条1に規定する耐震壁（両側柱付き壁）の短期せん断力に関する検定を同条3及び4に従って行います。また、同条5に従って開口補強筋の検定を行います。

① 耐震壁の形状

ここで対象とするのは、図 3-5-1 に示すような、両側に柱の付いた耐震壁ですが、左右の柱にそで壁がある場合はそれを含めた断面とします。

また、RC 規準によれば、耐震壁が複数のスパンにわたる場合は、それを一つの壁として扱うようになっていますが、このプログラムでは 1 スパンの壁を対象にしています。したがって、複数スパンにわたる耐震壁をこのプログラムで取り扱う場合は、中間にある柱の断面は無視することになります。

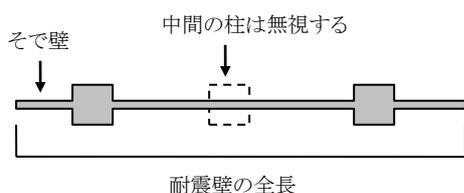


図 3-5-1 耐震壁の形状

② 耐震壁の許容せん断力

RC 規準 19 条(19.2)～(19.6)式により求めます。この場合、初期設定では(19.2)式により Q_1 と Q_2 の大きい方を許容せん断力としますが、ユーザーの指定により、 Q_1 あるいは Q_2 の値をそのまま採用することもできます。

柱の許容せん断力は(19.6)式で求めますが、この場合の応力中心間距離 j は $0.8D$ (D は柱のせい) とします。また、 α は 1.5 としています。

③ 開口低減率

このプログラムでは、開口部の水平断面への投影長さ lop 、及び鉛直断面への投影高さ hop は直接入力するようになっていますので、複数の開口がある場合はそれを別途計算して入力する必要があります。

開口低減率は(19.7)から(19.13)の各式で求めますが、ただし、開口の高さによる低減率 r_3 を適用するかどうかはユーザーの指定によります。 r_3 の値は、ユーザーの指定により、(19.11)または(19.12)式で求めますが、ここにある Σho および Σh の値はユーザーの入力によります。

④ 開口補強

(19.14)から(19.16)式に従い、「開口隅角部の付加斜張力」「開口左右の付加曲げモーメント」「開口上下の付加曲げモーメント」に対する検定を行います。

付加斜張力については、いわゆる開口補強筋の他に、一定範囲内の壁筋、あるいは柱・梁の主筋の耐力を算入できることになっていますが、それをどの程度見込むかはユーザーの指定によります。

(2) 入力項目

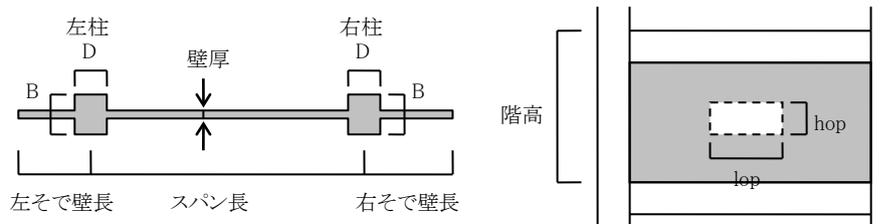


図 3-5-2 耐震壁の各部名称

「基本入力」ページ

スパン長(m)

左右の柱芯間の距離。

階高 (m)

耐震壁下部の梁の上端から上部の梁の上端までの距離。

壁厚 (mm)

左右のそで壁がある場合は、その厚さも含まれます。

そで壁長 (m)

左右にそで壁がある場合は、柱芯からの長さを入力します。

B, D (mm)

左右の柱の幅・せい (図 3-5-2)。

開口が存在する

耐震壁に開口が存在し、かつ開口低減率を考慮する場合はこれを有効にします。

l_{op} , h_{op} (m)

それぞれ、「開口部の水平断面への投影長さの和」、及び「開口部の鉛直断面への投影高さの和」を表わします。開口部が一つしかない場合はその開口部の長さで高さですが、複数ある場合はそれらを変換して入力してください。

横筋・縦筋

壁筋の横筋と縦筋の径とピッチ(mm)を入力します。

縦横とも同配筋

壁筋の縦筋が横筋と同配筋の場合は、これを有効にし、横筋のみを入力することができます。

シングル配筋

壁筋は通常はダブル配筋になりますが、シングル配筋の場合はこれを有効にしてください。

柱の HOOP 筋

左右の柱のフープ筋の本数・径・ピッチ。

短期せん断力 (kN)

耐震壁に作用する短期の水平力。

応力割増率

設計せん断力の算出時に、上記のせん断力に乗じる割増率の値(初期値 1.5)。

耐力の採用値

RC規準 19 条によれば、耐震壁のせん断耐力は、Q1(壁のひび割れを許容しない耐力)とQ2(壁のひび割れを許容した耐力)の大きい方の値としてよい、とされていますが、ここで Q1 または Q2 をそのまません断耐力とするように変更できます。

コンクリート材料

設計基準強度 $F_c(N/mm^2)$ と種別 (普通・軽量) の指定を行います。

「開口低減率と開口補強筋の設定」ページ

開口低減率 r_3 を適用する

開口の高さによる低減を考慮する場合はこれを有効にします。RC規準19条4にある通り、開口上下の破壊が生じる可能性がないのであれば r_3 を考慮する必要はありませんので、この項目が無効になっている場合は r_3 を1.0とします。

ピロティの直上階または中間階の単層壁である

これが有効な場合はRC規準の(19.11)式、無効な場合は(19.12)式により r_3 の値を求めます。

λ の値を直接入力する

上記のチェックが無効な場合、つまりピロティの直上階でも中間階の単層壁でもない場合は、(19.12)式にある λ の値が必要になります。RC規準によれば、この値は、開口部が縦一列になっていれば(19.13)式で算定すればよいことになっています。これに該当しない場合は、このチェックを有効にして λ の値を直接入力してください。

$\sum h_o$, $\sum h$ (m)

r_3 を算定する(19.11)及び(19.12)式で使用される値で、それぞれ、「この階から最上階までの開口部の高さの和」及び「この階の梁下端または床上面から最上階の梁上端までの距離」を表わします。詳細についてはRC規準19条4を参照してください。

λ

上記の「 λ の値を直接入力する」を有効にした場合は、その値を入力してください。

lo (m)

λ の値を(19.13)式で計算する場合に使用されるもので、ここで使用される「上下方向に縦一列で並んでいる開口部の長さ」を表わします。

開口補強の計算を行う

耐震壁に開口が存在し、かつ開口補強に関する検討を行う場合はこれを有効にします。

開口形状は lop, hop と同じ

上記の開口形状が、「開口低減率」のページで入力したlop及びhopの値と同じである場合はこれを有効にし、開口形状の入力を省略することができます。

開口長さ lo, 開口高さ ho (m)

検討を行おうとしている開口の長さと高さを入力します。

水平方向の開口の総数, 鉛直方向の開口の総数

この耐震壁に複数の開口がある場合は、その配置状況に応じて入力します。「水平方向の開口数」は、開口左右の曲げモーメントに関する検定式である(19.15)式中にあるnhの値、「鉛直方向の開口数」は、開口上下の曲げモーメントに関する検定式である(19.16)式中にあるnvの値に相当します。

壁の開口補強筋

開口補強用に特別に配置される補強筋（縦筋・横筋・斜め筋）の本数と径を入力します。

開口部周辺の有効な鉄筋

RC規準によれば、開口補強として機能する鉄筋は、開口補強筋の他、開口端から500mm以内（ただし隣接する開口端との中間線を超えない範囲）に存在する「壁筋」及び「柱または梁の主筋」を考慮してもよいことになっています（図3-5-3）。

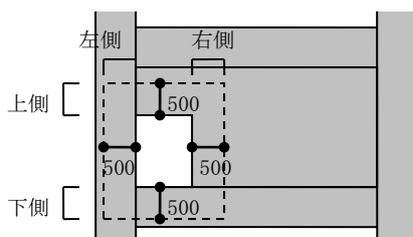


図 3-5-3 開口補強として有効な鉄筋の範囲

そこで、開口部の左側・右側・上側・下側のそれぞれについて、ここで有効な鉄筋を個別に指定します。

開口補強筋が配置できる場合は開口補強縦(横)筋を有効にしてください。500mm以内の範囲に存在する壁筋を考慮する場合は以下の壁縦(横)筋を有効にした上で、その有効幅(mm)を入力してください。さらに、柱や梁の主筋を考慮する場合は以下の柱(梁)筋を有効にした上で、その本数と径を入力してください。

(3) 出力項目

壁の長さ l (mm)

そで壁の長さを含めた壁の長さ。RC規準において「壁の全せい」として定義されているもの。

le (mm)

そで壁を含んだ壁板の有効長さの合計値。そで壁がある場合は実際の長さに 0.9 を乗じ、柱付きの壁板の長さ合計しています。

鉄筋比 (%)

壁の横筋及び縦筋のせん断補強筋比。

ps (%)

(19.5)式で Q_w を求める際に使用した壁の横筋の鉄筋比。縦筋の鉄筋比、あるいは柱のせん断補強筋比とのかね合いにより、実際の横筋の鉄筋比とは値が一致しないことがあります。詳細については、RC 規準にある(19.5)式の記号の説明部分を参照してください。

Q1, Q2 (kN)

RC 規準(19.3)(19.3)式から求められる壁の許容せん断力の値。

$\Sigma Q_w, \Sigma Q_c$ (kN)

上の Q2 の値の内訳に相当するもので、それぞれ、RC 規準(19.3)式から求められる壁板の許容せん断力の合計値、及び左右の柱の許容せん断力の合計値を表します。

QA (kN)

無開口とした場合の壁の許容せん断力。

開口低減率

RC 規準 19 条から求められる $r1 \cdot r2 \cdot r3$ 、及びそれらから定まる開口低減率 r の値を示します。

$\Sigma ho, \Sigma h$ (m)

$r3$ を算定する(19.11)及び(19.12)式で使用された値で、それぞれ、「この階から最上階までの開口部の高さの和」及び「この階の梁下端または床上面から最上階の梁上端までの距離」を表わします。

λ

(19.13)式にある λ の値。「ピロティの直上階あるいは中間階の単層壁」に該当しないもの場合に出力されます。

lo (m)

λ の値を(19.13)式で計算する場合に使用されるもので、「上下方向に縦一列で並んでいる開口部の長さ」を表わします。

$r \cdot QA$ (kN)

前記の QA に開口低減率を乗じた壁の許容せん断力。

Qd (kN)

壁の設計せん断力で、入力された短期せん断力に割増率を乗じた値。

隅角部の付加斜張力, 抵抗力 (kN)

開口補強に関するもので、「隅角部の付加斜張力」は(19.14)式の右边、「抵抗力」は左辺の値になり、それらの比較を表します。なお、「抵抗力」については開口部の四隅(左上・左下・右上・右下)についてそれぞれ計算し、その値を示しています。

左右の付加曲げモーメント, 抵抗力 (kN・m)

開口補強に関するもので、「左右の付加曲げモーメント」は(19.15)式の右边、「抵抗力」は左辺の値になり、それらの比較を表します。

上下の付加曲げモーメント, 抵抗力 (kN・m)

開口補強に関するもので、「上下の付加曲げモーメント」は(19.16)式の右边、「抵抗力」は左辺の値になり、それらの比較を表します。

開口周囲の有効な鉄筋 (プリンタ出力のみ)

開口の左側・右側・上側・下側のそれぞれについて、ユーザーが指定した有効な鉄筋を表します。**開口補強筋**は、開口補強用に配置された横筋または縦筋の本数と径、**壁筋の範囲**は、壁筋を算入する範囲の幅、**柱梁の主筋**は、有効な範囲内に存在する柱・梁の主筋の本数と径を表します。

(4) 操作

高強度筋の詳細

このプログラムでは、フープ筋に「高強度せん断補強筋」を使用することができますが、その場合はフープ筋として「高強度」を選んだ上、ここでその詳細を個別に入力します。

入力内容は、名称・公称直径(mm)・公称断面積(cm^2)・長期許容引張応力度(N/mm^2)・短期許容引張応力度(N/mm^2)の各項目で、これらの値を省略することはできません。また、せん断補強筋比 pw の制限についても、ここにある計算式を参照して入力してください。

すでに何らかの鉄筋を使用している場合、その名称が「これまで使用した高強度筋の名称」にリストアップされています。同じものを使用する場合はその項目を選んだ上で **選択した項目を使用する** をクリックしてください。その内容が入力欄に転記されます。

鉄筋材料の指定

使用する鉄筋の材料を各鉄筋径ごとに指定します(各データごとに変更可能)。初期値はD16以下がSD295、D19以上がSD345になっていますが、これを変更したい場合は **これらを次回起動時の初期設定にする** を有効にしてください。

3-6. 壁付き梁の設計

(1) 計算機能

梁の上下に壁が付いた断面の曲げ及びせん断に関する検定を行います。

① 許容曲げモーメント

RC規準の「付10. 壁付き部材の復元力モデルと許容曲げモーメント」の「6. 許容曲げモーメント」にある各式に従って求めます。ただしこの場合、図3-6-1にあるように、断面の引張側にある壁端部の曲げ補強筋または梁主筋のみを有効とし、壁の横筋の耐力は無視します。

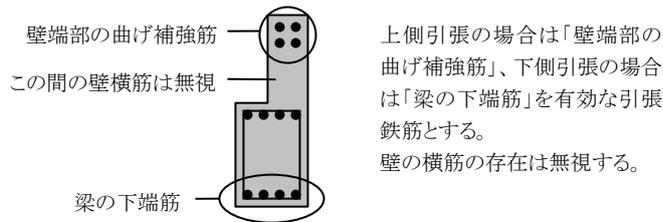


図3-6-1 曲げに対して有効な鉄筋

以下に、その算定手順を記します。

1. 下式により断面の中立軸位置 x_n を求める。

$$x_n = (2/3)(L - y_{max})$$

L : 梁と壁を含んだ全断面のせい
 y_{max} : 引張縁から断面図心までの距離

2. 下式により圧縮縁のコンクリートの応力度 σ_c を求める。

$$\sigma_c = \min(f_c, \{x_n / (d_e - x_n)\} \cdot f_t / n)$$

f_c : コンクリートの許容圧縮応力度
 d_e : 圧縮縁から最も遠い引張鉄筋(曲げ補強筋の1段目、または梁の1段筋)までの距離
 f_t : 鉄筋の許容引張応力度
 n : ヤング係数比

3. 下式により引張側の鉄筋の応力度 σ_t を求める。

$$\sigma_t = \{(d_t - x_n) / x_n\} \cdot n \cdot \sigma_c$$

d_t : 圧縮縁から引張鉄筋群の重心までの距離

4. 下式により許容曲げモーメント M_A を求める。

$$M_A = a_t \cdot \sigma_t \cdot (d_t - x_n / 3)$$

a_t : 引張鉄筋の全断面積

なお、壁のコンクリートの引張縁から1段目の曲げ補強筋の重心位置までの距離は以下で求めています。

$$\text{鉄筋のかぶり厚} + \text{壁縦筋の外径} + \text{曲げ補強筋の外径} / 2$$

② 許容せん断力

長期の許容せん断力はRC規準19条の(19.1)式により求めます。

短期の許容せん断力はRC規準19条の(19.2)～(19.6)の各式により求めます。この時、(19.5)式にある壁のせん断補強筋比 p_s は壁の縦筋に関するものに読み替えます。また、(19.6)式にある梁の有効せい j は $0.8D$ (D は梁せい)とします。

(2) 入力項目

B (mm)

梁の幅

D (mm)

梁のせい

壁長 (mm)

梁の上及び下側にある壁の長さを入力します(図3-6-2)。どちらか片側は0でも構いませんが、両方を0にすることはできません。

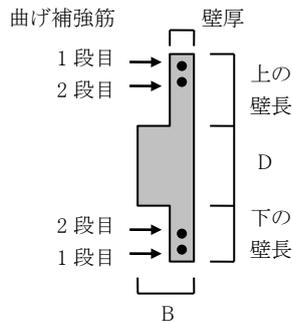


図3-6-2 各部位の呼び方

壁厚 (mm)

梁の上下に壁がある場合、それらは同一の断面と配筋を持つものとしています。上下の壁の厚さ・配筋が異なるような形状は取り扱えません。

梁の配筋

主筋径、及び上端・下端の1段筋・2段筋の本数をそれぞれ入力します。また、ST(スタラップ筋)の本数・径・ピッチを入力します。

壁の配筋

壁の鉄筋で実際の計算に使用されるのは、許容せん断力の算出に用いる「縦筋」のみになりますので、その径とピッチを入力します。通常はダブル配筋としますが、**シングル配筋**が有効な場合にはシングル配筋になります。

壁の曲げ補強筋

壁の曲げ補強筋の径と1段目及び2段目の本数を入力します(図3-6-2参照)。2段目の本数は0でも構いませんが、1段目の本数を0にすることはできません。

設計応力

長期及び地震時の曲げモーメント $ML \cdot ME(kN \cdot m)$ とせん断力 $QL \cdot QE(kN \cdot m)$ を入力します。

長期の曲げモーメントは、上側が引張りになる場合を正とし、下側が引張りになる場合は負の値で入力してください。地震時の曲げモーメントは絶対値で入力してください。プログラム内では、これらの値から短期の曲げモーメントを「長期の曲げモーメント±地震時の曲げモーメント」とし、それぞれのケースについて検定しています。

せん断力はつねに正の値で入力してください。短期の設計せん断力は、**QEの割増率**の値から「長期せん断力+QEの割増率×地震時のせん断力」として求めています。

コンクリート $F_c (N/mm^2)$

コンクリートの設計基準強度

鉄筋のかぶり厚 (mm)

梁のスタラップ筋、及び壁の縦筋のかぶり厚で、引張側のコンクリート縁から引張鉄筋(梁の主筋または壁の曲げ補強筋)の重心位置までの計算に使用されます。

(3) 出力項目

梁断面の中心から断面図心まで $e (mm)$

RC規準の(付10.1)式から求められる値で、図心が梁断面の中心よりも上にある場合を正、下にある場合を負とします。

上側引張時 下側引張時

プログラムでは、設計応力の値に関わらず、「断面の上側が引張りになる場合」「下側が引張りになる場合」の2ケースにつ

いて計算しています。それぞれの場合に対象となる引張鉄筋の種別を、「壁の曲げ補強筋による」あるいは「梁の上端筋（下端筋）による」と表示しています。

de (mm)

圧縮側のコンクリート縁から最も遠い位置にある引張鉄筋（壁の1段目の曲げ補強筋、あるいは梁の1段筋）までの距離

dt (mm)

圧縮側のコンクリート縁から引張鉄筋群（壁の曲げ補強筋、あるいは梁の主筋）の重心位置までの距離

xn (mm)

圧縮側のコンクリート縁から中立軸までの距離

長期曲げの検討

長期の曲げが正符号の場合は上端引張時、負符号の場合は下端引張時の値を出力します。

短期曲げの検討

短期については、上端引張あるいは下端引張の曲げ応力が存在しない場合でも、つねに両方のケースの計算結果を出力します。

σ_c (N/mm²) (プリンタ出力のみ)

圧縮側のコンクリート縁の応力度

σ_t (N/mm²)

引張鉄筋の応力度

MA (kN・m)

長期または短期の許容曲げモーメント、及びそれと設計曲げモーメントの比較を出力します。ただし、上引張あるいは下引張になるような短期曲げが存在しない場合は許容曲げモーメントの値のみを出力します。

QA (kN)

長期または短期の許容せん断力、及びそれと設計せん断力の比較を出力します。

Q1 (kN)

RC規準(19.3)式による短期の許容せん断力

Q2 (kN)

RC規準(19.4)式による短期の許容せん断力

Qw (kN)

RC規準(19.5)式による壁の短期許容せん断力（上下に壁がある場合はその合計値）

Qg (kN)

RC規準(19.6)式による梁の短期許容せん断力

ps (%)

RC規準(19.5)式の計算で使用した壁のせん断補強筋比

pw (%) (プリンタ出力のみ)

RC規準(19.6)式の計算で使用した梁のせん断補強筋比

(4) 操作

高強度筋の詳細

このプログラムでは、フープ筋に「高強度せん断補強筋」を使用することができますが、その場合はフープ筋として「高強度」を選んだ上、ここでその詳細を個別に入力します。

入力内容は、名称・公称直径(mm)・公称断面積(cm²)・長期許容引張応力度(N/mm²)・短期許容引張応力度(N/mm²)の各項目で、これらの値を省略することはできません。また、せん断補強筋比pwの制限についても、ここにある計算式を参照して入力してください。

すでに何らかの鉄筋を使用している場合、その名称が「これまで使用した高強度筋の名称」にリストアップされています。同じものを使用する場合はその項目を選んだ上で **選択した項目を使用する** をクリックしてください。その内容が入力欄に転記されます。

鉄筋材料の指定

使用する鉄筋の材料を各鉄筋径ごとに指定します（各データごとに変更可能）。初期値はD16以下がSD295、D19以上がSD345になっていますが、これを変更したい場合は これらを次回起動時の初期設定にする を有効にしてください。

3-7. 壁付き柱の設計

(1) 計算機能

柱の左右に壁が付いた断面の短期の曲げ及びせん断に関する検定を行います。

① 許容曲げモーメント

RC規準の「付10. 壁付き部材の復元力モデルと許容曲げモーメント」の「6. 許容曲げモーメント」にある各式に従って求めます。この場合、図3-7-1にあるように、断面の引張側にある壁端部の曲げ補強筋または最外端の柱主筋のみを有効とし、壁の縦筋ならびに最外端以外にある柱主筋の耐力は無視します。ただし、断面の全引張耐力の計算には、ユーザーの指定により、これらの鉄筋を算入することができます。

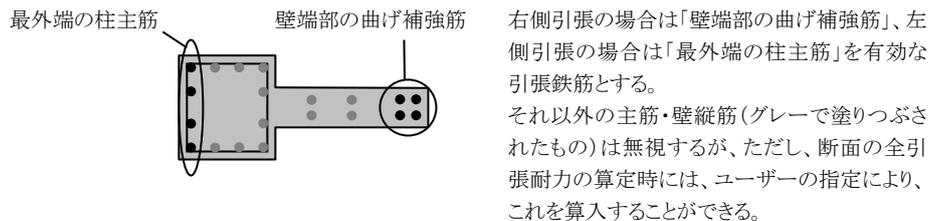


図3-7-1 曲げに対して有効な鉄筋

以下に、その算定手順を記します。

1. 下式により、断面の引張耐力 N_T と、その時の曲げモーメント M_T を求める。

$$N_T = -\sum a_t \cdot \min(ft_i)$$

$$M_T = N_T \cdot e$$

- $\sum a_t$: 有効な主筋及び壁筋の断面積の合計値
- $\min(ft_i)$: 有効な鉄筋の許容応力度のうちの最小値
- e : 柱断面の中心から断面図心までの距離

2. 下式により、中立軸が柱と壁の境界に一致する時の圧縮縁のコンクリートの応力度 σ_c を求める。

$$\sigma_c = \min(fc, \{xn / (de - xn)\} \cdot ft / n)$$

- fc : コンクリートの許容圧縮応力度
- xn : 中立軸位置で、圧縮側に壁がある場合は壁のせい、ない場合は柱のせいとする
- de : 圧縮縁から最も遠い引張鉄筋(曲げ補強筋の1段目、または最外端の柱主筋)までの距離
- ft : 鉄筋の許容引張応力度
- n : ヤング係数比

この時の鉄筋の応力度 σ_t を下式により求める。

$$\sigma_t = \{(dt - xn) / xn\} \cdot n \cdot \sigma_c$$

- dt : 圧縮縁から引張鉄筋群の重心までの距離

この時の軸力 N_1 と曲げモーメント M_1 を下式により求める。

$$N_1 = b_1 \cdot xn \cdot \sigma_c / 2$$

$$M_1 = N_1 (Lo - xn / 3) + a_t \cdot \sigma_t (dt - Lo)$$

- b_1 : 圧縮側に壁がある場合は壁厚、ない場合は柱の幅
- Lo : 圧縮縁から柱断面の中心までの距離
- a_t : 引張鉄筋の全断面積

3. 下式により、中立軸が引張縁と一致する時の軸力 N_2 と曲げモーメント M_2 を求める。

$$N_2 = A \cdot fc \cdot y_{max} / L$$

- A : 全断面積
- L : 断面の全せい

y_{max} : 図心から引張縁までの距離

$$M_2 = I \cdot f_c / L + N_2 \cdot e$$

I : 断面 2 次モーメント

4. 下式により、断面の圧縮耐力 N_3 と、その時の曲げモーメント M_3 を求める。

$$N_3 = A \cdot f_c$$

$$M_3 = N_3 \cdot e$$

5. 以上により、左側引張時及び右側引張時の (N_T, M_T) (N_1, M_1) (N_2, M_2) (N_3, M_3) を求め、これらの値をグラフ上にプロットしてMN耐力線とする(図3-7-2)。この耐力線上で、設計軸力 N に対応した M を求め、これを許容曲げモーメント M_A とする。

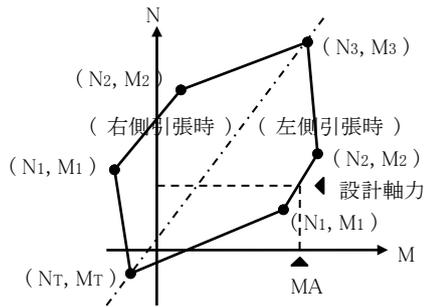
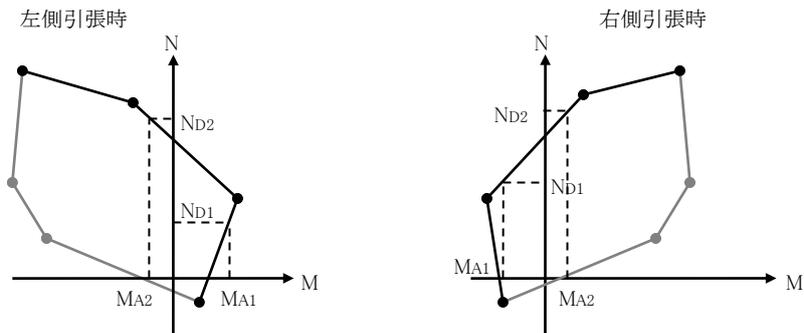


図3-7-2 MN耐力線

壁のコンクリートの引張縁から1段目の曲げ補強筋の重心位置までの距離は以下で求めています。

$$\text{鉄筋のかぶり厚} + \text{壁横筋の外径} + \text{曲げ補強筋の外径} / 2$$

なお、一般に左側引張時の許容曲げは正符号、右側引張時の許容曲げは負符号になりますが、設計曲げモーメントとの比較上、右側引張時の許容曲げは符号を反転させて表示しています(図3-7-2)。また、偏心量が大きく、かつ設計軸力が大きい場合、左側引張時の許容曲げが負符号、右側引張時の許容曲げが正符号になることがあります。これについてはそのままの符号(右側引張時には符号を反転させて負符号にする)で表示しています。



M_{A1} は正符号・ M_{A2} は負符号で表わす(右側引張時は実際の符号を反転させる)

図3-7-3 許容曲げの正負符号

② 許容せん断力

短期の許容せん断力はRC規準19条の(19.2)~(19.6)の各式により求めます。この時、(19.6)式にある柱の有効せい j は $0.8D$ (D は柱せい)とします。

(2) 入力項目

B (mm)

柱の幅

D (mm)

柱のせい

壁長 (mm)

柱の左側及び右側にある壁の長さを入力します(図3-7-4)。どちらか片側は0でも構いませんが、両方を0にすることはできません。

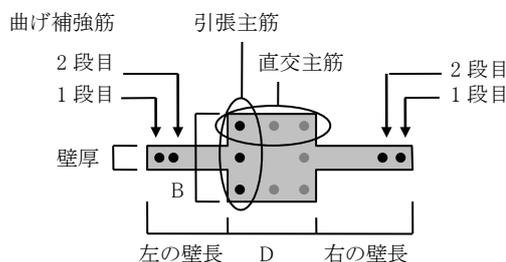


図3-7-4 各部位の呼び方

壁厚 (mm)

柱の左右に壁がある場合、それらは同一の断面と配筋を持つものとしています。左右の壁の厚さ・配筋が異なるような形状は取り扱えません。

柱の配筋

主筋径、及び引張主筋・直交主筋の本数をそれぞれ入力します。引張主筋とは曲げに対して有効な1列の鉄筋、直交主筋とはそれに直交する1列の鉄筋を指します(図3-7-4参照)。「引張主筋」は曲げモーメントの算出時に使用されます。通常、柱の引張耐力は柱内に存在する主筋の全断面積をもとに算出しますが、「直交主筋」の本数は、この時の全主筋数の計算に使用されます。

ただし、直交主筋を無視が有効な場合は、引張主筋2列分のみを有効として引張耐力を求め、直交主筋は考慮しません(実際の直交主筋の本数は隅部の鉄筋を除外して「入力本数-2」で計算しますので、これは、直交主筋の本数を「2」と入力したことに同じです)。

また、HOOP(フープ筋)の本数・径・ピッチを入力します。

壁の配筋

横筋は許容せん断力の算出に使用されますので、その径とピッチを入力します。通常はダブル配筋としますが、シングル配筋が有効な場合にはシングル配筋になります。

縦筋は断面の全引張耐力の算出に際して用いられますが、ただし、縦筋の引張耐力を無視が有効な場合は、柱の主筋と曲げ補強筋の引張耐力のみを考慮します。縦横とも同配筋が有効な場合は、縦筋の入力を省略できます。

壁の曲げ補強筋

壁の曲げ補強筋の径と1段目及び2段目の本数を入力します(図3-7-4参照)。2段目の本数は0でも構いませんが、1段目の本数を0にすることはできません。

設計応力

「左側引張時」「右側引張時」のそれぞれのケースについて、短期の設計軸力 $NS(kN)$ ・設計曲げモーメント $MS(kN\cdot m)$ ・設計せん断力 $QS(kN\cdot m)$ を入力します。

軸力は、圧縮の場合は正、引張の場合は負の値で入力してください。曲げモーメントとせん断力は絶対値で入力してください。曲げモーメントが入力されていない場合は、そのケースに関する検定を行いません。

コンクリート強度 $F_c (N/mm^2)$

コンクリートの設計基準強度

鉄筋のかぶり厚 (mm)

柱のフープ筋、及び壁の横筋のかぶり厚で、引張側のコンクリート縁から引張鉄筋(柱の主筋または壁の曲げ補強筋)の重心位置までの計算に使用されます。

(3) 出力項目

柱断面の中心から断面図心まで $e (mm)$

RC規準の(付10.1)式から求められる値で、図心が柱断面の中心よりも右にある場合を正、左にある場合を負符号で表します。

A (mm²)

柱と壁を含んだ全断面積

Σa_t (mm²)

断面内にある鉄筋断面積の合計値。プリンタ出力の場合は、その内訳を「柱主筋」「曲げ補強筋」「壁縦筋」ごとに出力します。

min (f_{ti}) (N/mm²)

「柱主筋」「曲げ補強筋」「壁縦筋」の許容短期許容引張応力度の内の最小値

NT (kN) MT (kN・m)

断面の許容引張耐力とその時の曲げモーメント

N3 (kN) M3 (kN・m)

断面の許容圧縮耐力とその時の曲げモーメント

左側引張時 右側引張時

プログラムでは、設計応力の値に関わらず、「断面の左側が引張りになる場合」「断面の右側が引張りになる場合」の2ケースについて計算しています。それぞれの場合に対象となる引張鉄筋の種別を、「壁の曲げ補強筋による」あるいは「柱の主筋による」と表示しています。

de (mm)

圧縮側のコンクリート縁から最も遠い位置にある引張鉄筋(壁の1段目の曲げ補強筋、あるいは柱の引張主筋)までの距離

dt (mm)

圧縮側のコンクリート縁から引張鉄筋群(壁の曲げ補強筋、あるいは柱の引張主筋)の重心位置までの距離

N1 (kN) M1 (kN・m)

中立軸が柱と壁の境界にある時の許容軸力とその時の曲げモーメント

σ_c (N/mm²)

N1の算出に用いた圧縮側のコンクリート縁の応力度

σ_t (N/mm²)

M1の算出に用いた引張鉄筋の応力度

N2 (kN) M2 (kN・m)

中立軸が引張縁にある時の許容軸力とその時の曲げモーメント

MA (kN・m)

設計軸力NSが作用した時の許容曲げモーメント、及びそれと設計曲げモーメントの比較を出力します。右側引張時の許容曲げモーメントは正負符号を反転して表示しています。

QA (kN)

短期の許容せん断力、及びそれと設計せん断力の比較を出力します。

Q1 (kN)

RC規準(19.3)式による短期の許容せん断力

Q2 (kN)

RC規準(19.4)式による短期の許容せん断力

Qw (kN)

RC規準(19.5)式による壁の短期許容せん断力(左右に壁がある場合はその合計値)

Qc (kN)

RC規準(19.6)式による柱の短期許容せん断力

ps (%)

RC規準(19.5)式の計算で使用した壁のせん断補強筋比

pw (%) (プリンタ出力のみ)

RC規準(19.6)式の計算で使用した柱のせん断補強筋比

(4) 操作

高強度筋の詳細

このプログラムでは、フープ筋に「高強度せん断補強筋」を使用することができますが、その場合はフープ筋として「高強度」を選んだ上、ここでその詳細を個別に入力します。

入力内容は、名称・公称直径(mm)・公称断面積(cm²)・長期許容引張応力度(N/mm²)・短期許容引張応力度(N/mm²)の各項目で、これらの値を省略することはできません。また、せん断補強筋比pwの制限についても、ここにある計算式を参

照して入力してください。

すでに何らかの鉄筋を使用している場合、その名称が「これまで使用した高強度筋の名称」にリストアップされています。同じものを使用する場合はその項目を選んだ上で **選択した項目を使用する** をクリックしてください。その内容が入力欄に転記されます。

鉄筋材料の指定

使用する鉄筋の材料を各鉄筋径ごとに指定します(各データごとに変更可能)。初期値はD16以下がSD295、D19以上がSD345になっていますが、これを変更したい場合は **これらを次回起動時の初期設定にする** を有効にしてください。

耐力線の表示

MN耐力線を別ウィンドウに描画します。耐力線の図中に、設計応力を示す線分を赤色で表示しています。

3-8. 場所打ち杭の設計

(1) 計算機能

① 許容曲げモーメント

1988年版RC規準本文15条の(15)(16)(17)及び(20)式に従い、円形柱として求めます。この場合のコンクリートの許容圧縮応力度は国交省の告示によります。

② 許容せん断力

せん断応力度は、日本建築センター「地震力に対する建築物の基礎の設計指針」の4章(4.3.4)式により求めます。この場合のコンクリートの許容圧縮応力度は国交省の告示によります。また、参考値として、フープの強度を考慮した許容せん断力を計算しますが、この場合には等価な断面積の正方形柱に置換した上で、RC規準15条(15.6)式により安全性の確保の検討を行います。

(2) 入力項目

D (mm)

杭の直径。

NL (kN)

長期の軸力。

NE (kN)

正加力地震時の軸力。引張りとなる場合には負符号付きで入力して下さい。

ME (kN・m)

地震時の曲げモーメント。必ず正符号で入力して下さい。

Qd (kN)

地震時の設計せん断力。

主筋

主筋の全本数。

フープ

左側にフープの本数(初期値2)、右側にフープの間隔(mm)を入力します。この入力値は、「フープ筋の強度を考慮する」と指定された場合にのみ使用されます。その他の場合は、プリンタ出力時に所定欄に印字されるだけで、実際の計算には使用されません。

コンクリート打設時に水または泥水を使用する

コンクリート打設時に水や泥水を使用するかどうかの指定で、コンクリートの許容応力度の計算条件として用いられます。

フープ筋の強度を考慮する

せん断設計時にフープ筋の強度を算入するかどうかの指定です。

コンクリート F_c (N/mm²)

コンクリートの設計基準強度。

鉄筋のかぶり厚 (mm)

フープのかぶり厚(初期値100)。dtの計算に用いられます。

(3) 出力項目

dt (mm)

コンクリート縁から引張り鉄筋の重心位置までの距離。算定式は梁の場合と同じです。

短期応力 NS (kN)

短期の設計軸力。記号の後の+は正加力時、-は負加力時を表します。軸力が圧縮の場合は正、引張りの場合は負の値で表示されます。

検定比 MS

短期曲げモーメントに関する検定比(設計応力/許容耐力)を示します。この値が1より小さい時、部材の耐力が設計応力をクリアしています。+は正加力時、-は負加力時の検定比を示します。

pg (%)

主筋の全鉄筋比。

τ (N/mm²)

QSによるせん断応力度。

f_s (N/mm²)

コンクリートの許容せん断応力度。

QA (kN)

フープ筋の強度を考慮した短期の許容せん断耐力。「フープ筋の強度を考慮する」と指定した場合にのみ計算されます。

(4) 操作

算定計算

このプログラムの計算方法は、入力された鉄筋にもとづく耐力を計算し、それを設計応力と比較する「検定計算」ですが、入力する配筋の目安を得るための「算定計算」をここで行うことができます。この場合、入力された主筋本数を無視して算定計算を行い、その結果得られた配筋を入力欄に表示します。この時表示される検定比の値は、算定計算の結果で求められた断面に関して行なわれた検定計算の結果となります。

算定計算の結果、必要な鉄筋比が 0.4%を下回る場合は鉄筋比を 0.4%とした時の値を出力します。また、鉄筋比が 4.0%を超える場合には主筋本数として 999 本が出力されます。

必要配筋の表示

曲げに対する必要主筋の表示と耐力図の表示を行います。表示部位を切替える場合所定のラジオボタンで選択して下さい。また、表示する主筋の径を変更したい場合は変更後に**再計算**をクリックします。ただしこの場合、あくまでもここで表示する鉄筋径を変更するだけで、実際に使用する鉄筋径が変更される訳ではありません。

以下、このダイアログ中の機能について説明します。

主筋の必要本数

所定の設計曲げ応力に対する主筋の必要本数を表示します。ただし全鉄筋比が 4.0%を越える場合には計算を行いません。

耐力図

グラフの縦軸は軸力、横軸は許容曲げモーメントを示し、主筋の全鉄筋比 0.0～4.0% の範囲内の耐力を 0.50%ピッチで表示します。また、応力が表示範囲内にあれば、その値(軸力及びモーメント)を示す線分を図中に表示します。

メニューバー [ファイル] - 「杭の地震時応力」のインポート

プログラム「杭の地震時応力」のデータから、杭頭の曲げモーメント(M0)・杭の地中最大曲げモーメント(Mmax)・杭の設計せん断力(Qd)、及び入力された杭径のデータをインポートします。

3-9. PHC杭の設計

(1) 計算機能

日本建築センター「地震力に対する建築物の基礎の設計指針」の(4.3.5)～(4.3.9)式に従い、以下の計算を行います。

① 杭が圧縮力を受ける場合の軸力-曲げ検定式

$$\frac{N}{A_e} + \sigma_e + \frac{M}{I_e} \leq f_c$$

N : 設計軸力
M : 設計曲げモーメント
A_e : コンクリート換算断面積
I_e : コンクリート換算断面2次モーメント
σ_e : 有効プレストレス量
y : 杭の半径
f_c : コンクリートの許容圧縮応力度

② 杭が曲げ引張力を受ける場合の軸力-曲げ検定式

$$\left| \frac{N}{A_e} + \sigma_e + \frac{M}{I_e} y \right| \leq f_b$$

f_b : コンクリートの許容曲げ引張応力度

③ 軸力-せん断力検定式

$$\tau_{\max} = \frac{1}{2} \sqrt{(\sigma_g + 2\sigma_d)^2 - \sigma_g^2}$$

$$\tau_{\max} = Q \cdot S_o / 2 \cdot t \cdot I$$

Q : 設計せん断力
S_o : 杭の中立軸の片側の断面1次モーメント
I : 杭の断面2次モーメント
t : 肉厚
σ_g : 軸方向応力度
σ_d : コンクリートの許容斜張応力度

(2) 入力項目

種別

杭の種別（A～F種）を選択します。

F_c (N/mm²)

コンクリートの設計基準強度。

σ_e (N/mm²)

杭材に導入される有効プレストレス量で、この入力省略された場合には、杭種別 A から F について各々、4・8・10・12・14・16 (N/mm²)の値を採用します。

外径, 肉厚 (mm)

杭の断面 1 次モーメントまたは断面 2 次モーメントを求める際に使用します。

A_e (cm²)

コンクリート換算断面積。

I_e (×10³cm⁴)

コンクリート換算断面2次モーメント。

登録されている杭材

ここには、あらかじめ登録された杭材がリストアップされています。上記各データを入力する代わりに、これらのデータから選択することもできます。

この杭材を登録

現在入力されている杭材のデータを登録します。最大20種類まで登録可能です。

選択項目を使用

リスト中で選択されている登録部材のデータを入力欄に転記します。

選択項目を削除

リスト中で選択されている登録部材を削除します。

Nmax (kN)

杭に生ずる最大の軸力。

Nmin (kN)

杭に生ずる最小の軸力。

M (kN・m)

地震時の設計曲げモーメント。

Q (kN)

地震時の設計せん断力。

(3) 出力項目

σ_c (N/mm²)

最大軸力Nmax時に生ずる圧縮応力度。

σ_b (N/mm²)

最小軸力Nmin時に生ずる曲げ引張応力度。

τ (N/mm²)

最大せん断応力度。

(4) 操作

メニューバー [ファイル] - [「杭の地震時応力」のインポート]

プログラム「杭の地震時応力」のデータから、杭頭の曲げモーメント(M0)・杭の地中最大曲げモーメント(Mmax)・杭の設計せん断力(Qd)、及び入力された杭径のデータをインポートします。

3-10. 鋼管杭の設計

(1) 計算機能

日本建築センター「地震力に対する建築物の基礎の設計指針」の(4.3.10)～(4.3.14)式に従い、以下の計算を行います。

① 杭が圧縮力と曲げモーメントを受ける場合の検定式

$$\frac{N / A_e}{f_c} + \frac{M / Z_e}{f_b} \leq 1 \quad (\text{圧縮側}) \qquad \frac{-N / A_e}{f_t} + \frac{M / Z_e}{f_t} \leq 1 \quad (\text{引張側})$$

② 杭が引張力と曲げモーメントを受ける場合の検定式

$$\frac{T / A_e}{f_t} + \frac{M / Z_e}{f_t} \leq 1 \quad (\text{引張側}) \qquad \frac{-T / A_e}{f_b} + \frac{M / Z_e}{f_b} \leq 1 \quad (\text{圧縮側})$$

N : 設計圧縮力
T : 設計引張力
M : 設計曲げモーメント
A_e : 腐食しを考慮した断面積
Z_e : 腐食しを考慮した断面係数
f_c : 鋼材の短期許容圧縮応力度
f_b : 鋼材の短期許容曲げ応力度
f_t : 鋼材の短期許容引張応力度

上記の許容圧縮応力度ならびに許容曲げ応力度は、日本建築学会「建築基礎構造設計指針」にしたがい、局部座屈を考慮した下式にて算定します。

$$(0.8 + 2.5 t / r) F$$

t : 杭材の肉厚
r : 杭材の半径
F : 鋼材のF値

③ せん断力の検定式

$$\kappa \frac{Q / A_e}{f_s} \leq 1$$

Q : 設計せん断力
κ : 形状係数 = 2.0
f_s : 鋼材の短期許容せん断応力度

(2) 入力項目

外径, 肉厚 (mm)

杭の断面積ならびに断面 2 次モーメントと断面係数を求める際に使用します。

腐食しろ (mm)

断面積または断面 2 次モーメントを求める際に考慮する設計用の腐食しろで、初期値は 2mm としています。

杭の材料

「SKK400」または「SKK490」とします。

N_{max} (kN)

杭に生ずる最大の軸力。

N_{min} (kN)

杭に生ずる最小の軸力。

M (kN・m)

地震時の設計曲げモーメント。

Q (kN)

地震時の設計せん断力。

(3) 出力項目

σ (N/mm²)

圧縮側及び引張側に生じる最大応力度と、その値の許容応力度との比較を示します。

τ (N/mm²)

最大せん断応力度と、その値の許容応力度との比較を示します。

ft, fb, fc, fs (N/mm²)

許容引張応力度・許容曲げ応力度・許容圧縮応力度・許容せん断応力度の値。

(4) 操作

メニューバー [ファイル] - [「杭の地震時応力」のインポート]

プログラム「杭の地震時応力」のデータから、杭頭の曲げモーメント(M0)・杭の地中最大曲げモーメント(Mmax)・杭の設計せん断力(Qd)、及び入力された杭径のデータをインポートします。

3-11. 杭の許容支持力

(1) 計算機能

東京都「基礎構造審査要領」(東京都建築士事務所協会「建築構造設計指針2001」所収のもの。以下「行政指導」と略す)に基づいて場所打ち杭と既製杭の許容支持力を計算します。

支持力算定式は下の通りです。

$$Ra = \frac{1}{3} \left\{ n1 \cdot \alpha \cdot \beta \cdot \bar{N} \cdot Ap + (n2 \cdot \bar{N}s \cdot Ls + n3 \cdot \bar{q}u \cdot Lc) \cdot \phi \right\} - W$$

- n1 : 杭の種類により定められる、先端支持力に関する係数。
α : 杭先端地盤による係数(東京礫層等 1.0・細砂層 0.85)で、場所打ち杭の場合のみ考慮します。
β : 杭先端径による係数で、先端径が 1.5mを超える場所打ち杭に対して考慮されます。ただし、行政指導中にある「 $\beta \geq \gamma$ 」の項は考慮しません。
 \bar{N} : 先端抵抗N値。60を最大値とします。
Ap : 杭先端の断面積(m²)。鋼管杭の場合は閉塞効果を考慮したものの。
 $\bar{N}s$: 杭周地盤中、砂質部分のN値の平均値。30を最大値とします。
Ls : 砂質部分にある杭の長さ(m)。
 $\bar{q}u$: 杭周地盤中、粘性土部分の一軸圧縮強度の平均(kN/m²)。200を最大値とします。
Lc : 粘性土部分にある杭の長さ(m)。
n2, n3 : 周面摩擦力に関する係数で「n1 = 3.3, n2 = 0.5」を初期値とします。
φ : 杭の周長(m)。
W : 杭の自重。場所打ち杭の場合のみ考慮します。

(2) 入力項目

杭の種類等

場所打ち杭の種別は行政指導に定める施工法による分類で、「場所打ち杭 A」はアースドリル・リバースサーキュレーション・オールケーシング工法によるもの、「場所打ち杭 B」はそれ以外を示します。

既製コンクリート杭（PHCまたはPC）の場合には、**工法**（「打込み」または「埋込み」）と**種別**（PHC杭の場合A～F種、PC杭の場合A～C種）を指定します。

鋼管杭は先端開放とし、閉塞効果を考慮しますので、支持層への根入れ深さの値が必要です。これについては**根入れ深さ/杭の外径**の値（小数で、一般に2.0以上）で入力します。**材質**（SKK400またはSKK490）は杭材から定まる許容耐力（Ra1）の計算時に使用されます。

行政指導による支持力

場所打ち杭の場合、**最大支持力**を「既定値」とした場合には、前期の行政指導に記載の最大耐力表に定める値をそのまま表示します。「右の値×Ap」とした場合には、種別A・B毎に指定された長期の許容支持力度度(kN/m²)にAp(杭の断面積)を乗じたものを最大耐力として表示します。

L/d **低減**を「既定値」とした場合には、前記の行政指導に記載のL/d低減の表に基づいた耐力低減を行います。「登録値」とした場合には、ユーザーが指定した低減値を用います(「(4) 操作」を参照)。

既製杭の場合は **行政指導に定める既製杭の最大支持力の表示** の選択を行ってください。

理論式による支持力

ここにある記号の意味については「(1) 計算の方法」の説明を参照して下さい。 γ (kN/m³) は地中の杭の単位重量で、杭の自重Wを求めるために使用されます。既製杭の場合には考慮されません。

理論式中の係数については、**つねに既定の係数を使用する** が有効な場合は「(1) 計算の方法」にあるような最も標準的な値がセットされます。

場所打ち杭の場合

軸部径 (mm)

杭軸部の直径。ここに何らかの値が入力されたものに関して計算を行いません。

拡底径 (mm)

拡底杭の場合に、杭先端部の直径（設計径）を入力します。拡底がない場合には何も入力しないで下さい。

隣地低減

行政指導による隣地低減の適用がある場合に、それを考慮した耐力の有効率を小数（一般には 0.9）で入力します。何も入力がない場合は 1.0 となります。

設計耐力 (kN)

最終的に定めた設計耐力の値。入力は任意です。

PHC・PC杭の場合

杭径 (mm)

杭の外径。ここに何らかの値が入力されたものに関して計算を行いません。

継手数

杭材から定まる許容耐力を求める際に、ここで入力された継手数に応じて、溶接による低減率（一箇所5%）を考慮します。

設計耐力 (kN)

最終的に定めた設計耐力の値。入力は任意です。

鋼管杭の場合

杭径 (mm)

杭の外径。ここに何らかの値が入力されたものに関して計算を行いません。

板厚 (mm)

鋼管の板厚。

継手数

杭材から定まる許容耐力を求める際に、ここで入力された継手数に応じて、溶接による低減率（一箇所5%）を考慮します。

設計耐力 (kN)

最終的に定めた設計耐力の値。入力は任意です。

(3) 出力項目

場所打ち杭の場合

R1 (kN)

杭の先端支持による許容支持力。

R2 (kN)

杭周面の摩擦による許容支持力。

W (kN)

杭の自重。

Ra (kN)

支持力算定式による許容支持力 ($R1 + R2 - W$)。

L/d

径長さ比。

L/d低減値 (kN)

行政指導により、L/dの値に応じて支持力から差し引かれる値。

Ra1 (kN)

Raに隣地低減を考慮した値 ($Ra1 = \text{隣地低減} \times Ra$)。

Ra2 (kN)

行政指導による場所打ち杭の許容支持力の値に L/d 低減と隣地低減を考慮したもの。行政指導による最大耐力を既定値とした場合、許容支持力表の適用に当たっては、施工法による分類(A または B)は杭種別の入力により、また支持地盤による分類(東京礫層等または細砂層)は、入力された α の値が1の時に東京礫層等、それ以外を細砂層と判断します。なお、以下については行政指導の記述の範囲外となるので、Ra1・Ra2 の表示は行なわれません。

杭径 700mm 未満のもの

L/d が 5 未満のもの

先端径が 1500mm を超える、施工法による分類が B のもの

PHC杭・PC杭の場合

R1, R2, Ra, L/d

「場所打ち杭」の項を参照して下さい。

L/d低減率

杭材から定まる許容耐力を求める際に適用されるL/dによる低減率(小数)。

Ra1 (kN)

行政指導による、杭材から定まる許容耐力の値で、L/d低減と溶接低減を考慮したもの。

Ra2 (kN)

打込み杭の場合は、行政指導による支持地盤から定まる許容支持力の値。埋込み杭の場合は、行政指導による埋込み杭の最大耐力値。

なお、以下の杭については行政指導の記述の範囲外となるので、Ra1・Ra2の表示は行なわれません。

L/dの値がPC杭で105、PHC杭で110を超えるもの

杭径が 300・350・400・450・500・600mmの内のいずれでもないもの

鋼管杭の場合

R1, R2, Ra, L/d

「場所打ち杭」の項を参照して下さい。

η (プリンタ出力のみ)

鋼管杭の閉塞効率の値(杭先端の底面積に乘じる値)。つまり、先端の全断面積に η を乗じたものを支持力算定式中の「 A_p 」としています。

L/d低減率

杭材から定まる許容耐力を求める際に適用されるL/dによる低減率(小数)。

Ra1 (kN)

行政指導による、杭材から定まる許容耐力の値で、L/d低減と溶接低減を考慮したもの。腐食しろとして外側1mmを考慮しています。なお、L/dの値が130を超えるものについては行政指導の記述の範囲外となるのでRa1の表示は行なわれません。

(4) 操作

L/d低減値の登録

場所打ち杭のL/d低減値を「登録値」とした場合の、その低減値をL/d値(5.0~9.0)と杭径(0.70~2.00m)ごとに入力します。

杭径の入力と計算

杭径等のリストと個別の計算結果は下部のリストに表示されます。リストの項目の先頭に * マークがあるものが入力値、その他は出力値です。

データの追加

それぞれの杭種別に応じた入力ダイアログが表示されます。データ入力後に **追加** をクリックするとその値がリストに追加されます。この操作は連続的に行うことができます。指定可能な杭径の最大数は15です。

選択したデータの修正

選択されたデータを修正します。リストの項目をダブルクリックした場合も同じです。

選択したデータの削除

選択されたデータを削除します。

全データの削除

リスト中のすべてのデータを削除します。

3-12. 杭の地震時応力

(1) 計算機能

日本建築センター「地震力に対する建築物の基礎の設計指針」(以下「指針」と略す)の規定に従い、場所打ち杭と既製杭の地震時の応力を計算します。

① 杭の設計外力

指針2章の記述に従い、下式により求めます (α : 根入れ部分の水平力負担率)。

$$(1 - \alpha) \times \{ \text{直上階の水平力} + \text{設計震度} \times (\text{最下階床の重量} + \text{基礎の重量}) \}$$

② 各杭の負担水平力

指針 (短杭・突出杭の場合は③④に示す資料) に記す諸式より求められる杭のパネ常数 (Q/y_0) に応じた水平力を各杭が負担するものとします。ただし、各杭の負担力を何らかの別の方法で求めた場合には、その値を直接入力することも可能です。

③ 杭頭モーメント等

長い杭 ($\beta L \geq 3$) については、指針 4章(2)~(10)式により求めます。

短い杭 ($\beta L < 3$) については、指針巻末の参考資料「5. 地震力に対する建築物の基礎の設計指針・質問と回答補遺 その1」に従って求めます。

④ 突出杭の応力

日本建築学会「建築基礎構造設計指針 1988」の表 6.4.2 (杭頭が突出している長い杭の応力・変位) の諸式に従って応力及び変位を求めます。

突出杭の短杭は取り扱いません。

(2) 入力項目

地震力の計算

ここにある直上階の地震力、最下階床の重量、基礎の重量 (いずれも kN)、及び設計震度の値は杭に作用する総地震力を計算するためのデータです。ただし、杭の負担力を個別に入力するを有効にした場合は個別の杭の入力画面からその値を直接入力してください。

根入れ低減値の計算

建物の根入れ部分を考慮した水平力の低減を行わない場合は「無視」、設計指針に基づいた低減率を自動計算する場合には「自動計算」、値を直接入力する場合には「直接入力」を選択します。

これを「自動計算」とした場合には **根入れ長** と **建物の高さ** (いずれも m) を入力してください。また、これを「直接入力」とした場合には **根入れ部の負担率** (指針中の α の値) を入力してください。

水平地盤反力係数の計算

水平地盤反力係数 kh (kN/m^3) の値は以下のいずれかの方法により求めます。

- ① 地盤の変形係数 E_0 (kN/m^2) を入力し、下式により求める。

$$kh = \alpha \cdot E_0 \cdot B^{-3/4}$$

- ② **平均N値** を入力し、ここから E_0 を下式で求め、この E_0 を a) の式に適用する。

$$E_0 = 700 \cdot N$$

- ③ 各杭の kh を杭の入力画面で個別に入力する。

上の①に掲げる式中の α の値は、初期設定では $80 (\text{m}^{-1})$ になっていますが、**kh 算出時の α の値** を入力することにより変更できます。

杭の種類

「場所打ち杭」「既製コンクリート杭」または「鋼管杭」とします。

杭長の初期値 (m)

この値は杭径の入力画面で各杭毎に変更することが出来ますが、全ての杭長が同一の場合には一般にここで入力します。また杭長が異なる場合でも、代表的な長さをここで入力し、これと異なるものに関してのみ杭径の入力画面で再指定することが出来ます。

杭頭の境界条件

「固定」または「ピン」を選択します。

杭先端の境界条件

「固定」「ピン」「自由」を選択します。短杭の場合にのみ有効です。

杭の突出長 (m)

ここに何らかの値が入力された場合、突出杭としての計算を行います。

ヤング係数はつねに既定値を使用する

これが有効になっている場合は、場所打ち杭・PHC 杭のそれぞれのヤング係数をあらかじめ定められた値にします。この既定値は変更することができます(「(4) 操作」を参照)。

ヤング係数 (10^4N/mm^2)

この入力値は、上記の設定が無効になっている場合のみ参照されます。

鋼管杭の腐食しを考慮する

これが有効な場合、鋼管杭の断面性能の算出時に腐食し1mmを考慮します。初期設定は「考慮しない」です。

場所打ち杭の場合

杭径・杭本数

杭の軸部の外径と各杭径毎の本数。

杭長 (m)

「杭長の初期値」で指定した杭長と異なる長さの杭がある場合にここでその値を再入力します。

kh (kN/m^3)

各杭の水平方向地盤反力係数の値をここで直接入力出来ます。この入力が無い場合には、 E_0 または平均 N 値から自動計算された値が用いられます。

Q (kN)

杭1本の負担水平力の値で、これを「直接入力」と指定した場合にのみ入力が可能です。

既製コンクリート杭・鋼管杭の場合

杭径・杭本数

杭の軸部の外径と各杭径毎の本数。

杭長 (m)

「杭長の初期値」で指定した杭長と異なる長さの杭がある場合にここでその値を再入力します。

肉厚 (mm)

既製コンクリート杭の肉厚または鋼管杭の板厚で、杭体の断面 2 次モーメントの算出に用いられます。

kh (kN/m^3)

各杭の水平方向地盤反力係数の値をここで直接入力出来ます。この入力が無い場合には、 E_0 または平均 N 値から自動計算された値が用いられます。

Q (kN)

杭1本の負担水平力の値で、これを「直接入力」と指定した場合にのみ入力が可能です。

(3) 出力項目

Q (kN)

杭1本当たりの負担水平力。

τ (N/mm^2)

杭の最大せん断応力度。場所打ち杭については指針(4.3.4)式、既製コンクリート杭については指針(4.3.9)式、鋼管杭については指針(4.3.14)式を用いています。また、場所打ち杭と既製コンクリート杭の設計せん断力は、上記Qの1.5倍の値としています。

M0 ($\text{kN}\cdot\text{m}$)

杭頭の曲げモーメント。

Mmax ($\text{kN}\cdot\text{m}$)

杭の地中部最大曲げモーメント。

lm (m)
Mmaxの発生深さ。
y0 (mm)
杭頭の変位。

(4) 操作

ヤング係数の既定値を変更する

ヤング係数の既定値を場所打ち杭・既製コンクリート杭・鋼管杭ごとに設定します。

杭径の入力と計算

杭径等のリストと個別の計算結果は下部のリストに表示されます。リストの項目の先頭に * マークがあるものが入力値、その他は出力値です。

データの追加

それぞれの杭種別に応じた入力ダイアログが表示されます。データ入力後に **追加** をクリックするとその値がリストに追加されます。この操作は連続的に行うことができます。指定可能な杭径の最大数は15です。

選択したデータの修正

選択されたデータを修正します。リストの項目をダブルクリックした場合も同じです。

選択したデータの削除

選択されたデータを削除します。

全データの削除

リスト中のすべてのデータを削除します。

3-13. 独立基礎の設計

(1) 計算機能

① 接地圧の計算

RC規準20条の解説文にある(20.1)～(20.6)式により接地圧を求めます。基礎スラブの形状が柱位置に関して非対称、あるいは基礎スラブに曲げモーメントが作用している場合でも、ユーザーが「曲げによる付加応力を考慮しない」と指定した場合は偏心距離 e に関する項は無視します。偏心距離の算出にあたって基礎および埋め戻し土の重量を考慮するかどうかはユーザーの指定によります。

基礎スラブの平面上に座標XY軸を考えた時、XY両方向に関して基礎の偏心がある場合、あるいはXY両軸回りの曲げが同時に作用する場合（二軸曲げ）の最大および最小の接地圧は下式により求めます。

$$\sigma_{\max}, \sigma_{\min} = \frac{\Sigma N}{A} \pm \frac{M_x}{Z_x} \pm \frac{M_y}{Z_y}$$

ΣN : 柱軸力と基礎の自重の和

A : 基礎スラブの底面積

M_x, M_y : X および Y 軸回りに作用する曲げモーメント。ただし柱位置が偏心している場合は $M = e \cdot N$ とする。

(e : 柱の偏心距離, N : 柱軸力)

Z_x, Z_y : X および Y 軸に関する基礎スラブの断面係数

ただし、上の式が適用可能なのは、XY方向の曲げによる偏心距離（ $e = M/N$ ）の値が辺長1/6、つまり基礎スラブの「核」内にある場合です。これ以外の場合は適用外になります。

② 基礎自重の計算

基礎のDf（根入れ長）の値が特に指定されていない場合は、図3-13-1左のようにして求められた基礎スラブの重量とします（ γ は:コンクリートの単位重量）。

Dfとして何らかの入力があつた場合には、同図右のようにして求められた、埋め戻し土を含んだ基礎の重量とします。この時の単位重量 γ' の値は、埋め戻し土の単位重量（16kN/m³）と入力されたコンクリートの単位重量の平均とします。

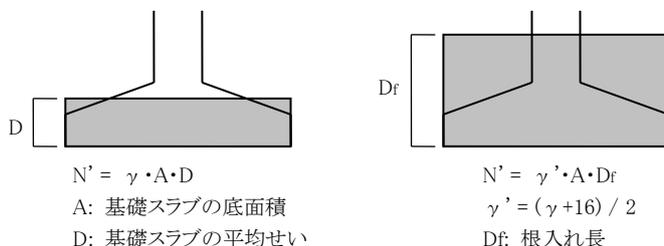


図3-13-1 基礎スラブの重量の計算

② 応力計算

RC規準20条の規定に従い、応力算定断面位置(柱面)の外側に作用する全外力について設計せん断力と設計曲げモーメントを求めます(図3-10-2)。

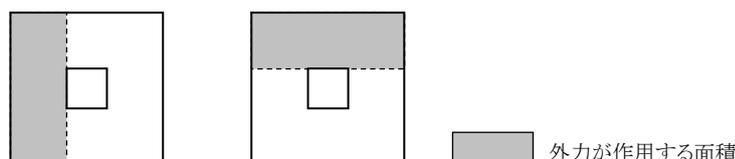


図3-13-2 基礎スラブの負担外力

③ 断面設計

曲げによる必要鉄筋断面積は、釣り合い鉄筋比以下にあるものとし、RC規準13条(13.1)式により求めます。

また、RC規準16条に従って付着応力度の検討を行います。この時、(16.1) (16.3)式による曲げ付着応力度の検定を行うか、(16.2) (16.4)式による平均付着応力度の検定を行うかはユーザーの指定によります。

平均付着応力度による場合の鉄筋の存在応力度 σ_t は長期または短期の許容引張応力度とします。引張鉄筋の付着長さ l_d は基礎スラブの側面から鉄筋位置までを70mm、鉄筋端に180°のフックを設ける場合はフックの半径を3.5d (dは鉄筋径)として計算します。

この場合、せん断ひび割れは生じないものとし、(16.2) (16.4)式の分母 $l_d - d$ は l_d に置き換えています。

(2) 入力項目

「基本入力」ページ

Lx, Ly (mm)

基礎スラブのX及びY方向の辺長。

ax, ay (mm)

柱断面のX及びY方向の辺長。

D1, D2 (mm)

基礎スラブの基端及び先端のせい。

dt (mm)

コンクリート縁から鉄筋重心までの距離 (初期値 80)。XY 方向の計算ともこの値が用いられます。

Df (mm)

地表面から基礎スラブ底面までの距離 (根入れ長) で、埋め戻し土を含んだ基礎重量の計算に用いられます。

ex, ey (mm)

基礎スラブの図心位置から柱の図心位置までの、X 及び Y 方向の距離 (図 3-13-3 参照)。

地盤の長期許容支持力度 (kN/m²)

この値は計算上特に必要なものではなく、入力を省略することも可能ですが、この値の入力がある場合には、出力中に接地圧のチェックが表示されます。

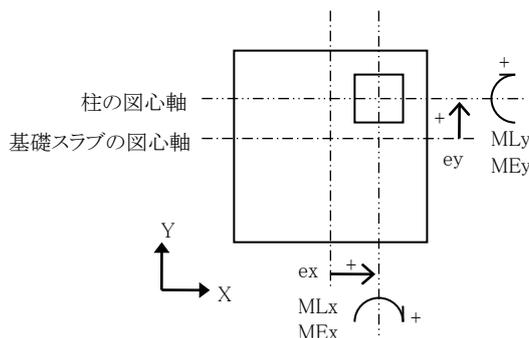
NL (kN)

長期の柱軸力。通常は基礎及び埋め戻し土の重量を含まない値としますが、ここでそれらを含んだ値を入力し、「基礎自重を自動計算しない」とすることもできます(「その他の設定」ページを参照)。

NE (kN)

地震時の軸力で、引張りになる場合は負符号とします。この値の入力があると、短期の軸力をNL+NEとして計算します。NL+NE が負になる場合や、または NE・ME_x・ME_y の全てに関して入力がない場合には、短期に関する計算を行いません。短期の計算は、ここで入力された加力方向についてのみ行ない、逆加力時 (NL-NE) は考えません。

曲げによる付加応力を考慮する



ex, ey : 基礎スラブの図心軸から柱の図心軸までの距離

ML_x (ME_x) : 基礎スラブのX方向断面に作用する長期(地震時)の曲げ

ML_y (ME_y) : 基礎スラブのY方向断面に作用する長期(地震時)の曲げ

ex・ey・ML_x (ME_x)・ML_y (ME_y) はいずれも上図の方向を正、上図の反対方向を負とする。

図 3-13-3 基礎スラブ偏心と曲げ応力

これが無効になっている場合は、非対称形状の場合でも偏心曲げの影響を無視します。地中梁に偏心モーメントを負

担させるような場合には、これを無効にします。

MLx, MEx (kN・m)

基礎スラブの X 方向断面に対して作用する長期及び地震時の Y 軸回りの曲げモーメント。

MLy, MEy (kN・m)

基礎スラブの Y 方向断面に対して作用する長期及び地震時の X 軸回りの曲げモーメント。

X 方向の曲げ (MLx・MEx) と、Y 方向の曲げ (MLy・MEy) が同時に指定された場合には、二軸曲げ状態の計算が行われます。二軸曲げの計算を行わない場合には一方の値を 0 にして下さい。

コンクリート Fc (N/mm²)

コンクリートの設計基準強度。

単位重量 (kN/m³)

鉄筋コンクリートの単位重量で、基礎自重の計算に用います。

「その他の設定」ページ

二軸曲げの取扱い

X 軸回りの曲げと Y 軸回りの曲げが同時に指定された場合、通常は「二軸曲げを受ける」という計算を行うこととなりますが、ここで「MLx・MEx のみを考慮」あるいは「MLy・MEy のみを考慮」とした場合には、指定された方向以外の入力を無視して一軸曲げの計算を行います。

基礎自重を自動計算しない

基礎の自重を含めた値を長期軸力として入力する場合はこの指定を有効にします。

応力計算時に基礎自重を引かない

基礎自重は上から下に作用しますので、基礎スラブの設計応力の計算にあたっては、通常、接地圧からこの基礎自重分を差し引いた地反力が下から上に作用するものとしますが、この指定が有効な場合は、基礎自重分を差し引かない地反力から設計応力を求めます。

偏心距離の計算に基礎自重を考慮する

通常、基礎自重は柱軸力に比して小さいため、偏心距離 ($e = M/N$) の計算にあたって基礎自重の値は無視して問題ありませんが、柱軸力に対する基礎自重の割合が大きい場合、あるいは偏心距離が大きい場合などはこの指定を有効にし、基礎自重を考慮した偏心距離を計算することができます。ただし二方向曲げを受ける場合にはつねに基礎自重を考慮しない偏心距離を求めていますので、この指定は無効です。

均等ピッチで配筋する

これが有効で、かつ XY の辺長が異なる場合には、RC 規準 20 条 1.(5)に準拠した長辺方向の鉄筋本数を表示します。したがって、長辺方向には応力から求められる最小本数以上の本数が表示されることがあります。

平均付着応力度により計算する

付着応力度の検定は、特に指定がなければ RC 規準 16 条の(16.1)(16.3)式の「曲げ付着応力度」により行いますが、これが有効な場合は、(16.2)(16.4)式の「平均付着応力度」により行います。

鉄筋端にフックを設ける

付着応力度の検定を「平均付着応力度」により行なう場合、これが有効であれば、鉄筋の存在応力度 σ_t の値を 2/3 倍にして計算します。

「計算結果」ページ

ここで設計配筋 (本数と径) を XY 方向ごとに指定します。本数が 0 の場合はプリンタに設計配筋を出力しません。

縦横とも同一鉄筋径 が有効な場合は、X または Y 方向の鉄筋径を変更すると、同時に、直交する方向の鉄筋径も変更されます。

(3) 出力項目

基礎自重 (kN)

基礎自重、または埋め戻し土の重量を含んだ基礎の重量。

ΣN (kN)

設計軸力と基礎自重の合計値。

e (mm) (プリンタ出力のみ)

作用モーメントまたは荷重の偏心によって生ずる基礎スラブの偏心距離（基礎スラブの図心位置から計った重心位置までの長さで、正負符号は $e_x \cdot e_y$ と同じ）を参考値として出力しています。

$\sigma_{\min} \cdot \sigma_{\max}$ (kN/m²)

基礎スラブの接地圧の最小値と最大値。

M (kN・m)

XまたはY方向の危険断面位置における全曲げモーメント。

at (mm²)

上記のMに対する必要鉄筋断面積。

Q (kN)

XまたはY方向の危険断面位置における全せん断力。

τ (N/mm²)

上記のQによるせん断応力度。

τ_{a1} または τ_{a2} (N/mm²)

鉄筋の付着応力度。付着応力度の検定を「曲げ付着応力度」により行なう場合は τ_{a1} 、「平均付着応力度」により行なう場合は τ_{a2} と表記されます。

fa または 0.8fa (N/mm²)

鉄筋の許容付着応力度。付着応力度の検定を「平均付着応力度」により行なう場合は $0.8 \cdot fa$ の値を出力します。

QPD (kN)

パンチングに対する設計せん断力。

QPA (kN)

パンチングに対する許容せん断耐力。

必要配筋

上記の at を考慮した鉄筋の必要本数。鉄筋径は「設計配筋」の設定を使用します。

情報

基礎の偏心が大きい場合、ここに以下のようなメッセージが出力されることがあります。

e / l の値が 1/2 を超える

偏心のために基礎が転倒することをあらわします。

接地圧が負または 0 になる

e / l の値が 1/6 を超えるため、一部に負の接地圧が生じることをあらわします。

基礎スラブの曲げが負になる

偏心のために基礎スラブの一部に上側引張りの曲げが生じることをあらわします。

二軸曲げの偏心量が限界値を超える

二方向偏心による等価荷重が基礎スラブの核内にないため、計算結果に信頼性がないことをあらわします。

(4) 操作

鉄筋材料の指定

使用する鉄筋の材料を各鉄筋径ごとに指定します(各データごとに変更可能)。初期値はD16以下がSD295、D19以上がSD345になっていますが、これを変更したい場合は **これらを次回起動時の初期設定にする** を有効にしてください。

略図

基礎の形状を決定するために必要なデータの入力を終えた時点、あるいは計算が実行された時点でここに基礎スラブの略図が描画されます。任意の時点で再描画したい場合は **更新** をクリックしてください。

3-14. 連続基礎の設計

(1) 計算機能

接地圧と基礎自重の計算・応力計算・断面計算ともに「3-13.独立基礎の設計」に準じ、単位長さ（1.0m）の独立基礎として計算を行ないます。

(2) 入力項目

「基本入力」ページ

L (m)

支配長さ（荷重が作用する範囲の基礎の長さ）。初期値は1.0mとなっており、この時、入力する応力の値は単位長さ当たりのものとなります。

B0 (mm)

梁の幅。

B1, B2 (mm)

基礎スラブの左及び右側の出の長さ。

D1, D2 (mm)

基礎スラブの基端及び先端のせい。

dt (mm)

コンクリート縁から鉄筋重心までの距離（初期値80）。

Df (mm)

地表面から基礎スラブ底面までの距離（根入れ長）で、埋め戻し土を含んだ基礎重量の計算に用いられます。

地盤の長期許容支持力度 (kN/m²)

この値は計算上特に必要なものではなく、入力を省略することも可能ですが、この値の入力がある場合には、出力中に接地圧のチェックが表示されます。

曲げによる付加応力を考慮する

これが無効になっている場合は、非対称形状の場合でも偏心曲げの影響を無視します。地中梁に偏心モーメントを負担させるような場合には、これを無効にします。

NL (kN)

基礎の支配長さに作用する長期の軸力。通常は基礎及び埋め戻し土の重量を含まない値としますが、ここでそれらを含んだ値を入力し、「基礎自重を自動計算しない」とすることもできます。

NE (kN)

基礎の支配長さに作用する地震時の軸力で、引張りになる場合は負符号とします。この値の入力があると、短期の軸力をNL+NEとして計算します。

NL+NEが負になる場合、またはNE・MEに関してともに入力がない場合には、短期に関する計算を行ないません。短期の計算は、ここで入力された加力方向についてのみ行ない、逆加力時（NL-NE）の検討は行ないません。

ML (kN・m)

長期の曲げモーメント。

ME (kN・m)

地震時の曲げモーメント。

コンクリート Fc (N/mm²)

コンクリートの設計基準強度。

単位重量 (kN/m³)

鉄筋コンクリートの単位重量で、基礎自重の計算に用います。

「その他の設定」ページ

基礎自重を自動計算しない

基礎の自重を含めた値を長期軸力として入力する場合はこの指定を有効にします。

応力計算時に基礎自重を引かない

基礎自重は上から下に作用しますので、基礎スラブの設計応力の計算にあたっては、通常、接地圧からこの基礎自重分を差し引いた地反力が下から上に作用するものとしますが、この指定が有効な場合は、基礎自重分を差し引かない地反力から設計応力を求めます。

平均付着応力度により計算する

付着応力度の検定は、特に指定がなければRC規準16条の(16.1)(16.3)式の「曲げ付着応力度」により行ないますが、これが有効な場合は、(16.2)(16.4)式の「平均付着応力度」により行ないます。

鉄筋端にフックを設ける

付着応力度の検定を「平均付着応力度」により行なう場合、これが有効であれば、鉄筋の存在応力度 σ_t の値を2/3倍にして計算します。

「計算結果」ページ

ここで設計配筋（鉄筋径と間隔）を指定します。鉄筋間隔の指定がない場合はプリンタに設計配筋を出力しません。

(3) 出力項目

以下の計算結果はすべて単位長さ1m当たりのものになります。

基礎自重 (kN)

基礎自重、または埋め戻し土の重量を含んだ基礎の重量。

ΣW (kN)

設計軸力と基礎自重の合計値。

e (mm) (プリンタ出力のみ)

作用モーメントまたは荷重の偏心によって生ずる基礎スラブの偏心距離（基礎スラブの図心位置から計った重心位置までの長さ）。

σ_1, σ_2 (kN/m²)

基礎スラブの左端及び右端における接地圧の値。

f_e (kN/m²)

許容支持応力度。短期の値は長期の2倍とします。

M (kN・m)

危険断面位置に作用する単位長さ当たりの曲げモーメント。

a_t (mm²)

上記のMに対する必要鉄筋断面積。

Q (kN)

危険断面位置に作用する単位長さ当たりのせん断力。

τ (N/mm²)

上記のQによるせん断応力度。

τa_1 または τa_2 (N/mm²)

鉄筋の付着応力度。付着応力度の検定を「曲げ付着応力度」により行なう場合は τa_1 、「平均付着応力度」により行なう場合は τa_2 と表記されます。

f_a または 0.8f_a (N/mm²)

鉄筋の許容付着応力度。付着応力度の検定を「平均付着応力度」により行なう場合は0.8・f_aの値を出力します。

必要配筋

上記のa_tを考慮した鉄筋の最大間隔(mm)。この時の鉄筋径は「設計配筋」の指定によります。

情報

基礎の偏心が大きい場合、ここに以下のようなメッセージが出力されることがあります。

e / l の値が 1/2 を超える

偏心のために基礎が転倒することをあらわします。

基礎スラブの曲げが負になる

偏心のために基礎スラブの一部に上側引張りの曲げが生じることをあらわします。

(4) 操作

鉄筋材料の指定

使用する鉄筋の材料を各鉄筋径ごとに指定します(各データごとに変更可能)。初期値はD16以下がSD295、D19以上がSD345になっていますが、これを変更したい場合は **これらを次回起動時の初期設定にする** を有効にしてください。

3-15. 杭基礎の設計

(1) 計算機能

応力計算・断面計算は、RC規準20条5の規定に従い、杭の反力を基礎底面に作用する集中荷重とし、「3-13. 独立基礎の設計」の各項に準じて行ないます。

基礎スラブの平面上に座標XY軸を考えた時、XY両方向に関して基礎の偏心がある場合、あるいはXY両軸回りの曲げが同時に作用する場合(二軸曲げ)の杭に生ずる最大および最小の反力は下式により求めます。

$$R_{max}, R_{min} = \frac{\Sigma N}{n} \pm \frac{M_x}{Z_x} \pm \frac{M_y}{Z_y}$$

ΣN : 柱軸力と基礎の自重の和

n : 杭の総本数

M_x, M_y : XおよびY軸回りに作用する曲げモーメント。柱位置が偏心している場合は $M = e \cdot N$ とする (e : 柱の偏心距離, N : 柱軸力)。

Z_x, Z_y : XおよびY軸に関する杭群の断面係数

柱断面と杭断面に重複が生ずる下図のようなケースでは、RC規準20条5の解説の項の記述に従い、同図に示すように設計せん断力を低減しています(ただし設計曲げモーメントの低減は行いません)。

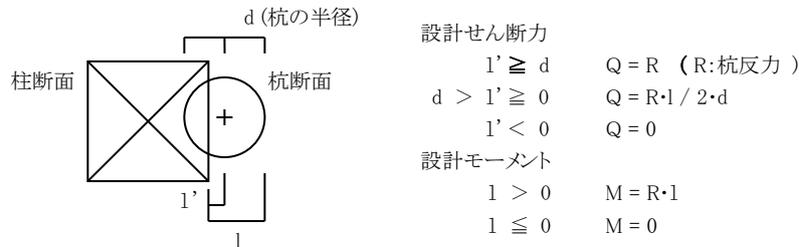


図3-15-1 柱断面と杭断面が重複する場合

基礎自重の計算については「3-13. 独立基礎の設計」の記述を参照して下さい。

(2) 入力項目

「基本入力」ページ

杭本数

図 3-15-2 に示すものの内から、杭の本数または基礎の形状を選択します。

Px (mm)

杭のX方向の間隔(杭芯間の距離)。1本打ちの場合にはこの値は参照されません。

Ex (mm)

杭のX方向のへりあき(杭芯からコンクリート縁までの距離)。

Py (mm)

杭のY方向の間隔。「1本打ち」「2本打ち」「3本打ちB」の場合にはこの値は参照されません。

Ey (mm)

杭のY方向のへりあき。

Ax, Ay (mm)

柱断面のX及びY方向の辺長。

D1, D2 (mm)

基礎スラブの基端及び先端のせい。

dt (mm)

コンクリート縁から鉄筋重心までの距離。XY方向の計算ともにこの値が用いられます(初期値 80)。

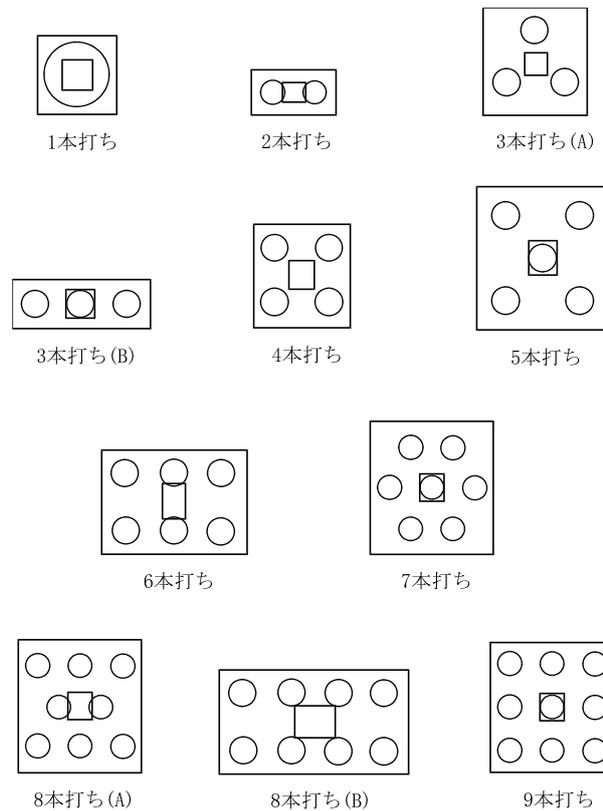


図3-15-2 基礎の形状一覧

Df (mm)

地表面から基礎スラブ底面までの距離(根入れ長)で、埋め戻し土を含んだ基礎重量の計算に用いられます。

ex, ey (mm)

杭群の図心位置から柱の図心位置までの距離。正負方向に関しては「3-13.独立基礎の設計」の図3-13-3を参照して下さい。

NL (kN)

長期の柱軸力。通常は基礎及び埋め戻し土の重量を含まない値としますが、ここでそれらを含んだ値を入力し、「基礎自重を自動計算しない」とすることもできます(「その他の設定」ページ)。

NE (kN)

地震時の軸力(引張りになる場合は負符号とします)。この値の入力があると、短期の軸力を $NL+NE$ として計算します。 $NL+NE$ が負になる場合や、または $NE \cdot MEx \cdot MEy$ の全てに関して入力がない場合には、短期に関する計算を行いません。短期の計算は、ここで入力された加力方向についてのみ行ない、逆加力時 ($NL-NE$) の検討は行ないません。

曲げによる付加応力を考慮する

これが無効になっている場合は、非対称形状の場合でも偏心曲げの影響を無視します。地中梁に偏心モーメントを負担させるような場合には、これを無効にします。

MLx, MEx (kN・m)

基礎スラブのX方向断面に対して作用する、長期及び地震時の曲げモーメント。1本打ちの場合にはこの値は参照されません。

MLy, MEy (kN・m)

基礎スラブのY方向断面に対して作用する、長期及び地震時の曲げモーメント。「1本打ち」「2本打ち」「3本打ちB」の場合にはこの値は参照されません。

曲げモーメントの正負方向に関しては「3-13.独立基礎の設計」の図3-13-3を参照して下さい。

コンクリート F_c (N/mm²)

コンクリートの設計基準強度。

単位重量 (kN/m³)

鉄筋コンクリートの単位重量で、基礎自重の計算に用います。

「その他の設定」ページ

基礎自重を自動計算しない

基礎の自重を含めた値を長期軸力として入力する場合はこの指定を有効にします。

応力計算時に基礎自重を引かない

基礎自重は上から下に作用しますので、基礎スラブの設計応力の計算にあたっては、通常、杭反力からこの基礎自重分を差し引いた力が下から上に作用するものとしますが、この指定が有効な場合は、基礎自重分を差し引かず設計応力を求めます。

平均付着応力度により計算する

付着応力度の検定は、特に指定がなければ RC 規準 16 条の(16.1)(16.3)式の「曲げ付着応力度」により行いますが、これが有効な場合は、(16.2)(16.4)式の「平均付着応力度」により行います。

鉄筋端にフックを設ける

付着応力度の検定を「平均付着応力度」により行なう場合、これが有効であれば、鉄筋の存在応力度 σ_t の値を 2/3 倍にして計算します。

「計算結果」ページ

ここで設計配筋（鉄筋径と間隔）を指定します。鉄筋間隔の指定がない場合はプリンタに設計配筋を出力しません。

(3) 出力項目

基礎自重 (kN)

基礎自重、または埋め戻し土の重量を含んだ基礎の重量。

ΣN (kN)

設計軸力と基礎自重の合計値。

Rmax (kN)

杭1本当たりの負担軸力の最大値。

Rmin (kN)

杭1本当たりの負担軸力の最小値。

M (kN・m)

XまたはY方向の危険断面位置における全曲げモーメント。

at (mm²)

上記のMに対する必要鉄筋断面積。

Q (kN)

XまたはY方向の危険断面位置における全せん断力。

τ (N/mm²)

上記のQによるせん断応力度。

τ_{a1} または τ_{a2} (N/mm²)

鉄筋の付着応力度。付着応力度の検定を「曲げ付着応力度」により行なう場合は τ_{a1} 、「平均付着応力度」により行なう場合は τ_{a2} と表記されます。

fa または 0.8fa (N/mm²)

鉄筋の許容付着応力度。付着応力度の検定を「平均付着応力度」により行なう場合は $0.8 \cdot fa$ の値を出力します。

必要配筋

上記のatを考慮した鉄筋の必要本数。鉄筋径は「設計配筋」の設定を使用します。

情報

基礎の偏心が大きい場合、ここに以下のようなメッセージが出力されることがあります。

e / l の値が 1/2 を超える

偏心のために基礎が転倒することをあらわします。

接地圧が負または 0 になる

e / l の値が 1/6 を超えるため、一部に負の接地圧が生じることをあらわします。

基礎スラブの曲げが負になる

偏心のために基礎スラブの一部に上側引張りの曲げが生じることをあらわします。

二軸曲げの偏心量が限界値を超える

二方向偏心による等価荷重が基礎スラブの核内にないため、計算結果に信頼性がないことをあらわします。

(4) 操作

鉄筋材料の指定

使用する鉄筋の材料を各鉄筋径ごとに指定します(各データごとに変更可能)。初期値はD16以下がSD295、D19以上がSD345になっていますが、これを変更したい場合は **これらを次回起動時の初期設定にする** を有効にしてください。

略図

基礎の形状を決定するために必要なデータの入力を終えた時点、あるいは計算が実行された時点でここに基礎スラブの略図が描画されます。任意の時点で再描画したい場合は **更新** をクリックしてください。

3-16. 地下外壁の設計

(1) 計算機能

① 応力計算

二方向版

「3-1. スラブの設計 (1) 計算機能」の「その他」の項を参照してください。

この場合、壁板の長さ(スパン)と高さの比(L/H)の値に以下の制限があります。

$$0.5 \leq L/H \leq 2.0$$

また図 3-16-1 に示すように、二方向版に作用する荷重の勾配が壁の高さ方向に関して一定でない場合には、これを壁上辺から下辺にかけて一定の勾配をもつ荷重にモデル化して計算します。一方向版の場合には存在する荷重形のまま計算します。

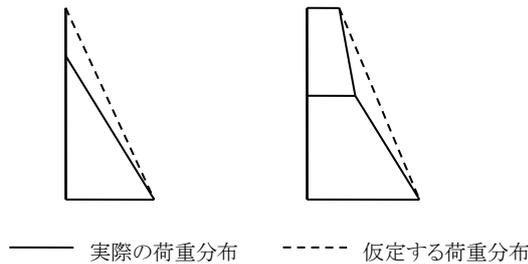


図3-16-1 二方向版の荷重のモデル化

一方向版

単位幅の梁として応力を求めます。

② 断面計算

曲げによる必要鉄筋断面積は、釣り合い鉄筋比以下にあるものとし、RC規準13条(13.1)式により求めます。

③ 作用荷重の計算

土圧・水圧及び地表面の載荷重によって生ずる荷重の計算は図3-16-2に従います。水位面下にある土の単位重量 γ' については、水の浮力を考慮し、 $\gamma' = \gamma - 10$ (γ は土の単位重量) とします。

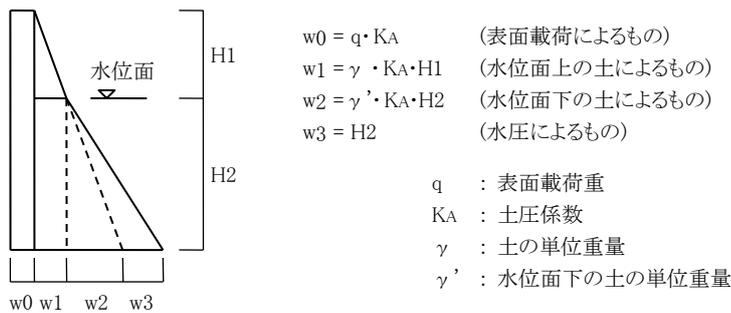


図3-16-2 土圧・水圧の計算

(2) 入力項目

「基本入力」ページ

H (m)

壁板の高さ。

L (m)

壁板の長さ(スパン長)。一方向版の場合には入力の必要がありません。

t (mm)

壁厚。

dt (mm)

コンクリート縁から縦方向の鉄筋の重心位置までの距離(初期値 50)。横方向の鉄筋の計算の場合には、この値にさらに

10mmを加えます。

拘束条件

図3-16-3に示すものの中から、壁板四辺の拘束条件を選択します。

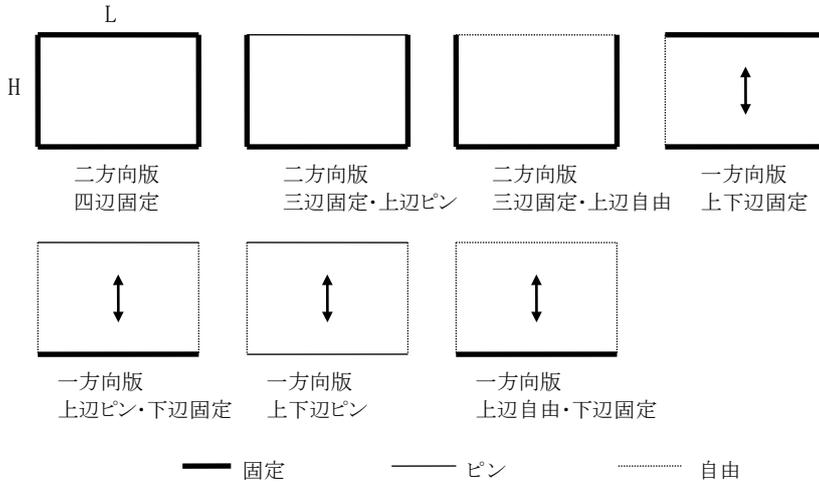


図 3-9-3 壁板の拘束条件

荷重種別

「長期」または「短期」とします。

荷重計算

壁板に作用する荷重を「直接入力」と指定した場合には、**壁上辺** と **壁下辺** におけるその作用荷重の値(kN/m²)を入力します。

これを「自動計算」とした場合は以下の値を入力します。

土の単位重量 (kN/m³)

土圧の計算に用いられます。

土圧係数

土圧計算に用いられる静止土圧係数。

表面載荷 (kN/m²)

地表面の活荷重。

壁上辺から地表面まで (m)

地表面が壁上辺より上にある場合には正、それ以外の場合は負の値を入力して下さい。土圧の自動計算を指定した場合には、この値が0でも有効なデータとなります。

壁上辺から水位面まで (m)

水位面が壁上辺より上にある場合には正、それ以外の場合は負の値を入力して下さい。**水圧を考慮**とした場合には、この値が0でも有効なデータとなります。

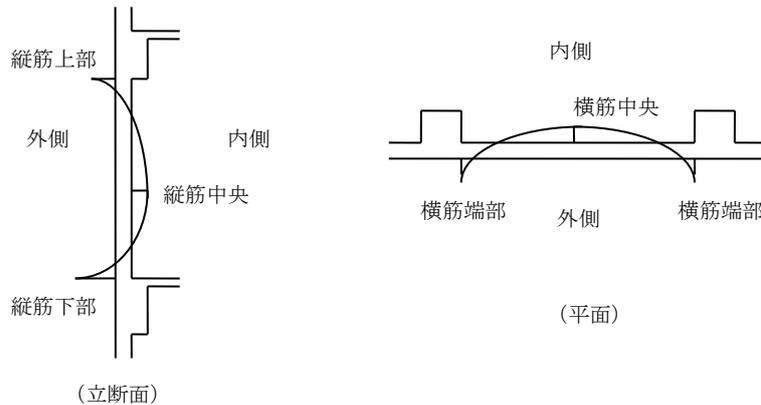


図 3-16-4 配筋上の各部の名称

コンクリート F_c (N/mm²)

コンクリートの設計基準強度。

設計配筋

「縦筋上部」「縦筋中央」「縦筋下部」「横筋端部」「横筋中央」の各部位の引張鉄筋の「鉄筋径」と「鉄筋間隔」を選択します。鉄筋間隔が「自動設定」となっている場合は、設計応力に対して必要な最大の間隔がここに自動設定されます。このプログラムでは、壁板に生ずる曲げモーメントの分布を基本的に図 3-16-4 のように仮定しており、図中にある引張り側の部位に対する計算と配筋の設定を行なっています。ここで「土圧側」とは土に接する側、「室内側」とはその反対側を指します。

「配筋方法」ページ

鉄筋間隔を自動設定する場合の最大値

前述の通り、鉄筋間隔が「自動設定」となっている場合は設計応力に対して必要な鉄筋間隔の最大値を自動計算しますが、その場合の鉄筋間隔の最大値を指定します。初期値は縦筋横筋とも200mmです。

(3) 出力項目

M (kN・m)

単位幅 (1.0m) 当たりの設計曲げモーメント。

at (mm²)

上記のMに対する必要鉄筋断面積。

Q (kN)

単位幅当たりの設計せん断力。

検定比

必要鉄筋断面積を、現在表示されている配筋の断面積で除した値。

配筋

圧縮側の配筋は下のよう設定されます。

縦筋上部内側・縦筋下部内側 → 縦筋中央内側に同じ

縦筋中央外側 → 設定しない

横筋端部内側 → 横筋中央内側に同じ

横筋中央外側 → 横筋端部外側に同じ

最大せん断応力度 (N/mm²)

壁板に生ずるせん断応力度の最大値と許容応力度との比較を示します。

(4) 操作

鉄筋材料の指定

使用する鉄筋の材料を各鉄筋径ごとに指定します(各データごとに変更可能)。初期値はD16以下がSD295、D19以上がSD345になっていますが、これを変更したい場合は **これらを次回起動時の初期設定にする** を有効にしてください。

配筋の予測

学習結果にもとづいて配筋を予測した上で計算結果を表示します。詳細は「2-4. 学習機能について」をご覧ください。

初期配筋の設定

プログラムの起動時、あるいはデータの確定を行った直後の設計配筋は、すべての部位について「鉄筋径D13・鉄筋間隔は自動設定」という初期データがセットされますが、これらのデータを常用する配筋に変更したい場合は、その値を各部位ごとに設定してください。

検定比の一覧の表示

各鉄筋径・鉄筋ピッチを用いた場合の曲げに関する検定比の一覧が各部位ごとに表示されます。現在設定されている配筋が水色で反転表示されていますので、これを変更したい場合には、設定したい配筋の検定比表示部分をマウスでクリックして下さい。

3-17. 階段の設計

(1) 計算機能

① 計算の基本入力

階段の踊場と段床の応力計算・断面計算を行います。

段床及び踊場の周辺の拘束条件は、図3-17-1に示すX1・Y0の各辺に関して、固定または自由を選択する事が出来ます(X0辺は常に固定とします)。

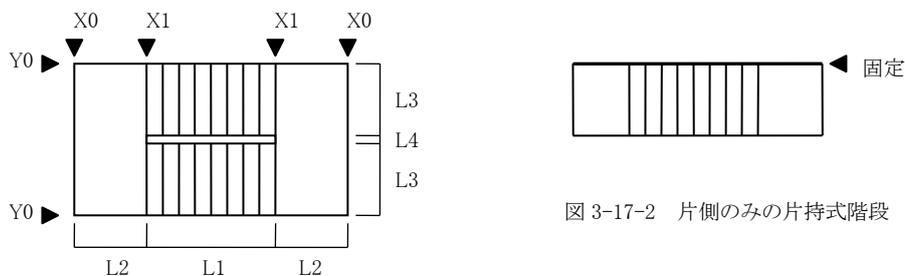


図 3-17-1 階段各部の表示

また、やや特殊なケースとして、図3-17-2に示すような段床が片側にだけ存在する片持式の階段も取り扱うことができます。この場合の拘束条件は一边が固定・他辺は自由で、段床・踊場ともに片持ち版になります。

図3-17-1に示す各辺の拘束条件に応じた段床と踊場の応力計算方法は表3-17-1に示す通りです。

表 3-17-1 階段各部の拘束条件と応力計算方法

拘束条件		段床	踊場
Y0 固定	X1 自由	片持ち版	三辺固定
	X1 固定	三辺固定	四辺固定
Y0 自由	X1 自由	一方向版	一方向版
	X1 固定	一方向版	一方向版

② 応力計算

四辺固定または三辺固定スラブの応力計算については「3-1.スラブの設計 (1) 計算機能 ①応力と変位の計算」の「その他」の項を参照して下さい。三辺固定の段床についても、その異方性は考慮せず、等方性のスラブとして取扱っています。なお、三辺固定の段床についてはその法線方向の成分に関して、片持ち版段床については鉛直方向の成分に関して計算を行っています。

段床または踊場を三辺固定とした場合には、その辺長比に関して以下の制限があります。

$$\text{段床三辺固定の時 } 1.0 \leq L1 / L3 \leq 4.0$$

$$\text{踊場三辺固定の時 } 1.0 \leq (2 \cdot L3 + L4) / L2 \leq 4.0$$

一方向版の応力計算は固定モーメント法により、図3-17-3の要領で行ないます。同図(a)の応力は「X1 固定」とした時の応力、(c)の応力は「X1 自由」とした時のものになります。なお、一方向版の場合に限り、X0 辺の固定度を入力する事が出来ます。

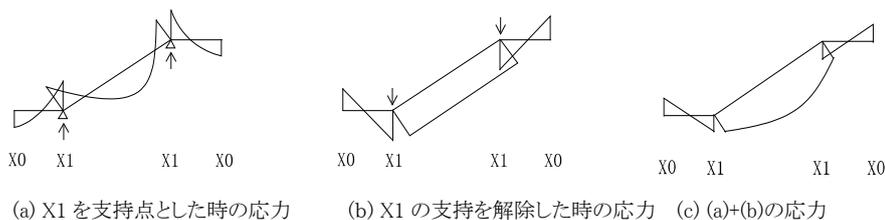


図 3-17-3 一方向版の応力計算方法

③ 断面計算

曲げによる必要鉄筋断面積は、釣り合い鉄筋比以下にあるものとし、RC規準13条(13.1)式により求めます。

(2) 入力項目

L1, L2, L3, L4 (mm)

階段の平面寸法(図 3-17-1)。この内、L4 の値は 0 でも構いませんが、その他は必ず何らかの入力が必要です。

B, H (mm)

段床の踏み面・蹴上げの寸法。

t (mm)

段床ならびに踊場部分のコンクリート床の厚さ。

dt (mm)

コンクリート縁から主筋の重心位置までの距離(初期値 40)。副筋の計算時には、この値にさらに 10mm が加えられます。

w1 (kN/m²)

段床の荷重(固定荷重と積載荷重の和)。

w2 (kN/m²)

踊場の荷重(固定荷重と積載荷重の和)。

p (kN/m)

段床先端の手すりの重量。段床を片持ち版として計算する時のみ考慮されます。

片側のみの片持ち階段

これを有効にした場合の階段形状については図 3-17-2 を参照してください。

拘束条件

Y0 辺または X1 辺が固定であれば、それぞれについて **固定辺** を有効にします。初期値は「X1 辺自由」「Y0 辺固定」(段床片持ち・踊場三辺固定)となっています。Y0 辺を「自由」とした一方向版の場合のみ、**X0 辺の固定度**を変更することが出来ます。完全固定を 1.0・ピンを 0.0 とし、その間の数値で固定度を表します。

段床の計算条件

X1 辺・Y0 辺をともに「固定」とした場合に、段床の設計方法として「三辺固定」もしくは「片持ち版」を選択出来ます。また、段床についてのみ **応力の割増率** を指定することが出来ます。

段床を「片持ち版」とした場合は鉄筋の本数と径を指定してください。

コンクリート F_c (N/mm²)

コンクリートの設計基準強度。軽量コンクリートの場合は **軽量コンクリート** を有効にしてください。

設計配筋

「段床 X 方向上端」「段床 X 方向下端」「段床 Y 方向上端」「段床 Y 方向下端」「踊場 X 方向上端」「踊場 X 方向下端」「踊場 Y 方向上端」「踊場 Y 方向下端」の各部位の引張鉄筋の「鉄筋径」と「鉄筋間隔」を選択します。鉄筋間隔が「自動設定」となっている場合は、設計応力に対して必要な最大の間隔がここに自動設定されます。

Y 方向を主筋にする

dt の値を設定する鉄筋(主筋)の方向は通常 X 方向(階段の上り方向)になりますが、これが有効な場合、これを Y 方向に変更します。

(3) 出力項目

M (kN・m)

片持ち版の段床の場合は1段床当たりの、それ以外の場合には単位幅(1.0m)当たりの設計曲げモーメント。

at (mm²)

上記の M に対する必要鉄筋断面積。

Q (kN)

単位幅当たりの設計せん断力。

検定比

必要鉄筋断面積を、現在表示されている配筋の断面積で除した値。

d (mm) (プリンタ出力のみ)

段床部分を片持ち版として計算する場合に用いられる段床の有効せい(図 3-17-4)。

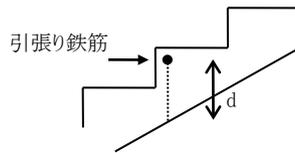


図 3-17-4 段床の有効せい

(4) 操作

鉄筋材料の指定

使用する鉄筋の材料を各鉄筋径ごとに指定します(各データごとに変更可能)。初期値はD16以下がSD295、D19以上がSD345になっていますが、これを変更したい場合は **これらを次回起動時の初期設定にする** を有効にしてください。

初期配筋の設定

プログラムの起動時、あるいはデータの確定を行った直後の設計配筋は、すべての部位について「鉄筋径D10・鉄筋間隔は自動設定」という初期データがセットされますが、これらのデータを常用する配筋に変更したい場合は、その値を各部位ごとに設定してください。

検定比の一覧の表示

各鉄筋径・鉄筋ピッチを用いた場合の曲げに関する検定比の一覧が各部位ごとに表示されます。現在設定されている配筋が水色で反転表示されていますので、これを変更したい場合には、設定したい配筋の検定比表示部分をマウスでクリックして下さい。

略図

階段の形状を決定するために必要なデータの入力を終えた時点、あるいは計算が実行された時点でここに階段の全体形状の略図が描画されます。任意の時点で再描画したい場合は **更新** をクリックしてください。

3-18. 擁壁の設計

(1) 計算機能

このプログラムにおける種々の計算は、主として、(社)日本道路協会「擁壁工指針」に準拠しています。

① 土圧の作用面

土圧の作用面は以下のように仮定しています(図 3-18-1、3-18-3 参照)。

- 反力式擁壁の安定計算 : 底版の後端を通る仮想背面
- 重力式擁壁の安定計算 : 壁体背面
- 反力式擁壁の壁体設計用 : 壁体背面

② 常時土圧の計算

クーロン式による主動土圧係数

$$K = \frac{\cos^2(\phi - \alpha)}{\cos^2 \alpha \cdot \cos(\alpha + \delta) \left\{ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - \beta)}{\cos(\alpha + \delta) \cdot \cos(\alpha - \beta)}} \right\}^2}$$

ランキン式による主動土圧係数

$$K = \cos \beta \cdot \left(\frac{\sqrt{\cos \beta - \cos^2 \beta - \cos^2 \phi}}{\sqrt{\cos \beta + \cos^2 \beta - \cos^2 \phi}} \right)$$

- ϕ : 裏込土の内部摩擦角
- α : 壁背面が鉛直面となす角
- β : 背部の地表面が水平面となす角
- δ : 壁面摩擦角(= 2/3 ϕ)

試行くさび法による主動土圧係数

図 3-18-1 に示すように、すべり角 ω を持つすべり面を仮定し、この時の力の三角形のつり合いから主動土圧合力 P_A を求めます。この計算を、すべり角 ω を変化させながら行い、試行的に P_A の最大値を求めます。この時の主動土圧係数は下式により得られます。

$$K = \frac{2P_A}{\gamma H^2}$$

なお、背面地盤の傾斜角 β が 0 の場合、及び背面地盤が傾斜していてもかさ上げがない場合にはクーロン式の結果と一致します。

③ 地震時土圧の計算

物部・岡部公式による主動土圧係数

$$K = \frac{\cos^2(\phi - \alpha - \theta)}{\cos \theta \cdot \cos^2 \alpha \cdot \cos(\alpha + \delta_E + \theta) \left\{ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta_E) \cdot \sin(\phi - \beta - \theta)}{\cos(\alpha + \delta_E + \theta) \cdot \cos(\alpha - \beta)}} \right\}^2}$$

- θ : 地震合成角($\tan^{-1}kh$)
- kh : 設計震度
- δ_E : 地震時の壁面摩擦角

上式における壁面摩擦角 δ_E は、土圧が直接壁面に作用する場合には $\phi/2$ 、仮想背面に作用する場合には下式に従います。

$$\delta_E = \tan^{-1} \left(\frac{\sin \phi \cdot \sin(\theta + \Delta - \beta)}{1 - \sin \phi \cdot \cos(\theta + \Delta - \beta)} \right)$$

$$\Delta = \sin^{-1} \left(\frac{\sin(\beta + \theta)}{\sin \phi} \right)$$

試行くさび法による主働土圧係数

地震時の力の三角形は、図 3-18-1 に示すものに地震時の慣性力を加えた、図 3-18-2 に示すものになります。その他は常時の計算と同じです。

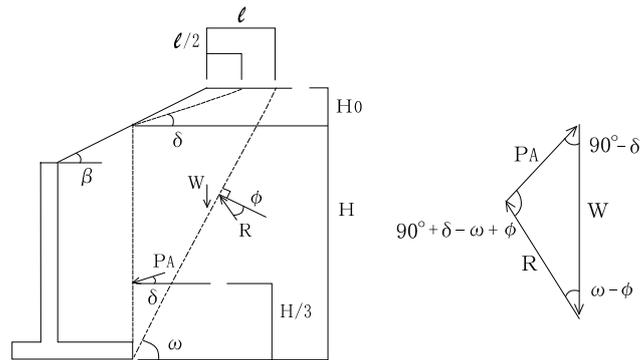


図 3-18-1 試行くさび法による常時土圧計算

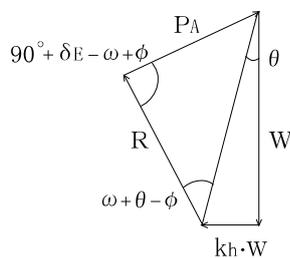


図 3-18-2 試行くさび法による地震時の力のつり合い

④ 安定計算

図 3-18-3 に、安定計算に用いられる種々の荷重とその作用位置を示します。

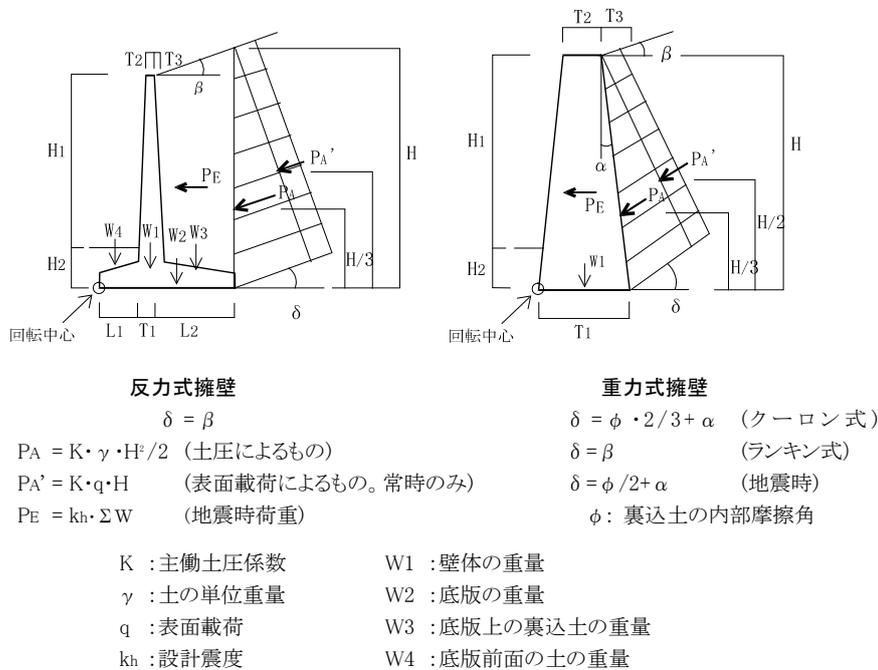


図 3-18-3 安定計算に用いられる荷重

⑤ すべり止め突起による滑動抵抗力

底版下面に図 3-18-4 に示すような形状のすべり止め突起を設けた場合の滑動抵抗力は、突起より前面の土-土のせん断抵抗と、突起の後面の土-コンクリートの摩擦抵抗により、下式のように表わせます。

$$H = \frac{q_1 + q_3}{2} \cdot \ell_1 \cdot \tan \phi + C \cdot \ell_1 + \frac{q_2 + q_3}{2} \cdot \ell_2 \cdot \mu$$

ϕ : 基礎地盤の内部摩擦角
 C : 基礎地盤の粘着力
 μ : 土-コンクリートの摩擦係数

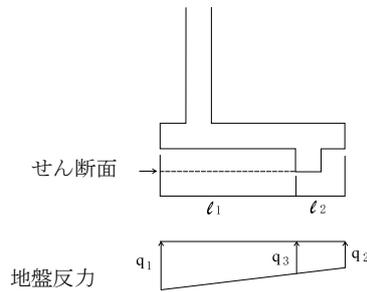


図 3-18-4 すべり止め突起による抵抗

⑥ 前面の土の受働土圧による滑動抵抗力

前面の土の受働土圧による抵抗を期待する場合には、「道路土工指針」の記述に従い、下式により求められる受働土圧の 1/2 を滑動抵抗として算入します。

$$P_p = \frac{1}{2} \gamma \cdot D_f^2 \cdot \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right)$$

D_f : 根入れ長
 γ : 前面の土の単位重量
 ϕ : 前面の土の内部摩擦角

⑦ 断面計算

反力式擁壁の壁体の計算に用いる土圧と、プログラム内で用いている各部の名称を図 3-18-5 に示します。いずれの部位においても、曲げによる必要鉄筋断面積は、釣り合い鉄筋比以下にあるものとし、RC 規準 13 条(13.1)式により求めます。

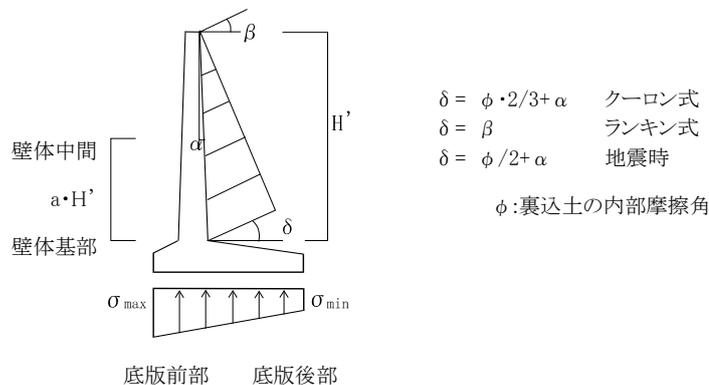


図 3-18-5 壁体設計用の土圧と各部名称

(2) 入力項目

「基本入力」ページ

形式

「反力式」または「重力式」とします。

H1 (mm)

擁壁前面の地表面から背部の地表面までの高さ。

H2 (mm)

擁壁前面の地表面から、底板底面までの根入れ長。

L1, L2 (mm)

底版の前部及び後部の出の長さ。反力式擁壁の場合のみ有効です。

T1, T2 (mm)

壁体の基部及び頂部における厚さ。

T3 (mm)

壁体基部背面を通る鉛直線から壁体頂部背面までの距離。この距離が0の場合、壁体背面は鉛直になります。

D1, D2 (mm)

底版の基端及び先端におけるせい。前部後部とも同じ値とします。反力式擁壁の場合のみ有効です。

土圧計算

擁壁背部の土(裏込土)の常時の主働土圧係数を自動計算する場合には、その **計算方法** を「クーロン式」「ランキン式」「試行くさび法」から選択します。「クーロン式」「ランキン式」を選んだ場合には、物部・岡部の公式により地震時の主働土圧係数を計算します。「試行くさび法」を選んだ場合には地震時の主働土圧係数も試行くさび法により計算します。

これを「直接入力」とした場合には **土圧係数** を入力してください。この場合は地震時の計算は行われません。また、直接入力による土圧は、地盤の傾斜角等に関わりなく水平方向に作用するものとします。

それ以外の場合は **内部摩擦角** を入力してください。

土の単位重量 (kN/m³)

土圧計算、及び底版上の土の重量計算に用いられます。

表面載荷 (kN/m²)

擁壁背部の地表面上の活荷重。

β (度)

背部の地表面が水平面となす角度。土圧係数の計算方法として「クーロン式」「ランキン式」を選んだ場合には、この値は内部摩擦角を超えることは出来ません。

H0 (m)

背面地盤のかさ上げ高の値で、背面地盤に傾斜があり($\beta > 0$)、かつ土圧係数の計算方法として「試行くさび法」を選んだ場合にのみ有効です。

摩擦係数

底版下面と土の間の摩擦係数で、滑動に対する安全率の計算に用います。

許容支持力 (kN/m²)

この値は計算上特に必要なものではなく、入力を省略することも可能ですが、この値の入力があつた場合には、出力中に接地圧のチェックが表示されます。

コンクリート F_c (N/mm²)

コンクリートの設計基準強度。

単位重量 (kN/m³)

鉄筋コンクリートの単位重量。

設計配筋

「壁体基部」「壁体中間」「底版前部」「底版後部」の各部位の引張鉄筋の「鉄筋径」と「鉄筋間隔」を選択します。鉄筋間隔が「自動設定」となっている場合は、設計応力に対して必要な最大の間隔がここに自動設定されます。

「その他の設定」ページ

壁体(底版)のコンクリート縁から鉄筋重心までの距離 (mm)

壁体及び底版の断面計算時に用いられる値(初期値 50)。重力式擁壁の場合にはこれらの値は無関係です。

壁体中間の設計位置

壁体中間の設計位置は、通常その基端から高さの 1/2 の点としますが、ここでその位置を変更する事が可能です。基端から設計位置までの高さを、壁体の全高さに対する比(1.0 以下)で入力して下さい。

壁頂部の追加重量 (kN)

壁の頂部に作用する何らかの荷重がある場合にそれを入力します。壁上の手すりなどの重量を入力して構いませんが、ただし、将来撤去される可能性のある手すりの重量等を加算して転倒の計算を行った場合、危険側の設計になることに注意して下さい。

地震時の検討

地震時の計算を行う場合には **地震時の検討を行う** を有効にした上で **設計震度** を入力してください。なお、土圧の計

算方法を「直接入力」としている場合には地震時の検討を行うことは出来ません。

すべり止め突起

底版下面にすべり止めの突起を設ける場合は **すべり止め突起を設ける** を有効にし、**底版前端から突起前端までの距離** と **基礎地盤の内部摩擦角** の値を入力して下さい。**基礎地盤の粘着力** の値は必要に応じて入力して下さい。

底版前部上の土

擁壁の前面の土の重量を安定計算に算入する場合は **前面の土の重量を考慮する** を有効にした上で **前面の土の重量** を入力して下さい。さらに、前面の土の重量を滑動計算に算入する場合は **前面の土の受働土圧を考慮する** を有効にした上で **前面の土の内部摩擦角** を入力して下さい。

壁体の応力計算時に壁面摩擦角を無視する

これが有効な場合、壁体の応力計算に際しては、図 3-18-5 によらず、土圧が水平方向に作用するものとして計算します。

「計算結果」ページ

地震時の計算を行っている場合は、ここにある「常時」「地震時」のラジオボタンで表示内容を切り替えてください。

(3) 出力項目

W1 (kN)

壁体の重量。

W2 (kN)

底版の重量(反力式擁壁の場合)。

W3 (kN)

底版後部上の土の重量(反力式擁壁の場合)。

W4 (kN)

底版前部上の土の重量で、「前面の土の重量を考慮する」と指定した場合に表示されます(反力式擁壁の場合)。

PH (kN)

土圧により生ずる横力の水平方向成分。

PV (kN)

土圧により生ずる横力の鉛直方向成分。

PH' (kN)

常時の計算に用いられた、上載荷重により生ずる横力の水平方向成分。

PV' (kN)

常時の計算に用いられた、上載荷重により生ずる横力の鉛直方向成分。

PE (kN)

地震時の計算に用いられた、自重による地震力。

Ka

安定計算に用いた主働土圧係数。

MT (kN・m)

P による転倒モーメント。

MR (kN・m)

ΣW による転倒抵抗モーメント。

d (m)

底版前端から合力作用位置までの距離。

e (m)

合力作用位置と底版図心とのずれ。

σ_{\max} (kN/m²)

最大接地圧。

(以下の各項目は反力式擁壁の場合にのみ出力されます)

M (kN・m)

壁体または底版の単位幅(1.0m)当たりの曲げモーメント。底版の場合、下端引張りを正符号、上端引張りを負符号で表示

します。通常は底版前部が下端引張り、後部が上端引張りとなります。

a_t (mm²)

上記の M に対する必要鉄筋断面積。

Q (kN)

壁体または底版の単位幅(1.0m)当たりのせん断力。

τ_{max} (N/mm²)

壁体または底版の最大せん断応力度。

検定比

必要鉄筋断面積を、現在表示されている配筋の断面積で除した値。

(4) 操作

鉄筋材料の指定

使用する鉄筋の材料を各鉄筋径ごとに指定します(各データごとに変更可能)。初期値はD16以下がSD295、D19以上がSD345になっていますが、これを変更したい場合は **これらを次回起動時の初期設定にする** を有効にしてください。

配筋の予測

学習結果にもとづいて配筋を予測した上で計算結果を表示します。詳細は「2-4. 学習機能について」をご覧ください。

初期配筋の設定

プログラムの起動時、あるいはデータの確定を行った直後の設計配筋は、すべての部位について「鉄筋径D10・鉄筋間隔は自動設定」という初期データがセットされますが、これらのデータを常用する配筋に変更したい場合は、その値を各部位ごとに設定してください。

検定比の一覧の表示

各鉄筋径・鉄筋ピッチを用いた場合の曲げに関する検定比の一覧が各部位ごとに表示されます。現在設定されている配筋が水色で反転表示されていますので、これを変更したい場合には、設定したい配筋の検定比表示部分をマウスでクリックして下さい。

略図

擁壁の形状を決定するために必要なデータの入力を終えた時点、あるいは計算が実行された時点でここに擁壁の全体形状の略図が描画されます。任意の時点で再描画したい場合は **更新** をクリックしてください。

3-19. 柱梁接合部の設計

(1) 計算機能

RC規準15条3に従い、柱梁接合部の安全性確保のための検討を行います。

許容せん断力はRC規準15条の(15.10)式により計算します。設計せん断力は、ユーザーの指定により、RC規準15条の(15.11)式または(15.12)式により計算します。

また、ユーザーの指定がある場合は、日本建築学会「鉄筋コンクリート造建物の靱性保証型耐震設計指針・同解説(1999)」の(8.3.1)式にしたがい、下式により接合部のせん断強度 V_{ju} を計算します。

$$V_{ju} = \kappa \cdot \phi \cdot F_j \cdot b_j \cdot D_j$$

κ : 接合部の形状による係数

ϕ : 直交梁の有無による補正係数

F_j : 接合部のせん断強度の基準値 (= $1.6 \sigma_B^{0.7}$ σ_B はコンクリートの圧縮強度)

D_j : 柱せい (ただし接合部がL形の場合は「梁筋の折り曲げ投影長さ」とし、柱せいの0.75倍をとります)

(2) 入力項目

接合部の形状

接合部の形状は、接続する柱と梁の本数ならびに方向により計9種類にあります。これはRC規準15条(15.10)式中の κ_A の設定に使用されます。

設計せん断力の算定方法

「梁の M_y による」または「柱の設計せん断力による」のいずれかを選択します。前者の場合はRC規準の(15.11)式、後者の場合は(15.12)式により設計せん断力を求めます。

梁のデータ

左または右、または左右の梁について、以下のデータを入力します。これらのデータは、設計せん断力の計算に用いられます。BとDの値は許容せん断力の計算時にも用いられます。dtの値、及び配筋に関するデータは、設計せん断力を「梁の M_y による」とした場合にのみ使用されます。

L (m)

スパン長。

B (mm)

梁の幅。

D (mm)

梁のせい。

dt (mm)

梁の引張り側コンクリート縁から引張り側鉄筋重心縁までの距離。「D-dt」が梁の「有効せい」になります。

主筋本数と径

上は上端筋・下は下端筋を表します。

スラブ筋本数と径

梁に対して有効な範囲内にあるスラブ筋。

柱のデータ

上または下、または上下の柱について、以下のデータを入力します。Hは設計せん断力、その他は許容せん断力の計算に用いられます。

H (m)

階高。

B (mm)

柱の幅。

D (mm)

柱のせい。

梁の M_y の割増し率

設計せん断力を「梁の M_y による」とした場合に、 M_y の割増し率を必要に応じて入力します。

柱の設計用せん断力 (kN)

設計せん断力を「柱の設計せん断力による」とした場合にはこの値を必ず入力してください。

終局時の検討を行う

日本建築学会「鉄筋コンクリート造建物の靱性保証型耐震設計指針・同解説(1999)」による終局せん断強度の計算を行う場合はこれを有効にしてください。

両側に直交梁がある

終局せん断強度の計算式中の ϕ (直交梁の有無による補正係数) の設定に使用されます。これが有効な場合は ϕ を1.0、それ以外の場合は0.85とします。

メカニズム時のせん断力 (kN)

「終局時の検討を行う」とし、かつここに何らかの値が入力されている場合は、終局せん断強度との比較を示します。入力がなければ、終局せん断強度の値のみを出力します。

コンクリート強度 F_c (N/mm²)

コンクリートの設計基準強度

(3) 出力項目

QDj (kN)

設計せん断力の値。

QAj (kN)

許容せん断力の値。

Vju (kN)

せん断強度の値。

(4) 操作

鉄筋材料の指定

使用する鉄筋の材料を各鉄筋径ごとに指定します(各データごとに変更可能)。初期値はD16以下がSD295、D19以上がSD345になっていますが、これを変更したい場合は これらを次回起動時の初期設定にする を有効にしてください。

3-20. 梁筋の付着の検定

(1) 計算機能

RC規準16条1の規定に従って梁主筋の付着に関する検討(短期荷重に対する損傷制御の検討、及び大地震動に対する安全性確保のための検討)を行います。また、16条1の(5)にある規定に従い、カットオフ鉄筋の長さが必要長さの比較を行います。

規準本文にない具体的な計算方法については、RC規準の解説(P.233)にある「付着検討の計算例1」に従っています。

検討対象とする鉄筋は以下の通りです。

端部上端一段筋の「通し筋」及び「カットオフ筋」

端部上端二段筋の「通し筋」及び「カットオフ筋」

カットオフ筋の付着長さ

ユーザーの指定がない場合は、図3-20-1に示すような標準配筋仕様に従って「 $L/4 + 15d$ 」とします(L は梁の内のり長さ・ d は主筋径)。

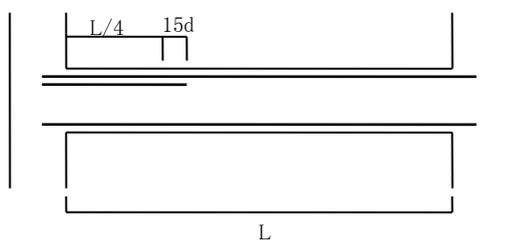


図3-20-1 カットオフ筋の付着長さ

カットオフ筋が計算上不要となる位置までの距離 l'

この値は、両端曲げ降伏部材を対象とした(16.7)式により求めます。

損傷制御の検討

(16.4)式により平均付着応力度の検定を行います。

同式中にある付着長さ l_d は、通し鉄筋の場合は梁の内のり長さ L とします。「せん断ひび割れが生じない」と指定された場合は同式中の分母の $l_d - d$ は l_d と読み替えます。

せん断ひび割れが生じるかどうかの判定はせん断ひび割れ強度と存在応力を比較することにより行われますが、プログラムでは、せん断ひび割れ強度を参考値として出力しています。この値は(15.1)式によりますが、安全側を考慮して α は1としています。

同式中にある $s \sigma_t$ (短期荷重時の鉄筋の存在応力度)の値は、例題で使用している略算式(P.235参照)にて求めています。

安全性確保の検討

通し筋については(16.5)式、カットオフ筋については(16.6)式にて検定します。

ここにある係数 K は(16.9)式、 C は(16.10)式、 W は(16.11)式によります。

通し筋の α_1 は表16.2の「両端が曲げ降伏する部材の通し筋」の値を使います。カットオフ筋の α_2 は表16.3に従います。

(2) 入力項目

B, D (mm)

梁の幅・せい

L (m)

梁の内のり長さ

主筋

端部と中央について1段筋と2段筋の本数を入力します。上及び下はそれぞれ上端筋と下端筋を表します。なお、検定計算は端部の上端筋についてのみ行われます。

ST

端部のスタラップのデータで、左欄が本数(初期値 2)、右欄がピッチ(mm)です。

鉄筋のかぶり厚 (mm)

梁の有効せいの算出時に使用されます。

検討内容

「損傷制御」「安全性の確認」のいずれか、またはその両方を選択してください。

ML (kN・m)

長期の設計モーメント。検討内容として「損傷制御」が選択された場合に使用されます。検定鉄筋(端部上端)に引張力を生じさせる曲げ応力を正符号で入力します。

ME (kN・m)

地震時の曲げモーメント。必ず正符号で入力して下さい。検討内容として「損傷制御」が選択された場合に使用されます。

端部のカットオフ筋の長さ (mm)

カットオフ筋の長さは「(1) 計算機能」にあるように初期設定されますが、これを直接入力する場合は **端部のカットオフ筋の長さは $L/4+15d$ とする** とするのチェックをはずし、ここにその値を入力してください。

せん断ひび割れは生じない

検討内容として「損傷制御の検討」が選択された場合の設定です。これが有効な場合、 $\tau a2$ 算出の際し有効せい d の項を無視します。

鉄筋の強度を1.1倍する

検討内容として「安全性の確保」が選択された場合、鉄筋強度 σ_y を1.1倍に割り増して使用するかどうかの指定です。

コンクリート F_c (N/mm²)

コンクリートの設計基準強度

(3) 出力項目

$s\sigma_t$ (N/mm²)

「損傷制御」検討時に使用される、鉄筋の引張応力度。カットオフ筋の場合は存在応力によって生じているもの、通し筋の場合は「カットオフ筋が不要となる位置における応力度」、つまり短期の許容引張応力度になります。

f_a (N/mm²) (プリンタ出力のみ)

短期の許容付着応力度

$\tau a2$ (N/mm²)

「損傷制御」検討時に使用される平均付着応力度、及びその値と $0.8f_a$ の比較を表わします。

必要長さ (mm)

カットオフ筋に要求される付着長さ、及びその値と実際の付着長さの比較を表わします。

l_d (mm)

通し筋の計算時に使用した付着長さ

Q_c (kN)

(15.1)式で計算されるせん断ひび割れ強度を参考値として出力しています。

K

「安全性の確保」検討時に使用される(16.9)式による修正係数

C (mm), W (mm) (プリンタ出力のみ)

上記のKの算出時に使用した値

$\alpha 1$, $\alpha 2$ (プリンタ出力のみ)

(16.5)及び(16.6)式にある係数の値

L'

(16.5)式にある通し筋の付着長さ

f_b (N/mm²) (プリンタ出力のみ)

「安全性の確保」検討時に使用される、RC規準の表16.1にある「付着割裂の基準となる強度」

τD (N/mm²)

「安全性の確保」検討時に使用される平均付着応力度、及びその値と $K \cdot f_b$ の比較を表わします。

(4) 操作

高強度筋の詳細

このプログラムでは、スタラップ筋に「高強度せん断補強筋」を使用することができますが、その場合はスタラップ筋として「高強度」を選んだ上、ここでその詳細を個別に入力します。

入力内容は、名称・公称直径(mm)・公称断面積(cm²)・長期許容引張応力度(N/mm²)・短期許容引張応力度(N/mm²)の各項目で、これらの値を省略することはできません。また、せん断補強筋比pwの制限についても、ここにある計算式を参照して入力してください。

すでに何らかの鉄筋を使用している場合、その名称が「これまで使用した高強度筋の名称」にリストアップされています。同じものを使用する場合はその項目を選んだ上で **選択した項目を使用する** をクリックしてください。その内容が入力欄に転記されます。

鉄筋材料の指定

使用する鉄筋の材料を各鉄筋径ごとに指定します(各データごとに変更可能)。初期値はD16以下がSD295、D19以上がSD345になっていますが、これを変更したい場合は **これらを次回起動時の初期設定にする** を有効にしてください。

3-21. 荷重項の計算

(1) 計算機能

各種の荷重形が作用したときの部材の荷重項（固定端モーメント・単純梁の中央モーメント・単純梁または両端固定梁のせん断力）の値を計算します。また、単純梁に生じる最大曲げモーメントとたわみ量の計算も行います。ここで使用できる荷重形は図3-21-1の通りです。

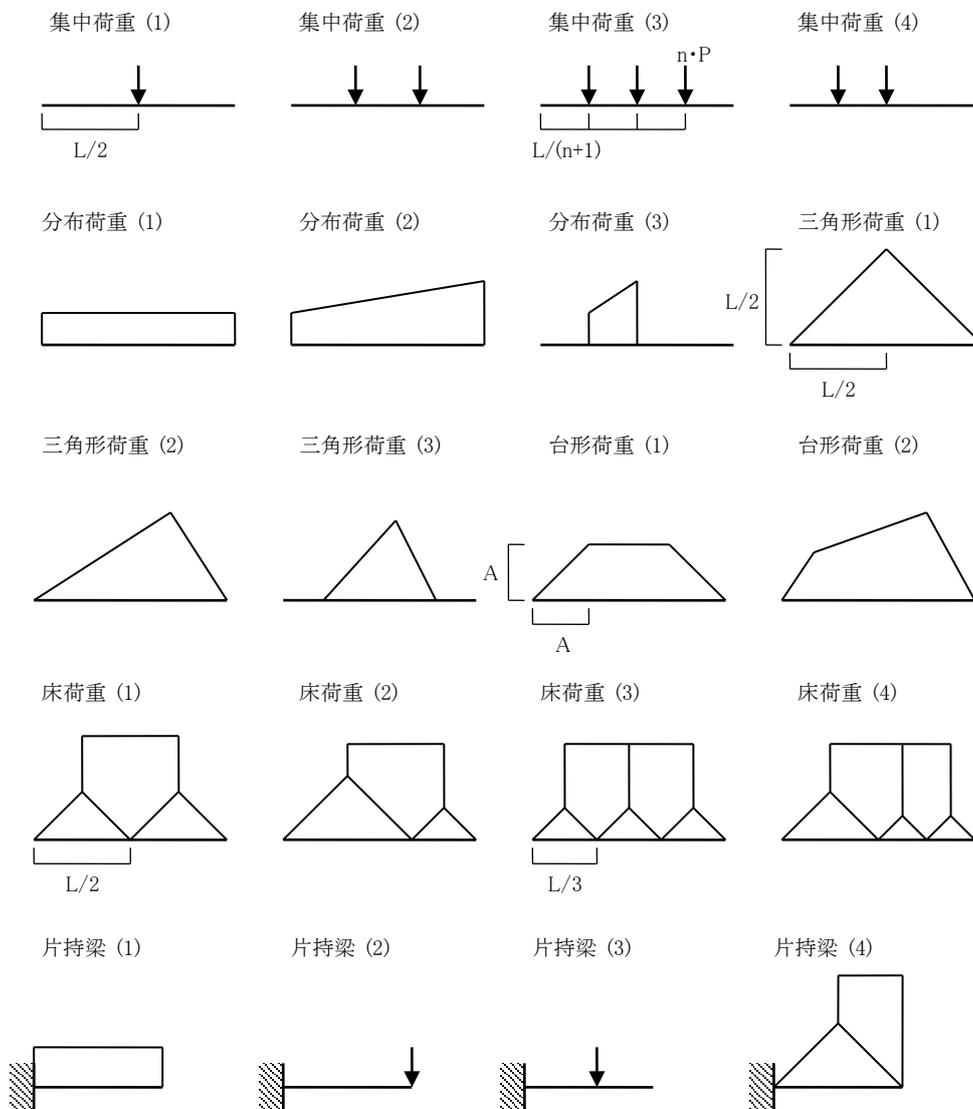


図 3-21-1 荷重形一覧

(2) 入力項目

L (m)

梁のスパン長。

梁自重 (kN/m)

指定した荷重形とは別に梁の自重による荷重項を求める場合には、ここでその値を別途指定します。この値は等分布荷重として作用し、指定した荷重形による荷重項の値に加算されます。

梁の種別

両端支持の「一般梁」、または「片持梁」のいずれかとします。

Q の計算

計算するせん断力を「単純梁の値」とするか、「両端固定梁の値」とするかを選択します。

最大曲げモーメントとその発生位置を計算する

これが有効な場合、単純梁の中央モーメントの他に、梁の中間に発生する最大曲げモーメントとその発生位置をあわせて計算します。なお、この計算は、分布荷重を単位長さ(1cm)の集中荷重として作用させ、それらを集計することにより求めています。

荷重形の編集

1 部材につき最大 5 個の荷重形が指定可能です。画面左のスクロールボックス中にある「荷重形 1」から「荷重形 5」のラベルの左にある **編集** をクリックすると入力ダイアログがあらわれます。以下、この画面の操作について記します。

荷重形の設定

画面下部にリストアップされた荷重形のうちの一つをダブルクリックするか、またはシングルクリックで選択して **設定** を押してください。画面上部の「使用する荷重形」の欄にその荷重形が転記され、同時に、その右側に必要なパラメータの記号が表示されますので所定の値を入力してください。

部材の両側に荷重がある

これが有効な場合、指定された荷重形が梁の両側にあるものとし、計算結果を 2 倍にします。

荷重形の説明

この荷重形に関するコメントを入力することができます。

略図の表示

ここにある **表示** ボタンを押すと、スパン長ならびに入力された荷重パラメータにもとづいた荷重形の略図が描かれます。

上記の入力を終わると、「荷重形 1」から「荷重形 5」のラベルの下に荷重形が描画され、その右側に各パラメータの記号と入力値が転記されます。この荷重形を削除する場合は **削除** をクリックしてください。

たわみ量計算時の曲げ戻し (kN・m)

たわみ量は、まず単純梁としての値を計算し、そこから左右端の曲げ戻し効果による分を引いて求めます。

曲げ戻しを考慮する場合はここで左右端について値を入力してください。この場合の正負符号は、下図にあるように、正の曲げモーメントを生じさせるような方向（左端の反時計回り・右端の時計回り）を正とします。

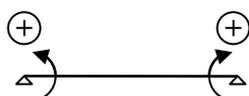


図 3-21-2 曲げ戻しの正負方向

(2) 出力項目

C (kN・m)

一般梁の場合には左端及び右端の固定端モーメント、片持ち梁の場合には固定端のモーメントの値。

M0 (kN・m)

単純梁の中央モーメント。一般梁の場合のみ出力されます。

Q (kN)

一般梁の場合には単純梁または両端固定梁の左右端のせん断力、片持ち梁の場合には固定端のせん断力の値。

単純支持材に生じる曲げの最大値 (kN・m) とその発生位置 (m)

「発生位置」は材の左端からの距離です。

たわみ量 $E \cdot I \cdot y$ (kN・m³)

ここに表示されるたわみ量は、実際の変形量 y に材のヤング係数 E と断面 2 次モーメント I を乗じたもので、この値を $E \cdot I$ で割ったものが実際のたわみ量になります（単位に注意してください）。

その部材中央部の値と最大値、ならびに最大値の発生位置(m) を出力します。「発生位置」は材の左端からの距離です。

3-22. 梁の変形能力

(1) 計算機能

日本建築学会「鉄筋コンクリート造建物の靱性保証型耐震設計指針・同解説(1999)」(以下「靱性保証」と略記)にしたがい、梁のせん断強度と付着強度の計算を行います。

① 付着強度

設計用付着応力度 τ_f と付着信頼強度 τ_{bu} をもとめ、 τ_{bu} / τ_f (余裕度)が1以上あるかどうかを確認します。

τ_f は「靱性保証」の(6.8.1)式によりもとめます。この時の $\Delta\sigma$ (部材両端部の主筋の応力度の差)は、一段筋については(6.8.2)式、二段筋については(6.8.3)式によりもとめます。

τ_{bu} は、一段筋については(6.8.4)式、二段筋については(6.8.10)式によりもとめます。二段筋の強度低減係数 α_2 は、(6.8.13)式により 0.6 としています。

② せん断強度

せん断強度 V_u をもとめ、設計せん断力Qに対する余裕率(V_u/Q)が1以上あるかどうかを確認します。

V_u は「靱性保証」の(6.4.1)～(6.4.3)式によりもとめます。

この時の λ (トラス機構の有効係数)は(6.4.8)式によりもとめます。また、 b_s (横補強筋の最大間隔)は、中子筋が均等に配置されているものと考え、(6.4.9)式によりもとめます。

ユーザーの指定により、付着破壊の影響を考慮したせん断強度をもとめることもできますが、この場合は(6.8.14)～(6.8.15)式をもちいます。

またこの他に、(6.2.1)式にもとづいたせん断ひび割れ強度 V_c の計算も行います。この時、耐力係数 ϕ は1.0、 κ は1.5としています。

(2) 入力項目

B, D (mm)

梁の幅・せい

L (m)

梁の内のり長さ。設計用付着応力度の計算に使用されます。

主筋

主筋の径と、上端および下端の1段筋・2段筋の本数を入力します。

ST

スタラップの本数(初期値 2)、径、ピッチ(mm)を入力します。高強度筋を使用することもできます。

鉄筋のかぶり厚 (mm)

梁の有効せいの算出時に使用されます。

限界時せん断力 (kN)

対象とする限界状態時に梁に生じているせん断力。この入力がある場合は、この値に対するせん断強度の余裕率を出力します。

降伏ヒンジの位置

付着応力度計算時の $\Delta\sigma$ (部材両端部の主筋の応力度の差)の設定に際して使用されます。詳細については、「靱性保証」の(6.8.2)(6.8.3)式を参照してください。

スラブの取付き

せん断強度計算時の b_e (トラス機構に関与する断面の有効幅)の設定に際して使用されます。詳細については、「靱性保証」の図6.4.1を参照してください。

部材の回転角 R_p の値

せん断強度計算時に使用されます。

「靱性保証」によれば、降伏ヒンジを計画しない部材の場合は0とする、とされています(ただし「降伏ヒンジの位置」を「なし」とした場合でも、この設定が自動的に「なし」になるわけではありません)。

その他の場合は、目標とするべき一定値をとるか、もしくは具体的な解析により得られた結果をもちいます。これについては「1/50」という値が常用されることが多いので、プログラムではこれを初期設定値としています。具体的な値を入力する場合はここで「下の値とする」を選び、 R_p の分母となる値を下に入力してください。

付着破壊を考慮したせん断強度をもとめる

これが有効な場合は付着破壊を考慮したせん断強度をもとめます。

一般に、付着応力度が付着強度を超えている場合は、付着破壊を考慮したせん断強度で検証することとされていますが、プログラムでは、このチェックが無効であれば、付着応力度と付着強度の関係に関わらず付着破壊を考慮しないせん断強度をもとめていますので注意してください。

鉄筋の信頼強度を $1.1\sigma_y$ とする

「靱性保証」によれば、鉄筋の信頼強度は $1.0\sigma_y$ とされていますが、慣用的に $1.1\sigma_y$ という値が用いられることがあるためにこのような項目を設けています。これが無効な場合は $1.0\sigma_y$ とします。

コンクリート F_c (N/mm²)

コンクリートの設計基準強度

(3) 出力項目

$\Delta\sigma$ (N/mm²)

部材両端の主筋の応力度の差

τ_f (N/mm²)

設計用付着応力度

bsi

割裂線長さ比で、1段筋の場合は「靱性保証」の(6.8.7)式による値、2段筋の場合は(6.8.11)式によるbsi2の値

bci

一段筋の割裂線長さ比で、(6.8.8)式による値

ksti

横補強筋の効果をあらわす係数で、1段筋の場合は(6.8.9)式による値、2段筋の場合は(6.8.12)式によるksti2の値

α_t

(6.8.5)式によりもとめられる上端筋の付着強度低減係数。下端筋については1になります。

τ_{bu} (N/mm²)

付着信頼強度

τ_{bu} / τ_f

付着信頼強度の設計用付着応力度に対する余裕率

V_c (kN)

せん断ひび割れ強度

V_u (kN)

せん断強度

V_u / Q

せん断強度の、限界時せん断力に対する余裕率

μ

(6.4.5)式による、トラス機構の角度をあらわす係数

ν

(6.4.6)式による、コンクリートの圧縮強度の有効係数

λ

(6.4.8)式による、トラス機構の有効係数

$\tan \theta$

(6.4.10) (6.4.11)式による、アーチ機構の圧縮束の角度

(4) 操作

高強度筋の詳細

このプログラムでは、スタラップ筋に「高強度せん断補強筋」を使用することができますが、その場合はスタラップ筋として「高強度」を選んだ上、ここでその詳細を個別に入力します。

入力内容は、名称・公称直径(mm)・公称断面積(cm²)・長期許容引張応力度(N/mm²)・短期許容引張応力度(N/mm²)の各項目で、これらの値を省略することはできません。また、せん断補強筋比pwの制限についても、ここにある計算式を参照して入力してください。

すでに何らかの鉄筋を使用している場合、その名称が「これまで使用した高強度筋の名称」にリストアップされています。同じものを使用する場合はその項目を選んだ上で **選択した項目を使用する** をクリックしてください。その内容が入力欄に転記されます。

鉄筋材料の指定

使用する鉄筋の材料を各鉄筋径ごとに指定します(各データごとに変更可能)。初期値はD16以下がSD295、D19以上がSD345になっていますが、これを変更したい場合は **これらを次回起動時の初期設定にする** を有効にしてください。

3-23. 柱の変形能力

(1) 計算機能

日本建築学会「鉄筋コンクリート造建物の靱性保証型耐震設計指針・同解説(1999)」(以下「靱性保証」と略記)にしたがい、柱のせん断強度と付着強度の計算、および軸力の制限に関する検証を行います。

① 付着強度

「3-22. 梁の変形能力」を参照してください。

② せん断強度

「3-22. 梁の変形能力」を参照してください。

③ 軸力の制限

「靱性保証」の(5.6.1)式にしたがって軸力の検証を行います。この時、圧縮側軸力の制限値の計算に用いる係数 k_1 は、ユーザーの指定により 2/3 または 1/3 とします。

(2) 入力項目

B, D (mm)

柱の幅・せい

H (m)

内のり高さ。設計用付着応力度の計算に使用されます。

主筋

主筋の径と、1段筋・2段筋の本数を入力します。なお、「靱性保証」によれば、2段筋とは「柱せいの 1/4 内にある直交方向の鉄筋」のことであるされています。**全本数** は引張側の軸力の制限値の計算にもちいられます。

HOOP

フープ筋の本数(初期値 2)、径、ピッチ(mm)を入力します。

柱の応力 (kN)

「引張軸力」「圧縮軸力」はそれぞれ対象とする限界状態時に柱に生じている引張側および圧縮側の軸力です。

この時、引張側・圧縮側の軸力はその絶対値で評価されますので、正負符号をつけなくても構いません。柱の実際の軸力は、引張側については「長期軸力 - 引張側軸力の絶対値」、圧縮側については「長期軸力 + 圧縮側軸力の絶対値」でもとめます。

「せん断力」は対象とする限界状態時に柱に生じている値で、この入力がある場合は、この値に対するせん断強度の余裕率を出力します。

降伏ヒンジの位置

「3-22. 梁の変形能力」を参照してください。

圧縮軸力に対する係数 k_1 の値

(5.6.1)式にある、圧縮側軸力の制限値の計算に用いる係数の値で、2/3 または 1/3 を選択します。

部材の回転角 R_p の値

「3-22. 梁の変形能力」を参照してください。

付着破壊を考慮したせん断強度をもとめる

「3-22. 梁の変形能力」を参照してください。

鉄筋の信頼強度を $1.1\sigma_y$ とする

「靱性保証」によれば、鉄筋の信頼強度は $1.0\sigma_y$ とされていますが、慣用的に $1.1\sigma_y$ という値が用いられることがあるためにこのような項目を設けています。これが無効な場合は $1.0\sigma_y$ とします。

コンクリート F_c (N/mm²)

コンクリートの設計基準強度

(3) 出力項目

$\Delta\sigma$ (N/mm²)

部材両端の主筋の応力度の差

τf (N/mm²)

設計用付着応力度

bsi

割裂線長さ比で、一段筋の場合は「靱性保証」の(6.8.7)式による値、二段筋の場合は(6.8.11)式による bsi_2 の値

bci

一段筋の割裂線長さ比で、(6.8.8)式による値

$ksti$

横補強筋の効果をあらわす係数で、一段筋の場合は(6.8.9)式による値、二段筋の場合は(6.8.12)式による $ksti_2$ の値

αt

付着強度低減係数で、つねに1になります。

τbu (N/mm²)

付着信頼強度

$\tau bu / \tau f$

付着信頼強度の設計用付着応力度に対する余裕率

Vc (kN)

せん断ひび割れ強度

Vu (kN)

せん断強度

Vu / Q

せん断強度の、限界時せん断力に対する余裕率

μ

(6.4.5)式による、トラス機構の角度をあらわす係数

ν

(6.4.6)式による、コンクリートの圧縮強度の有効係数

λ

(6.4.8)式による、トラス機構の有効係数

$\tan \theta$

(6.4.10) (6.4.11)式による、アーチ機構の圧縮束の角度

軸力の制限値

(5.6.1)式によりもとめられる、引張側および圧縮側に関する軸力の制限値と、その値の柱軸力との比較

(4) 操作

高強度筋の詳細

このプログラムでは、スタラップ筋に「高強度せん断補強筋」を使用することができますが、その場合はスタラップ筋として「高強度」を選んだ上、ここでその詳細を個別に入力します。

入力内容は、名称・公称直径(mm)・公称断面積(cm²)・長期許容引張応力度(N/mm²)・短期許容引張応力度(N/mm²)の各項目で、これらの値を省略することはできません。また、せん断補強筋比 p_w の制限についても、ここにある計算式を参照して入力してください。

すでに何らかの鉄筋を使用している場合、その名称が「これまで使用した高強度筋の名称」にリストアップされています。同じものを使用する場合はその項目を選んだ上で **選択した項目を使用する** をクリックしてください。その内容が入力欄に転記されます。

鉄筋材料の指定

使用する鉄筋の材料を各鉄筋径ごとに指定します(各データごとに変更可能)。初期値はD16以下がSD295、D19以上がSD345になっていますが、これを変更したい場合は **これらを次回起動時の初期設定にする** を有効にしてください。

3-24. 耐震壁の変形能力

(1) 計算機能

日本建築学会「鉄筋コンクリート造建物の靱性保証型耐震設計指針・同解説(1999)」(以下「靱性保証」と略記)にしたがい、耐震壁のせん断強度の計算を行います。

せん断強度 V_u の計算は(7.4.1)式によります。

アーチ/トラス機構に有効な壁長さ l_{wa} および l_{wb} は(7.5.1)(7.5.2)式により計算しますが、この時、これらの値に側柱の効果による増分 Δl_{wa} および Δl_{wb} を考慮するかどうかはユーザーの指定によります。考慮する、とされた場合は(7.5.6)式によって側柱の検証を行います。この結果、側柱の強度が不足していることが確認されれば、 Δl_{wa} および Δl_{wb} を無視してせん断強度を再計算します。

また、 Δl_{wa} および Δl_{wb} を考慮する、とされた場合でも、(7.5.5)式によりもとめられる側柱の有効断面積 A_{ce} が負になる場合は Δl_{wa} および Δl_{wb} を無視してせん断強度を計算します。

(2) 入力項目

L (m)

壁のスパン長

H (m)

壁の高さ

壁厚と配筋

耐震壁の **壁厚**(mm) と **配筋** (径・ピッチ) を入力します。壁はつねにダブル配筋とします。

柱の断面

側柱の幅B (mm) とせいD (mm) は必ず入力します (左右の柱は同断面とします)。

その他の「主筋径」「HOOB」は、側柱の検証時に、トラス機構によるせん断強度 V_{tc} の算出に用いられますので、「 Δl_{wa} および Δl_{wb} を考慮する」とした場合にのみ必要なデータです。

限界状態時のせん断力 (kN)

対象とする限界状態時に柱に生じているせん断力。この入力がある場合は、この値に対するせん断強度の余裕率を出力します。

保証変形角 R_u (kN)

耐震壁の保証変形角の分母を入力します。初期値は100になっています。

Δl_{wa} および Δl_{wb} を考慮する

これが有効な場合には、 l_{wa} および l_{wb} の計算に際して Δl_{wa} および Δl_{wb} の項を考慮し、同時に、側柱の検証を行います。詳細については「(1) 計算機能」の説明を参照してください。

階の上部における壁の軸力 N_{cc} (kN)

「 Δl_{wa} および Δl_{wb} を考慮する」とした場合に、(7.5.5)式の計算に必要なデータです。

鉄筋の信頼強度を $1.1\sigma_y$ とする

「靱性保証」によれば、鉄筋の信頼強度は $1.0\sigma_y$ とされていますが、慣用的に $1.1\sigma_y$ という値が用いられることがあるためにこのような項目を設けています。これが無効な場合は $1.0\sigma_y$ とします。

コンクリート F_c (N/mm²)

コンクリートの設計基準強度

(3) 出力項目

V_u (kN)

せん断強度

V_u / Q

せん断強度の、限界時せん断力に対する余裕率

l_{wa} , l_{wb} (mm)

アーチ/トラス機構に有効な壁長さ

Δl_{wa} , Δl_{wb} (mm)

側柱の有効断面積の効果による l_{wa} および l_{wb} の増分

ν

コンクリートの圧縮強度の有効係数

$\tan \theta$

(7.4.2)式による、アーチ機構の圧縮束の角度

β

(7.4.3)式による、壁板のトラスによるせん断強度の負担比

壁のアーチ機構による柱のせん断力 (kN)

(7.5.6)式の左辺の値

Vtc (kN)

側柱のトラス機構によるせん断強度で、(7.5.6)式の右辺の値

Ace (mm²)

側柱の有効断面積

be (mm)

(7.5.7)式による、側柱の有効幅

(4) 操作

高強度筋の詳細

このプログラムでは、スタラップ筋に「高強度せん断補強筋」を使用することができますが、その場合はスタラップ筋として「高強度」を選んだ上、ここでその詳細を個別に入力します。

入力内容は、名称・公称直径(mm)・公称断面積(cm²)・長期許容引張応力度(N/mm²)・短期許容引張応力度(N/mm²)の各項目で、これらの値を省略することはできません。また、せん断補強筋比pwの制限についても、ここにある計算式を参照して入力してください。

すでに何らかの鉄筋を使用している場合、その名称が「これまで使用した高強度筋の名称」にリストアップされています。同じものを使用する場合はその項目を選んだ上で **選択した項目を使用する** をクリックしてください。その内容が入力欄に転記されます。

鉄筋材料の指定

使用する鉄筋の材料を各鉄筋径ごとに指定します(各データごとに変更可能)。初期値はD16以下がSD295、D19以上がSD345になっていますが、これを変更したい場合は **これらを次回起動時の初期設定にする** を有効にしてください。

4. Sチャート8

4-1. 小梁の設計

(1) 計算機能

① 設計応力

各支持形式に応じ、以下のものを設計曲げモーメントとして採用します。

単純梁：スパン中央部における正曲げモーメントまたは最大モーメント

二連梁：中間部の支点位置における負曲げモーメント

片持梁：基端部における負曲げモーメント

単純梁の場合には、その片側または両側の支点に作用する曲げモーメント(連続する片持梁等によるもの)を指定する事が出来ますが、この場合には左右端と中央部の内の最も大きい応力を設計曲げモーメントとします(図 4-1-1)。

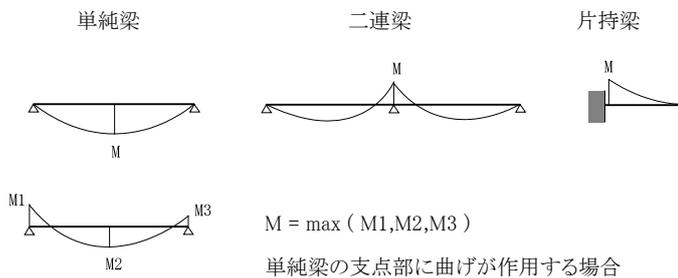


図 4-1-1 梁の設計曲げ応力の採用位置

端部ボルトの設計用せん断力は、せん断力と軸力が同時に作用している場合には、その合力の値とします。

② 許容応力度

許容圧縮応力度は、S 規準の(5.3)(5.4)式に従い、全断面積について求めます。

許容曲げ応力度はS 規準の(5.7)～(5.9)式により求めます(ただしユーザーの指定があった場合は、2005年版よりも前の旧規準により求めます)。部材が角形または円形鋼管の場合は $f_b = f$ とします。

H 形鋼の許容曲げ応力度の計算に用いる C の値は、単純梁については、図 4-1-2 に示すように、断面検定位置に座屈止めがない場合は 1.0、座屈止めがあるには同図に示す M1 と M2 の値から求めます。片持梁の場合には、モーメントの勾配を直線と仮定して得られる M1 と M2 の値から求めます。



スパン中央部に座屈止めがない場合 スパン中央部に座屈止めがある場合

図 4-1-2 許容曲げ算出時の C の値

③ 検定式

曲げのみを受ける場合 σ_b / f_b

曲げと圧縮力を受ける場合 $\sigma_c / f_c + \sigma_b / f_b$ または $\sigma_b / f_t - \sigma_c / f_t$

曲げと引張力を受ける場合 $\sigma_t / f_t + \sigma_b / f_t$ または $\sigma_b / f_b - \sigma_t / f_b$

曲げモーメントの作用方向が部材主軸に対して傾きを持っている場合には、強軸回りの応力 M_x と弱軸回りの応力 M_y に分解し、「 $\sigma_{bx} / f_b + \sigma_{by} / f_t$ 」を曲げに関する検定比とします(図 4-1-3)。

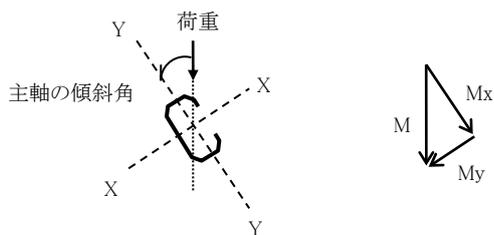


図 4-1-3 部材主軸が傾斜している場合

また、山形鋼の単一材の場合、荷重方向に対して主軸方向が 45 度の傾きを持っています。この場合は、荷重を山形鋼の主軸方向 (u 及び v) に分解し、各々の応力度 σ_u 及び σ_v から得られる「 $(\sigma_u + \sigma_v) / f_t$ 」を曲げに関する検定比とします(図 4-1-4)。

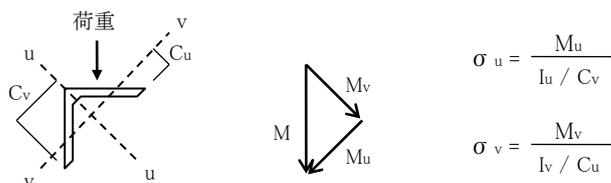


図 4-1-4 山形鋼の単一材の場合

④ 変位の計算

「3. RC チャート 8」の「3-2. 小梁の計算 (1) 計算機能」を参照して下さい。

⑤ 合成梁の断面性能

正曲げモーメントに対する合成梁の断面二次モーメントと断面係数を、日本建築学会「各種合成構造設計指針・同解説 (2010)」の「第 1 編. 合成ばり構造設計指針・同解説」の解説文中の(4.1)~(4.6)式により求めます。

また参考値として、完全合成梁としての必要スタッド本数を出力しています。これは同指針の(5)(6)(11)式にもとづいたもので、この時のスタッドの耐力は(13)式による「等厚な鉄筋コンクリートスラブ中にある頭付きスタッド」としています。

⑥ 横補剛材としての検証

この小梁を大梁の横補剛材として用いる場合の、小梁の耐力と剛性の検証を、日本建築センターの機関誌「ビルディング・レター」(2010 年 8 月号)の P.40 にある「【質問と回答】横補剛材の強度と剛性の具体的な検討方法について」の内容(以下、「質問と回答」という)に基づいて検証します。なお、「質問と回答」では「大梁のフランジが拘束されていない場合」「(コンクリートスラブなどで)拘束されている場合」の二つの式が提案されていますが、ここではすべて「拘束されていない場合」の式を採用しています。

小梁の軸力として大梁から作用する力 F は下式によります(大梁の両側に補剛材が取り付け場合は値を 1/2 にする)。

$$F = 0.02 \cdot \sigma_y \cdot A / 2$$

σ_y : 大梁の降伏点強度
A : 大梁の断面積

「質問と回答」によれば、この時、小梁には軸力のほかに、大梁に対する小梁の取り付けの偏心に伴う付加的な曲げが発生するとし、その曲げモーメント M の値を図 4-1-5 左にある式により求めています(ただし、この偏心による曲げを考慮するかどうかはユーザーの指定による)。

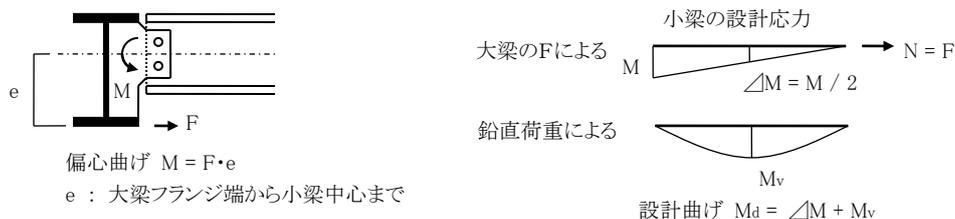


図 4-1-5 横補剛材の取り付けの偏心による付加曲げ

さらに、この M による小梁全体の曲げモーメントの分布が図 4-1-5 の右上にあるような状態にあるものと仮定し、中央部における付加的な曲げ ΔM をここに定める。

結局、小梁の検定用の設計応力は、F に等しい軸力 N、及び鉛直荷重による曲げ Mv と付加的な曲げ ΔM の和になり、この時の検定比を下式により求めています。

$$\sigma_c / f_c + \sigma_b / f_b$$

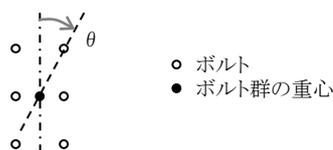
- σ_c : N による圧縮応力度
- σ_b : Md による曲げ応力度
- f_c : 短期許容圧縮応力度
- f_b : 短期許容曲げ応力度

端部のボルトのせん断に対する検定(短期許容応力度を使用)も行いますが、この時のボルト 1 本当たりの設計せん断力 Q_d は下式によります。

$$Q_d = \sqrt{Q_v^2 + Q_n^2}$$

$$Q_v = Q / n + \sin \theta \cdot M / Z, \quad Q_n = F / n + \cos \theta \cdot M / Z$$

- Q_v : 部材軸に直交する方向のせん断力
- Q_n : 部材軸方向のせん断力
- Q : 鉛直荷重によるせん断力
- n : ボルトの総本数
- M : 偏心による曲げ (= F・e)
- Z : ボルト群の断面係数
- θ : ボルト群の重心と最外端のボルトを結んだ線の鉛直軸に対する傾斜角(下図参照)



また、とくにユーザーの指定がある場合は上記の M に対するガセットプレートの最小必要せいの算定を行います。

さらに、横補剛材として要求される剛性 K_d を算出し、補剛材の実際の剛性 K がこれを上回っていることを確認します。必要剛性 K_d は下式によります。

$$K_d = 5.0 \cdot \sigma_y \cdot A / (2 \cdot l_b)$$

- σ_y : 大梁の降伏点強度
- A : 大梁の断面積
- l_b : 補剛材の間隔

剛性 K は下式によります。

$$K = F / \delta$$

$$\delta = \delta_m + \delta_c$$

$$\delta_m = F \cdot e^2 \cdot L / (3E \cdot I)$$

$$\delta_c = F \cdot L / (E \cdot A_b)$$

- δ_m : 偏心曲げ $M (= F \cdot e)$ によって生じるたわみ量
- δ_c : 軸力 $N (= F)$ によって生じるたわみ量
- L : 小梁の長さ
- E : ヤング係数
- I : 小梁の断面二次モーメント
- A_b : 小梁の断面積

(2) 入力項目

「基本入力」ページ

L (m)

単純梁・二連梁のスパン長、または片持梁の出の長さ。

主軸の傾斜角 (度)

荷重の作用方向と部材の主軸方向が一致しない場合、その傾斜角をここで入力します。図 4-1-3 にあるように反時計回り方向に傾斜しているものとし、常に正の値で入力して下さい。山形鋼の単一材の場合、45 度の主軸傾斜は既定の値とな

りますので、45 度を超える傾斜がある場合に、その超過分の角度を入力します。

梁の種別

「単純梁」「二連梁」「片持梁」のいずれかとします。

部材

使用出来る部材種別とその名称の一覧を図 4-1-6 に示します。荷重の作用方向はここにあるとおりで、部材の強軸 (X) 回りに関する計算を行っています。

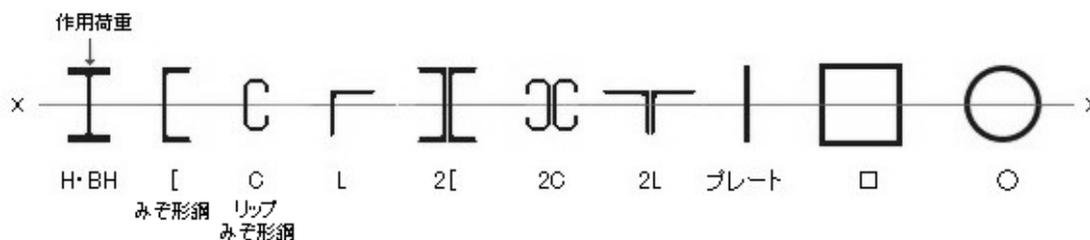


図 4-1-6 部材種別一覧

部材種別が BH・プレート・□・○の時、下記の部材寸法を直接入力します。

- BH : せい×幅×ウェブ厚×フランジ厚
- プレート : せい×プレート厚
- : せい×幅×プレート厚×隅部r (r は省略可)
- : 直径×プレート厚

上記以外の部材種別の場合はプログラム内であらかじめ用意された(あるいはユーザーが追加登録した)部材がコンボボックスにリストアップされますので、ここから選択してください。これを「自動設定」とした場合は、与えられた応力に対して必要な最小サイズの部材が自動的に選択されます。

端部ボルト

単純梁の場合、端部のボルト本数を入力します。この本数を入力せずに計算を実行した場合には、与えられたせん断力の値から必要本数を計算し、この欄に出力します。**二面摩擦** が有効な場合は、高力ボルトの場合の摩擦面あるいは中ボルトの場合のせん断面の数を 2 として計算します。**摩擦係数 0.4** は溶融亜鉛メッキの高力ボルトを対象としたもので、これが有効な場合、S 規準の表 5.2 の許容せん断応力度の値を 0.88 倍(= 0.4 / 0.45) します。

荷重種別

「長期」または「短期」とします。

単純梁の設計曲げ

「中央部の値」または「最大値」とします。これを「最大値」とした場合の計算については、「3. RC チャート 8」の「3-21. 荷重項の計算 (1) 計算機能」を参照して下さい。

梁自重を自動計算する

これが有効な場合、荷重形に応じて自動計算された応力、または直接入力された応力(曲げ・せん断)に、指定された部材の梁自重による応力を加算して検定計算を行います。変位の計算にも考慮されます。

すべての設計応力を直接入力する

通常、梁に作用する荷重は次項にある「荷重形の編集」を使いますが、直接入力する場合には、設計曲げモーメント M (kN・m) と設計せん断力 Q (kN) をここで入力してください。

N (kN) は材軸方向に作用する軸力の値で、これに関しては直接入力のみ可能です。圧縮の場合には正、引張りの場合には負の値で入力して下さい。

荷重形の編集

1部材につき最大3個の荷重形が指定可能です。画面左のスクロールボックス中にある「荷重形1」から「荷重形3」のラベルの左にある **編集** をクリックすると入力ダイアログがあらわれます。以下、この画面の操作について記します。

荷重形の設定

画面下部にリストアップされた荷重形のうちの一つをダブルクリックするか、またはシングルクリックで選択して **設定** を押して下さい。画面上部の「使用する荷重形」の欄にその荷重形が転記され、同時に、その右側に必要なパラメータの記号が表示されますので所定の値を入力して下さい。

部材の両側に荷重がある

これが有効な場合、指定された荷重形が梁の両側にあるものとし、計算結果を2倍にします。

荷重形の説明

この荷重形に関するコメントを入力することができます。

略図の表示

ここにある **表示** ボタンを押すと、スパン長ならびに入力された荷重パラメータにもとづいた荷重形の略図が描かれます。

上記の入力を終えると、「荷重形 1」から「荷重形 3」のラベルの下に荷重形が描画され、その右側に各パラメータの記号と入力値が転記されます。この荷重形を削除する場合は **削除** をクリックしてください。

lb (m)

部材の許容曲げ応力度の算定時に使用される圧縮フランジの支点間距離で、**横座屈を考慮** が有効な場合に使用されます。これは、単純梁の場合にはスパンの中央部、二連梁の場合には中間支点部、片持梁の場合には梁の基端部における値とします。合成梁の場合にはこの値は無視されます。

旧規準で計算

これが有効な場合は、H形鋼に限り、2005年版よりも前のS規準にある式で許容曲げ応力度を計算します。

断面検定位置に座屈止めがある

単純梁の許容曲げ応力度を求めるためのCの値の設定条件として、断面検定位置の座屈止めの有無を指定します。詳細は「(1) 計算機能」の「② 許容応力度」を参照して下さい。

使用鋼材

SS400/SN400/SM490/SN490/SM520のいずれかとします。また、角形鋼管の場合はBCP235/BCP325/BCR295も使用できます。

使用ボルト

「中ボルト」「高力ボルト F8T」「高力ボルト F10T」「高力ボルト F11T」のいずれかとします。中ボルトの強度区分は4T (ISO規格4.6または4.8)とします。

「その他の設定」ページ

耐火被覆

梁自重を自動計算すると指定した場合に、自重の計算に際して耐火被覆の重量を考慮するかどうか、あるいは考慮する場合の耐火被覆の形式の指定(図4-1-7)と**耐火被覆の重量** (kN/m²)を入力します。

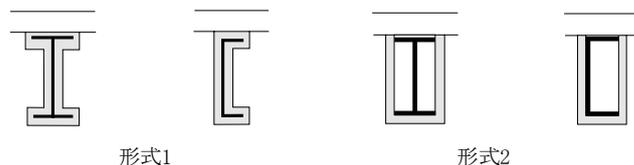


図4-1-7 耐火被覆の形式

梁端部に作用させる強制曲げ (kN・m)

連続する片持梁の存在等を考慮し、単純梁の支点部に強制的に作用させる曲げモーメントがある場合、その値を左右端毎に指定します。この曲げモーメントの向きは、片持梁の存在によって上側に引張りを生ずるようなものを正方向とします。

「合成梁」ページ

合成梁としての計算を行う

これが有効であれば合成梁としての計算を行います。これを指定できるのはHまたはBHの単純梁だけです。

B, t, t' (mm)

Bはコンクリートスラブの有効幅、tはスラブの厚さ、t'はかさ上げ高さを示します(図4-1-8)。

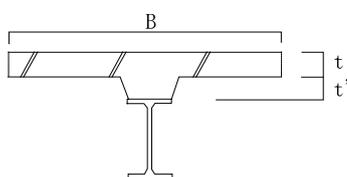


図4-1-8 合成梁の各寸法

コンクリート F_c (N/mm²)

コンクリートの設計基準強度。

完全合成梁の必要スタッド本数を計算する

これが有効な場合、スタッド径(mm) の値にもとづき、完全合成梁の必要スタッド本数を参考値として出力します。

「横補剛材」ページ

大梁の横補剛材としての検証を行う

これが有効で、かつ梁の種別が単純梁な場合に横補剛材としての検証を行います。

大梁断面

部材種別としてH形鋼またはBHを選択します。H形鋼の場合はドロップダウンリストからサイズを選択します。BHの場合は「せい×幅×ウェブ厚×フランジ厚」の値を入力してください。

使用鋼材

大梁の使用鋼材を選択します。作用力Fの計算に使用します。

大梁のF値を1.1倍する

これが有効な場合、作用力F求める際に大梁の鋼材強度を1.1倍に割増します。

大梁の両側に補剛材が存在する

これが有効な場合は大梁から小梁に作用する力Fを1/2にします。

補剛材の間隔 (m)

大梁に対して取り付く小梁の間隔になりますが、横補剛材としての検証を行う場合は必ず入力してください。

取り付けの偏心による曲げ

これを「考慮」とした場合は、大梁に対する補剛材(小梁)の取り付けの偏心によって生じる曲げモーメントを考慮した検討を行います。その場合の曲げモーメントの値は、「考慮(自動計算)」が選ばれている場合の曲げモーメントの計算については「(1) 計算機能」を参照してください。それ以外の値を採用する場合は「考慮(直接入力)」を選んだ上で、**偏心曲げの値** (kN・m)を直接入力してください。

ボルトの配置

横補剛材としての検証を行い、かつ「偏心による曲げを考慮する」とされている場合は、ボルトの総本数だけでなく、その「配置」が問題になります。通常、ウェブのボルトは1列に配置されているものとしますが、2列にする場合は **ボルトを2列に配置する** を有効にしてください。ボルトの総本数は「基本入力」の入力値になりますので、この場合、総本数は偶数でなければなりません。

ボルトのピッチは特に指定がなければ標準ピッチで計算しますが、異なる値を使用する場合は **ボルトのピッチ** (mm) を入力してください。

ガセットプレートの計算

偏心による曲げに対するガセットプレートの検証を行う場合は **曲げに対するガセットプレートの必要せいを計算する** を有効にした上で **ガセットプレートの厚さ** (mm) を入力してください。

(3) 出力項目

設計応力

設計曲げモーメント M (kN・m)、設計せん断力 Q (kN) の値。荷重が非対称の場合は、大きい方の側のせん断力 $Q1$ と小さい方の側のせん断力 $Q2$ を別個に出力します。

w (kN/m)

梁自重の値。

f_t, f_b, f_c (N/mm²)

長期の許容引張応力度・許容曲げ応力度・許容圧縮応力度の値。ただし、検定計算に用いられない値(軸力の作用しない部材の f_c 等)については表示されません。

検定比

M は部材の曲げに関する検定比 (σ_b / f_b)、 N は部材の軸力に関する検定比の値 (σ_c / f_c または σ_t / f_t) を表します。 $M+N$ はその合計の値です。 Q は単純梁の端部ボルトのせん断に関する検定比の値です。

変位量 δ (mm)

応力を自動計算した場合(何らかの荷重形が指定された場合)には、単純梁・二連梁の中央部、または片持梁の先端部のたわみ量と、そのスパンに対する比 (δ / L) を出力します。

A (cm²) (プリンタ出力のみ)

部材の断面積。引張り材の場合はボルト穴（ボルト径+ 2 mm）を控除した有効断面積の値。

I (cm⁴)（プリンタ出力のみ）

部材の強軸に関する断面二次モーメント。合成梁の場合にはコンクリート断面を考慮した等価断面二次モーメント。

Z (cm³)（プリンタ出力のみ）

部材の強軸に関する断面係数。

F (kN)

大梁から横補剛材に作用する力。

e (mm)

横補剛材に作用する偏心曲げの算出に使用した偏心距離(偏心による曲げを考慮する場合)。

M (kN・m)

横補剛材に作用する力の偏心により生じる付加的な曲げモーメント(偏心による曲げを考慮する場合)。

ΔM (kN・m)

上記の偏心曲げ M によって部材の中央部に生じる付加的な曲げモーメント(偏心による曲げを考慮する場合)。

Q_d (kN)

補剛材としての検証に使用したボルト 1 本当たりの設計せん断力。

Q_v (kN)（プリンタ出力のみ）

材軸に直交する方向に作用するボルト 1 本当たりのせん断力。

Q_n (kN)（プリンタ出力のみ）

材軸方向に作用するボルト 1 本当たりのせん断力。

必要剛性 (kN/mm)

横補剛材として要求される剛性。

K (kN/mm)

横補剛材の剛性で、必要剛性よりも大きい場合を可とします。

δ_m (mm)

横補剛材に作用する偏心曲げによって部材の端部に生じるたわみ量(偏心による曲げを考慮する場合)。

δ_c (mm)

横補剛材に作用する大梁の F によって生じるたわみ量。

δ (mm)（プリンタ出力のみ）

横補剛材の総たわみ量 (= $\delta_m + \delta_c$)。

(4) 操作

全形鋼の計算結果の一覧表示

部材種別が BH・プレート・□・○ 以外の形鋼の場合、登録されたすべての断面に関する検定結果（曲げ検定比・たわみ量）を一覧表示します。

検定比が 1 を超える、またはたわみ量が 1/250 を超える部材についてはオレンジ色で表示されます。

このリストから何らかの部材を選択した上で「決定」を押すと、その部材が設計値として採用され、その検定結果が表示されます。

4-2. 間柱の設計

(1) 計算機能

① 設計応力

設計曲げモーメントは部材の中央部におけるもの、または最大値とします。

端部ボルトの設計せん断力は、せん断力と軸力が同時に作用している場合にはその合力の値とします。

② 許容応力度

③ 検定式

④ 変位の計算

以上については「4-1.小梁の設計」を参照して下さい。

⑤ 細長比

強軸に関する細長比 λ_x 、弱軸に関する細長比 λ_y は下式により求めます。

$$\lambda_x = l_{kx} / i_x$$

$$\lambda_y = l_{ky} / i_y$$

l_{kx}, l_{ky} : 強軸及び弱軸に関する座屈長

i_x, i_y : 強軸及び弱軸回りの断面 2 次半径

また、組立て材の非充腹軸に関する有効細長比 λ_{ve} は下式により求めます。

$$\lambda_{ve} = \lambda_y^2 + \lambda_1^2$$

$$\lambda_1 = l_1 / i_1 \quad \text{ただし} \quad \lambda_1 > 20$$

l_1 : つづり材の区間長

i_1 : 素材の最小断面 2 次半径

(2) 入力項目

L (m)

部材の節点間長さ。

l_{kx}, l_{ky} (m)

部材の強軸回り及び弱軸回りに関する座屈長さで、許容圧縮応力度の計算に用いられます。また、許容曲げ応力度の計算の際の l_b の値としても用いられます。

部材種別

使用出来る部材の形状とその名称を図 4-2-1 に示します。ここにあるものを強軸方向の作用荷重とします。

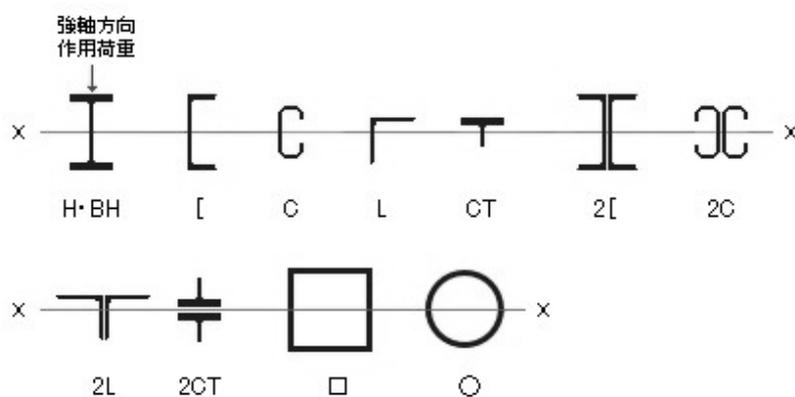


図 4-2-1 部材一覧

部材が BH・CT・2CT・□・○の時、下記の部材サイズを直接入力します。

BH, CT, 2CT : せい×幅×ウェブ厚×フランジ厚

□ : せい×幅×プレート厚×隅部r (r は省略可)

○ : 直径×プレート厚

上記以外の部材種別の場合はプログラム内であらかじめ用意された(あるいはユーザーが追加登録した)部材がコンボボ

ックスにリストアップされますので、ここから選択してください。これを「自動設定」とした場合は、与えられた応力に対して必要な最小サイズの部材が自動的に選択されます。

端部ボルト

端部のボルト本数を入力します。この本数を入力せずに計算を実行した場合には、与えられたせん断力の値から必要本数を計算し、この欄に表示します。ただしボルトの検定を行うが無効になっている場合はこの値は無視されます。

二面摩擦 が有効な場合は、高力ボルトの場合の摩擦面あるいは中ボルトの場合のせん断面の数を 2 として計算します。

摩擦係数 0.4 は溶融亜鉛メッキの高力ボルトを対象としたもので、これが有効な場合、S 規準の表 5.2 の許容せん断応力度の値を 0.88 倍(= 0.4 / 0.45) します。

なお、引張材の有効断面積を求めるに当たっては、ボルト穴の径を「ボルト径 + 2mm」としています。

組立材の場合

部材が 2L・2C・2L・2CT のいずれかの場合には組立材となり、以下のデータを入力します。

つづり材の間隔 l_1 (mm) は素材の細長比の計算に用いられます。**はさみ板の厚さ** t (mm) は組立断面の非充腹軸に関する断面性能の計算に用いられます(図 4-2-2)。

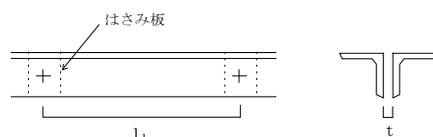


図 4-2-2 組み立て材の各寸法

荷重種別

「長期」または「短期」とします。

荷重方向

軸力以外の荷重が作用する方向として、部材の「強軸方向」または「弱軸方向」を選択します。強軸方向に作用する荷重とは、図 4-2-1 の矢印方向のもの、弱軸方向に作用する荷重とは同図に示すものの 90 度方向に作用する荷重です。

設計曲げ

「中央部の値」または「最大値」とします。これを「最大値」とした場合の計算については、「3. RC チャート 8」の「3-21. 荷重項の計算 (1) 計算機能」を参照して下さい。

すべての設計応力を直接入力する

通常、軸力以外の作用荷重は次項にある「荷重形の編集」を使って入力しますが、直接入力する場合には、設計曲げモーメント M (kN・m) と設計せん断力 Q (kN) をここで入力してください。

N (kN) は材軸方向に作用する軸力の値で、これに関しては直接入力のみ可能です。圧縮の場合には正、引張りの場合には負の値で入力して下さい。

荷重形の編集

1部材につき最大3個の荷重形が指定可能です。画面左のスクロールボックス中にある「荷重形1」から「荷重形3」のラベルの左にある **編集** をクリックすると入力ダイアログがあらわれます。以下、この画面の操作について記します。

荷重形の設定

画面下部にリストアップされた荷重形のうちの一つをダブルクリックするか、またはシングルクリックで選択して **設定** を押してください。画面上部の「使用する荷重形」の欄にその荷重形が転記され、同時に、その右側に必要なパラメータの記号が表示されますので所定の値を入力してください。

部材の両側に荷重がある

これが有効な場合、指定された荷重形が梁の両側にあるものとし、計算結果を 2 倍にします。

荷重形の説明

この荷重形に関するコメントを入力することができます。

略図の表示

ここにある **表示** ボタンを押すと、スパン長ならびに入力された荷重パラメータにもとづいた荷重形の略図が描かれます。

上記の入力を終わると、「荷重形 1」から「荷重形 3」のラベルの下に荷重形が描画され、その右側に各パラメータの記号と入力値が転記されます。この荷重形を削除する場合は **削除** をクリックしてください。

横座屈を考慮

これが有効な場合は横座屈を考慮して許容曲げ応力度を求めます。これが無効な場合には、入力された $1k_x \cdot 1k_y$ の値に拘わらず、許容曲げ応力度は常に f_t の値をとります。縦胴縁が仕上げ材によって拘束されている場合等に用います。

旧規準で計算

これが有効な場合は、H形鋼に限り、2005年版よりも前のS規準にある式で許容曲げ応力度を計算します。

断面検定位置に座屈止めがある

横座屈を考慮した許容曲げ応力度を求めるための C の値の設定条件として、断面検定位置の座屈止めの有無を指定します。詳細は「4.1 小梁の設計 (1) 計算機能」を参照して下さい。

使用鋼材

SS400/SN400/SM490/SN490/SM520 のいずれかとします。また、角形鋼管の場合はBCP235/BCP325/BCR295も使用できます。

使用ボルト

「中ボルト」「高力ボルト F8T」「高力ボルト F10T」「高力ボルト F11T」のいずれかとします。中ボルトの強度区分は 4T (ISO 規格 4.6 または 4.8) とします。

(3) 出力項目

設計応力

設計曲げモーメント M (kN・m)、設計せん断力 Q (kN)、設計軸力 N (kN)の値。荷重が非対称の場合は、大きい方の側のせん断力 $Q1$ と小さい方の側のせん断力 $Q2$ を別個に出力します。

f_t, f_b, f_c (N/mm²)

長期の許容引張応力度・許容曲げ応力度・許容圧縮応力度の値。ただし、検定計算に用いられない値(曲げの作用しない部材の f_b 等)については表示されません。

細長比

強軸回り、弱軸回り、及び素材(組立材の場合)の細長比の値を示します。

検定比

M は部材の曲げに関する検定比 (σ_b / f_b)、 N は部材の軸力に関する検定比の値 (σ_c / f_c または σ_t / f_t) で $M+N$ はその合計の値です。 Q は単純梁の端部ボルトのせん断に関する検定比の値です。

δ (mm)

応力を自動計算した場合(何らかの荷重形を指定した場合)の中央部の変位量。 δ / L はその部材長に対する比です。

A (cm²) (プリンタ出力のみ)

部材の断面積。引張り材の時には、ボルト穴を控除した有効断面積の値になります(端部ボルトの計算を行うとした場合)。

I (cm⁴) (プリンタ出力のみ)

部材の断面二次モーメント。指定された荷重方向に応じて、強軸または弱軸回りの値となります。

Z (cm³) (プリンタ出力のみ)

部材の断面係数。指定された荷重方向に応じて、強軸または弱軸回りの値となります。

λ_x (プリンタ出力のみ)

部材の強軸に関する細長比。

λ_y (プリンタ出力のみ)

部材の弱軸に関する細長比。

λ_1 (プリンタ出力のみ)

組立材の素材の細長比。

(4) 操作

全形鋼の計算結果の一覧表示

部材種別が BH・CT・□・○ 以外の形鋼の場合、登録されたすべての断面に関する検定結果(曲げ検定比・たわみ量)を一覧表示します。

検定比が 1 を超える部材についてはオレンジ色で表示されます。

このリストから何らかの部材を選択した上で「決定」を押すと、その部材が設計値として採用され、その検定結果が表示されます。

4-3. 耐風梁の設計

(1) 計算機能

部材の強軸と弱軸回りに同時に荷重が作用する梁材の設計を行います。
設計曲げモーメントは、強軸・弱軸回りともスパン中央部における値(ただし強軸回りについては最大モーメントとすることも可)とします。その詳細、及び許容応力度の計算については「4-1. 小梁の設計」を参照して下さい。

① 検定式

長期及び短期に関して、下式により曲げ検定比を求めます。

$$\sigma_{bx} / f_{bx} + \sigma_{by} / f_t$$

σ_{bx} : 強軸回りの曲げ応力度
 f_{bx} : 強軸回りの短期許容曲げ応力度
 σ_{by} : 弱軸回りの曲げ応力度
 f_t : 短期許容引張り応力度

② 変位の計算

長期及び短期に関して、下式によりスパン中央部の変位量を求めます。

$$\delta = \sqrt{\delta_x^2 + \delta_y^2}$$

δ_x : 強軸方向の変位量

δ_y : 弱軸方向の変位量

(2) 入力項目

L (m)

強軸方向に関する支点間の長さで、弱軸方向に関して中間支点がないとした場合(後述)には、これがそのまま弱軸方向に関する支点間長さになります。

弱軸回りの中間支点

弱軸方向に支点があり、強軸方向と弱軸方向でスパン長を変えて計算したい場合に、その中間支点の数(1箇所または2箇所)を設定します。これらの中間支点は入力されたスパンについて均等に配置されているものとし、支点が1箇所の場合には弱軸方向を2連梁、2箇所の場合には3連梁として計算します。この時の弱軸方向の設計モーメントは支点の位置における負曲げの値とします(図4-3-1)。

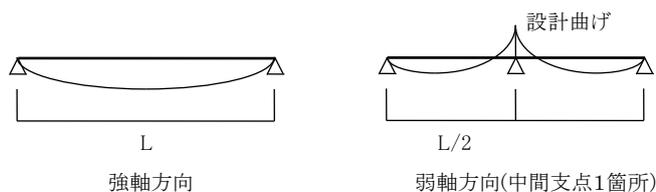


図 4-3-1 弱軸回りに中間支点がある場合

部材

使用出来る部材種別は H・BH・[・2[・C・2C です。

部材種別が BH の時は「せい×幅×ウェブ厚×フランジ厚」の部材寸法を直接入力します。

それ以外の部材種別の場合はプログラム内であらかじめ用意された(あるいはユーザーが追加登録した)部材がコンボボックスにリストアップされますので、ここから選択してください。これを「自動設定」とした場合は、与えられた応力に対して必要な最小サイズの部材が自動的に選択されます。

端部ボルト

強軸方向の端部のボルト本数を入力します。この本数を入力せずに計算を実行した場合には、与えられたせん断力の値から必要本数を計算し、この欄に出力します。**二面摩擦** が有効な場合は、高力ボルトの場合の摩擦面あるいは中ボルトの場合のせん断面の数を2として計算します。**摩擦係数 0.4** は溶融亜鉛メッキの高力ボルトを対象としたもので、これが有効な場合、S 標準の表 5.2 の許容せん断応力度の値を 0.88 倍(= 0.4 / 0.45) します。

荷重種別

強軸及び弱軸回りのそれぞれについて、作用荷重の「常時」または「風圧時」の別を選択します。初期値は強軸回りが「風圧時」、弱軸回りが「常時」になっています。

単純梁の設計曲げ

強軸方向に限り、設計曲げモーメントを「中央部の値」または「最大値」とすることができます。これを「最大値」とした場合の計算については、「3. RC チャート 8」の「3-21. 荷重項の計算 (1) 計算機能」を参照して下さい。

なお、これを「最大値」とし、かつ弱軸方向に支点がない場合、弱軸方向の曲げは強軸方向の最大曲げの発生位置における値を採用します。

梁自重を自動計算する

これが有効な場合は梁自重を自動計算し、常時荷重として加算します。

荷重形の編集

強軸・弱軸の各方向について最大2個の荷重形が指定可能です。画面左のスクロールボックス中にある「荷重形1」「荷重形2」のラベルの左にある **編集** をクリックすると入力ダイアログがあらわれます。以下、この画面の操作について記します。

荷重形の設定

画面下部にリストアップされた荷重形のうちの一つをダブルクリックするか、またはシングルクリックで選択して **設定** を押して下さい。画面上部の「使用する荷重形」の欄にその荷重形が転記され、同時に、その右側に必要なパラメータの記号が表示されますので所定の値を入力して下さい。

部材の両側に荷重がある

これが有効な場合、指定された荷重形が梁の両側にあるものとし、計算結果を2倍にします。

荷重形の説明

この荷重形に関するコメントを入力することができます。

略図の表示

ここにある **表示** ボタンを押すと、スパン長ならびに入力された荷重パラメータにもとづいた荷重形の略図が描かれます。

上記の入力を終わると、「荷重形1」「荷重形2」のラベルの下に荷重形が描画され、その右側に各パラメータの記号と入力値が転記されます。この荷重形を削除する場合は **削除** をクリックして下さい。

lb (m)

部材の強軸回りの許容曲げ応力度の算定時に使用される圧縮フランジの支点間距離で、**横座屈を考慮** が有効な場合に使用されます。

旧規準で計算

これが有効な場合は、H形鋼に限り、2005年版よりも前のS規準にある式で許容曲げ応力度を計算します。

断面検定位置に座屈止めがある

許容曲げ応力度を求めるためのCの値の設定条件として、断面検定位置の座屈止めの有無を指定します。詳細は「(1) 計算機能」の「② 許容応力度」を参照して下さい。

使用鋼材

はSS400/SN400/SM490/SN490/SM520のいずれかとします。また、角形鋼管の場合はBCP235/BCP325/BCR295も使用できます。

使用ボルト

「中ボルト」「高力ボルト F8T」「高力ボルト F10T」「高力ボルト F11T」のいずれかとします。中ボルトの強度区分は4T (ISO規格4.6または4.8) とします。

(3) 出力項目

M (kN・m)

強軸及び弱軸回りに指定された荷重形から計算される長期と短期の設計曲げ応力。この値には梁の自重によるものは含まれていません。

検定比

強軸及び弱軸回りの上記のMに対する検定比とその合計値。この値には梁の自重によるものが含まれています。

δ (mm)

強軸及び弱軸方向に関するスパン中央部の変位量。 δ / L はそれらを合成した変位量のスパン長に対する比です。

強軸方向のボルトの検定比

強軸方向の長期または短期のせん断力に対する検定比を示します。

I_x, I_y (cm⁴) (プリンタ出力のみ)

強軸及び弱軸に関する断面二次モーメント。

Z_x, Z_y (cm³) (プリンタ出力のみ)

強軸及び弱軸に関する断面係数。

(4) 操作

全形鋼の計算結果の一覧表示

部材種別が BH・□・○ 以外の形鋼の場合、登録されたすべての断面に関する検定結果（短期の曲げ検定比とたわみ量）を一覧表示します。

検定比が 1 を超える部材についてはオレンジ色で表示されます。

このリストから何らかの部材を選択した上で「決定」を押すと、その部材が設計値として採用され、その検定結果が表示されます。

4-4. 胴縁の設計

(1) 計算機能

① 作用荷重の計算

強軸方向に作用する風圧時の等分布荷重 w_x 、弱軸方向に作用する長期の等分布荷重 w_y は下記によります。

$$w_x = p \cdot a$$

$$w_y = w \cdot a + w_o$$

p : 単位面積当たりの風圧力
 w : 単位面積当たりの仕上材の重量
 a : 胴縁の間隔
 w_o : 梁の自重

② 検定式

短期に関する検定比は下式により求めます。採用する曲げモーメントの値は、単純梁の場合にはスパン中央部の正曲げモーメント、二連梁の場合には中間の支点部における負曲げモーメントとします。

$$\sigma_{bx} / f_{bx} + \sigma_{by} / f_t$$

σ_{bx} : 強軸回りの曲げ応力度
 f_{bx} : 強軸回りの短期許容曲げ応力度
 σ_{by} : 弱軸回りの曲げ応力度
 f_t : 短期許容引張り応力度

② 変位の計算

長期及び短期に関して、下式によりスパン中央部の変位量を求めます。

$$\delta = \sqrt{\delta_x^2 + \delta_y^2}$$

δ_x : 強軸方向の変位量
 δ_y : 弱軸方向の変位量

許容応力度の計算等については「4-1. 小梁の設計」を参照して下さい。

(2) 入力項目

L (m)

強軸方向に関する支点間の長さで、弱軸回りに関して支点がないとした場合には、これがそのまま弱軸方向に関する支点間長さになります。

強軸回りの支持条件

「単純梁」または「2 連梁」のいずれかとします。

弱軸回りの支点の数

弱軸方向に支点があり、強軸方向と弱軸方向でスパン長を変えて計算したい場合に、その中間支点の数(1 箇所または 2 箇所)を設定します。これらの中間支点は入力されたスパンについて均等に配置されているものとし、支点が 1 箇所の場合には弱軸方向を 2 連梁、2 箇所の場合には 3 連梁として計算します。この時の弱軸方向の設計モーメントは支点の位置における負曲げの値とします。ただし **弱軸方向は単純梁として計算する** が有効な場合は単純梁とした時の中央の正曲げを採用します(安全側の設定)。

部材

使用出来る部材種別は H・C・L・□・○ です。

部材が □・○ の時、下記の部材サイズを直接入力します。

□ : せい×幅×プレート厚×隅部 r (r は省略可)

○ : 直径×プレート厚

それ以外の部材種別の場合はプログラム内であらかじめ用意された(あるいはユーザーが追加登録した)部材がコンボボックスにリストアップされますので、ここから選択してください。これを「自動設定」とした場合は、与えられた応力に対して必要な最小サイズの部材が自動的に選択されます。

端部ボルト

端部のボルト本数と径を入力します。本数を入力せずに計算を実行した場合には、与えられたせん断力の値から必要本数を計算し、この欄に出力します。**二面摩擦** が有効な場合は、高力ボルトの場合の摩擦面あるいは中ボルトの場合のせん断面の数を2として計算します。**摩擦係数 0.4** は溶融亜鉛メッキの高力ボルトを対象としたもので、これが有効な場合、S 規準の表 5.2 の許容せん断応力度の値を 0.88 倍(= 0.4 / 0.45) します。

壁の重量 (kN/m²)

胴縁に取り付く仕上材の重量で、部材の弱軸方向に作用する荷重の計算に用います。

風圧力 (kN/m²)

部材の強軸方向に作用する荷重の計算に用います。

間隔 (m)

胴縁の配置間隔で、胴縁 1 本の荷重の支配幅を表します。

梁自重を自動計算する

これが有効な場合には、プログラム内で指定された部材の自重を自動計算し、弱軸方向の等分布荷重として作用させます。

lb (m)

部材の強軸回りの許容曲げ応力度の算定時に使用される圧縮フランジの支点間距離で、**横座屈を考慮** が有効な場合に使用されます。

旧規準で計算

これが有効な場合は、H 形鋼に限り、2005 年版よりも前の S 規準にある式で許容曲げ応力度を計算します。

使用鋼材

SS400/SN400/SM490/SN490/SM520 のいずれかとします。また、角形鋼管の場合は BCP235/BCP325/BCR295 も使用できます。

使用ボルト

「中ボルト」「高力ボルト F8T」「高力ボルト F10T」「高力ボルト F11T」のいずれかとします。中ボルトの強度区分は 4T (ISO 規格 4.6 または 4.8) とします。

(3) 出力項目

M (kN・m)

長期は弱軸回りに生ずる最大モーメント、**短期**は強軸回りに生ずる最大モーメントの値を示します。

検定比

長期は部材の弱軸回りの曲げに関する検定比、**短期**は部材の強軸と弱軸回りの曲げに関する検定比とその合計値を示しています。

変位置量 (mm)

部材中央部の変位置量 δ (mm) と、そのスパンに対する比 δ/L を示します。**長期**は弱軸方向に関するもの、**短期**は強軸と弱軸方向に関する合成値です。

強軸方向のボルトの検定比

強軸回りの短期のせん断力に対する検定比を示します。

I_x, I_y (cm⁴) (プリンタ出力のみ)

強軸及び弱軸に関する断面二次モーメント。

Z_x, Z_y (cm³) (プリンタ出力のみ)

強軸及び弱軸に関する断面係数。

f_t (N/mm²) (プリンタ出力のみ)

長期の許容引張り応力度。

f_b (N/mm²) (プリンタ出力のみ)

強軸回りに関する長期の許容曲げ応力度。

4-5. 大梁の設計

(1) 計算機能

① 設計応力

長期及び地震時(または風圧時)に仮定する応力の分布形を図 4-5-1 に示します。
短期の応力の値は、各位置における長期と地震時の応力の絶対値の和とします。

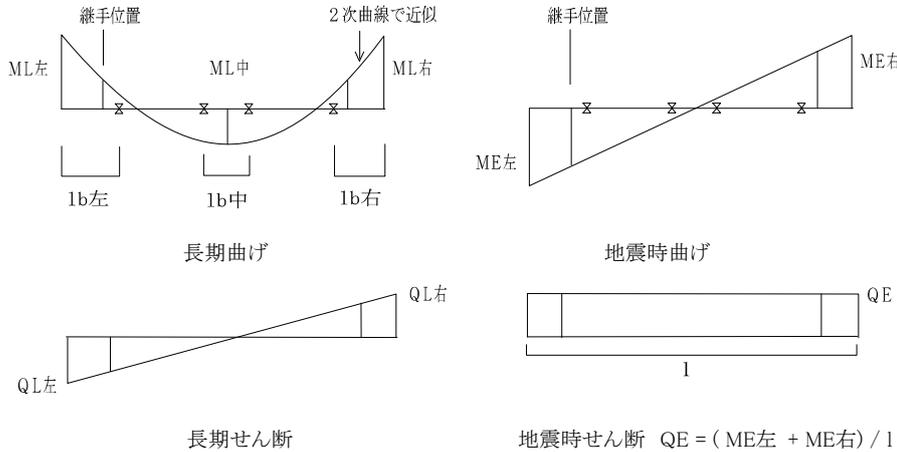


図 4-5-1 応力分布の仮定

② 許容曲げ応力度

H 及び BH 鋼の許容曲げ応力度は S 規準の(5.7)～(5.9)式により求めます。

この時の C の値は、図 4-5-1 に示す応力分布形から求めます。また同図に示すように、継手の位置は最端部の補剛位置の内側にあるものとし、端部とそれに隣接する継手位置での許容曲げ応力度は同じ値をとります。

部材が 2C(リップみぞ形鋼の組立材)の場合の許容曲げ応力度は、日本建築学会「軽鋼構造設計施工指針(2024)」(4.24)～(4.33)式により求めます。

③ 検定式

曲げに関する検定比

曲げのみを受ける場合 σ_b / f_b

曲げと圧縮力を受ける場合 $\max(\sigma_c / f_c + \sigma_b / f_b, \sigma_b / f_t - \sigma_c / f_t)$

曲げと引張力を受ける場合 $\max(\sigma_t / f_t + \sigma_b / f_b, \sigma_b / f_b - \sigma_t / f_b)$

注) 圧縮力を受ける場合の圧縮に関する検定比は、つねに中央部材のものを用います。また、引張り力を受ける場合の引張りに関する検定比は、つねに継手位置(継手がない場合は中央部材)のものを用います。

せん断に関する検定比

τ / f_s

$\tau = Q / A_w$

A_w : ウェブの有効断面積

曲げとせん断の合力に関する検定比

$$\sqrt{\sigma_b^2 + 3\tau^2} / f_t$$

④ 変位の計算

部材中央部の長期の変位量は、梁に作用する長期の全荷重が梁の全長にわたり均等に作用している(等分布荷重)ものとして、下式により計算します。下式の第 1 項は等分布荷重が作用する単純梁の中央部の変位量、第 2 項は両端の存在モーメント(長期の設計モーメント)による曲げ戻し分の変位量を表しています。

$$\delta = 5 \cdot w \cdot l^4 / 384 \cdot E \cdot I - (M_1 + M_2) \cdot l^2 / 16 \cdot E \cdot I$$

$w = (Q_1 + Q_2) / l$: 梁に作用する等分布荷重

l : 梁のスパン長
M1, M2 : 梁の左及び右端の長期設計モーメント
Q1, Q2 : 梁の左及び右端の長期設計せん断力
E : ヤング係数
I : 梁の中央部材の断面 2 次モーメント

(2) 入力項目

「基本入力」ページ

L (m)

梁の節点間距離。継手部の応力の計算、及び地震時せん断力の計算に使用される値で、必ず入力する必要があります。

継手長 (m)

左右の端部から継手位置までの距離で、この値の入力がない場合には、その端部に関して継手がないものとし、継手部に関する計算を行いません。部材が「2C」の場合には、ここでの入力にかかわらず継手部の計算は行われません。

部材

左端・中央・右端のそれぞれについて、部材の種別を H・BH・2C (リップみぞ形鋼の組立材) の中から選択します。H と BH については各部位ごとに混用する事が出来ます。H または 2C を選択した場合には、その右側のコンボボックス中に、プログラム内に登録された (あるいはユーザーが追加登録した) 部材サイズがリストアップされますので、ここから部材を選定します。

部材として BH を選択した場合は、その各寸法 (せい×幅×ウェブ厚×フランジ厚) を直接入力します。

入力の制御

部材の種別が「2C」以外の場合には、種別と寸法に関して以下のオプションが指定出来ます。

各部位毎に異なる

中央部のみ異なる(左右端は同じ)

全断面同じ

上記の内の「各部位毎に異なる」以外が選択されていれば、ある部位の種別や寸法を変更した場合、上の条件に従って他の部位の条件も自動的に変更されます。これは部材として BH を選択し、寸法を直接入力した場合にも有効です。

lb (m)

左端・中央・右端における圧縮側フランジの支点間距離で、各部位の許容曲げ応力度の計算に用います。この値の入力がない場合には、圧縮側フランジが拘束されているものとし $f_b = f_t$ とします。

ML (kN・m)

左端・中央・右端の長期の曲げモーメントの値。この値は、端部の上引張り・中央部の下引張りを正としますので、通常は正の値で入力します。なお、画面に出力される継手部の応力、及びプリンタに出力される応力については、下端引張りのものを負符号付きで表示しています。

ME (kN・m)

左端・右端の地震時(または風圧時)の曲げモーメントの値。常に正の値で入力して下さい。

QL (kN)

左端・右端の長期のせん断力の値。常に正の値で入力して下さい。

全応力を短期扱いにする

これが有効な場合、MLやQLの計算に際しても短期の許容応力度を用いて計算します。積雪荷重を短期応力として扱う場合などに使用します。

使用鋼材

SS400/SN400/SM490/SN490/SM520 のいずれかとします。端部と中央で異なる鋼材を使用することができます。

「その他の設定」ページ

ウェブの有効率

曲げ及びせん断に対するウェブ断面積の有効率の指定で、端部・継手部に関して別個に指定する事が可能です。ただし曲げに対する有効率は **ウェブの曲げ耐力を考慮する** とした場合に有効です。端部の有効率は主としてスカラップの存在によるもの、継手部の有効率は主として接合部のボルト欠損によるものを表します。

端部については 35mm のスカラップを考慮する

これが有効な場合は半径 35mm のスカラップが端部のウェブに存在するものとして断面性能を計算します。この場合、前

項で入力された「端部ウェブの有効率」の値は無視されます。

継手部フランジの断面欠損

部材の継手部の断面係数を求める際に、ボルト穴によるフランジの断面欠損を考慮するかどうかの指定です。

フランジボルト径

継手部のフランジの欠損断面積の計算に用います。なお、この時のボルト穴径は「ボルト径 + 2mm」として計算します。

フランジボルトの列数

継手部フランジの断面欠損を考慮する際の、ボルトの列数(シングル・チドリ・ダブル)の指定です。これが「自動」とされた場合は、フランジの幅 B の値に応じて以下のように定めます。

B < 250 シングル

B = 250 チドリ

B > 250 ダブル

軸力を考慮する場合

軸力を考慮する場合、長期軸力 NL (kN)・地震時の軸力 NE (kN) を入力します。圧縮の場合は正、引張りの場合は負符号付きで入力して下さい。また必要に応じ、弱軸に関する許容圧縮応力度を求めるための **弱軸回りの座屈長** を入力して下さい。この値が省略された場合には L の値が用いられます。強軸回りの座屈長としては、つねに L の値が用いられます。

旧規準で計算する

これが有効な場合は、H 形鋼に限り、2005 年版よりも前の S 規準にある式で許容曲げ応力度を計算します。

(3) 出力項目

検定比 ML, MS

長期及び短期の曲げ (ML+ME) に関する各部位毎の検定比の値。この値は、軸力が存在する場合には、その影響を含んだものになっています。

検定比 QL, QS

長期及び短期のせん断力に関する検定比の値。左右端・継手部の内の最大の値を示します。

fb (N/mm²)

左端・中央・右端における長期の許容曲げ応力度。

幅厚比

部材が H または BH の場合、**技術基準解説書**に定める幅厚比のランク (FA~FD) を示します。/ の左側がフランジ、右側がウェブに関するものになります。

軸力に関する検定比

軸力が存在する場合には、前述のように、曲げの検定比の中に軸力の影響を考慮した値を出力していますが、ここに出力されるのは、その内の軸力分の値です。

曲げ・せん断の合成応力に関する検定比

曲げとせん断の合成応力に関する長期及び短期の検定比の値。左右端の内の大きい方の値を示しています。

長期変位量

長期荷重時のたわみ量 (mm) と、たわみ量のスパンに対する比を示します。

Ze (cm³) (プリンタ出力のみ)

断面欠損等を考慮した有効断面係数。

(4) 操作

メニューバー [ファイル] - [応力ファイルのインポート]

一定の書式で書かれたテキスト形式のファイルから応力データを一括して読み込むことが出来ます。詳細については「RC チャート8」の「3-3. 大梁の設計」を参照してください。

4-6. 合成梁の設計

(1) 計算機能

① 設計応力

仮定する応力の分布形に関しては「4-5. 大梁の設計」を参照して下さい。

② 許容曲げ耐力

正曲げ及び負曲げに関する合成梁の有効等価断面係数 $cZ_c \cdot cZ_t$ は、日本建築学会「各種合成構造設計指針・同解説(2010)」(以下「指針」と略記)の「第1編.合成ばり構造設計指針・同解説」に記載されている(4.1)～(4.11)の各式により、完全合成梁として求めます。

上記の有効等価断面係数の値をもとに、部材の許容曲げ耐力 M_A を下式から求めます。部材の曲げに関する検定比は、設計応力をこの値で除したものになります。

$$\text{正曲げ圧縮側 } M_A = cZ_c \cdot f_c$$

$$\text{正曲げ引張側 } M_A = cZ_t \cdot sft$$

$$\text{負曲げ圧縮側 } M_A = cZ_c \cdot sft$$

$$\text{負曲げ引張側 } M_A = cZ_t \cdot rft$$

f_c : コンクリートの許容圧縮応力度

sft : 鉄骨の許容引張(圧縮)応力度

rft : 鉄筋の許容引張応力度

③ スタッドコネクタの必要本数

参考値として、完全合成梁としての必要スタッド本数を出力しています。これは指針の(5)(6)(11)式にもとづいたもので、この時のスタッドの耐力は(13)式による「等厚な鉄筋コンクリートスラブ中にある頭付きスタッド」としています。

(2) 入力項目

「基本入力」ページ

L (m)

梁の節点間距離。継手部の応力の計算、及び地震時せん断力の計算に使用される値で、必ず入力する必要があります。

継手長 (m)

左右の端部から継手位置までの距離で、この値の入力がない場合には、その端部に関して継手がないものとし、継手部に関する計算を行いません。

部材

「4-5. 大梁の設計」を参照して下さい。

B (mm)

コンクリートスラブの有効幅。必ず入力して下さい。

t (mm)

コンクリートスラブの厚さ。必ず入力して下さい。

t' (mm)

かさ上げ高さ。この値は0であっても構いません。

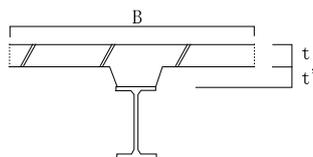


図 4-6-1 合成梁の各寸法

鉄筋本数

コンクリートスラブの有効幅内にある鉄筋の全本数。

鉄筋径

コンクリートスラブ内にある鉄筋の径。

スタッドの径 (mm)

スタッドコネクタの直径(初期値 16)。完全合成梁の必要スタッド本数(参考値)の計算に使用されます。

ML (kN・m)

左端・中央・右端の長期の曲げモーメントの値。この値は、端部の上引張り・中央部の下引張りを正としますので、通常の場合、正の値で入力します。なお、画面に出力される継手部の応力と、プリンタに出力される応力については、下端引張りのものを負符号付きで表示しています。

ME (kN・m)

左端・右端の地震時(または風圧時)の曲げモーメントの値。常に正の値で入力して下さい。

QL (kN)

左端・右端の長期せん断力の値。常に正の値で入力して下さい。

全応力を短期扱いにする

これが有効な場合、MLやQLの計算に際しても短期の許容応力度を用いて計算します。積雪荷重を短期応力として扱う場合などに使用します。

使用鋼材

SS400/SN400/SM490/SN490/SM520 のいずれかとします。端部と中央で異なる鋼材を使用することができます。

コンクリート F_c (N/mm²)

コンクリートの設計基準強度。

鉄筋材料

コンクリートスラブ内の鉄筋の材料で、SD295/SD345/SD390 のいずれかとします。

「その他の設定」ページ

「4-5. 大梁の設計」を参照してください。

(3) 出力項目

検定比

MLは長期の曲げ、MSは短期の曲げ(ML+ME)に関する各部位毎の検定比の値を示します。

QL, QSはそれぞれ長期及び短期のせん断力に関する検定比の値で、これに関しては左右端・継手部の内の最大の値を示します。

In (cm³)

等価断面二次モーメント。

Zc, Zt (cm³)

部材の引張り側及び圧縮側の有効等価断面係数。設計曲げモーメントが正曲げの場合には正曲げに関するもの、負曲げの場合には負曲げに関するものを出力します。

ra (mm²) (プリンタ出力のみ)

スラブ内の鉄筋の全断面積。

qs (kN/本) (プリンタ出力のみ)

スタッドコネクタの1本当たりの許容せん断耐力。

(4) 操作

メニューバー [ファイル] - [応力ファイルのインポート]

一定の書式で書かれたテキスト形式のファイルから応力データを一括して読み込むことができます。詳細については「RCチャート8」の「3-3. 大梁の設計」を参照してください。

l1 (mm)

部材が 2C の場合の、つづり材の間隔。素材の細長比の計算に用いられます。

t (mm)

部材が 2C の場合の、つづり材の厚さ。部材の弱軸回りの断面係数の算出に際して用いられます。

コンクリートを充填

鋼管部材(□または○)の場合、鋼管内部のコンクリートの有無を指定します。

NL, NE (kN)

長期及び地震時(風圧時)の軸力。NE は正加力時のものとし、引張りとなる場合には負符号付きで入力して下さい。検定計算は正加力時 (NL+NE) 及び負加力時 (NL-NE) の双方について行われます。

ML, ME (kN・m)

長期及び地震時(風圧時)の曲げモーメント。上は柱頭、下は柱脚を示します。

QL, QE (kN)

長期及び地震時(風圧時)のせん断力。

全応力を短期扱いにする

これが有効な場合、MLやQLの計算に際しても短期の許容応力度を用いて計算します。積雪荷重を短期応力として扱う場合などに使用します。

長期の二軸曲げを考慮する

検定比を求める際に直交方向の長期曲げモーメントを考慮するかどうかの指定です。

使用鋼材

SS400/SN400/SM490/SN490/SM520/BCP235/BCP325/BCR295 のいずれかとします。BCP・BCR 材は冷間成形角形鋼管の材料です。部材が鋼管の場合は、「SS400」は「STK400」または「STKR400」に、「SM490」は「STK490」または「STKR490」にそれぞれ読み替えてください。

充填コンクリート F_c (N/mm²)

鋼管に充填コンクリートを指定した場合、その設計基準強度を入力します。

「その他の設定」ページ

ウェブの有効率

曲げ及びせん断に対するウェブ断面積の有効率の指定で、主としてスカラップの存在による低減を考慮したものになります。部材が H または BH の場合にのみ有効です。

ウェブの曲げ耐力を考慮する

ウェブの曲げ耐力の考慮・無視の指定で、部材が H または BH の場合にのみ有効です。

横座屈区間内で曲げを複曲率として f_b を計算する

部材が H・BH・2C の場合にのみ有効です。これらの許容曲げ応力度 f_b を求める際に、区間内での応力変化を考慮した修正係数 C を使用しますが、この値は区間内の曲げ応力の分布が単曲率か複曲率かにより異なります。複曲率として計算する場合はこれを有効にしてください。参考までに、単曲率・複曲率の別を図 4-7-2 に示しておきます。



図 4-7-2 横座屈区間内の曲げ応力分布

旧規準で f_b を計算する

これが有効な場合は、H または BH の場合に限り、2005 年版よりも前の S 規準にある式で許容曲げ応力度を計算します。

冷間成形角形鋼管の地震時応力割増しを行う

部材が角形鋼管の場合に適用されます。日本建築センター「冷間成形角形鋼管設計・施工マニュアル(2003)」の記述に従った応力の割増しを行う場合はこれを有効にした上で、**地震時応力の割増率** を入力して下さい。

(3) 出力項目

検定比

M は長期 (ML) 及び短期 (ML+ME) の曲げに関する検定比の値で、柱頭・柱脚の内の大きい方を示します。

N は長期 (NL)、N+ と N- はそれぞれ短期正加力時 (NL+NE) と短期負加力時 (NL-NE) の軸力に関する検定比の値を示します。N+M は上記の軸力と曲げに関する検定比の和です。

QL と QS はそれぞれ長期及び短期のせん断力に関する検定比の値を示します。

f_c (N/mm²)

許容圧縮応力度。

f_b (N/mm²)

許容曲げ応力度。

幅厚比

部材が 2C 以外の時、技術基準解説書に定める幅厚比のランク (FA~FD) を示します。部材が H または BH の場合には / の左側がフランジ、右側がウェブのランクになります。

Ae (cm²) (プリンタ出力のみ)

部材の有効断面積。

Ze (cm²) (プリンタ出力のみ)

部材の有効断面係数。

MS (kN・m) (プリンタ出力のみ)

短期の設計用曲げモーメントの値 (ML+ME) で、柱頭・柱脚の内の大きい方の値になります。

NS+ (kN) (プリンタ出力のみ)

正加力時の短期軸力の値 (NL+NE)。()内は、この時の曲げと軸力の検定比の和を示しています。

NS- (kN) (プリンタ出力のみ)

負加力時の短期軸力の値 (NL-NE)。()内は、この時の曲げと軸力の検定比の和を示しています。

λ (プリンタ出力のみ)

X 及び Y 方向に関する細長比の値。軽量形鋼の場合は基準化細長比 λ_c 。

(4) 操作

耐力線の表示

方向 (X または Y) と荷重種別 (長期または短期) を指定した上で**再表示**をクリックすると、柱の耐力線および設計応力を示す線分を表示します。

コンクリート充填のない、一般の鉄骨柱の耐力線は図 4-7-3 のようになります。充填型の鋼管コンクリート柱の耐力線については図 4-7-1 を参照して下さい。

なお、二軸曲げを考慮している場合には、この設計応力を示す線分が耐力線内にある場合でも、検定比が 1 を超える事があり得ます。

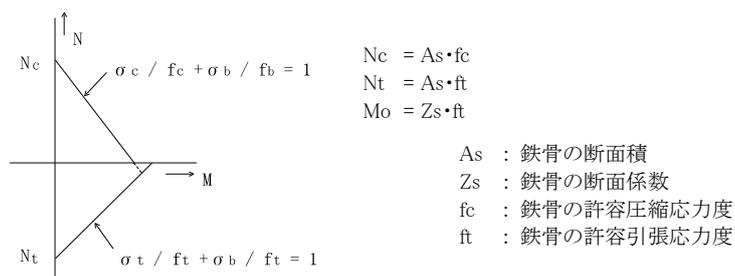


図 4-7-3 一般柱の耐力線

メニューバー [ファイル] - [応力ファイルのインポート]

一定の書式で書かれたテキスト形式のファイルから応力データを一括して読み込むことが出来ます。詳細については「RCチャート8」の「3-4. 柱の設計」を参照してください。

4-8. 露出柱脚の設計

(1) 計算機能

露出柱脚のアンカーボルトやベースプレートの短期応力に関する許容応力度設計を行います。設計は慣用的な手法にしたがっていますが、日本建築学会「鋼管構造設計施工指針・同解説(1990)」(以下「設計施工指針」と略記)の「付録. 柱脚の設計例」その他を参考にしています。

① コンクリートの圧縮応力度

作用軸力 N 及び作用モーメント M によりベース下のコンクリートに生ずる圧縮応力度 σ_c の値は、偏心距離 e の値に応じ、表 4-8-1 に示す各式により求められます。ここで、 X_n (ベースプレート縁から中立軸までの距離) の値は下に示す三次方程式の解になります。

$$X_n^3 + 3 \cdot \left(e - \frac{D}{2}\right) \cdot X_n^2 - \frac{6na_t}{b} \cdot \left(e + \frac{D}{2} - d_t\right) (D - d_t - X_n) = 0$$

n : ヤング係数比(=15)
 a_t : 片側のアンカーボルトの軸断面積
 D : ベースプレートのせい
 b : ベースプレートの幅

σ_c に関する検定は下式に従います。

$$\sigma_c / f_c < 1.0$$

f_c : コンクリートの短期許容圧縮応力度

表 4-8-1 ベース下のコンクリートに生ずる圧縮応力度

	$e \leq \frac{D}{6}$	$\frac{D}{6} + \frac{d_t}{3} \leq e < \frac{D}{3}$	$e > \frac{D}{3} + \frac{d_t}{3}$
σ_c	$\frac{N}{b \cdot D} \left(1 + \frac{6e}{D}\right)$	$\frac{2N}{3b \left(\frac{D}{2} - e\right)}$	$\frac{2N \left(e + \frac{D}{2} - d_t\right)}{b \cdot X_n \left(D - d_t - \frac{X_n}{3}\right)}$
T	0	0	$\frac{N \left(e - \frac{D}{2} + \frac{X_n}{3}\right)}{D - d_t - \frac{X_n}{3}}$

② アンカーボルトの引張力

アンカーボルトに引張り力が生ずる場合、その値 T (片側の1列に生ずるもの) は表 4-8-1 により求めます。これに関する検定は下式に従います。

$$\sigma_t / f_t < 1.0$$

σ_t : アンカーボルトの引張応力度 (引張力 T をねじ部の断面積で除した値)
 f_t : アンカーボルトの許容引張応力度

③ ベースプレートの曲げ応力

ベース下のコンクリートの反力 σ_c によってベースプレートに生ずる曲げ応力は、図 4-8-1 に示すように、リブプレートが無い場合は片持ち版、リブプレートがある場合には二辺固定または三辺固定版として求めます。

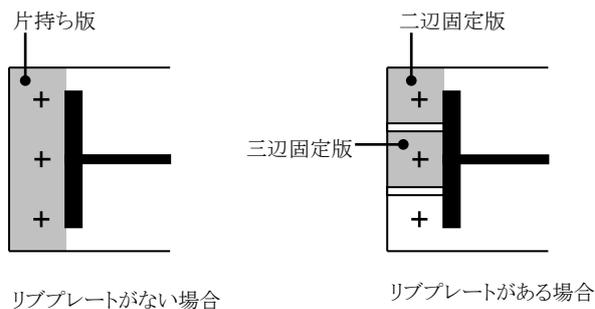


図 4-8-1 ベースプレートの曲げ応力の計算方法

アンカーボルトの引張り力 T によって生ずる曲げ応力は図 4-8-2 に示す式により求めます。この応力が作用するベースプレートの幅 B は同図に示す通りです。

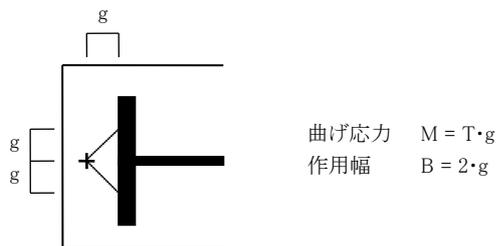


図 4-8-2 アンカーボルトの引張りによるベースプレートの曲げ応力

これらの曲げに関する検定は下式に従います。

$$\sigma_b / f_b < 1.0$$

σ_b : ベースプレートの曲げ応力度 (= M / Z)

Z : ベースプレートの断面係数

f_b : ベースプレートの許容曲げ応力度 (= $1.5 \cdot f_t / 1.3$)

④ リブプレートのせん断応力

ベース下のコンクリートの反力 σ_c によってリブプレートに生ずるせん断力は、図 4-8-3 に示す式により求めます。1枚のリブプレートの負担範囲は、同図に示す通り、隣り合うリブプレートまたはベースプレートの縁までの距離の $1/2$ とします。このせん断力に関する検定は下式に従います。

$$\tau / f_s < 1.0$$

τ : リブプレートのせん断応力度 (= $Q / t \cdot h$)

t : リブプレートの厚さ

h : リブプレートのせい

f_s : 許容せん断応力度

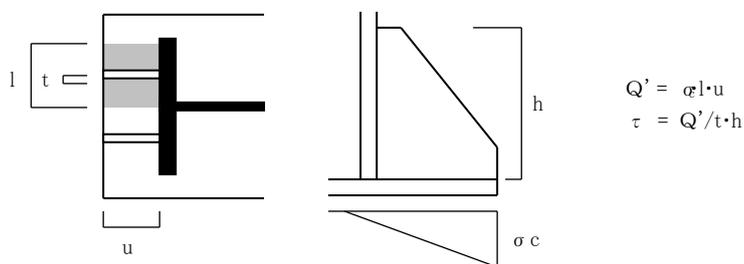


図 4-8-3 リブプレートに生ずるせん断力

⑤ ベース下面のせん断力

柱脚に作用するせん断力に関する検定は、以下に示す 3 つの方法のいずれかとしています。

- a) ベースプレート下面とコンクリート間の摩擦力で抵抗する。
摩擦係数を 0.4 とし、せん断抵抗力 R を下式により求めます。

$$R = 0.4 \cdot N$$

N : 作用軸力 (ただし $N > 0$)

- b) アンカーボルトのせん断により抵抗する。

$$R = \sum A \cdot f_s$$

A : アンカーボルトのねじ部の断面積の総和

f_s : アンカーボルトの許容せん断応力度

アンカーボルトが引張力を受けている場合には、引張力とせん断力を同時に受ける部材に関する S 規準の(6.5)式に従い、アンカーボルトの許容引張応力度の低減を行います。

- c) 根巻き柱のせん断により抵抗する。

SRC 規準の(22.7)式に従い、次式により求めます。

$$R = 4 \cdot b' \cdot r_j \cdot c f_s$$

b' : ベースプレート位置における根巻き柱の有効幅
(= 根巻き柱の幅 - ベースプレートの幅)

r_j : 根巻き柱の応力中心間距離 (= $7/8 \cdot r_d$)

r_d : 根巻き柱のコンクリート縁から主筋の重心位置までの距離
(= 根巻き柱のせい - 60mm)

$c f_s$: 根巻きコンクリートの許容せん断応力度

⑥ 柱脚の回転剛性

設計施工指針の(4.87)式で計算します。

⑦ 終局耐力

終局曲げ耐力は設計施工指針の(9.65)～(9.67)式、終局せん断耐力は(9.72)～(9.75)式にて計算します。

終局耐力に関する判定は、技術基準解説書の「付録 1-2.6 柱脚の設計の考え方」により、以下のように行います。

アンカーボルトの伸び能力がある場合

$$M_u > \alpha \cdot M_p \quad \text{または} \quad M_u > \gamma \cdot M_d$$

$$Q_u > \gamma \cdot Q_d$$

M_u : 終局曲げ耐力

M_p : 柱の全塑性モーメント

M_d : 柱の短期設計モーメント

Q_u : 終局せん断耐力

Q_d : 柱の短期設計せん断力

α, γ : 割増し係数

アンカーボルトの伸び能力がない場合

$$\sigma_c < F_c$$

$$T_b < P_b$$

σ_c : 設計モーメントの γ 倍により生ずる最大圧縮応力度

T_b : 設計モーメントの γ 倍により生ずるアンカーボルトの引張り力

F_c : コンクリートの設計基準強度

P_b : アンカーボルトのネジ部降伏耐力

(2) 入力項目

「基本入力」ページ

柱形状とボルト本数

図 4-8-4 に示すいずれかの形式を選択します。選択した形式の入力凡例図が左側に表示されます。

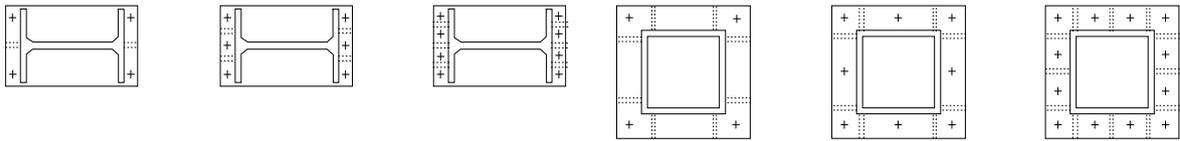


図 4-8-4 柱脚形式一覧

柱断面 (mm)

H形鋼の寸法 (せい×幅×ウェブ厚×フランジ厚×r) またはボックス柱の寸法 (せい×板厚×r) を入力します。ボックス柱の形状は正方形とします。

ベース形状

t (mm)

ベースプレートの厚さ。このデータの入力を省略した場合には、必要厚さの算定結果がこの欄に出力されます。入力があった場合には検定計算を行います。

D (mm)

ベースプレートのせい。

B (mm)

ベースプレートの幅で、鉄骨形状がH鋼の場合のみ入力します。ボックスの場合は常に $B = D$ となります。

a (mm)

ボルトの縁端距離 (ベースプレート縁からボルト中心まで)。

g (mm)

リブプレートがある場合、隅部のボルト中心から最初のリブプレートまでの距離。

リブプレート t, h (mm)

リブプレート付きが有効な場合、その厚さ (t) ・せい (h) 。

アンカーボルトの径 (mm), ねじ部の断面積 (cm²)

アンカーボルトの軸断面積はここで入力された直径から自動計算されます。ただし、アンカーボルトの引張力に関する検定を行う場合は、ここで入力された「ねじ部の断面積」の値が使われます。この入力が省略された場合は、公称径から計算される軸部の断面積の 0.75 倍とします。

なお、終局耐力の検定を行い、かつ「アンカーボルトの伸び能力がない」と指定されている場合はこの値は必須入力です。

NL (kN)

柱脚に作用する長期の軸力。

NE (kN)

柱脚に作用する地震時の軸力。短期軸力は「NL+NE」で計算します。

「条件 1」「条件 2」の最大二つの応力状態 (たとえば「X 方向と Y 方向」・「正荷重時と負荷重時」など) について計算を行うことができます。単一の条件の場合は「条件 1」、複数の条件がある場合は「条件 1」「条件 2」の両方を入力してください。

M (kN・m)

柱脚に作用する短期の曲げモーメント。「条件 1」「条件 2」については「NE」の項を参照。

Q (kN)

柱脚に作用する短期のせん断力。「条件 1」「条件 2」については「NE」の項を参照。

柱の鋼材

SS400/SN400/SM490/SN490/SM520/BCP235/BCP325/BCR295 のいずれかとします。BCP・BCR 材は冷間成形角形鋼管の材料です。部材が鋼管の場合は、「SS400」は「STKR400」に、「SM490」は「STKR490」にそれぞれ読み替えてください。

アンカーボルトのF値 (N/mm²)

この値がそのままアンカーボルトの許容引張応力度になります。

ベースプレートのF値 (N/mm²)

ベースプレートの曲げに関する検定計算の際に、この値を 1.3 で除して 1.5 を乗じた値をベースプレートの短期許容曲げ応力度として用いています。

コンクリート強度 Fc (N/mm²)

ベース下及び根巻き柱のコンクリートの設計基準強度。

「補助設定」ページ

せん断に対する設計方法

柱脚のせん断力に対して抵抗する方法として、「ベースプレート下面の摩擦による」「アンカーボルトのせん断による」「根巻き柱のせん断による」のいずれかを選択します。

アンカーボルトの f_s

前項で「アンカーボルトのせん断による」を選択した場合、ボルトの短期の許容せん断応力度 f_s (N/mm²) の値を入力します。この値はボルトの実断面積に対するもので、ボルトの軸断面積に対してはこの値に 0.75 が乗じられます。

f_s の値を自動設定する

これが有効な場合、引張力とせん断力を同時に受ける部材の許容せん断応力度 f_s の値として「0.25 f_t 」を採用します。その根拠は以下のとおりです。

S 規準 (6.5) 式によれば、せん断力 τ を受けるボルトの許容引張応力度 f_{ts} は下式により求められます。

$$f_{ts} = 1.4f_{t0} - 1.6\tau \quad (f_{t0}: \text{引張力のみを受けるボルトの許容引張応力度})$$

上式でボルトが許容引張応力度 f_t を受ける時の τ を許容せん断応力度 f_s とすれば、 f_{ts} 及び f_{t0} に f_t を代入することにより、 $f_s = 0.25 f_t$ とすることが出来ます。

せん断力を考慮した f_t の低減を行う

これが有効な場合、上記の S 規準 (6.5) 式により許容引張応力度の低減を行います。

根巻き柱の断面

前項で「根巻き柱のせん断による」を選択した場合、根巻き柱の幅 B (mm)、せい D (mm) を入力します。

ベースプレートの短期許容曲げ応力度 f_b を F とする

建築学会の規準によれば、ベアリングプレートの長期許容曲げ応力度は $F/1.3$ で、短期許容曲げ応力度はその 1.5 倍になるために F の値を超えます。工学的には問題ないとされていますが、これに関し、一部の行政庁では「 F を上限とする」という指導がなされているようなので、このオプションを設けています (Ver.8.0.15 で追加した機能)。

終局耐力の検定

終局耐力の検定を行うが有効な場合、終局曲げ耐力と終局せん断力耐力の計算、ならびにその判定を行います。アンカーボルトの伸び能力 については、この章の「1. 計算機能 ⑦ 終局耐力」を参照して下さい。

終局時応力の割増率 γ

この値は、アンカーボルトの伸び能力がある場合、ない場合ともに用いられます。

全塑性モーメントの割増率 α

この値は、アンカーボルトの伸び能力がある場合のみ用いられます。 α の値は 400N 級 1.3・490N 級 1.2 とする が有効になっている場合は、この入力値は無視されます。

ベースの回転剛性を計算する

これを有効にした場合は アンカーボルトの長さ (mm) を入力してください。

(3) 出力項目

検定比

許容応力度計算の結果を表示します。以下の検定比とベースプレートの曲げ応力に関する情報が表示されます。

コンクリートの圧縮	(σ_c / f_c)
アンカーボルトの引張り	(σ_t / f_t)
ベースプレートの曲げ	(σ_b / f_b)
リブプレートのせん断	(τ_s / f_s)
作用せん断力	(Q / R)

ベースの曲げの内訳

圧縮側はコンクリートの圧縮応力度により生ずるもので、「片持ち版」「二辺固定」「三辺固定」の各条件毎の単位幅 (1cm) 当りの応力が表示されます。引張り側はアンカーボルトの引張り力により生ずるもので、これについては応力の作用範囲の幅 (「1. 計算機能」参照) に関する値になります。以上の曲げ応力の内、最大の応力度を生ずる条件についてはその先頭に「*」が表示されます。

以上の他、プリンタ出力中には、以下に示す結果の詳細が表示されます。

e (mm) M/N から求められる偏心距離。

x_n (mm) ベースプレート縁から反力分布の中立軸までの距離。

σ_c (N/mm²) コンクリートの最大圧縮応力度。

T (kN) アンカーボルトの片側の1列に生ずる引張り力。

M (N・m) ベースプレートに生ずる曲げ応力の値。上述の説明を参照して下さい。

σ_b (N/mm²) 上記の M によりベースプレートに生ずる曲げ応力度の内の最大値。

Q' (kN) 1枚のリブプレートが負担するせん断力。

R (kN) せん断に対する抵抗力。

終局強度の検定

アンカーボルトの伸び能力がある場合には以下の内容を表示します。

終局曲げ耐力 M_u (kN・m)

塑性モーメントの α 倍・設計モーメントの γ 倍の値 (kN・m)

終局せん断耐力 Q_u (kN)

設計せん断力の γ 倍の値 (kN)

アンカーボルトの伸び能力がない場合には、設計応力の γ 倍に対する、コンクリートの圧縮・アンカーボルトの引張り・せん断力の検定比の値を出力します。

(4) 操作

略図

ベースの形状を決定するために必要なデータの入力を終えた時点、あるいは計算が実行された時点でここに全体形状の略図が描画されます。任意の時点で再描画したい場合は **更新** をクリックしてください。

4-9. 根巻き柱脚の設計

(1) 計算機能

日本建築学会「鋼管構造設計指針・同解説(1990)」(以下「設計施工指針」と略記)にしたがい、根巻き柱脚の短期応力に関する許容応力度計算を行います。

① 根巻き柱の曲げに対する検定

柱脚の曲げモーメントは根巻き柱(RC)内の主筋が負担するものとし、下式によって許容曲げモーメントを計算します。

$${}_rM_A = r_{at} \cdot r_{ft} \cdot r_j$$

- r_{at} : 引張り主筋の断面積
- r_{ft} : 主筋の許容引張り応力度
- r_j : 応力中心間距離(= $r_d \cdot 7/8$)
- r_d : 圧縮縁から主筋重心までの距離

② 根巻き柱のせん断に対する検定

根巻き柱が負担するせん断力は下式により求めます。

$${}_rQ = (l / r_l) Q$$

- l : 曲げモーメントの反曲点の高さ
- r_l : ベースプレート下面から根巻き柱の最上部の帯筋までの距離
- Q : 柱のせん断力

根巻き柱の主筋頂部には末端フック(6d)が設けられているものとし、上式の r_l (ベースプレート下面から根巻き柱の最上部の帯筋までの距離)は下式により求めます(図4-9-1)。

$$r_l = H - (4 + 3d + 2)$$

- H : 根巻き柱の高さ

せん断に対する根巻き柱の有効断面は図4-9-2に示す部分になり、せん断耐力は下式により求められます。

なお、柱断面がH形鋼の場合は、その断面を外郭線から作られる長方形に置換しています。

$${}_rQ_A = b_e \cdot r_j (c_{fs} + 0.5 \cdot w_{ft} \cdot p_w)$$

- b_e : コンクリートの有効幅
- c_{fs} : コンクリートの短期許容せん断応力度
- w_{ft} : 帯筋の短期許容引張り応力度
- p_w : 帯筋比

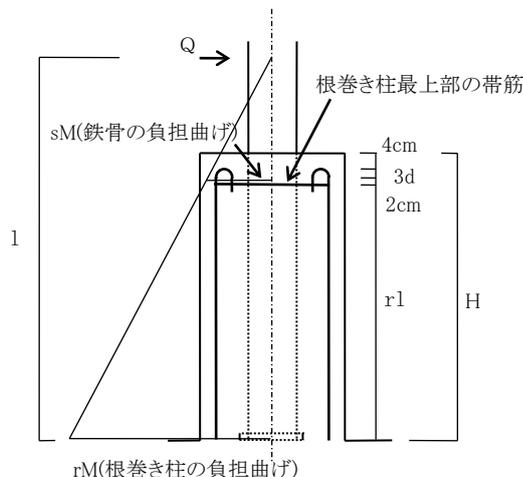


図4-9-1 根巻き柱脚の応力

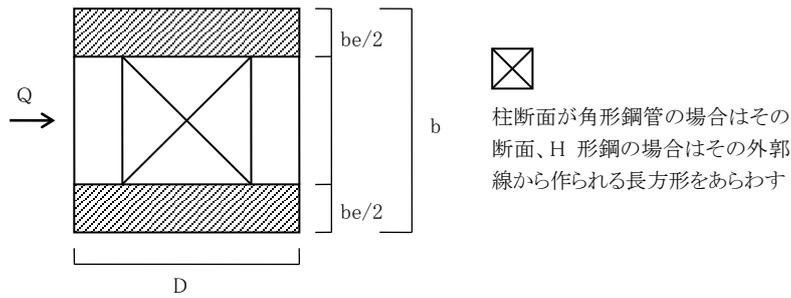


図 4-9-2 根巻き柱のせん断に対する有効断面

③ ベース下面のせん断に対する検定

根巻き柱の頂部における鉄骨の負担モーメント sM (図 4-9-1 参照) により、ベース下面に下式のせん断力が発生します。

$$sQ = sM / r_1 = (1 - r_1) Q / r_1$$

このせん断力に関しては、ベースプレート下面の摩擦力またはベースプレート位置における根巻き柱のせん断にて抵抗します。せん断抵抗力の計算については「4-8. 露出柱脚の設計」を参照して下さい。

④ ベースプレートとアンカーボルトの設計

柱軸力が引張りの場合には、アンカーボルトがその引張り力を受けるものとし、その検定を行います。

(2) 入力項目

鉄骨柱の形状 (mm)

柱部材(角形鋼管または H 形鋼)の幅とせいを入力します。

ベース形状 (mm)

ベースプレート(長方形)の幅とせいを入力します。

アンカーボルトの全本数 - 径

軸力が引張りの場合の検定計算に用いられます。軸力が圧縮の場合にはこの値は参照されません。

根巻き柱の形状 (mm)

根巻き柱(長方形断面)の幅とせいを入力します。高さはベースプレートの下面から根巻きコンクリートの頂部までの距離で、図 4-9-1 の H の値です。 dt は根巻き柱のコンクリート縁から主筋重心までの距離で、有効せい rd の計算に用います。主筋本数-径 は柱の引張主筋に関するものです。

設計応力

NL (kN) は長期の柱軸力、 NE (kN) は地震時の柱軸力、 MS (kN・m) はベースプレート下面位置での短期の曲げモーメント(図 4-9-1 の rM) の値、 QS (kN) は柱の短期せん断力の値です。反曲点の高さは図 4-9-1 の l の値になりますが、これが省略された場合には、入力された曲げモーメントをせん断力で除した値をとります。

ベースプレート下面のせん断に対する設計方法

「ベースプレート下面の摩擦抵抗」または「根巻き柱のせん断」を選択します。

アンカーボルトの F 値 (N/mm²)

引張り力を受けるアンカーボルトの検定に用いられます。この時のアンカーボルトの有効断面積は軸部断面積の 0.75 倍とします。

コンクリート F_c (N/mm²)

根巻き柱のコンクリートの設計基準強度。

鉄筋材料

根巻き柱内の主筋とフープの材料を SD295/SD345/SD390 から選択します。

(3) 出力項目

コンクリートの圧縮に関する検定比

軸力が引張りの場合には出力されません。

アンカーボルトの引張りに関する検定比

軸力が圧縮の場合には出力されません。

主筋の必要断面積 at (mm²)

設計曲げから求められる主筋の必要断面積(必要 at)と、入力された主筋の断面積(設計 at)の比較を示します。

根巻き柱のせん断力

根巻き柱のせん断耐力と設計せん断力の値(入力されたせん断力の値ではありません)の比較を示します。

ベースプレート下面のせん断力

ベースプレートの下面に生ずるせん断力の値と、それに対する抵抗力の値の比較を示します。

4-10. 埋込み柱脚の設計

(1) 計算機能

SRC 規準に準拠し、埋込み柱脚の短期応力に関する許容応力度計算を行います。

① ベースプレート下面位置における設計応力

SRC規準(82)式により、ベースプレート下面の設計曲げモーメントを計算します。ただし、同規準の解説にある通り、埋込み長さが小さく、 $b_h < h_s (= sQ_d / b_e \cdot f_B)$ となる場合にはこの式は適用出来ませんので、同規準(22.5)式を用います。

② 許容曲げ耐力

許容曲げ耐力は、ベースプレート下面のコンクリートとアンカーボルトの耐力線を単純累加した図4-10-1の耐力線により求めます。詳細についてはSRC規準の図22.3ならびにその解説を参照して下さい。

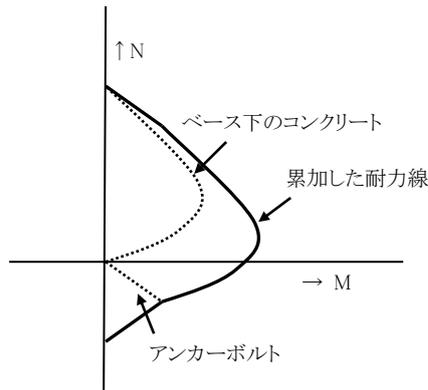


図 4-10-1 埋込み柱脚の耐力線

③ 許容せん断耐力

埋込み長さが小さく $b_h < h_s$ となる場合のみ、せん断に関する検定を行います。

許容せん断耐力は、ベースプレート下面の摩擦によるものと、アンカーボルトのせん断耐力の和とします。この時の摩擦係数は0.4とします。また、この時のせん断に対するアンカーボルトの許容応力度は、以下の考えに基づいて定めます。

S規準(6.5)式によれば、せん断力 τ を受けるボルトの許容引張応力度 f_{ts} は下式により求められます。

$$f_{ts} = 1.4f_{to} - 1.6\tau \quad (f_{to} : \text{引張力のみを受けるボルトの許容引張応力度})$$

上式において、ボルトが許容引張応力度 f_t を受ける時の τ を許容せん断応力度 f_s とすれば、 f_{ts} 及び f_{to} に f_t を代入して、 $f_s = 0.25f_t$ により求めることができます。

④ 必要埋込み長さ

参考値として、柱の両端降伏メカニズム時にベースプレート位置における設計曲げモーメントが0になるために必要な埋込み長さをSRC規準(22.4)式により求めます。

(2) 入力項目

柱材

柱の部材種別をH・BH・□(角形鋼管)・○(円形鋼管)の中から選択します。Hを選択した場合には、その右側のコンボボックス中に、プログラム内に登録された(あるいはユーザーが追加登録した)部材がリストアップされますので、ここから部材を選定します。なお、H・BHの場合は、部材の強軸方向に関する計算を行います。

部材がBH・□・○の時、部材の寸法を直接入力します。

BH : せい×幅×ウェブ厚×フランジ厚

□ : せい×幅×厚さ×隅部r (r は省略可)

○ : 直径×厚さ

埋込み長さ b_h (mm)

ベースプレート下面の設計応力の計算に用いられます。

柱の内のり高さ (m)

メカニズム時にベースプレート下面の設計応力を 0 とするために必要な埋込み長さの計算を行う場合、柱脚位置の設計せん断力を $2sM_o / h'$ とします (sM_o : 柱の許容曲げモーメント) が、この時の h' の値です。

中柱・側柱の別

許容支圧応力度の計算に際して用いられます(側柱の場合はフープ筋の降伏を考慮した許容支圧応力度を求めます)。

ベースプレート

ベースプレートの幅(mm) とせい(mm) を入力します。ベースプレート下面のコンクリートの許容耐力の計算に用います。荷重方向に対して直交するアンカーボルト列の間隔。アンカーボルトの許容耐力の計算に用います。

アンカーボルト

引張側ボルト本数は荷重方向に対して直交する列に存在するボルトの本数、全ボルト本数はベースプレート上に配置されているアンカーボルトの総数、アンカーボルトの間隔(mm) は荷重方向に直交するボルト列の間隔です。アンカーボルトの許容耐力の計算に用います。

埋込み部の RC 断面

RC 柱(地中梁より下部)の幅(mm) とせい(mm) を入力します。また側柱の場合、フープ筋の降伏を考慮した許容支圧応力度を求めますので、HOOP 筋の径・間隔(mm) を入力します。中柱の場合はこの値は使用されません。

設計応力

NL(kN) は長期の柱軸力、NE(kN) は地震時の柱軸力、MS(kN・m) は柱脚位置(地中梁上端)での短期の曲げモーメント、QS(kN) は短期のせん断力の値です。

柱鉄骨

使用鋼材は SS400/SN400/SM490/SN490/SM520/BCP235/BCP325/BCR295 のいずれかとします。BCP・BCR 材は冷間成形角形鋼管の材料です。部材が鋼管の場合は、「SS400」は「STKR400」に、「SM490」は「STKR490」にそれぞれ読み替えてください。

HOOP

側柱の場合のフープ筋の降伏を考慮した許容支圧応力度の計算に用います。中柱の場合はこの値は使用されません。

アンカーボルトのF値 (N/mm²)

アンカーボルトの許容耐力の計算に用います。

コンクリート F_c (N/mm²)

許容支圧応力度の計算、ならびにベースプレート下面のコンクリートの許容耐力の計算に用います。

(3) 出力項目

埋込み長さの判別

ベースプレート位置における設計応力の計算に先立ち、入力された埋込み長さの値 b_h と $sQ_d / (b_e \cdot f_B)$ の値を比較します。 $b_h > sQ_d / (b_e \cdot f_B)$ の時は SRC 規準(90)式、それ以外の場合は(22.4)式を用います。

sM_o (kN・m)

必要埋込み長さの計算に際して用いた、柱鉄骨の許容曲げモーメント(軸力 0 の場合)の値。

b_e (mm)

支圧に対する有効幅。SRC 規準「表 17」「表 21」を参照。

f_B (N/mm²)

コンクリートの許容支圧応力度。

ベースプレート下面の曲げ耐力

ベースプレート下面の許容曲げ耐力(kN・m) と設計曲げ応力を比較します。埋込み長さが十分ある場合、設計曲げ応力は 0 になります。

ベースプレート下面のせん断耐力

ベースプレート下面のせん断耐力(kN) と設計せん断力を比較します。 $b_h > sQ_d / (b_e \cdot f_B)$ の場合は、設計せん断力は 0 になります。

必要埋込み長さ (mm)

メカニズム時にベースプレート位置における設計曲げモーメントが 0 になるために必要な埋込み長さを参考値として出力します。

4-11. デッキ床の設計

(1) 計算機能

鋼材倶楽部「デッキプレート床構造設計施工規準(2004)」(以下「設計施工規準」と略記)に準拠し、デッキプレート床の許容応力度計算を行います。

① 施工時の計算

施工時の支持条件は「単純梁」または「二連梁」のいずれかとし、デッキ下に支保工は設けないものとします。

曲げモーメント M は下式により計算します。

$$\text{単純梁 正曲げ } M = w \cdot l^2 / 8$$

$$\text{二連梁 正曲げ } M = w \cdot l^2 / 16$$

$$\text{負曲げ } M = w \cdot l^2 / 8$$

w : 自重+施工時積載荷重

l : スパン長

曲げ検定比 R は下式により計算します。

$$R = (M / Z_c) / f_t$$

Z_c : デッキプレートの有効幅(50t)に関する有効断面係数

f_t : デッキプレートの短期許容引張応力度

変位の計算は設計施工規準の(6.1)(6.2)式に従います。

② 合成スラブの場合

a) 曲げに関する検定

設計曲げモーメント M は単純梁の中央部の値とし、下式に従います。

$$M = w \cdot l^2 / 8$$

w : 自重+仕上げ重量+常時の積載荷重

上記の M に対する引張側の検定比 $R1$ 、圧縮側の検定比 $R2$ はそれぞれ下式に従います。この時の有効等価断面係数の値は、設計施工規準第 I 編の(5.3)～(5.12)式により計算します。

$$R1 = (M / cZ_t) / f_t$$

$$R2 = (M / cZ_c) / (F_c / 3)$$

cZ_t : 引張側の有効等価断面係数

cZ_c : 圧縮側の有効等価断面係数

f_t : デッキプレートの長期許容引張応力度

F_c : コンクリート強度

b) 負曲げに関する検定

設計曲げモーメント M は下式により計算します。

$$M = w \cdot l^2 / 12$$

w : 仕上げ重量+常時の積載荷重

上記の M に対する検定比 R は下式に従います。

$$R = (M / Z) / 2\sqrt{F_c}$$

Z : 引張側の有効等価断面係数

c) 変位の計算

変位は単純梁の中央部の値とし、設計施工規準第 I 編の(6.4)式に従います。

③ 複合スラブ(デッキプレートを型枠として用いる)の場合

正曲げモーメント・負曲げモーメント・たわみの計算ともに、上述の合成板の場合と同じです。ただし正曲げに関する断面係数については、引張り鉄筋の断面積を考慮し、設計施工規準第 II 編の(5.3)～(5.12)式により計算します。

④ 構造スラブ(デッキプレートのみで支持する)の場合

単純梁の正曲げモーメント、または二連梁の正負曲げモーメントに関する検定を行います。この時の断面係数は、有効幅 (50t) に関するものとします。単純梁と二連梁の別は施工時の支持条件に従います。たわみは単純梁または二連梁の中央部の値とします。

(2) 入力項目

設計条件

「合成スラブ」「複合スラブ」「構造スラブ」のいずれかを選択します。

施工条件

施工時の検定を行う条件として「単純梁」「二連梁」のいずれかを選択します。

スパン長 (m)

応力計算に用いられるデッキ床のスパン長。

仕上重量 (kN/m²)

床上の仕上材や天井等の重量の合計値。デッキプレートの重量とデッキ上のコンクリートの重量については自動計算されますので、この値には含めないで下さい。

積載荷重 (kN/m²)

常時(設計時)と施工時の値を個別に入力します。

デッキプレート断面 (mm)

デッキプレート各部の寸法(記号の意味について画面左に表示される凡例図を参照)。なおこの値、及び以下に述べる各断面性能の値に関しては、ここで直接入力する他、使用するデッキプレートの寸法と断面性能を登録しておき、登録部材の値をこの欄に転記することも出来ます。

A (cm²)

デッキプレートの幅 1m 当たりの断面積。

y (cm)

デッキプレートの上端から重心位置までの距離。

I (cm⁴)

デッキプレートの幅 1m 当たりの断面二次モーメント。

Ze+ (cm³)

デッキプレートの有効幅(50t)を考慮した、幅 1m 当たりの、正曲げに対する有効断面係数。

Ze- (cm³)

デッキプレートの有効幅(50t)を考慮した、幅 1m 当たりの、負曲げに対する有効断面係数。

S (mm)

デッキ上のコンクリートの厚さ。

rd (mm)

「複合スラブ」の場合の、コンクリート上端からデッキ溝内に配される鉄筋の重心位置までの距離。

鉄筋本数・径

「複合スラブ」の場合の、デッキ溝内に配される鉄筋の本数と径。

デッキプレート F 値 (N/mm²)

「205」または「235」とします。これを 1.5 で除したものが長期の許容応力度になります。

鉄筋材料

「複合スラブ」の場合のみ用いられます。

コンクリート Fc (N/mm²)

コンクリートの設計基準強度。「構造スラブ」の場合は参照されません。

単位重量 (kN/m³)

鉄筋コンクリートの単位重量。コンクリート部分の重量の算出に用いられます。

(3) 出力項目

検定比

施工時は、単純梁の場合には正曲げ、二連梁の場合には正負曲げに関するものの内の大きい方の検定比の値を示します。常時正曲げは、中央部の正曲げに関する検定比の内、引張側と圧縮側の大きい方の値、常時負曲げは、端部の負曲げによるひび割れ応力度に関する検定比です。この値は、設計条件が「構造スラブ」の場合には表示されません。

変位量 (mm)

施工時及び常時の中央部の変位量、及びそれをスパン長で除した値。

固定荷重 (kN/m²) (プリンタ出力のみ)

コンクリートの重量とデッキプレートの重量の合計値(計算値)。

施工時 (プリンタ出力のみ)

w (kN/m²) は施工時の検定に用いた全荷重。 $M+$ (kN・m) は正曲げモーメント、 $M-$ (kN・m) は負曲げモーメントの値、 σ_t / f_t はその検定比を示します。ただし $M-$ については施工条件を二連梁とした場合のみ出力されます。 δ (mm)は中央部の変位量を示します。

常時正曲げ (プリンタ出力のみ)

w (kN/m²) は検定に用いた全荷重。 M (kN・m) は正曲げモーメント、 cZ_t と cZ_c はそれぞれ引張側と圧縮側の有効断面係数、 σ_t / f_t と σ_c / f_c は各々に関する検定比を示します。

常時負曲げ (プリンタ出力のみ)

w (kN/m²) は検定に用いた全荷重。 M (kN・m) は負曲げモーメント、 Z は負曲げに関する有効断面係数、 σ_t (N/mm²) は負曲げによってコンクリートに生ずる引張応力度の値を示します。

変位量 (プリンタ出力のみ)

δ (mm) は中央部のたわみ量、 I はたわみの計算に用いられた有効等価断面二次モーメントの値を示します。

(4) 操作

この断面を登録

現在画面に表示されているデッキプレートをリストに登録します。最大 20 部材まで登録出来ます。

選択項目を使用

登録断面リストで現在選択されている項目の形状と断面性能を入力欄に転記します。

選択項目を削除

登録断面リストで現在選択されている項目をリストから削除します。

略図

デッキプレートの形状を決定するために必要なデータの入力を終えた時点、あるいは計算が実行された時点でここに形状の略図が描画されます。任意の時点で再描画したい場合は **更新** をクリックしてください。

4-12. 保有耐力横補剛

(1) 計算機能

技術基準解説書の「付録 1-2.4 (4) はりの横補剛による変形能力確保について」に準拠して梁の保有耐力横補剛に関する検証を行います。

① 梁の全長にわたって均等間隔で横補剛を設ける場合

技術基準解説書の(付 1.2-18)式により横補剛の必要本数を計算します。梁の弱軸に関する回転半径 i_y の値は、端部と中央で部材が異なる場合には、いずれか小さい方の値を採用します。

② 主として梁の端部に近い部分に横補剛を設ける場合

a) 検定計算

まず梁の全長にわたる曲げ応力の分布を仮定します。この時の左右端の応力は、塑性ヒンジが生じている端部に関しては全塑性モーメント、それ以外の端部に関しては指定された応力値とします。またこの値には、使用鋼材に応じた割増し係数が乗じられます。次に、指定された各横補剛位置における応力を求めます(図 4-12-1)。

横補剛の各区間における最大モーメントの値が梁の降伏モーメントを上回る場合には、技術基準解説書(付 1.2-19)式から求められる横補剛の最小間隔を求め、指定された横補剛の間隔がこの値を下回る場合を可とします。最大モーメントの値が梁の降伏モーメントを下回る場合には、その区間の応力状態をもとにし、S規準から短期の許容曲げモーメントの値を求めます。最大モーメントの値が、この許容曲げモーメントを下回っている場合を可とします。

b) 算定計算

前項と同様の方法で梁の全長にわたる応力を求め、さらに技術基準解説書(1.2-19)式にもとづく横補剛の最小間隔を求めます。そして、梁の左または右端におけるモーメントの値が梁の降伏モーメントを上回る場合には上記の最小間隔で横補剛を一つ配置し、次にこの横補剛位置におけるモーメントを計算して、その値が降伏モーメントを上回る場合にはさらに同様の間隔で横補剛を一つ配置します。この手順を、横補剛位置の応力が降伏モーメントの値を下回るまで繰り返す事により横補剛の必要本数を求めます。

なお前項に述べたように、横補剛位置の応力が降伏モーメントの値を下回っていても、その値が短期の許容曲げモーメントを上回る場合がありますが、算定計算の場合にはその点を考慮していません。

(2) 入力項目

「基本入力」ページ

L (m)

梁のスパン長。

継手長 (m)

左右端から継手位置までの距離で、左右端とも同一の値とします。

横補剛の配置方法

以下のいずれかを選択します。

- ① 梁の全長にわたって均等間隔で設ける(以下「配置方法①と略記」)
- ② 主として梁の端部に近い部分に設ける(以下「配置方法②と略記」)

部材

端部と中央のそれぞれについて、部材の種別 H または BH を選択します。H を選択した場合には、その右側のコンボボックス中に、プログラム内に登録された(あるいはユーザーが追加登録した)部材がリストアップされますので、ここから部材を選定します。

端部・中央は同じ部材種別 または 端部・中央は同じ部材サイズ がチェックされている場合には、端部または中央の種別(またはサイズ)が変更されると、他の部位の条件も自動的に変更されます。

部材として BH を選択した場合は、その各寸法 (せい×幅×ウェブ厚×フランジ厚) を直接入力します。

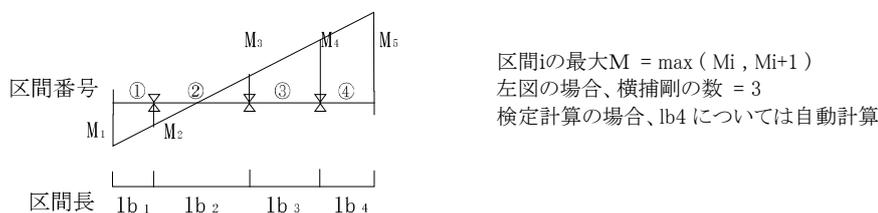
横補剛の数

配置方法①の場合は、ここで「自動計算」を選択すると「設計補剛数 = 必要補剛数(計算値)」と見なされます。

配置方法②の場合、ここで「自動計算」を選択すると必要本数と間隔の算定計算が行われます。ここで本数を選択した場合は次項でそれらの間隔を入力し、検定計算を行うこととなります。

補剛の設計間隔 (m)

配置方法②で検定計算を行う場合には、前項で補剛数を選択し、かつここでそれらの間隔を必要数分入力して下さい。指定はスパンの最左端から順次右側に向けて入力しますが、最右端の間隔についてはプログラム内で自動計算されます。従って、「補剛数 = 間隔の入力個数」となります(図 4-12-1)。



区間iの最大M = max (M_i, M_{i+1})
左図の場合、横補剛の数 = 3
検定計算の場合、 lb_4 については自動計算

図 4-12-1 横補剛の設計間隔

塑性ヒンジの位置

配置方法②の場合に、塑性ヒンジの発生位置を「両端」「左端」「右端」「なし」のいずれかに設定します。

塑性ヒンジ発生端の応力はプログラム内で計算された全塑性モーメントの値、その他の端部に関しては入力により指定されたモーメントの値が存在応力となります(次項参照)。

材端曲げ (kN・m)

配置方法②を選択し、さらに「塑性ヒンジの位置」として「両端」以外を選択した場合に、塑性ヒンジ端以外の端部の応力をここで入力します。

使用鋼材

SS400/SN400/SM490/SN490/SM520 のいずれかとします。端部と中央で異なる鋼材を使用することができます。

「その他の設定」ページ

技術基準解説書に定める諸係数の値を変更したい場合に、その値を指定します。設定出来る項目は以下の通りです。いずれの場合も、初期値は技術基準解説書に定める値となっており、()内にその値を示します。

配置方法①の場合の、技術基準解説書(付 1.2-18)式の右辺の係数值 (400N 級 170・490N 級 130)。

配置方法②の場合の、技術基準解説書の付表 1.2-3 に定める、設計モーメントに乗ずる安全率 (400N 級 1.2・490N 級 1.1)。

(3) 出力項目

配置方法①の場合は **必要な補剛の数** のみが出力されます。

配置方法②の算定計算の場合には、算定された横補剛の各区間に関する以下の検定結果 (lb から My まで) が出力されます。検定計算の場合にはこの値は出力されず、以下に示す検定結果のみが出力されます。

lb (m)

算定計算の場合は算定された補剛の間隔、検定計算の場合には入力された補剛の間隔。

最大 M (kN・m)

補剛各区間の左右端モーメントの内の大きい方の値。

必要 lb (m)

技術基準解説書(付 1.2-19)式から求められる補剛の最小間隔。最大モーメントの値が梁の降伏モーメント My より大きい場合にのみ出力されます。

許容 M (kN・m)

S 規準から求められる短期の許容曲げモーメント。最大モーメントの値が梁の降伏モーメント My より小さい場合にのみ出力されます。

判定

配置方法②の検定計算の結果に関する判定で、以下の条件が満たされていれば○、それ以外の場合には△が表示されます。

最大 $M > My$ の時 必要 $lb > lb$

最大 $M < My$ の時 許容 $M >$ 最大 M

My (kN・m)

梁の降伏モーメント。

λ (プリンタ出力のみ)

弱軸に関する細長比(配置方法①の場合)。

i_y (cm) (プリンタ出力のみ)

弱軸に関する回転半径。

M_p (kN・m) (プリンタ出力のみ)

梁の全塑性モーメント。

(4) 操作

計算式・割増率の初期値の設定

諸係数の値として、つねに(技術基準解説書に定めるものと異なる)特別な値を使用する場合は、ここでプログラムの初期設定値を変更することができます。

4-13. 保有耐力仕口部

(1) 計算機能

技術基準解説書の「付録 1-2.4 (3) 柱及びはり仕口部、柱及びはり継手部の強度確保について」にしたがい、保有耐力仕口部に関する検証を行います。

仕口部の最大曲げモーメント M_u は下式により求めます。

$$M_u = F_{Pu} \cdot (H - t_f) + \frac{1}{4} w_{Pu} \cdot l_e$$

F_{Pu}	: フランジ部分の強度	
	= $t_f \cdot B \cdot \sigma_u$	(突合せ溶接)
	= $0.7S \cdot 2B \cdot \sigma_u / \sqrt{3}$	(隅肉溶接)
w_{Pu}	: ウェブ部分の強度	
	= $t_w \cdot l_e \cdot \sigma_u$	(突合せ溶接)
	= $0.7S \cdot 2l_e \cdot \sigma_u / \sqrt{3}$	(隅肉溶接)
H	: 梁のせい	
t_f	: フランジの厚さ	
t_w	: ウェブの厚さ	
l_e	: スカラップを考慮したウェブの溶接部分の有効長	
S	: すみ肉のサイズ	
σ_u	: 母材の破断強度	

(2) 入力項目

部材

部材の種類 H または BH を選択します。H を選択した場合には、その右側のコンボボックス中に、プログラム内に登録された(あるいはユーザーが追加登録した)部材がリストアップされますので、ここから部材を選定します。

BH を選択した場合はその各寸法 (せい×幅×ウェブ厚×フランジ厚) を入力してください。

接合部の詳細

フランジとウェブの溶接方法として「突合せ溶接」「(両面)隅肉溶接」のいずれかを選択します。初期値は、フランジは突合せ溶接・ウェブは隅肉溶接となっています。隅肉溶接の場合には、その **サイズ**(mm) を必ず入力して下さい。

また、ウェブについては **スカラップ**(mm) の大きさを入力してください。

材端モーメント (kN・m)

仕口部の設計モーメントとして全塑性モーメント以外の値を用いる場合には「下の入力値」を選び、材端モーメントの値を入力して下さい。その他の場合は「全塑性モーメント」を選びます。

割増率

技術基準解説書の付表 1.2-2 に定める作用曲げ応力の割増し率 (400N 級 1.3・490N 級 1.2) の値を変更したい場合に、その値を指定します。なお、技術基準解説書によれば、鋼管に接続する梁については一定の条件を満たせば割増率は考慮しなくてよいとされています。**割増率を考慮しない** はそれに対応したもので、これが有効な場合は割増率を 1.0 とします。

使用鋼材

SS400/SN400/SM490/SN490/SM520 のいずれかとします。

(3) 出力項目

M_u (kN・m)

仕口部の最大曲げ耐力。フランジ部分とウェブ部分のもの、及びそれらの合計値とそれに対する判定を示します。

M_p (kN・m)

全塑性モーメント。

(4) 操作

割増率の初期値の設定

応力の割増率ととして、つねに(技術基準解説書に定めるものとは異なる)特別な値を使用する場合は、ここでプログラムの初期設定値を変更することができます。

4-14. 保有耐力継手部

(1) 計算機能

技術基準解説書の「付録 1-2.4 (3) 柱及びはり仕口部、柱及びはり継手部の強度確保について」にしたがい、保有耐力継手に関する検証を行います。

① 設計曲げモーメント

材端の全塑性モーメント、または入力された曲げモーメントの値から、継手位置における設計曲げモーメントを求めます。この時、材端の曲げモーメントの値には、材種に応じた割増率(400N級の時 1.3、490N級の時 1.2。指定により変更可)が乗じられます。ただし継手の位置が塑性化領域内にある場合には、400N級の時 1.2、490N級の時 1.1 の値(指定により変更可)を全塑性モーメントに乗じたものを設計モーメントとします。

② 最大曲げ耐力

最大曲げ耐力 M_u は下式により求めます。

$$M_u = \min (M_1 , M_2)$$

M_1 : 母材の耐力(フランジ + ウェブ)

$$M_2 = \min M_f + \min M_w$$

$\min M_f$: 添板・ボルト・母材縁端・添板縁端のフランジ部分の強度の最小値。

$\min M_w$: 添板・ボルト・母材縁端・添板縁端のウェブ部分の強度の最小値。

上に示す各耐力の算定式は以下の通りです(日本建築学会「建築耐震設計における保有耐力と変形性能 1980」あるいは日本建築学会「鋼構造限界状態設計指針・同解説 2002」等を参考にしています)。

・ 母材 M_1

$$M_1 = t_f \cdot b \cdot \sigma_u (H - t_f) + \frac{1}{4} t_w \cdot (H - 2t_f)^2 \cdot \sigma_u - t_w \cdot d \cdot \sigma_u \cdot \sum l_e$$

b : フランジの有効幅 (「ボルト径 + 2mm」のボルト穴欠損を考慮)

σ_u : 母材の破断強度

H : 部材のせい

t_f : フランジの厚さ

t_w : ウェブの厚さ

d : ボルト穴径

l_e : 部材の中立軸からボルト穴の中心までの距離

・ 添板 M_f

$$M_f = t_1 \cdot b_1 \cdot \sigma_u (H + t_1) + t_2 \cdot b_2 \cdot \sigma_u (H - 2t_f - t_2)$$

t_1, t_2 : 上または下の添板の厚さ

b_1, b_2 : 上または下の添板の有効幅 (b_2 は 2 枚の合計)

・ ボルト M_f

$$M_f = 0.75 \cdot n \cdot m \cdot A_B \cdot \sigma_B (H - t_f) \quad (\text{一面せん断の場合は最後の項 } H - t_f \text{ を } H \text{ とする})$$

n : ボルト本数

m : せん断面数

A_B : ボルトの断面積

σ_B : ボルトの破断強度

・ 母材縁端 M_f

$$M_f = n \cdot e \cdot t_f \cdot \sigma_u (H - t_f)$$

e : 母材の縁端距離

・ 添板縁端 M_f

$$M_f = n \cdot e \cdot t_1 \cdot \sigma_u (H + t_1) + n \cdot e \cdot t_2 \cdot \sigma_u (H - 2t_f - t_2)$$

・ 添板縁端 M_w

$$M_w = \frac{1}{4} t \cdot h^2 \cdot \sigma_u - t \cdot d \cdot \sigma_u \cdot \sum l_e$$

t : ウェブ添板の厚さの和

h : ウェブ添板のせい

- ・ ボルト M_w

$$M_w = 0.75 \cdot A_B \cdot \sigma_B \cdot \Sigma l_e$$

- ・ 母材縁端 M_w

$$M_w = e \cdot t_w \cdot \sigma_u \cdot \Sigma l_e$$

- ・ 添板縁端 M_w

$$M_w = e \cdot t \cdot \sigma_u \cdot \Sigma l_e$$

③ 最大せん断耐力

母材・添板・ボルトの各せん断耐力の内の最小のものをその部材の最大せん断耐力 Q_u とします。各耐力の算定式は以下の通りです。

- ・ 母材

$$Q_u = A_w \cdot \sigma_u / \sqrt{3}$$

A_w : ウェブの有効断面積 (「ボルト径 + 2mm」のボルト穴欠損を考慮)

- ・ 添板

$$Q_u = A \cdot \sigma_u / \sqrt{3}$$

A : 添板の有効断面積 (「ボルト径 + 2mm」のボルト穴欠損を考慮)

- ・ ボルト

$$Q_u = 0.75 \cdot n \cdot m \cdot A_B \cdot \sigma_B$$

n : ボルト本数

m : ウェブ添板の枚数

(2) 入力項目

「基本入力」ページ

L (m)

梁のスパン長。

継手長 (m)

左右端から継手位置までの距離で、左右端とも同一の値とします。

部材

端部と中央のそれぞれについて、部材種別 H または BH を選択します。H を選択した場合には、その右側のコンボボックス中に、プログラム内に登録された(あるいはユーザーが追加登録した)部材がリストアップされますので、ここから部材を選定します。

端部・中央は同じ部材種別 または 端部・中央は同じ部材サイズ がチェックされている場合には、端部または中央の種別やサイズが変更されると、他の部位の条件も自動的に変更されます。

部材種別として BH を選択した場合は、その各寸法(せい×幅×ウェブ厚×フランジ厚)を直接入力します。

ボルト

フランジ及びウェブの高力ボルトの本数・径・列数を入力します。「本数」については図 4-14-1 を参照してください。

「列数」は、フランジの場合には片側フランジにおけるもので、「一列」「二列」「チドリ」のいずれか、ウェブの場合には「一列」または「二列」とします。例えば図 4-14-1 の場合、フランジ・ウェブともに一列となります。これはフランジ・ウェブ・添板の有効幅の計算に用いられます。

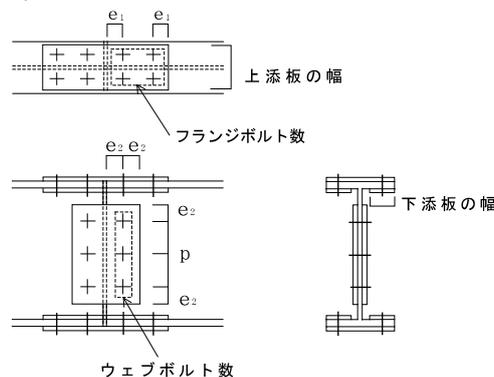


図 4-14-1 各部の呼び名

$p, e1, e2$ (mm)

フランジについてはボルトのハシアキ $e1$ 、ウェブについてはボルトのピッチ p とハシアキ $e2$ を入力します。ハシアキの値は、母材または添板の縁端破断の計算に、またウェブボルトのピッチの値はウェブの曲げ耐力の計算に用いられます。

添板 (mm)

フランジの上側・下側の添板の幅と厚さ、及びウェブ添板の厚さの値を入力します。フランジ下側の添板の厚さまたは幅の入力が省略された場合には一面せん断とみなします。ウェブについては常に二面せん断とし、添板のせいについては、入力されたボルト本数・列数・ピッチ・ハシアキのデータから自動計算します。また、上側の添板の幅の入力がない場合には、母材の幅と同じとします。

塑性ヒンジ

塑性ヒンジの発生位置を「両端」「左端」「右端」「なし」のいずれかに設定します。

塑性ヒンジ発生端の応力はプログラム内で計算された全塑性モーメントの値、その他の端部に関しては入力により指定されたモーメントの値が存在応力となります。

材端曲げ (kN・m)

塑性ヒンジの発生位置として「両端」以外を選択した場合に、塑性ヒンジ端以外の端部の応力をここで入力します。

使用鋼材

SS400/SN400/SM490/SN490/SM520 のいずれかとします。端部と中央で異なる鋼材を使用することができます。

高力ボルトの材料

F8T/F10T/F11T のいずれかとします。

「その他の設定」ページ

応力割増率

技術基準解説書の付表 1.2-2 に定める諸係数の値を変更したい場合に、その値を指定します。設定出来る項目は以下の通りです。いずれの場合も、初期値は技術基準解説書に定める値となっており、() 内にその値を示します。

作用曲げ応力の割増し率(400N 級 1.3・490N 級 1.2)。

作用せん断力の割増し率(400N 級 1.3・490N 級 1.2)。

塑性化領域内にある場合の曲げ応力として採用する、全塑性モーメントに乗ずる係数(400N級1.2・490N級1.1)。

塑性化領域の定義

塑性化領域内にあるかどうかの判定を行う場合、塑性化領域の長さをスパンの1/10と梁せいの2倍の内の「大きい方」または「小さい方」とするかを選択します。またここで「つねに塑性化領域内にあるものとする」「つねに塑性化領域内でないものとする」とされた場合は塑性化領域内にあるかどうかの判定は行いません。

ねじ部がせん断面にかかるものとする

これが有効な場合は、ボルトの耐力の算定にあたり、ボルトの断面積として有効断面積(実断面積の0.75倍)をとります。

(3) 出力項目

フランジ M_u (kN・m)

フランジの母材・添板・ボルト・母材縁端・添板縁端の各々に関して計算された最大曲げモーメントの値。

ウェブ M_u (kN・m)

ウェブの最大曲げモーメントの値。詳細は上記に同じです。

M_u (kN・m)

上記の値から求められる梁の最大曲げ耐力。

ウェブ Q_u (kN)

ウェブの母材・添板・ボルトの各々に関して計算された最大せん断耐力の値、及びそれらの内の最小値(採用値)を示します。

M_p (kN・m)

梁の全塑性モーメント。

左右端 M (kN・m)

梁の全塑性モーメント、または入力されたモーメントによる梁端部の設計モーメントの値。材種に応じた割増し係数が乗じられています。

塑性化領域長 (プリンタ出力のみ)

塑性化領域内にあるかどうかの判定を行うと指定されている場合にその値を出力します。

(4) 操作

割増率の初期値の設定

応力の割増率として、つねに(技術基準解説書に定めるものとは異なる)特別な値を使用する場合は、ここでプログラムの初期設定値を変更することができます。

4-15. ブレース接合部の設計

(1) 計算機能

技術基準解説書の「付録 1-2.4 (2) 筋かい端部及び接合部の強度確保について」にしたがい、保有耐力接合部の検証を行います。

ブレースの接合部を、以下に示す技術基準説明書の(付 1.2-6)式を用いて検定します。

$$A_j \cdot \sigma_u \geq \alpha \cdot A_g \cdot F$$

A_j	: 破断形式に応じた接合部の有効断面積
σ_u	: 破断形式に応じた接合部の破断応力度
A_g	: ブレースの全断面積
F	: ブレースの基準強度
α	: 安全率

破断形式としては以下の 5 つを考えます。

- ブレース端部の破断
- ブレース接合部のボルトの破断
- ボルトのはしあき部の破断
- ガセットプレートの破断
- 溶接部の破断

各破断形式の耐力の計算は技術基準解説書の(付 1.2-7)～(付 1.2-11)の各式を用います。なお、ブレース材の有効断面積の計算は(付 1.2-12)式および付表 1.2-1 を用いています。

(2) 入力項目

ブレース断面

ブレース材の断面は山形鋼または溝形鋼とします。種別として L・2L・[・2] のいずれかを選択し、さらにコンボボックスから断面サイズを選択します。

ガセットプレート

ガセットプレートの厚さと寸法 L1・L2 (入力凡例図参照) を入力します。ガセットプレートは両面隅肉溶接としますので、隅肉溶接のサイズ(mm) を入力します。

接合部のボルト

接合部には高力ボルトが用いられるものとし、その総本数と径を入力します。「列数」とはブレースの応力方向に並ぶボルト列の数で、「一列」または「二列」になります。

ボルトのピッチ・はしあき(ブレース側・ガセット側)については入力凡例図を参照してください。

ねじ部がせん断面にかかるが有効な場合は、ボルトの破断耐力の計算に際し、ボルトの断面積に0.75を乗じます。

安全率の値

技術基準解説書の(付1.2-6)式の α の値で、初期値は1.2です。

鋼材種別

400N 級/490N 級 のいずれかを選択します。

高力ボルト

F8T/F10T/F11T のいずれかとします。

(3) 出力項目

必要強度 (kN)

技術基準の(付1.2-6)式の右辺の値 (= $\alpha \cdot A_g \cdot F$) です。

破断強度 (kN)

各破断形式ごとの破断強度 (= $A_j \cdot \sigma_u$) (kN)、及びその値と必要耐力との比較を示しています。

プリンタ出力中には、破断耐力の計算に使用したパラメータの値も表示されますが、以下には、それらのパラメータと技術

基準解説書にある式との対応のみを記しておきます。

1. ブレース端部

A1 (mm²): (付1.2-7)式の値

2. 接合部ボルト

A2 (mm²): (付1.2-8)式の値

3. ボルトのはしあき端部

これについては、ブレース側およびガセットプレート側の双方について計算しています。

1A3 (mm²): (付1.2-9a)式の値

2A3 (mm²): (付1.2-9b)式の値

4. ガセットプレート

A4 (mm²): (付1.2-10)式の値

5. 溶接部

A5 (mm²): (付1.2-11a)式の値

le (mm): 隅肉溶接の有効長さ (= l1 + l2 - 2s)

4-16. 柱梁耐力比

(1) 計算機能

日本建築センター「冷間成形角形鋼管設計・施工マニュアル(2008)」(以下「設計施工マニュアル」と略記)にしたがい、冷間成形角形鋼管柱の接合部の検証を行います。

設計施工マニュアル(2.2.1)式により、柱梁耐力比 α を求め、それが所定値を超えていることを確認します。軸力を考慮した柱の全塑性モーメントの計算式は設計施工マニュアルに記載のものを用いています。

(2) 入力項目

梁断面

梁部材はH形鋼とします。節点に接続する一つ目の梁が **梁 1** で、この断面は必ず入力する必要があります。さらに二つ目の梁がある場合は **梁 2 がある** をチェックした上で断面を入力してください。**梁 1 と同断面** をチェックして入力を省略することもできます。

断面寸法は「せい×幅×ウェブ厚×フランジ厚×r」の形式で入力してください(rは省略可)。

柱断面と応力

柱部材は角形鋼管とします。節点に接続する一つ目の柱が **柱 1** で、この断面は必ず入力する必要があります。さらに二つ目の柱がある場合は **柱 2 がある** をチェックした上で断面を入力してください。**柱 1 と同断面** をチェックして入力を省略することもできます。

断面寸法は「せい×幅×板厚×r」の形式で入力してください(rは省略可)。

さらに柱部材の長期軸力 **NL(kN)**、地震時軸力 **NE(kN)** を入力します。これは柱の全塑性モーメントの計算に用いられます。

耐力比の下限值

設計施工マニュアル(2.2.1)式により求められる柱梁耐力比 α が、ここで指定したの値以上の場合を「可」と判定します(初期値 1.5)。

使用鋼材

梁は SS400/SN400/SM490/SN490/SM520 のいずれかとします。

柱は STKR400/SN400/STKR490/SN490/SM520/BCP235/BCP325/BCR295 のいずれかとします。

(3) 出力項目

左右の梁の耐力(全塑性モーメント)とその合計、上下の柱の耐力(全塑性モーメント)とその合計、およびそれらの耐力比を示します。

4-17. 柱梁接合部の設計

(1) 計算機能

日本建築学会「鋼構造限界状態設計指針・同解説(1998,2002)」(以下「限界状態設計指針」と略記)にしたがい、柱梁接合部パネルの耐力をもとめ、それを梁または柱の耐力と比較します。

接合部パネルの降伏耐力 pM_y は限界状態設計指針の(3.95)式によりもとめます。なお、この式から得られる値はS規準の(14.12.1)式にあるものと同じになります。

この接合部パネルの耐力が両側の梁の降伏耐力と比較し、以下の式を満足するかどうかを確認します。ここに、 $\Sigma_b M_y$ は接合部の左右の梁の降伏耐力の和をあらわします。

$$pM_y \geq \Sigma_b M_y$$

ただし、「柱の M_y を考慮する」と指定された場合は、上式の右辺は梁の降伏耐力の和と柱の降伏耐力の和のいずれか小さい方とし、下式により検証します。ここに、 $\Sigma_c M_y$ は接合部の上下の柱の降伏耐力の和をあらわします。これは限界状態設計指針の解説にある(C6.16)式に該当します。

$$pM_y \geq \min(\Sigma_b M_y, \Sigma_c M_y)$$

(2) 入力項目

梁断面

梁部材はH形鋼とします。この節点の左または右にしか梁がない場合は、**左側に梁があるまたは右側に梁がある**のチェックボックスを用いて下さい。左右に梁がある場合で、**右側の梁は左側と同じ**がチェックされている場合は右側の梁の入力を省略できます。

断面寸法は「せい×幅×ウェブ厚×フランジ厚×r」の形式で入力してください(rは省略可)。

下の柱

接合部の下側には必ず柱があるものとします。

柱の種別として、H(強軸回り)・H(弱軸回り)・□(角形鋼管)・○(円形鋼管)のいずれかを選択します。H形鋼の「強軸回り」「弱軸回り」は、それぞれ柱の強軸方向または弱軸方向に梁が取付く状態を指しています。おのおのの種別に応じて下記のような部材サイズを入力します。

H : せい×幅×ウェブ厚×フランジ厚×r (rは省略可)

□ : せい×幅×厚さ×隅部r (rは省略可)

○ : 直径×厚さ

柱の M_y を考慮するを有効にした場合(前項「計算機能」の説明を参照)は、柱の長期軸力NL(kN)と、対象とする限界状態時の軸力Nm(kN)を入力します。実際の計算では、柱にNL+Nmの軸力が作用するものとして柱の降伏耐力を求めていますので、NLの値を省略し、長期軸力を考慮した限界状態時の軸力をNmとして入力しても構いません。

上側の柱

接合部の上側にも柱がある場合は**上側に柱がある**をチェックして下側の柱と同様に入力します。**下側の柱は上側の柱と同じ**をチェックした場合には下側の柱断面の入力を省略できます。

使用鋼材

梁はSS400/SN400/SM490/SN490/SM520のいずれかとします。

柱はSTKR400/SN400/STKR490/SN490/SM520/BCP235/BCP325/BCR295のいずれかとします。部材が鋼管の場合、「SS400」は「STK400」または「STKR400」に、「SM490」は「STK490」または「STKR490」に読み替えます。

(3) 出力項目

梁の M_y (kN・m)

左右の梁の降伏耐力とそれらの和

柱の M_y (kN・m)

上下の柱の降伏耐力とそれらの和(ただし「柱の M_y を考慮する」と指定された場合)

pM_y (kN・m)

接合部パネルの降伏耐力、およびこの値と梁の降伏耐力(または柱の降伏耐力)の和との比較

4-18. 梁の構造区分

(1) 計算機能

日本建築学会「鋼構造限界状態設計指針・同解説(1998,2002)」(以下「限界状態設計指針」と略記)にしたがい、梁材の幅厚比区分ならびに細長比区分の検証を行います。また、横座屈限界にもとづく公称耐力をもとめます。

さらに、日本建築センター「エネルギーの釣合いに基づく耐震計算法の技術基準解説及び計算例とその解説(2005)」にしたがい、累積塑性変形性能の計算を行います。

① 板要素の幅厚比区分

限界状態設計指針の表2.2にもとづき、部材断面(H形)が目標とする区分P-I-1/P-I-2/P-II/P-IIIに適合するかどうかを検証します。ただし、ハイブリッド材については取り扱いません。

② 曲げ材の細長比区分

限界状態設計指針の表2.3にもとづき、部材断面が目標とする区分L-I/L-II/L-IIIに適合するかどうかを検証します。この時の横座屈細長比 λ_b や塑性限界細長比 ${}_p\lambda_b$ の算定方法については次項を参照してください。

③ 横座屈限界の公称耐力

限界状態設計指針の(3.6)式にもとづき、横座屈限界の公称耐力 M_c をもとめます。

横座屈細長比 λ_b は(3.7)および(3.8.a)式、またモーメント係数 C_b については(3.11.a)式をもちいます。この時、材の端部または横座屈補剛端での曲げモーメント M_1 および M_2 の値が必要になりますが、ここでは、ユーザーが指定した限界状態時の左端・中央・右端の曲げモーメントから梁全長にわたる曲げモーメントの分布を二次曲線で近似して横座屈補剛端の曲げモーメントをもとめ、これと端部の曲げモーメントを比較することにより M_1 および M_2 の値をさだめています(図4-18-1)。

ただし、梁に横座屈補剛がまったくない(梁のスパン長と横座屈補剛端までの距離が等しい)場合は、 C_b の値を1.0とします。

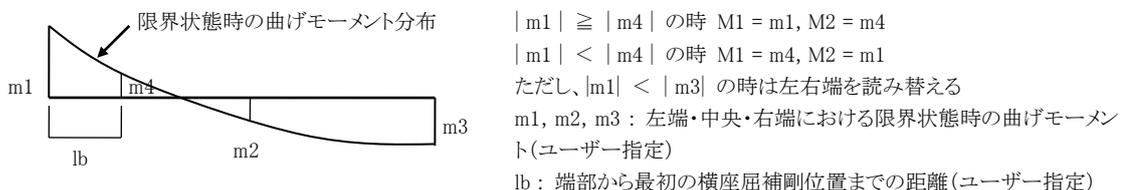


図4-18-1 M1・M2のもともめ方

塑性限界細長比 ${}_p\lambda_b$ は(3.10.a)式によりもとめます。ただし、梁に横座屈補剛がまったくない場合は、この値を0.3とします。

横座屈長さ ${}_k l_b$ は補剛間長さ l_b に対する比であらわれます。この値はユーザーの入力により異なりますが、初期値は0.75になっています。

④ 累積塑性変形性能

日本建築センター「エネルギーの釣合いに基づく耐震計算法の技術基準解説及び計算例とその解説(2005)」の「付1.(7) 鉄骨部材の保有累積塑性変形性能評価法」の(1)~(6)式により累積塑性変形性能 ${}_m\eta_u$ を計算します。ただし、使用鋼材がSA440の場合はこの計算を行いません。

(2) 入力項目

L (m)

梁のスパン長(節点間距離)

l_b (m)

端部から最初の横補剛位置までの距離。細長比の検証は、後述する「限界状態時の曲げモーメント」の値が大きい方の端部を対象に行われます。したがって、梁の両端でこの値が異なる場合は、曲げモーメントの値が大きい方の端部の値を入力してください。また、梁に一つの横補剛もない場合は、この値をスパン長Lの値と同じにしてください。

k_{lb}/l_b

横座屈長さ k_{lb} の l_b に対する比を入力します。限界状態設計指針によれば、この値は(精算によらない場合は)単純梁で1.0、その他の梁で0.75としてよい、とされています。初期値は0.75になっています。

部材断面

部材の種別としてHまたはBHを選択します。Hとした場合は、右のコンボボックスから部材断面を選択します。BHとした場合はその寸法(せい×幅×ウェブ厚×フランジ厚)を入力します。

限界状態時の曲げモーメント (kN・m)

対象とする限界状態時に梁に生じている曲げモーメントの値で、これはモーメント係数 C_b の計算に際して使用されます。詳細については「(1) 計算機能」を参照してください。

この時、「上側引張り」「下側引張り」を正負符号で区別して入力することに注意してください。「上側引張りを負」「下側引張りを正」であらわすのが慣例ですので、これにしたがえば、図4-17-1のような状態では「 m_1 が負・ m_2 と m_3 が正」になります。ただし、これを逆に「上側引張りを正」「下側引張りを負」で入力しても結果的には同じです。

目標とする区分

「板要素の幅厚比区分」についてはP-I-1/P-I-2/P-II/P-IIIのいずれか、「曲げ材の細長比区分」についてはL-I/L-II/L-IIIのいずれかを選択してください。ここで選択された区分に対する適否が出力されます。

使用材料

限界状態設計指針の内容にしたがい、使用鋼材はSN400/SN490/SA440のいずれかとしています。

(3) 出力項目

b/t_f

フランジの半幅をフランジ厚で除した値

d/t_w

ウェブのせいをウェブ厚で除した値

判定値

幅厚比区分P-I/P-IIの場合の、限界耐力設計指針の表2.2にある幅厚比の判定値。この値が1.0より小さい時、幅厚比区分に適合すると判断されます。

λ_b

横座屈細長比

$p \lambda_b$

塑性限界細長比

$e \lambda_b$

弾性限界細長比($1/\sqrt{0.6} = 1.29$)

M_c (kN・m)

横座屈限界による公称曲げ耐力

M_p (kN・m)

全塑性モーメント

M_e (kN・m)

弾性横座屈モーメント

$m \eta u$

累積塑性変形性能

s

上記の計算に用いた応力上昇率の値

4-19. 柱の構造区分

(1) 計算機能

日本建築学会「鋼構造限界状態設計指針・同解説(1998,2002)」(以下「限界状態設計指針」と略記)にしたがい、柱材の幅厚比区分、ならびに軸力比と細長比による区分の検証を行います。また、曲げ座屈ならびに横座屈限界にもとづく公称耐力をもとめます。

さらに、日本建築センター「エネルギーの釣合いに基づく耐震計算法の技術基準解説及び計算例とその解説(2005)」にしたがい、累積塑性変形性能の計算を行います。

① 板要素の幅厚比区分

限界状態設計指針の表2.2にもとづき、目標とする区分P-I-1/P-I-2/P-II/P-IIIに適合するかどうかを検証します。長方形の角形鋼管の場合は、辺長の長い方で検証します。

② 軸力比と細長比による区分

区分C-Iの場合は限界状態設計指針の(2.1.a)(2.1.b)(2.1.c)式、区分C-IIの場合は(2.3.a)(2.3.b)式、区分C-IIIの場合は(2.3.a)式にもとづいて検証します。ただし、部材が角形あるいは円形の鋼管の場合は(2.1.b)(2.3.b)式は考慮しません。

曲げ座屈長さ $k l_c$ は節点間長さ l_c に対する比であらわし、この値はユーザーの入力によります。

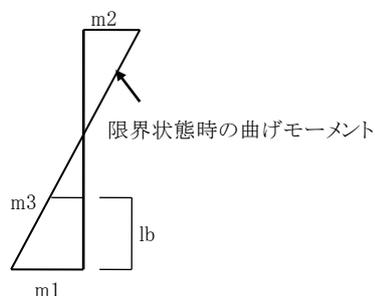
③ 曲げ屈限界の公称耐力

限界状態設計指針の(3.2)式にもとづき、曲げ座屈限界の公称耐力 N_c をもとめます。

④ 横座屈限界の公称耐力

部材がH形の場合のみ、限界状態設計指針の(3.6)式にもとづいて横座屈限界の公称耐力 M_c をもとめます。

横座屈細長比 λ_b は(3.7)および(3.8.a)式、またモーメント係数 C_b については(3.11.a)式をもちいます。この時、材の端部または横座屈補剛端での曲げモーメント M_1 および M_2 の値が必要になりますが、ここでは、ユーザーが指定した限界状態時の柱頭・柱脚の曲げモーメントから横座屈補剛端の曲げモーメントを直線補間によりもとめ、これと端部の曲げモーメントを比較することにより M_1 および M_2 の値をさだめています(図4-19-1)。



$$|m1| \geq |m3| \text{ の時 } M1 = m1, M2 = m3$$

$$|m1| < |m3| \text{ の時 } M1 = m3, M2 = m1$$

ただし、 $|m1| < |m2|$ の時は上下端を読み替える

$m1, m2$: 柱脚・柱頭における限界状態時の曲げモーメント(ユーザー指定)

l_b : 端部から最初の横座屈補剛位置までの距離(ユーザー指定)

図4-19-1 $M_1 \cdot M_2$ のもとめ方

横座屈長さ $k l_b$ は補剛間長さ l_b に対する比であらわします。この値はユーザーの入力によりますが、初期値は0.75になっています。

⑤ 累積塑性変形性能

日本建築センター「エネルギーの釣合いに基づく耐震計算法の技術基準解説及び計算例とその解説(2005)」の「付1.(7) 鉄骨部材の保有累積塑性変形性能評価法」の(1)~(17)式により累積塑性変形性能 $m \eta_u$ を計算します。この時の軸力比 ρ は0.3としています。ただし、使用鋼材がSA440の場合はこの計算を行いません。

(2) 入力項目

l_c (m)

柱の節点間距離

$k l_c / l_c$

曲げ座屈長さ $k l_c$ の l_c に対する比を入力します。初期値は1.0になっています。

部材断面

部材の種別としてH・BH・□(角形鋼管)・○(円形鋼管)のいずれかを選択します。Hとした場合は、右のコンボボックスから部材断面を選択します。その他の場合は以下の値(mm)を入力します。

BH : せい×幅×ウェブ厚×フランジ厚

□ : せい×幅×厚さ×隅部 r (r は省略可)

○ : 直径×厚さ

角形断面で、かつ **冷間成形材とする** が有効な場合は幅厚比の検証に際してそれを考慮します。

l_b (m) (H形鋼の場合)

端部から最初の横補剛位置までの距離。細長比の検定は、後述する「限界状態時の曲げモーメント」の値が大きい方の端部を対象に行われます。したがって、柱の両端でこの値が異なる場合は、曲げモーメントの値が大きい方の端部の値を入力してください。また、柱に一つの横補剛もない場合は、この値を節点間距離 l_c の値と同じにしてください。

k_lb/l_b (H形鋼の場合)

横座屈長さ k_lb の l_b に対する比を入力します。限界状態設計指針によれば、この値は、(精算によらない場合は)単純梁で1.0、その他の梁で0.75としてよい、とされています。初期値は0.75になっています。

限界時の曲げモーメント (kN・m) (H形鋼の場合)

対象とする限界状態時に梁に生じている曲げモーメントの値で、これはモーメント係数 C_b の計算に際して使用されます。詳細については「(1) 計算機能」を参照してください。

この時、「左側引張り」「右側引張り」を正負符号で区別して入力することに注意してください。「左側引張りを負」「右側引張りを正」とすれば、図4-19-1のような状態では「m1が負・m2が正」になります。ただし、これを逆に「左側引張りを正」「右側引張りを負」で入力しても結果的には同じです。

目標とする区分

「板要素の幅厚比区分」についてはP-I -1/P-I -2/P-II /P-IIIのいずれか、「軸力比・細長比区分」についてはC-I /C-II /C-IIIのいずれかを選択してください。ここで選択された区分に対する適否が出力されます。

使用材料

SN400/SN490/SA440/BCP235/BCP325 のいずれかとします(BCP235/BCP325は冷間成形角形鋼管の使用材料)。

(3) 出力項目

b/tf

フランジの半幅をフランジ厚で除した値(H形の場合)

d/tw

ウェブのせいをウェブ厚で除した値(H形の場合)

B/t

辺長を板厚で除した値(□形の場合)

D/t

直径を板厚で除した値(○形の場合)

判定値

幅厚比区分P-I /P-II の場合の、限界耐力設計指針の表2.2にある幅厚比の判定値(H形鋼の場合)。この値が1.0より小さい時、幅厚比区分に適合すると判断されます。

λ_b

横座屈細長比(H形鋼の場合)

ρ λ_b

塑性限界細長比(H形鋼の場合)

n_y

軸力比

f λ_c , λ_c

曲げ座屈細長比

N_c , fN_c (kN)

曲げ座屈限界耐力

N_y (kN)

降伏限界耐力

M_p (kN・m)

全塑性モーメント

M_c (kN・m)

横座屈限界による公称曲げ耐力(H形鋼の場合)

M_p (kN・m)

全塑性モーメント(H形鋼の場合)

M_e (kN・m)

弾性横座屈モーメント(H形鋼の場合)

$m \eta u$

累積塑性変形性能

s

上記の計算に用いた応力上昇率の値

4-20. 形鋼の追加登録

(1) 概要

プログラム内には、常用するH形鋼・みぞ形鋼・リップみぞ形鋼・L形鋼(アングル材)のメンバーがあらかじめ登録されており、それらは部材のドロップダウンリスト内に自動的に組み込まれます。

もし、それ以外の(プログラムにあらかじめ登録されていない)形鋼を使用したい場合はユーザーが独自にそれを登録する必要があります。これを「追加登録」と呼んでいます。

追加登録された部材は、H形鋼以外のものは通常の(あらかじめ組み込まれた)部材リストの後に追加されます。H形鋼は「H-特殊」という専用の部材種別の中にリストアップされます。これらに関するプログラム上の操作は通常の部材と何ら変わりません。なお、「H-特殊」のリストは「RCチャートPlus Ver.8」の各プログラムでも使用できます。

これらの追加登録リストは「ユーザー定義ファイル」としてハードディスク上に保存され、各プログラムの起動時に読み込まれて使用可能な状態になります。

また、データをファイルとして保存すると、そのデータ内で使用されている追加登録部材の内容がデータファイル内に書き込まれます。そのため、ユーザー定義ファイルを共有していない他のユーザーがそのデータを開いた場合でも、その部材は正しく読み込まれます。この時、データを開いたユーザーの追加登録部材のリストに一時的にその部材が組み込まれ、そのデータを閉じた時点で破棄されます。

(2) 操作方法

部材を追加登録するには、メニュープログラムから「形鋼の追加登録」を選びます。

画面上には、「H形鋼」「みぞ形鋼」「リップみぞ形鋼」「L形鋼」の各部材に関し、すでに登録済みの部材がリストアップされています。

新たに部材を登録したい場合は各々のリストの下部にある **追加** をクリックし、ダイアログ中に所定の値(H形鋼の場合は寸法のみ、その他のものは寸法と断面性能)を入力してから **追加** を押すとリスト中に部材が追加されます。この操作は連続的に行うことができます。登録可能な最大部材数はH形鋼が20、その他は10です。

登録済みの部材の内容を変更したい場合は、その部材を選んだ上で **修正** をクリックするか、またはその項目をダブルクリックしてください。登録済みの部材を削除する時は、その部材を選んだ上で **削除** をクリックします。

なお、上述のとおり、データファイル内にはそのデータで使用した追加部材のデータが書き込まれていますので、特定の部材を追加登録リストから削除した場合でも、そのデータファイルを読み込んでいる間は一時的に削除したリストが復活します。

また、H形鋼以外の部材については計算に使用した断面性能もデータファイル内に書き込まれますので、現在使用している追加登録リストと同一寸法の部材がファイル内にあったとしても、そこにある断面性能の値が違っている場合は「別の部材」と見なされます。その結果、同一寸法の複数の部材がリストアップされることがありますので注意してください(この場合、後にリストアップされているのがデータファイル内に書き込まれている部材になります)。

5. RCチャートPlus Ver.8

5-1. 大梁の設計

(1) 計算機能

① 断面計算位置

断面計算は左端・左継手・中央・右継手・右端の計5箇所について行います。

継手部の長期の設計曲げ応力は、全体の曲げ応力線を二次曲線で近似することにより求めます。長期のせん断応力・地震時の曲げ応力線は直線と仮定しています。詳細については「Sチャート8」の「4-5. 大梁の設計」を参照してください。

② 許容曲げ耐力

許容曲げ耐力 M_a は、下式に示す通り、鉄骨部分の曲げ耐力 sM_o とRC部分の曲げ耐力 rM_o の単純累加として求めます。検定比 R は、設計応力 M_d を耐力 M_a で除した値になります。

$$M_a = sM_o + rM_o$$

$$R = M_d / M_a$$

鉄骨部分の曲げ耐力 sM_o はSRC規準(16.2)式により求めます。RC部分の曲げ耐力 rM_o はRC規準13条の解説中にある諸式により求めます。

③ 許容せん断耐力

鉄骨部分の許容せん断耐力 sQ_a 、RC部分の許容せん断耐力 rQ_a はSRC規準(18.3)(18.4)(18.5)式により求めます。検定比は、鉄骨部分の設計せん断耐力 sQ_d 、RC部分の設計せん断耐力 rQ_d に応じて個別に求めます。

$$sQ_d / sQ_a \quad (\text{鉄骨部分の検定比})$$

$$rQ_d / rQ_a \quad (\text{RC部分の検定比})$$

sQ_d はSRC規準(18.7)式、 rQ_d は(18.8)(18.9)(18.10)式により求めますが、この時の鉄骨部分の曲げの分担比(sM_d/M)の値は以下のようにして求めます。

$$sM_o < M_d \text{ の時 } sM_o / M_d$$

$$sM_o > M_d \text{ かつ } rM_o < M_d \text{ の時 } 1.0 - rM_o / M_d$$

$$sM_o > M_d \text{ かつ } rM_o > M_d \text{ の時 } sM_o / (sM_o + rM_o)$$

なお、RC部分の曲げの分担比(rM_d/M)は $1.0 - sM_d/M$ とします。

(2) 入力項目

「RC断面 設計応力」ページ

端部名称

左及び右端の名称として「両端」「外端」「内端」「全端」「基端」「先端」「他端」のいずれかを選択するか、もしくは任意の名称を入力します。

B, D (mm)

梁の幅・せい。

ML (kN・m)

長期の設計モーメント。モーメントの正負符号は、端部の上引張り・中央の下引張りを正、それ以外を負として下さい。

ME (kN・m)

地震時の曲げモーメント。正符号で入力して下さい。この値は基本的には節点位置におけるものとしますが、**地震時モーメントの採用位置**を「節点」とした場合、または**計算位置**の入力がない場合には、この値がそのまま地震時の設計モーメントになります。

QL (kN)

長期の設計せん断力。必ず正符号で入力して下さい。

QE (kN)

地震時のせん断力。正符号で入力して下さい。この値は部材全長について同一の値とします。

部材長, 計算位置 (m)

部材長は部材の節点間距離で、継手位置での設計応力を求めるために使われますので、必ず入力して下さい。計算位置は左右端の節点から梁の設計フェイス位置(地震時モーメントの採用位置)までの距離で、必要に応じて入力します。この値は以下の計算に用いられます。

- 地震時の設計モーメントの採用位置が「部材フェイス」となっている場合、下式により地震時の設計モーメントME'を求めます (Lf は計算位置の値)。

$$ME' = ME - QE \cdot Lf$$

- 短期の設計せん断力が「両端降伏時の応力から求める」とされている場合、部材の内のり長さL' を下式により求めます (L は部材長)。

$$L' = L - Lf_{左} - Lf_{右}$$

主筋

左欄が一段筋の本数(初期値2)、右欄が二段筋の本数になります。上及び下はそれぞれ上端筋、下端筋を示しています。

ST

左欄がスタラップの本数(初期値2)、右欄がピッチ(mm)を表わします。

端部にハンチがある

これが有効になっている場合は、左右端・中央について異なる断面形状を指定することが出来ます。無効の場合は、左端の入力値が中央・右端についても適用されます。

左端と中央のみ入力・計算する

これが有効になっている場合は、応力、及び計算位置などの断面データが左右対称であるものとし、右端の計算は行いません。

地震時の断面計算位置

「部材フェイス」または「節点」を選択します。これが「部材フェイス」となっている場合には、フェイス位置での設計モーメントを自動計算します。

RC部分の短期設計せん断力

RC部分の短期設計せん断力 rQd の計算式を以下のいずれかに指定します。

$$(rMd / M) \cdot Qd \quad \text{SRC規準(18.8)式}$$

$$(rMd / M) \cdot QL + \sum rMy / L' \quad \text{SRC規準(18.9)式}$$

$$(rMd / M) \cdot (QL + n \cdot QE) \quad \text{SRC規準(18.10)式}$$

ここで3番目の項目を選んだ場合はQEの割増率の値を入力します。

「鉄骨断面 使用材料」ページ

部材断面

左端・中央・右端のそれぞれについて、部材の種別をHまたはBHとします。HとBHを各部位ごとに混用する事が出来ます。Hを選択した場合には、その右側のコンボボックス中にプログラム内に登録された部材サイズがリストアップされますので、ここから部材を選定します。

部材としてBHを選択した場合は、その各寸法(せい×幅×ウェブ厚×フランジ厚)を直接入力します。

右端部材は左端に同じ

これを有効にした場合は、右端の部材入力は省略出来ます。

中央部材は左端に同じ

これを有効にした場合は、中央の部材入力は省略出来ます。

継手長 (m)

左右の端部(節点位置)から継手位置までの距離で、この値の入力がない場合には、その端部に関して継手がないものとし、継手部に関する計算を行いません。

継手部のフランジの断面欠損を考慮する

部材の継手部の断面係数を求める際に、ボルト穴(ボルト径 + 2mm)によるフランジの断面欠損を考慮するかどうかの指定です。

フランジボルト径

「継手部のフランジの断面欠損を考慮する」とされている場合に有効です。

ウェブの有効率

曲げ及びせん断に対するウェブ断面積の有効率の指定で、端部・継手部に関して別個に指定する事が可能です。ただし曲げに対する有効率は**ウェブの曲げ耐力を考慮する**とした場合に有効です。端部の有効率は主としてスカラップの存在によるもの、継手部の有効率は主として接合部のボルト欠損によるものを表します。

鉄骨材料

SS400/SN400/SM490/SN490/SM520 のいずれかとします。端部と中央で異なる鋼材を使用することができます。

コンクリート材料

設計基準強度 $F_c(N/mm^2)$ と種別(普通・軽量)の指定を行います。

鉄筋のかぶり厚 (mm)

スタラップ筋のかぶり厚(初期値40)。部材の有効せいの計算に用います。

(3) 出力項目

短期応力 MS (kN・m)

短期の設計曲げモーメント (ML+ME)。地震時の曲げとして部材フェイス位置のものを採用する、とされた場合には、フェイス位置の値に変換しています。また、地震時の正負加力方向を考慮した、上側引張り・下側引張りの両方のケースについて、それぞれ上または下の欄に表示します。

短期応力 QS (kN)

短期のせん断力。長期と地震時の値の和。

sMo (kN・m)

鉄骨の許容曲げ耐力。

rMo (kN・m)

RC部分の許容曲げ耐力。短期については、上側引張り・下側引張りの両方のケースについて、それぞれ上または下の欄に表示します。長期については、設計応力に応じて、上側引張り・下側引張りのいずれかの値を表示します。

検定比 ML, MS

長期及び短期の曲げモーメントに関する検定比(設計応力/許容耐力)を示します。この値が1より小さい時、部材耐力が設計応力をクリアしています。MS欄の上と下はそれぞれ上端引張り・下端引張りの曲げモーメントに関するものを示しています。

sQa (kN)

鉄骨の許容せん断耐力。

rQa (kN)

RC部分の許容せん断耐力。

sQd (kN)

鉄骨部分の設計せん断力と、その検定比の値を示します。

rQd (kN)

RC部分の設計せん断力と、その検定比の値を示します。

sMd / M

鉄骨部分の設計せん断力sQdの計算に用いた、鉄骨の負担曲げモーメントの比を示します。

pw (%)

せん断補強筋比。

(4) 操作

鉄筋材料の指定

使用する鉄筋の材料を各鉄筋径ごとに指定します(各データごとに変更可能)。初期値はD16以下がSD295、D19以上がSD345になっていますが、これを変更したい場合は **これらを次回起動時の初期設定にする** を有効にしてください。

メニューバー [ファイル] - [応力ファイルのインポート]

一定の書式で書かれたテキスト形式のファイルから応力データを一括して読み込むことが出来ます。詳細については「RCチャート8」の「3-3. 大梁の設計」を参照してください。

5-2. 柱の設計

(1) 計算機能

① 許容曲げ耐力

許容曲げ耐力 M_a はN-M耐力線上で $N = N_d$ (設計軸力) に対応した曲げ耐力として求めます。耐力線は、鉄骨部分の曲げ耐力とRC部分の曲げ耐力の単純累加により求めますが、鉄骨の形状により、以下に示すような二通りの累加方法を用います。

曲げがH形鋼の強軸回りに作用する場合

主としてRC部分に軸力を負担させ、図5-2-1に示す耐力線を用います。これはSRC規準17条の(17.1)(17.2)(17.3)式に対応した考え方です。

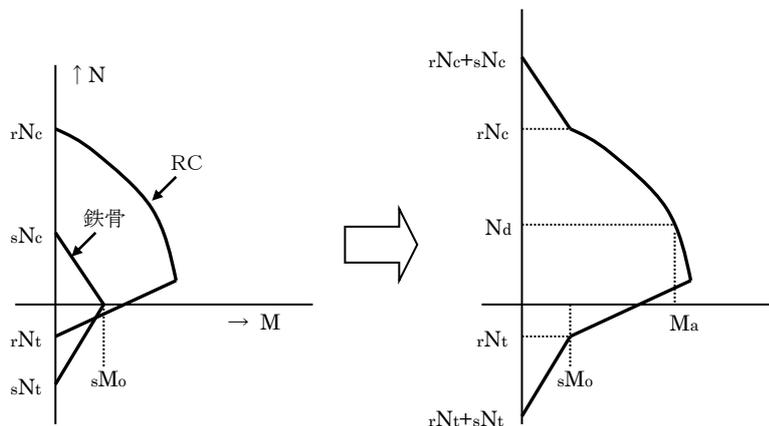


図 5-2-1 主として RC に軸力を負担させる単純累加

曲げがH形鋼の弱軸回りに作用する場合

鉄骨は軸力のみを負担するものとし、図5-2-2に示す耐力線を用います。これはSRC規準17条の(17.4)(17.5)(17.6)式に対応した考え方です。

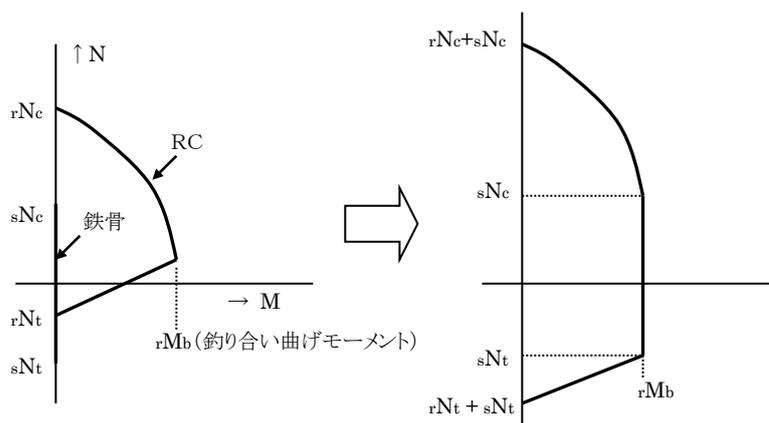


図 5-2-2 鉄骨に軸力のみを負担させる単純累加

RC部分の曲げ耐力線はRC規準14条の解説中にある(14.1)～(14.11)式により求めます。

鉄骨の曲げ耐力線は、全体形状が非対称の場合でも、鉄骨とコンクリート断面の偏心の影響は考慮せず、対称断面として求めています。また、弱軸回りの鉄骨については、軸耐力のみを考慮し、曲げ耐力は無視しています(図5-2-3)。検定比は、設計応力 M_d を耐力 M_a で除した値になります。

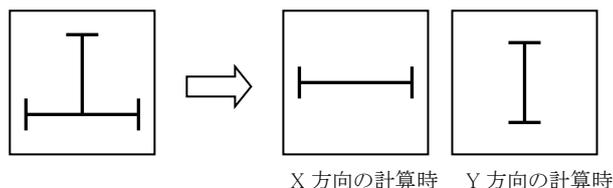


図 5-2-3 非対称鉄骨断面の取り扱い

鋼管コンクリート構造の場合

長方形断面の柱に円形鋼管・角形鋼管を内蔵した被覆型または充填被覆型の構造を取り扱うことができます。なお、円形断面の柱に鋼管を内蔵したものは取り扱いません。

被覆型については上記の「H形鋼の強軸回りに曲げが作用する場合」と同様の考え方をとります。図5-2-1の「RC」を「外周部分のRC」と読み替えてください。

充填被覆型の場合は、鋼管内部のコンクリートは圧縮のみを受けるものとし、図5-2-4のような単純累加を用います。

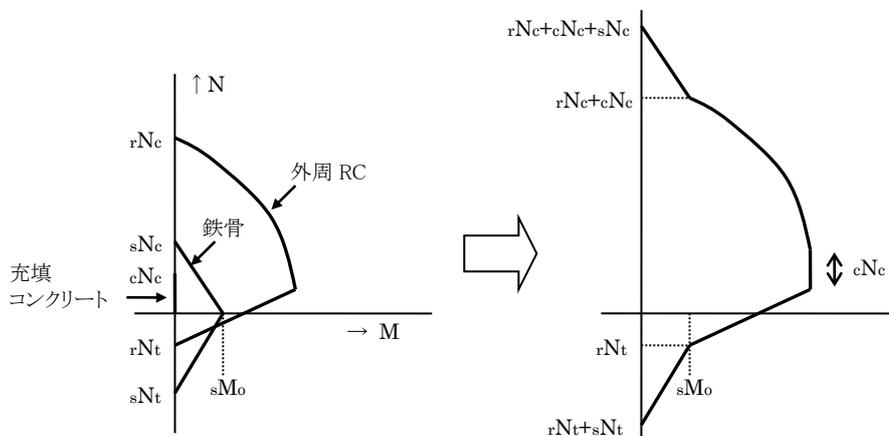


図 5-2-4 充填被覆型柱の単純累加

② 許容せん断耐力

鉄骨部分の許容せん断耐力 sQ_a 、RC部分の許容せん断耐力 rQ_a はSRC規準(18.14)～(18.21)式により求めます。検定比は 鉄骨部分の設計せん断耐力 sQ_d 、RC部分の設計せん断耐力 rQ_d に応じ、個別に求めます。

sQ_a はSRC規準(18.7)式、 rQ_a は(18.8)(18.9)(18.10)式により求めます。詳細については「5-1. 梁の設計」を参照して下さい。

(2) 入力項目

「RC断面 設計応力」ページ

B, D (mm)

柱の幅・せい。断面形状が円形の場合には **D** (直径) の値のみが有効です。計算する方向が XY 両方向の場合には X 方向に関する値のみを入力します (Y 方向については B と D を入れ替えた値が自動的に組み込まれます)。

NL (kN)

長期の軸力。

NE (kN)

正加力地震時の軸力。引張りとなる場合には負符号付きで入力して下さい。

ML (kN・m)

長期の設計モーメント。モーメントの生ずる向き(左または右側引張り)については考慮していませんので、通常は正符号で入力して下さい。加力方向の正負にかかわらず、短期の設計曲げモーメント MS は $ML+ME$ として求めています。

ME (kN・m)

地震時の曲げモーメント。必ず正符号で入力して下さい。この値は基本的には節点位置におけるものとしますが、「計算位置」の値が入力された場合には、これをフェイス位置のモーメントに変換します。「計算位置」の入力がない場合はこの値がそのまま地震時の設計モーメントになります。

QL (kN)

長期の設計せん断力。正符号で入力して下さい。

QE (kN)

地震時の設計せん断力。正符号で入力して下さい。

計算位置 (m)

節点から柱の設計フェイス位置(地震時モーメントの採用位置)までの距離で、必要に応じて入力します。この値が入力され、かつ地震時の設計モーメントの採用位置を「部材フェイス」とした場合、下式により地震時の設計モーメントME'を求めます(Lfは計算位置の値)。

$$ME' = ME - QE \cdot Lf$$

円形柱

これが有効な場合は、コンクリート断面が円形であるものとし、断面形状のうちのD(直径)のみが有効なデータになります。

計算する方向

XまたはY方向の計算のみを行いたい場合はXまたはYのいずれかのみを有効にして下さい。

地震時の検定位置

「部材フェイス」または「節点」を選択します。「部材フェイス」となっている場合には、フェイス位置での設計モーメントを自動計算します。

主筋

長方形柱の場合はXY各方向ごとの引張り鉄筋の本数、円形柱の場合には主筋の全本数を入力します。円形柱の場合でX方向とY方向の本数が異なっている場合には、いずれか大きいほうの値を採用します。

HOOP

フープ筋の本数と間隔を入力します。

短期設計せん断力

RC部分の短期設計せん断力rQdの計算に関する指定を行います。

算定式

以下のいずれかを選択します。

$(rMd / M) \cdot Qd$	SRC規準(18.8)式
$\Sigma rMy / L'$	SRC規準(18.22)式
$(rMd / M) \cdot n \cdot QE$	SRC規準(18.10)式

条件 梁の ΣMy

SRC規準(18.22)式により柱のメカニズムから設計せん断力を求めるとした場合、柱頭と柱脚について、各々「柱降伏」または「梁降伏」の条件を選択します。「梁降伏」とした場合には、左右の梁の降伏モーメントの和 ΣMy を入力してください。

内のり高さ (m)

SRC規準(18.22)式により柱のメカニズムから設計せん断力を求めるとした場合の柱の可とう長さ。

QEの割増率

SRC規準(18.10)式により、地震時せん断力の割増しにより設計せん断力を求めるとした場合の割増率の値。

「鉄骨断面 使用材料」ページ

全体形状

H形鋼を使用する場合は、その全体形状として「十字形」「T字形」もしくは「単材」を指定します。鉄骨の最大曲げ耐力の値は、十字形・T字形とも同じになりますが、鉄骨の軸耐力と、圧縮側の鉄骨断面積を考慮したコンクリートの有効圧縮強度の値は異なってきます。鋼管コンクリート柱の場合は□(角形鋼管)または○(円形鋼管)を選び、さらに「被覆型」「充填被覆型」を指定します。

H形鋼の場合

XYの各方向ごとに部材種別をHまたはBHとします。Hを選択した場合には、その右側のコンボボックス中に、プログラム内に登録された部材サイズがリストアップされますので、ここから部材を選定します。鉄骨の形状がT形になる場合は、そ

れをBHとして入力して下さい。

部材としてBHを選択した場合はその各寸法（せい×幅×ウェブ厚×フランジ厚）を直接入力します。

ウェブの有効率は曲げ及びせん断に対するウェブ断面積の有効率の指定です。ただし、曲げに対する有効率はウェブの曲げ耐力を考慮するとした場合に有効です。

角形鋼管の場合

部材として角形鋼管を使用した場合はその各寸法（X方向辺長 D_x ×Y方向辺長 D_y ×板厚 t ×隅部 r ）を直接入力します。 r の値は省略可能です。

円形鋼管の場合

部材として円形鋼管を使用した場合はその各寸法（直径 D ×板厚 t ）を直接入力します。

使用鋼材

SS400/SN400/SM490/SN490/SM520のいずれかとします。角形鋼管の場合はBCP235/BCP325/BCR295も選択できます。

コンクリート材料

設計基準強度 $F_c(N/mm^2)$ と種別（普通・軽量）の指定を行います。

鉄筋のかぶり厚（mm）

フープ筋のかぶり厚（初期値40）。部材の有効せいの計算に用います。

(3) 出力項目

短期応力 NS (kN)

短期の設計軸力。記号の後にある+は正加力時、-は負加力時を表しています。軸力が圧縮の場合は正、引張りの場合は負の値で表示されます。

短期応力 MS (kN・m)

短期の設計モーメント（ $ML+ME$ ）。地震時の曲げとしてフェイス位置のものを採用する、とされた場合にはフェイス位置の値に変換しています。

短期応力 QS (kN)

短期のせん断力。長期と地震時の値の和。

sMo (kN・m)

鉄骨が曲げのみを受ける場合の許容曲げモーメントの値。

rNc (kN)

RC部分が軸力のみを受ける場合の許容圧縮力。充填被覆型の場合は充填コンクリート部分の許容圧縮力を含んだ値になります。

rNt (kN)

RC部分が軸力のみを受ける場合の許容引張り力。

検定比 ML, MS, QL

長期曲げモーメント・短期曲げモーメント・長期せん断力に関する検定比(設計応力/許容耐力)を示します。この値が1より小さい時、部材の耐力が設計応力をクリアしています。MSの欄の+は正加力時、-は負加力時の検定比を示します。

sQa (kN)

鉄骨の許容せん断耐力。

rQa (kN)

RC部分の許容せん断耐力。

sQd (kN)

鉄骨部分の設計せん断力と検定比の値を示します。

rQd (kN)

RC部分の設計せん断力と検定比の値を示します。

(4) 操作

鉄筋材料の指定

使用する鉄筋の材料を各鉄筋径ごとに指定します(各データごとに変更可能)。初期値はD16以下がSD295、D19以上が

SD345になっていますが、これを変更したい場合は これらを次回起動時の初期設定にする を有効にしてください。

メニューバー [ファイル] - [応力ファイルのインポート]

一定の書式で書かれたテキスト形式のファイルから応力データを一括して読み込むことが出来ます。詳細については「RCチャート8」の「3-4. 柱の設計」を参照してください。

耐力線の表示

短期の耐力線を描画します。また、耐力線の図中に設計応力を示す線分を赤色で表示しています。

5-3. 非埋込み柱脚の設計

(1) 計算機能

① 許容曲げ耐力

許容曲げ耐力 M_a はN-M耐力線上で $N = N_d$ (設計軸力)に対応した曲げ耐力として求めます。耐力線は、ベースプレート下部の耐力線 (コンクリート+アンカーボルト) と、ベース周辺部分の耐力線 (コンクリート+鉄筋) の単純累加により求めます。単純累加の方法はSRC規準183頁の「図22.8 一般化累加強度式に近い累加の方法」を用いています。図5-3-1にその耐力線の概略を示しますが、記号の意味、その他の詳細についてはSRC規準の該当箇所を参照して下さい。

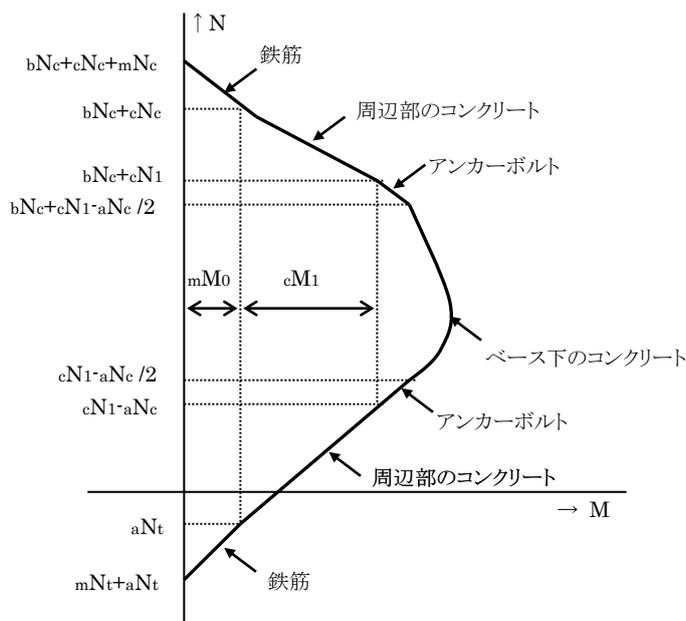


図 5-3-1 非埋込柱脚の耐力線

② 許容せん断耐力

許容せん断耐力はベースプレート下面の耐力と周辺のコンクリート部分の耐力の和とします。ベースプレート下面の耐力は、摩擦によるものとアンカーボルトのせん断耐力の和とします。この時、摩擦係数は0.4とします。また、アンカーボルトの許容せん断耐力は、引張り力とせん断力を同時に受けるものとして低減した許容せん断応力度を用いて求めています。

周辺のコンクリート部分のせん断耐力はSRC規準(22.10)式により求めます。

(2) 入力項目

「RC断面 設計応力 使用材料」ページ

B, D (mm)

柱の幅・せい。計算する方向がXY両方向の場合にはX方向に関する値のみを入力してください(Y方向についてはBとDを入れ替えた値が自動的に組み込まれます)。

NL (kN)

長期の軸力。

NE (kN)

正加力地震時の軸力。引張りとなる場合には負符号付きで入力して下さい。

ML (kN・m)

長期の設計モーメント。モーメントの生ずる向き(左または右側引張り)については考慮していませんので、通常は正符号で入力して下さい。加力方向の正負にかかわらず、短期の設計曲げモーメントMSはML+MEとして求めています。

ME (kN・m)

地震時の曲げモーメント。正符号で入力して下さい。この値は基本的には節点位置におけるものとし、「計算位置」の値が入力された場合には、これをフェイス位置のモーメントに変換します。「計算位置」の入力がない場合には、この値がそのまま地震時の設計モーメントになります。

QL (kN)

長期の設計せん断力。正符号で入力して下さい。

QE (kN)

地震時の設計せん断力。正符号で入力して下さい。

計算位置 (m)

節点から柱の設計フェイス位置(地震時モーメントの採用位置)までの距離で、必要に応じて入力します。この値が入力された場合、下式により地震時の設計モーメント ME' を求めます (L_f は計算位置の値)。

$$ME' = ME - QE \cdot L_f$$

計算方向

XまたはY方向の計算のみを行いたい場合は X または Y のいずれかのみを有効にして下さい。

主筋

主筋の径と、XY 各方向ごとの引張り鉄筋の本数を入力します。

HOOP

フープ筋の径のみを指定します。この値はベースプレート周辺の RC 断面の有効せいの計算に用いられます。

せん断補強用縦筋

せん断補強用に柱脚に設けた縦筋の本数を入力します。鉄筋径は主筋と同じになります。

コンクリート材料

設計基準強度 $F_c(N/mm^2)$ と種別 (普通・軽量) の指定を行います。

鉄筋のかぶり厚 (mm)

フープ筋のかぶり厚 (初期値40)。部材の有効せいの計算に用います。

アンカーボルト材料

SS400/SN400/SM490/SN490/SM520 のいずれかとします。

「鉄骨断面 ベース形状」ページ

全体形状

H 形鋼の場合はその全体形状として「十字形」「T字形」「単材」、鋼管コンクリートの場合は「角形鋼管」「円形鋼管」を選びます。ここで設定する柱鉄骨に関する値は、ベースプレート周辺の RC 断面の耐力計算時の「圧縮側の鉄骨断面積を考慮したコンクリートの有効圧縮強度」の計算に用いられます。

H 形鋼の場合

XY の各方向ごとに部材の種別を H または BH とします。H の場合には、その右側のコンボボックス中に、プログラム内に登録された部材サイズがリストアップされますので、ここから部材を選定します。鉄骨の形状が T 形になる場合は BH として入力して下さい。

BH を選択した場合は、その各寸法 (せい×幅×ウェブ厚×フランジ厚) を直接入力します。

角形鋼管の場合

部材として角形鋼管を使用した場合はその各寸法 (X 方向辺長 D_x ×Y 方向辺長 D_y ×板厚 t ×隅部 r) を直接入力します。 r の値は省略可能です。

円形鋼管の場合

部材として円形鋼管を使用した場合はその各寸法 (直径 D ×板厚 t) を直接入力します。

ベース形状 (mm)

ベースプレートの大きさ (B_x , B_y) とアンカーボルトの間隔 (A_x , A_y) を入力します。ベースプレートが長方形でない場合には長方形に換算した形状を入力して下さい。

アンカーボルト

アンカーボルトの径と本数を入力します。アンカーボルトの最低本数は XY 各方向について 2 本になります。

(3) 出力項目

短期応力 NS (kN)

短期の設計軸力。記号の後にある+は正加力時、-は負加力時を表しています。軸力が圧縮の場合は正、引張りの場合は負の値で表示されます。

短期応力 MS (kN・m)

短期の設計モーメント (ML+ME)。地震時の曲げとしてフェイス位置のものを採用する、とされた場合には、フェイス位置の値に変換しています。

短期応力 QS (kN)

短期のせん断力。長期と地震時の値の和。

aNt (kN)

アンカーボルトが軸力のみを受ける場合の許容引張り力。

aMt (kN・m)

アンカーボルトが曲げのみを受ける場合の許容曲げモーメント。

bNc (kN)

ベースプレート下部のコンクリートが軸力のみを受ける場合の許容圧縮力。

mNt (kN)

主筋が軸力のみを受ける場合の許容引張り力。

mMo (kN・m)

主筋が曲げのみを受ける場合の許容曲げモーメント。

cNc (kN)

ベースプレート周辺のコンクリートが軸力のみを受ける場合の許容圧縮力。

cN1 (kN)

ベースプレート周辺のコンクリートに、許容曲げモーメントの最大値 cM1 が発生する時の軸力の値。

cM1 (kN・m)

ベースプレート周辺のコンクリートの許容曲げモーメントの最大値。

検定比 ML, MS, QL, QS

長期曲げモーメント・短期曲げモーメント・長期せん断力・短期せん断力に関する検定比(設計応力/許容耐力)を示します。この値が1より小さい時、部材の耐力が設計応力をクリアしています。MS の欄の+は正加力時、-は負加力時の検定比を示します。

sQa (kN)

ベースプレート下部の摩擦、及びアンカーボルトによる許容せん断耐力。

rQa (kN)

ベースプレート周辺のコンクリートの許容せん断耐力。

(4) 操作

鉄筋材料の指定

使用する鉄筋の材料を各鉄筋径ごとに指定します(各データごとに変更可能)。初期値はD16以下がSD295、D19以上がSD345になっていますが、これを変更したい場合は **これらを次回起動時の初期設定にする** を有効にしてください。

耐力線の表示

短期の耐力線を描画します。また、耐力線の図中に設計応力を示す線分を赤色で表示しています。

5-4. 埋込み柱脚の設計

(1) 計算機能

① 設計応力

SRC規準(22.15)式によりベースプレート下面の設計曲げモーメントを計算します。ただし、同規準の解説にある通り、埋込み長さが小さく、 $b_h < h_s$ となる場合にはこの式は適用出来ませんので、同規準(解22.11)式を用います。

ベースプレート下面の設計軸力は以下の何れかの方法で計算します。

$$\bullet N_d - cN_1$$

N_d : 柱脚位置における設計軸力

cN_1 : ベースプレート外周のコンクリートに最大の曲げが発生する時の軸力。

- ベースプレート下部の断面に最大の曲げが発生するような軸力を負担させる。
- 軸力を負担させない。

② 許容曲げ耐力

許容曲げ耐力の計算は、ベースプレート下面のコンクリートとアンカーボルトの耐力線を単純累加したSRC規準の図22.5に示すものを用います。

③ 許容せん断耐力

埋込み長さが小さく、 $b_h < h_s$ となる場合のみ、せん断に関する検定を行います。

許容せん断耐力は、ベースプレート下面の摩擦によるものとアンカーボルトのせん断耐力の和とします。この時の摩擦係数は0.4とします。

④ 必要埋込み長さ

両端降伏メカニズム時にベースプレート位置における設計曲げモーメントが0になるために必要な埋込み長さをSRC規準(解22.10)式により求めます。

(2) 入力項目

「RC断面 設計応力 使用材料」ページ

B, D (mm)

柱の幅・せい。計算する方向がXY両方向の場合には、X方向に関する値のみを入力してください(Y方向についてはBとDを入れ替えた値が自動的に組み込まれます)。

NL (kN)

長期の軸力。

NE (kN)

正加力地震時の軸力。引張りとなる場合には負符号付きで入力して下さい。

ML (kN・m)

長期の設計モーメント。モーメントの生ずる向き(左または右側引張り)については考慮していませんので、通常は正符号で入力して下さい。加力方向の正負にかかわらず、短期の設計曲げモーメントMSは $ML+ME$ として求めています。

ME (kN・m)

地震時の曲げモーメント。正符号で入力して下さい。この値は基本的には節点位置におけるものとし、「計算位置」の値が入力された場合には、これをフェイス位置のモーメントに変換します。「計算位置」の入力がない場合には、この値がそのまま地震時の設計モーメントになります。

QL (kN)

長期の設計せん断力。正符号で入力して下さい。

QE (kN)

地震時の設計せん断力。正符号で入力して下さい。

計算位置 (m)

節点から柱の設計フェイス位置(地震時モーメントの採用位置)までの距離で、必要に応じて入力します。この値が入力された場合、下式により地震時の設計モーメント ME' を求めます(L_f は計算位置の値)。

$$ME' = ME - QE \cdot L_f$$

内のり高さ (m)

この値は必要埋込み長さ b_h の計算に必要な $sQ_d (= 2 \cdot sM_0 / h')$ の値を求めるために用いられます。この値の入力がない場合には必要埋込み長さの計算は行われません。

中柱・側柱

許容支圧応力度の計算時に用いられます。SRC 規準(22.16)式、ならびにその解説を参照して下さい。

計算方向

XまたはY方向の計算のみを行いたい場合は「X」または「Y」のいずれかのみを有効にして下さい。

主筋

主筋の径と、XY 各方向ごとの引張り鉄筋の本数を入力します。

HOOP

柱の埋込み部分をフープにより補強している場合に、その径と間隔を指定します。この値は許容支圧応力度の計算時に用いられるもので、「側柱」と指定された方向についてのみ使用されます。SRC 規準(22.16)式、ならびにその解説を参照して下さい。

コンクリート材料

設計基準強度 F_c (N/mm²) と種別 (普通・軽量) の指定を行います。

鉄筋のかぶり厚 (mm)

フープ筋のかぶり厚 (初期値40)。部材の有効せいの計算に用います。

柱の鋼材

SS400/SN400/SM490/SN490/SM520 のいずれかとします。角形鋼管の場合は BCP235/BCP325/BCR295 も選択できます。

アンカーボルト材料

SS400/SN400/SM490/SN490/SM520 のいずれかとします。

「鉄骨断面 ベース形状 計算制御」ページ

全体形状

H 形鋼の場合はその全体形状として「十字形」「T字形」「単材」、鋼管コンクリートの場合は「角形鋼管」「円形鋼管」を選びます。ここで設定する柱鉄骨に関する値は、ベースプレート周辺の RC 断面の耐力計算時の「圧縮側の鉄骨断面積を考慮したコンクリートの有効圧縮強度」の計算に用いられます。

H 形鋼の場合

XY の各方向ごとに部材の種別を H または BH とします。H の場合には、その右側のコンボボックス中に、プログラム内に登録された部材サイズがリストアップされますので、ここから部材を選定します。鉄骨の形状が T 形になる場合は BH として入力して下さい。

BH を選択した場合は、その各寸法 (せい×幅×ウェブ厚×フランジ厚) を直接入力します。

角形鋼管の場合

部材として角形鋼管を使用した場合はその各寸法 (X 方向辺長 D_x ×Y 方向辺長 D_y ×板厚 t ×隅部 r) を直接入力します。 r の値は省略可能です。

円形鋼管の場合

部材として円形鋼管を使用した場合はその各寸法 (直径 D ×板厚 t) を直接入力します。

ベース形状 (mm)

ベースプレートの大きさ (B_x , B_y) とアンカーボルトの間隔 (A_x , A_y) を入力します。ベースプレートが長方形でない場合には長方形に換算した形状を入力して下さい。

柱脚の埋込み長さ (mm)

梁の上端から柱脚のベースプレート位置までの距離。

アンカーボルト

アンカーボルトの径と本数を入力します。アンカーボルトの最低本数は XY 各方向について 2 本になります。

鉄骨の負担曲げ sM_d の設定方法

以下のいずれかとします。

- $sM_d = sM_0 / (sM_0 + rM)$
 sM_0 : 曲げのみが作用している場合の許容曲げ耐力
 rM : 設計軸力が作用している場合の、RC部分の許容曲げ耐力
- $sM_d = sM_0$

ベース下部の負担軸力 bN の値

「(1) 計算機能」を参照して下さい。

(3) 出力項目

短期応力 NS (kN)

短期の設計軸力。記号の後にある+は正加力時、-は負加力時を表しています。軸力が圧縮の場合は正、引張りの場合は負の値で表示されます。

短期応力 MS (kN・m)

短期の設計モーメント ($ML+ME$)。地震時の曲げとして部材フェイス位置のものを採用する、とされた場合には、フェイス位置の値に変換しています。

短期応力 QS (kN)

短期のせん断力。長期と地震時の値の和。

sMd (kN・m)

柱脚位置において鉄骨が負担している曲げモーメント。短期の場合、記号の後にある+は正加力時、-は負加力時を表しています。

sQd (kN)

柱脚位置において鉄骨が負担しているせん断力。

bM (kN・m)

ベースプレート下面における設計曲げモーメント、及びそれに対する検定比(設計応力/許容耐力)の値を示します。

bN (kN)

ベースプレート下面における設計軸力。

bQ (kN)

ベースプレート下面における設計せん断力、及びそれに対する検定比の値を示します。せん断力に関する計算が行われるのは、埋込み長さが小さく、 $b_h < h_s$ となる場合のみです。それ以外のケースでは空欄になります。

必要 b_h (mm)

SRC 規準(解 22.10)式により求められる、両端降伏メカニズム時にベースプレート位置における設計曲げモーメントが 0 になるために必要な埋込み長さを参考値として出力しています。

(4) 操作

鉄筋材料の指定

使用する鉄筋の材料を各鉄筋径ごとに指定します(各データごとに変更可能)。初期値はD16以下がSD295、D19以上がSD345になっていますが、これを変更したい場合は **これらを次回起動時の初期設定にする** を有効にしてください。

5-5. 柱梁接合部の設計

(1) 計算機能

SRC規準(20.1)(20.2)式により、柱梁接合部に必要とされる鉄骨ウェブの板厚の計算を行います。長期応力に対して必要な板厚 t_{w1} は、規準(20.1)式を変換した下式により計算します。

$$t_{w1} = \left\{ \frac{h' (bM_1 + bM_2)}{h \cdot cV \cdot 3f_s} - 1 \right\} \frac{m_{cd} \cdot c_b}{15s_{cd}}$$

短期応力に対して必要な板厚 t_{w2} は、規準(20.2)式を変換した下式により計算します。

$$t_{w2} = \left\{ \frac{h' (bM_1 + bM_2)}{h} - cV_e (2f_s \cdot j \delta + p_w \cdot w_f t) \right\} \frac{1}{s_{cd} \cdot s_{cd} \cdot s_{f_s}}$$

各記号の意味についてはSRC規準本文を参照して下さい。

また、とくに指定がある場合には、SRC規準(35.1)式により曲げに換算した終局せん断耐力 M_u を計算し、下式にて検定を行います。

$$M_u \geq (h' / h) (bM_1 + bM_2)$$

bM_1, bM_2 : 終局時の左側および右側の梁の曲げモーメント

(2) 入力項目

階高

ここで入力された上下階の階高の平均値を SRC 規準(20.1)(20.2)式の h の値とします。また、この h の値から梁せいを差し引いたものを、同式中の h' の値とします(図 5-5-1)。

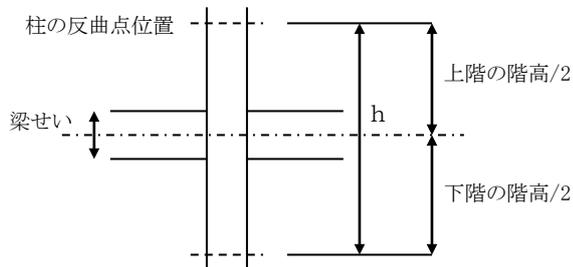


図 5-5-1 hの設定方法

接合部の形状

「左側に梁がある」「右側に梁がある」「上部に柱がある」の各設定は SRC 規準表 20.2 中の $j \delta$ の設定に用いられます。

計算の制御

終局時の検討を行う と指定された場合は、曲げに換算した終局せん断力の計算・表示を行います。

柱の断面

B, D (mm)

柱のコンクリート断面の幅・せい。

dt (mm)

柱のコンクリート縁から主筋の重心位置までの距離(初期値 60)。

接合部内の HOOP

柱接合部内のフープ筋の径と間隔を入力します。本数は 2 本とします。

柱の鉄骨断面

部材種別を H または BH とします。H とした場合は、その右側のコンボボックス中にプログラム内に登録された部材サイズがリストアップされますので、ここから部材を選定します。BH とした場合は、その各寸法(せい×幅×ウェブ厚×フランジ厚)を直接入力します。

接合部パネルの板厚 (mm)

初期設定は「柱のウェブ厚と同じ」となっていますが、これと異なる場合は「右の値」を選び、板厚を入力してください。
この値は、必要板厚との比較、および終局耐力の計算に用いられるものです。

梁の断面

純鉄骨梁

梁が純鉄骨の場合はこれを有効にして下さい。この場合、以下の $B \cdot D \cdot dt$ の値は無効になります。

B, D (mm)

梁のコンクリート断面の幅・せい。左右の梁断面が異なる場合は、一般に、せいの大きい方の断面を入力して下さい。

dt (mm)

梁のコンクリート縁から主筋の重心位置までの距離(初期値 60)。

梁の鉄骨断面

部材種別を H または BH とします。H とした場合は、その右側のコンボボックス中にプログラム内に登録された部材サイズがリストアップされますので、ここから部材を選定します。BH とした場合は、その各寸法 (せい×幅×ウェブ厚×フランジ厚) を直接入力します。

ML (kN・m)

左右の梁の長期の設計モーメント。上引張りとなるような曲げモーメントの場合を正符号で入力して下さい。

ME (kN・m)

地震時の曲げモーメント。正負加力時は自動的に考慮します(正負加力時の大きいほうを短期曲げとして採用します)ので、正符号で入力して下さい。

Mm (kN・m)

「終局時の検討を行う」とした場合に、対象とする限界状態時の曲げモーメントを入力します。

鋼材

接合部パネルの材質で、SS400/SN400/SM490/SN490/SM520 のいずれかとします。

コンクリート材料

設計基準強度 $F_c(N/mm^2)$ と種別 (普通・軽量) の指定を行います。

(3) 出力項目

設計曲げモーメントから定められる接合部の鉄骨パネルの必要厚さを、長期・短期ごとに出力します。

「終局時の検討を行う」とされた場合には、曲げに換算した終局耐力 M_u と終局時の検定結果を出力します。

(4) 操作

鉄筋材料の指定

使用する鉄筋の材料を各鉄筋径ごとに指定します(各データごとに変更可能)。初期値はD16以下がSD295、D19以上がSD345になっていますが、これを変更したい場合は これらを次回起動時の初期設定にする を有効にしてください。

5-6. 耐震壁の設計

(1) 計算機能

SRC規準25条の式に従い、耐震壁の許容せん断耐力の計算を行います。ただし、ここで対象とするのは、両側にSRC柱がある1スパンの耐震壁で、柱に取り付くことで壁の存在は無視します。

以下に、このプログラムで使用した計算式を掲げておきます。

$$wQ_A = \max(wQ_{A1}, wQ_{A2}) \quad \text{規準(25.2)式}$$

$$wQ_{A1} = r \cdot w \cdot t \cdot l \cdot f_s (1 + \beta) \quad \text{規準(25.3)式}$$

$$wQ_{A2} = \sum wQ + \sum cQ \quad \text{規準(25.4)式}$$

開口がある場合の開口低減率はSRC規準(25.8)式により計算しますが、ここにある、開口の高さから求められる低減率 r_3 の適用についてはユーザーが選択できるようになっています。

ユーザーの指定があった場合は開口補強に関する検討を行います。

これはSRC規準(25.14)(25.15)(25.16)式により行いますが、ただし耐力に算入する鉄筋は縦・横・斜めに配された開口補強筋のみとし、開口周辺の壁筋あるいは柱筋・梁筋は考慮しません。つまり、上の各式の左辺の第一項のみを考慮し、第二項の値は無視しています。

(2) 入力項目

「断面 設計応力」ページ

スパン長 (m)

左右の柱芯間の距離(図 5-6-1 の L)。

階高 (m)

上下の梁芯間の距離(図 5-6-1 の H)。

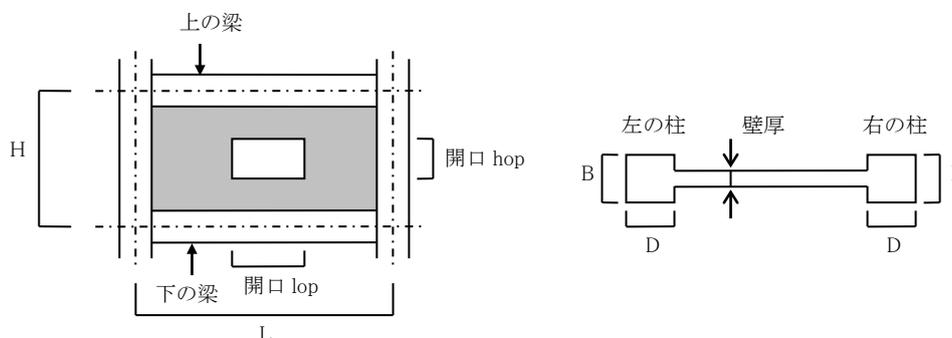


図 5-6-1 耐震壁の各部名称

壁筋

壁筋の径及び間隔(mm) を入力します。壁筋はつねにダブル配筋で、縦横とも同配筋とします。

開口 lop, hop (m)

開口がある場合、「開口部の水平断面への投影長さの和 lop」と「開口部の鉛直断面への投影高さの和 hop」を入力します。開口が一つしかない場合はその幅と高さになりますが、複数の開口がある場合はそれを勘案した値になります。

内蔵ブレースの断面積 (cm²) 内蔵鉄板の厚さ (mm)

これらに関して何らかの数値が入力された場合、耐震壁の内部にブレースまたは鉄板があるものとします。ただし、ブレースと鉄板を同時に指定することは出来ません。

柱断面 (mm)

左右の柱の幅 B 及びせい D を入力します(図5-6-1)。

HOOP

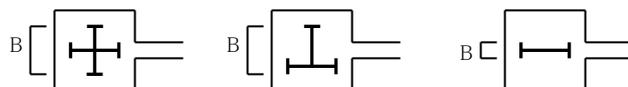
左右の柱のフープ筋の径とピッチを入力します。本数はつねに2本とします。

鉄骨断面

左右の柱の鉄骨断面(H形)を「せい×幅×ウェブ厚×フランジ厚」の形式で入力します。柱のせん断耐力の計算に用いられます。

耐震壁に直交する方向の鉄骨せい

これは、柱のせん断耐力を求める際のコンクリートの有効幅 b' の算出に用いられる値です(図 5-6-2)。



B:耐震壁に直交する方向の鉄骨せい

図 5-6-2 耐震壁に直交する方向の鉄骨せい

すべて左側の柱に同じ

これを有効にした場合は、右側の柱に関する入力を省略出来ます。

QE (kN)

耐震壁に作用する水平力

QE の割増率

設計せん断力の算出時に、上記の Q に乗じる割増率の値(初期値 1.5)。

「計算制御 使用材料」ページ

開口の高さによる低減率 $r3$ を適用する

これを有効にした場合は、「開口上下の破壊の原因となりうる開口部の高さの和 $\sum h_o(m)$ 」「最下階の梁下面から最上階の梁上面までの高さ $\sum h(m)$ 」「当該階から下の壁または基礎梁が変形しないと仮定することに伴う係数 λ 」を入力します。詳細についてはSRC規準の該当箇所を参照してください。

耐力の採用値

SRC 規準によれば、耐震壁のせん断耐力は $wQa1$ (壁のひび割れを許容しない耐力)と $wQa2$ (壁のひび割れを許容した耐力)の大きいとしてよいとされていますが、ここで $wQa1$ または $wQa2$ をそのまません断耐力とするように変更できます。

開口補強筋

開口があり、かつ開口補強に関する検討を行う場合は開口補強筋の検定を行うを有効にした上で、縦・横・斜めの開口補強筋の径と本数を入力します。

使用鋼材

柱・梁、および内蔵鉄骨ごとに SS400/SN400/SM490/SN490/SM520 のいずれかを指定します。

コンクリート材料

設計基準強度 $F_c(N/mm^2)$ と種別(普通・軽量)の指定を行います。

(3) 出力項目

l (mm)

耐震壁の全せい。

le (mm)

壁板の有効せい。

wp (%)

壁のせん断補強筋比。

wQa1, wQa2 (kN)

SRC 規準(25.3)及び(25.4)式から求められる耐震壁の許容せん断力の値。

wQ (kN)

SRC 規準(25.5)式から求められる壁板の許容せん断力の値。

wsQa (kN)

内蔵ブレースまたは鉄板の許容せん断力の値。

cQ (kN)

左右の柱の許容せん断力。

wQ_a (kN)

SRC 規準(25.2)式から求められる無開口耐震壁の許容せん断力の値。

開口低減率

SRC 規準(25.8)式から得られる $r_1 \cdot r_2 \cdot r_3$ 及び r の値。

$r \cdot wQ_a$ (kN)

開口低減率を考慮した耐震壁の許容せん断力の値。

Q_d (kN)

壁の設計せん断力。入力された地震時せん断力に割増し率を乗じた値。

開口隅角部の付加斜張力の検討

SRC 規準(25.14)式から求められる耐力と設計応力の比較を示します。

開口左右の付加曲げモーメントの検討

SRC 規準(25.15)式から求められる耐力と設計応力の比較を示します。

開口上下の付加曲げモーメントの検討

SRC 規準(25.16)式から求められる耐力と設計応力の比較を示します。

(4) 操作

鉄筋材料の指定

使用する鉄筋の材料を各鉄筋径ごとに指定します(各データごとに変更可能)。初期値はD16以下がSD295、D19以上がSD345になっていますが、これを変更したい場合は **これらを次回起動時の初期設定にする** を有効にしてください。

5-7. 床の振動

(1) 計算機能

床スラブの固有振動数と所定の衝撃力に対する変位振幅の計算を行い、それを評価曲線上にプロットして振動に関する検証を行います。

1991年版のRC規準には、巻末に「付11. 床スラブの振動」という章があり、その中に「1. 床スラブの振動苦情・障害」「2. 振動感覚の評価」「3. 長方形スラブの振動数と振幅」の各項がありました。しかし1999年の改訂版以降、この章は「付5. 床スラブの振動評価」となり、同時に、従来あった「3. 長方形スラブの振動数と振幅」の項は削除されています(その他の内容は全く同じです)。

このプログラムでは、主として1991年版のRC規準(以下「旧RC規準」と略記)を参照しながら固有振動数と変位振幅の計算を行っています。

① 固有振動数の計算

旧RC規準にしたがい、周辺単純支持として下式により固有振動数 f_v をもとめます。

$$f_v = \frac{\pi}{2lx^2} \left[1 + \frac{ly^2}{lx^2} \right] \sqrt{\frac{D}{\rho \cdot t}}$$

- lx : 床スラブの短辺の長さ
- ly : 床スラブの長辺の長さ
- t : 床スラブの厚さ
- ρ : 床スラブの密度
- D : 床スラブの曲げ剛性 = $E t^3 / 12(1 - \nu^2)$
- E : ヤング係数
- ν : ポアソン比(= 0.2)

② 剛性の計算

床スラブの剛性 k は、単純支持の長方形スラブの中央に荷重 P が作用した時の最大変位 δ から P/δ として求めることができますが、以下の式をもとにこれを計算します(チモシェンコ・ヴォアノフスキー・ラー共著「板とシェル理論」ブレイン図書出版)。

$$\delta = \frac{P \cdot lx^2}{2 \pi^3 D} \sum_{m=1}^{\infty} \frac{1}{m^3} \left[\tanh \alpha_m - \frac{\alpha_m}{\cosh^2 \alpha_m} \right]$$

- $\alpha_m = m \cdot \pi \cdot ly / 2lx$
- D : 床スラブの曲げ剛性(前述)

③ 有効質量の計算

以上により、床スラブの固有振動数 f_v と剛性 k が得られるので、下式の関係から有効質量 Me を求めます(この算定手順は旧RC規準にあるものとは異なりますが、実質的には同じものです)。

$$f_v = \frac{1}{2 \pi} \sqrt{\frac{k}{Me}}$$

④ 変位振幅の計算

変位振幅は旧RC規準にしたがい、図5-7-1にあるような正弦波の衝撃パルス F が加わった時の最大応答変位として求めています。

ただし、このプログラムでは、そのつど応答計算を行うことはせず、一定刻みの $t_0 \cdot f_v$ (t_0 は衝撃力の作用時間)と減衰定数 h をパラメータにした応答計算をおらかじめ行い、その最大値を数値テーブルとしてもつことにより、与えられた条件による最大応答変位を直線補間にてもとめています(旧RC規準の付図11.5を参照)。

このようにして求めた最大振幅を下式による係数 Cr で割ることにより、検証用の振幅の実効値とします。

$$Cr = \sqrt{2} (2f_v)^{0.35}$$

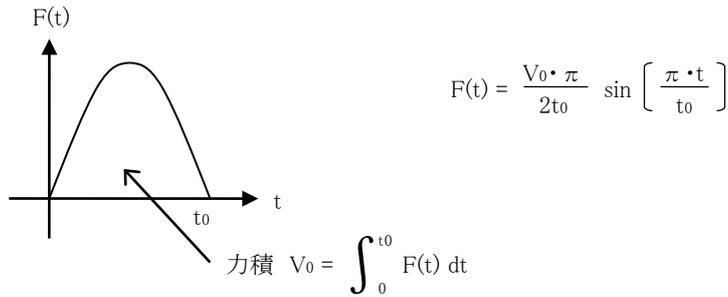


図5-7-1. 正弦衝撃パルス

⑤ 性能の検証

性能検証のための振動評価曲線はRC規準にあるもの（環境係数1/2/4/8）、または日本建築学会「建築物の振動に関する居住性能評価指針・同解説（2004）」の図I.1「鉛直振動に関する性能評価曲線」（V-10/30/50/70/90）を用います。ただし後者の場合は、図I.1そのものではなく、これをトリパタイト図に変換した図3.3の方を用いています。

(2) 入力項目

Lx (m)

床スラブの短辺方向の長さ。一般には周辺梁の軸心間の距離とします。対象とする床スラブの範囲を「四周を大梁で囲まれた長方形」とするか、あるいは「四周を大梁または小梁で囲まれた長方形」とするかは設計者の判断によります。

Ly (m)

床スラブの長辺方向の長さ。

t (mm)

床スラブの厚さ。

一方向版

これが有効な場合は Ly/Lx が無限大であるものとして剛性計算を行います。ただしこれを有効にした場合でも、床の面積と質量の計算に必要なため、Ly（長辺方向の長さ）の値は必ず入力してください。

固有振動数の増大率

床スラブの大きさを「四周を大梁で囲まれた長方形」としている場合は、内部にある小梁の影響により固有振動数が増大しますので、その増大率をここで入力します。「四周を大梁または小梁で囲まれた長方形」として床スラブの大きさを決めて

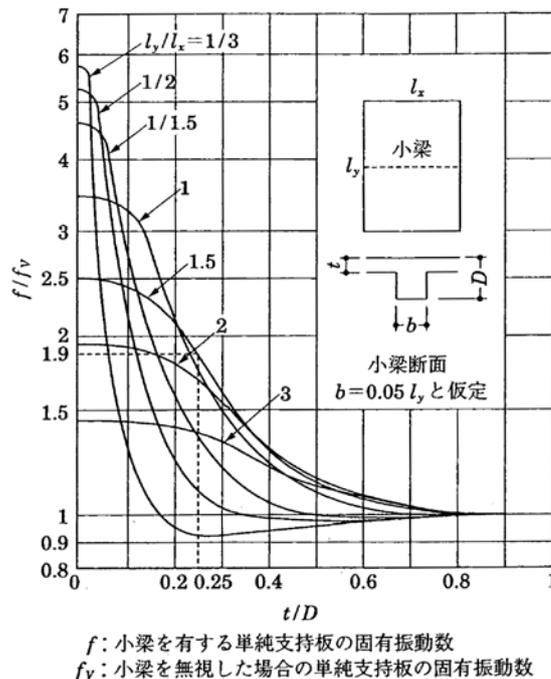


図 5-7-2 一方向小梁を有する単純支持版の固有振動数（旧 RC 規準 付図 11.3）

いる場合は、通常、この値を1にします。

旧RC規準の付図11.3に、床スラブの辺長比その他に応じた固有振動数の増大率のグラフがありますので、参考までに図5-7-2に掲げておきます。

コンクリート F_c (N/mm^2)

コンクリートのヤング係数の算出に用いられます。

単位重量 (kN/m^3)

鉄筋を含んだRCの単位重量の値です。この値はコンクリートのヤング係数と床の質量の計算に用いられます。

性能評価の指標

前項の「⑤ 性能の検証」を参照してください。

衝撃力 V_0 ($N\cdot s$)

衝撃力の大きさを「力×時間」の単位であらわします。ここに、 $1N\cdot s$ の衝撃力とは、「1ニュートンの力が1秒間にわたって作用した」という状態をあらわします。

ちなみに、旧RC規準の例題では、「とびはね時」の衝撃力を $1.8kgf\cdot s$ 、「歩行時」の値をその1/6としています。これをSI単位に変換すれば、「とびはね時」の衝撃力は $18N\cdot s$ 、「歩行時」は $3N\cdot s$ となります。

衝撃力の作用時間 t_0 (s)

上記の衝撃力の作用時間。ちなみに、旧RC規準の例題では、これを0.04としています。

減衰定数 h

変位振幅計算に使用する減衰定数の値で、初期値は0.05です。0.1以下の値としてください。

変位振幅の低減を行わない

これが有効な場合、得られた最大振幅を実効値に変換せず、そのままの値を用いて検証を行います。実効値への変換については、前項の「④ 変位振幅の計算」を参照してください。

変位振幅の値 (μ)

検証に用いる変位振幅の値があらかじめ得られている場合は **変位振幅を直接入力する** を有効にした上で、その値を直接入力します。

(3) 出力項目

全質量 (kg)

床スラブの面積に鉄筋コンクリートの密度(単位体積重量/重力加速度)を乗じた値。この値は特に使われませんが、有効質量との比較のために出力しています。

有効質量 M_e (kg), 固有振動数 f_v (Hz), 変位振幅 (μ), 変位振幅の実効値 (μ)

これらについては「(1) 計算機能」を参照してください。

C_r (プリンタ出力のみ)

変位振幅の実効値の計算に使用された値。「(1) 計算機能」を参照してください。

5-8. 梁の振動

(1) 計算機能

RCまたは鉄骨造の梁の固有振動数と所定の衝撃力に対する変位振幅の計算を行い、それを評価曲線上にプロットして振動に関する検証を行います。

① 固有振動数の計算

以下の二つのいずれかの方法により求めます。

理論式による

下式により固有振動数 f_v を求めます。

$$f_v = \frac{\lambda^2}{2\pi L^2} \sqrt{\frac{gEI}{w}}$$

- L : 梁のスパン長
- g : 重力加速度
- I : 梁の断面二次モーメント
- E : ヤング係数
- w : 梁の単位長さ当たり作用する荷重
- λ : 単純梁の場合3.14、両端固定梁の場合4.73

静的たわみ量から推定する

下式により固有振動数 f_v を求めます（Geigerの重力式）。

$$f_v = \frac{1}{0.175\sqrt{\delta}}$$

- δ : 梁に作用する全荷重による静的な最大たわみ量 (cm)

② 変位振幅の計算

重量 W の物体が高さ H から自由落下した時のたわみ量 δ_d を下式により求め、これを最大振幅とします(これは慣用の略算式ですが、日本建築学会「鋼構造限界状態設計指針・同解説 2002」の4章8.2の解説等にありま)

$$\delta_d = \delta_{st} + \sqrt{\delta_{st}^2 + 2H \delta_{st} \frac{1}{1 + \alpha \cdot W1 / W}}$$

- δ_{st} : 荷重 W による静的たわみ量
両端支持の時 $WL^3/48EI$ 、両端固定の時 $WL^3/192EI$
- I : 梁の断面二次モーメント
- E : ヤング係数
- L : 梁のスパン長
- W1 : 梁に作用する全荷重
- α : 両端支持の時 17/35、両端固定の時 13/35。固定度が指定された場合はこれらの値の直線補間による。

このようにして求めた最大振幅を下式による係数 Cr で割ることにより、検証用の振幅の実効値とします。

$$Cr = \sqrt{2} (2fv)^{0.35}$$

③ 性能の検証

性能検証のための振動評価曲線は、RC規準にあるもの（環境係数1/2/4/8）、または日本建築学会「建築物の振動に関する居住性能評価指針・同解説(2004)」の図 I.1「鉛直振動に関する性能評価曲線」（V-10/30/50/70/90）を用います。ただし後者の場合は、図 I.1そのものではなく、これをトリパタイト図に変換した図3.3の方を用いています。

(2) 入力項目

梁の種別

「RC造」または「鉄骨造」とします。

B, D (mm)

RC造の梁の幅 B ・せい D。

h, b, tw, tf, r (mm)

鉄骨造の梁の、せい・幅・ウェブ厚・フランジ厚・ウェブフレット寸法。ウェブフレット寸法は0でも可。

L (m)

梁の節点間距離。

ϕ

スラブ等の存在による梁の断面二次モーメントの増大率で、入力された断面寸法から得られる断面二次モーメントにこの値が乗じられます。

端部の固定度

梁両端の固定度をあらわす無次元の指標値で、これが0の場合を単純支持、1の場合を固定支持とします。0から1の範囲でこの値を指定してください。

梁に作用する全荷重 (kN)

梁の固有振動数をもとめる理論式、および変位振幅の計算式中で使用します。一般には、長期荷重時における梁両端のせん断力の和になります。

固有振動数の計算

「静的たわみ量から推定」「理論式による」「直接入力による」のいずれかを選択します。

これを「静的たわみ量から推定する」とした場合は **静的たわみ量**(mm) を、「直接入力する」とした場合は **固有振動数**(Hz) を入力してください。

コンクリート F_c (N/mm²) 単位重量 (kN/m³)

これらの値はコンクリートのヤング係数と床の質量の計算に用いられます。

W (N), H (mm)

「(1) 計算機能」に述べたとおり、このプログラムでは、重量Wの物体が高さHから自由落下する状態を想定して変位振幅をもとめていますので、それらの値をここで入力します。

ちなみに、日本建築学会「鋼構造限界状態設計指針 設計例」にある各例題では、「人間の歩行により床に与える加振力は、約30Nのものを5cmの高さから落下させた時の条件にほぼ等しい」とし、「二人歩行の場合を想定して、荷重60Nの物体を5cmの高さから落下させた状態を想定する」となっています。

変位振幅を低減しない

これが有効な場合、得られた最大振幅を実効値に変換せず、そのままの値を用いて検証を行います。実効値への変換については、「(1) 計算機能」を参照してください。

性能評価の指標

前項の「③ 性能の検証」を参照してください。

(3) 出力項目

固有振動数 f_v (Hz), 変位振幅 (μ), 変位振幅の実効値 (μ)

これらについては「(1) 計算機能」を参照してください。

Cr (プリンタ出力のみ)

変位振幅の実効値の計算に使用された値。「(1) 計算機能」を参照してください。

5-9. 床のひび割れ

(1) 計算機能

与えられた曲げモーメントに対するRC床スラブのひび割れ幅を計算します。

計算方法は日本建築学会「プレストレスト鉄筋コンクリート(Ⅲ種PC)構造設計・施工指針・同解説」(以下「PC指針」と略記)にしたがっています。なお、1999年版及び2010年版のRC規準の「付7. 長期荷重時における変形とひび割れ」にある内容は基本的にこれと同じものです。ただし、PC指針ではひび割れ幅の算定位置が「引張鉄筋位置」になっているに対し、RC規準では「梁の場合は引張鉄筋位置・床スラブの場合はコンクリート表面位置」となっており、この点が異なります(図5-9-1)。

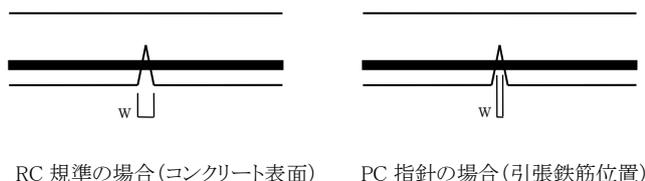


図5-9-1 ひび割れ幅の算定位置

検証は最大ひび割れ幅 w_{max} にて行いますが、これは下式にあるとおり、平均ひび割れ幅 w_{av} の1.5倍とします。

$$w_{max} = 1.5 w_{av}$$

w_{av} は下式によります。

$$w_{av} = l_{av} (\varepsilon_{tav} + \varepsilon_{sh})$$

- l_{av} : 平均ひび割れ間隔
- ε_{tav} : 平均鉄筋ひずみ
- ε_{sh} : 乾燥収縮ひずみ(入力値。初期値は 2×10^{-4})

平均ひび割れ間隔 l_{av} は下式によります。

$$l_{av} = 2(c + s / 10) + k\phi / p_e \quad \text{式 (a)}$$

- c : 引張鉄筋のかぶり厚
- s : 引張鉄筋の中心間隔
- $k = 0.0025t$ ただし $k \leq 0.1$ (t はスラブ厚)
- ϕ : 引張鉄筋の径
- $p_e = a_t / A_{ce}$
- a_t : 単位幅(1m)内の引張鉄筋断面積の合計
- A_{ce} : コンクリートの有効引張断面積 = $(2c + \phi) \times$ 単位幅

平均鉄筋ひずみ ε_{tav} は下の式 (b) に式 (c) を代入することで得られる二次方程式の根になります。

$$\varepsilon_{tav} = 2(\sigma_t - k_1 k_2 F_t / p_e) / E_s \quad \text{式 (b)}$$

$$k_1 k_2 = 1 / (2 \times 10^3 \cdot \varepsilon_{tav} + 0.8) \quad \text{式 (c)}$$

- σ_t : 引張鉄筋の応力度
- F_t : コンクリートの引張強度 = $0.07 F_c$ (F_c はコンクリート強度)
- E_s : 鉄筋のヤング係数

上式の鉄筋応力度 σ_t は下式によります。

$$\sigma_t = M / (a_t \cdot j)$$

- M : 作用曲げモーメント
- j : 応力中心間距離 = $7/8 d$ (d はコンクリート圧縮縁から引張鉄筋重心位置までの距離)

ただし ε_{tav} は以下の条件を満たすものとします。

$$\varepsilon_{tav} \geq 0.4 \sigma_t / E_s \quad \text{かつ} \quad \varepsilon_{tav} \geq (\sigma_t - 105) / E_s$$

以上で平均ひび割れ幅が求まりますが、これは引張鉄筋位置でのものです。これをコンクリート表面位置のものに変換するには、まず中立軸 x_n を求め、中立軸からの位置に比例してひび割れ幅が大きくなるものと仮定し、下式から得られるものをコンクリート表面位置での平均ひび割れ幅とします(中立軸位置の計算はRC規準13条の解説にしたがいます)。

$$w_{av} \cdot (t - x_n) / (d - x_n)$$

t : スラブの厚さ

d : コンクリート圧縮縁から引張鉄筋重心位置までの距離

なお、本プログラムには、ユーザーが指定した「目標ひび割れ幅」に達する時の鉄筋の応力度と作用曲げを求める機能がありますが、この場合は、上にあるひび割れ幅の算定手順を逆にたどることにより解を得ています。

(2) 入力項目

スラブの厚さ (mm)

床スラブのコンクリート厚。

主筋のかぶり厚 (mm)

床スラブの引張鉄筋のかぶり厚(初期値30)。

配筋

引張側および圧縮側に関してスラブ筋の径と間隔を指定します。圧縮側の鉄筋は、ひび割れ幅の算定位置を「コンクリート表面」とした場合にのみ、中立軸計算時の複筋比の算定のために用いられます。ただし、ひび割れ幅の算定位置が「コンクリート表面」となっている場合でも、「圧縮鉄筋を無視する」とされている場合は複筋比を0とします。

作用曲げモーメント (kN・m/m)

床スラブに作用している単位幅(1m)当たりの曲げモーメント。

乾燥収縮ひずみ ε_{sh} ($\times 10^{-4}$)

乾燥収縮によるひび割れの増分を考慮する場合はその値を入力します。2.0 ($\times 10^{-4}$) という常用値が初期値になっています。

目標ひび割れ幅 (mm)

この値は性能の検証に使用される他、参考値として、このひび割れ幅に達する時の鉄筋応力と曲げモーメントの値が出力されます。0.3 (mm) という常用値が初期値になっています。

コンクリート表面のひび割れ幅を算定する

これが有効な場合は、引張鉄筋位置ではなくコンクリート表面のひび割れ幅を算定します。「(1) 計算機能」にあるように、PC指針では引張鉄筋位置、RC規準ではコンクリート表面位置を採用するとされています。

圧縮側の鉄筋を無視する

これについては、上の「配筋」の項の説明を参照してください。

(3) 出力項目

平均ひび割れ間隔 l_{av} (mm) , 平均鉄筋ひずみ ε_{tav}

これらについては「(1) 計算機能」を参照してください。

pe (プリンタ出力のみ)

コンクリートの有効引張断面積に関する引張鉄筋比。

鉄筋の応力 σ_t (N/mm²)

作用曲げによる鉄筋の引張応力度。

平均ひび割れ幅 (mm)

引張鉄筋位置、またはコンクリート表面での値。

最大ひび割れ幅 (mm)

平均ひび割れ幅の 1.5 倍の値。

目標ひび割れ幅に達する時の σ_t と曲げ

参考値として、入力された目標ひび割れ幅に対応する鉄筋の応力度 σ_t (N/mm²) と、その時の単位幅当たりの曲げモーメントの値 M (kN・m/m) を出力します。

5-10. 梁のひび割れ

(1) 計算機能

与えられた曲げモーメントに対するRC梁のひび割れ幅を計算します。

計算方法は日本建築学会「プレストレスト鉄筋コンクリート(Ⅲ種PC)構造設計・施工指針・同解説」(以下「PC指針」と略記)にしたがっています。なお、1999年版及び2010年版のRC規準の「付7. 長期荷重時における変形とひび割れ」にある内容は、基本的にこれと同じものです。

検証は最大ひび割れ幅 w_{max} にて行いますが、これは下式にあるとおり、平均ひび割れ幅 w_{av} の1.5倍とします。

$$w_{max} = 1.5 w_{av}$$

w_{av} は下式によります。

$$w_{av} = l_{av} (\varepsilon_{tav} + \varepsilon_{sh})$$

- l_{av} : 平均ひび割れ間隔
- ε_{tav} : 平均鉄筋ひずみ
- ε_{sh} : 乾燥収縮ひずみ(入力値。初期値は 3×10^{-4})

平均ひび割れ間隔 l_{av} は下式によります。

$$l_{av} = 2(c + s / 10) + k\phi / p_e \quad \text{式 (a)}$$

- c : 引張鉄筋のかぶり厚
- s : 引張鉄筋の中心間隔
- $k = 0.1$
- ϕ : 引張鉄筋の径
- $p_e = a_t / A_{ce}$
- a_t : 引張鉄筋断面積の合計
- A_{ce} : コンクリートの有効引張断面積 = $(2c + \phi) \times b$ (b は単位幅)
二段筋がある場合は $2D' \times b$ (D' は梁の有効せい)

平均鉄筋ひずみ ε_{tav} は、下の式 (b) に式 (c) を代入することで得られる二次方程式の根になります。

$$\varepsilon_{tav} = 2(\sigma_t - k_1 k_2 F_t / p_e) / E_s \quad \text{式 (b)}$$

$$k_1 k_2 = 1 / (2 \times 10^3 \cdot \varepsilon_{tav} + 0.8) \quad \text{式 (c)}$$

- σ_t : 引張鉄筋の応力度
- F_t : コンクリートの引張強度 = $0.07 F_c$ (F_c はコンクリート強度)
- E_s : 鉄筋のヤング係数

上式の鉄筋応力度 σ_t はRC規準13条の解説中にある式により求めますが、ユーザーが「つり合い鉄筋比以下」と指定している場合は下式によります。

$$\sigma_t = M / (a_t \cdot j)$$

- M : 作用曲げモーメント
- j : 応力中心間距離 = $7/8 d$ (d はコンクリート圧縮縁から引張鉄筋重心位置までの距離)

ただし ε_{tav} は以下の条件を満たすものとします。

$$\varepsilon_{tav} \geq 0.4 \sigma_t / E_s \quad \text{かつ} \quad \varepsilon_{tav} \geq (\sigma_t - 105) / E_s$$

なお、本プログラムには、ユーザーが指定した「目標ひび割れ幅」に達する時の鉄筋の応力度と作用曲げを求める機能がありますが、この場合は、上にあるひび割れ幅の算定手順を逆にたどることにより解を得ています。

(2) 入力項目

B, D (mm)

梁の幅・せい。

STのかぶり厚 (mm)

これにスタラップの径を加えたものを主筋のかぶり厚とします(初期値40)。

配筋

引張側および圧縮側に関する主筋の径と本数を指定します。1段筋・2段筋を区別して指定することができます。

圧縮側の鉄筋のデータは引張鉄筋の応力度の算出に使われますが、**つり合い鉄筋比以下と仮定**が有効になっている場合は入力は不要です。

作用曲げモーメント (kN・m/m)

梁に作用している曲げモーメント。

乾燥収縮ひずみ ϵ_{sh} ($\times 10^{-4}$)

乾燥収縮によるひび割れの増分を考慮する場合はその値を入力します。3.0 ($\times 10^{-4}$) という常用値が初期値になっています。

目標ひび割れ幅 (mm)

この値は性能の検証に使用される他、参考値として、このひび割れ幅に達する時の鉄筋応力と曲げモーメントの値が出力されます。0.3(mm) という常用値が初期値になっています。

(3) 出力項目

平均ひび割れ間隔 l_{av} (mm) , 平均鉄筋ひずみ ϵ_{tav}

これらについては「(1) 計算機能」を参照してください。

c (mm) (プリンタ出力のみ)

引張鉄筋のかぶり厚。

s (mm) (プリンタ出力のみ)

引張鉄筋の中心間隔。

pe (プリンタ出力のみ)

コンクリートの有効引張断面積に関する引張鉄筋比。

鉄筋の応力 σ_t (N/mm²)

作用曲げによる鉄筋の引張応力度。

平均ひび割れ幅 (mm)

引張鉄筋位置での値。

最大ひび割れ幅 (mm)

平均ひび割れ幅の 1.5 倍の値。

目標ひび割れ幅に達する時の σ_t と曲げ

参考値として、入力された目標ひび割れ幅に対応する鉄筋の応力度 σ_t (N/mm²) と、その時の曲げモーメントの値 **M** (kN・m) を出力します。

5-11. 有孔梁(RC)の設計

(1) 計算機能

貫通孔があるRC梁の終局せん断強度をもとめ、梁の設計応力と比較します。

① 終局せん断強度

終局せん断強度 Q_{suo} は1999年版RC規準22条の解説中にある(22.1)式により計算します(2010年版RC規準にある「解22.3」式と同じです)。

孔周囲の補強筋として「縦方向」「斜め45度方向」「ワイヤメッシュ」を指定することができますが、同式中にある ps (孔周囲の補強筋比)の値は、各補強筋について以下の式から求めます。

$$\text{縦補強筋の場合 } ps = as / b \cdot c$$

as : 一組の縦補強筋の断面積

b : 梁の幅

c : 孔周囲補強筋の有効範囲で、 $D/2-dt$ とする(D は梁せい、 dt は梁のコンクリート縁から梁の引張り主筋位置までの距離)

$$\text{斜め(45度方向)補強筋の場合 } ps = \sqrt{2} \cdot as / b \cdot c$$

as : 一組の斜め補強筋の断面積

b, c : 上に同じ

$$\text{ワイヤメッシュ筋の場合 } ps = as / b \cdot x$$

as : 一組のワイヤメッシュ筋の断面積

b : 梁の幅

x : ワイヤメッシュ筋の間隔

注) ワイヤメッシュ筋は孔周囲補強筋の有効範囲内に敷きつめられていものと仮定しています(RC規準にある計算例では有効範囲内に入るワイヤメッシュ筋の本数を算定して求めていますので、その点については若干考え方が異なります)。

また、同式中にある M/Qd の値は、次項に示すような両端降伏時の応力状態からもとめます。

② 設計せん断力

設計せん断力 Q は、直接入力、または梁の両端降伏時のものとします。

両端降伏時の場合は下式により求めます。

$$Q = \alpha \cdot \Sigma My / L' + QL$$

α : 降伏モーメントの割増し率(入力値)

ΣMy : 梁両端の降伏曲げモーメントの和(正負加力時の大きい方)。また、ここには有効なスラブ筋を算入することもできる。

L' : 梁の有効長さ

QL : 梁の長期のせん断力

(2) 入力項目

B, D (mm)

梁の幅・せい。

dt (mm)

孔の位置における、梁のコンクリート縁から引張り鉄筋の重心位置までの距離。補強筋の有効範囲、および終局せん断強度の計算に使用されます(初期値60)。

L (m)

梁の有効長さで、設計せん断力の計算に用いられます。

孔の直径 (mm)

この値は梁せいの1/3を上限とします(RC規準の式の適用範囲)。

梁の配筋

主筋径・本数は、設計せん断力算出時の降伏曲げモーメント My の計算、及び終局せん断強度算出時の引張鉄筋比の計

算に用いられます。2段筋がある場合は1段筋・2段筋をあわせた総本数を入力してください。

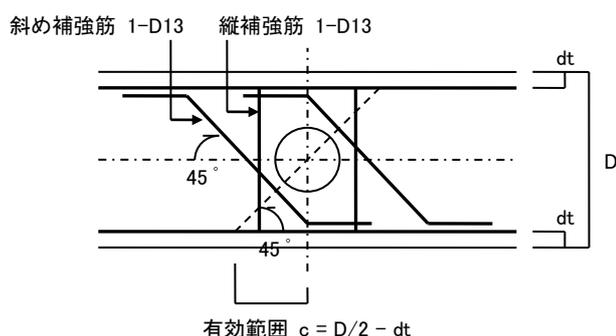
梁の降伏曲げモーメント M_y にスラブ筋を算入する場合は M_y に算入するスラブ筋の本数を1以上にし、スラブ筋の径を選択してください。

補強筋

孔周囲の補強筋として「縦補強筋」「斜め(45度方向)補強筋」「ワイヤメッシュ筋」があり、それらを組み合わせて使用することができます。それぞれ、**縦補強筋を使用・斜め補強筋を使用・ワイヤメッシュ筋を使用** のチェックボックスを有効にして以下の値を入力してください。

なお、縦補強筋・斜め補強筋の本数とは、図5-11-1に示すとおり、「孔周囲の片側の有効範囲内に存在するもの」を指しています。これは梁の片側の側面にある本数ですが、実際の計算においては、これが梁の両側面にあるものとし、本数を2倍にして計算しています。

ワイヤメッシュ筋の場合にも同じものが梁の両側面に配置されているものとします。また、ワイヤメッシュ筋は、上図の有効範囲内を完全にカバーするように配置されているものとします。



左図のように「縦補強筋 1-D13」「斜め補強筋 1-D13」を指定した場合、片側の側面にも同じ補強筋があるものとするので、強度計算時にはそれぞれ「2-D13」の鉄筋が算入される。

図 5-11-1 貫通孔の補強筋

縦補強筋

有効範囲内に存在する縦補強筋の本数と径を指定します。

斜め補強筋

有効範囲内に存在する斜め補強筋の本数と径を指定します。補強筋の傾きは45度とします。

ワイヤメッシュ筋

ワイヤメッシュ筋の径を「6φ」「D6」「断面積を入力」から選択します。「断面積を入力」とした場合はワイヤメッシュ筋1本の断面積(mm^2)を直接入力してください。

その他に、ワイヤメッシュ筋の間隔(mm) 降伏点強度(N/mm^2) のデータが必要です。

QL (kN)

梁に作用している長期のせん断力。設計せん断力の計算に用いられます。

両端降伏時の状態から設計せん断力をもとめる

これが無効な場合は、短期の設計せん断力 Q_S (kN)を直接入力してください。また、梁の降伏曲げモーメント M_y の割増しを行う場合は M_y の割増率を入力してください。

コンクリート F_c (N/mm^2)

梁のコンクリート強度の値。

(3) 出力項目

d (mm) (プリンタ出力のみ)

梁の有効せい。

c (mm)

孔補強筋の有効範囲。「(1) 計算機能」を参照。

ps

補強筋(縦・斜め・ワイヤメッシュ)の鉄筋比。

σ_y (N/mm^2)

補強筋(縦・斜め・ワイヤメッシュ)の降伏点強度。

Q (kN)

直接入力、または両端降伏時を仮定した時の設計せん断力。

ΣMy (kN・m)

上記の Q の算出に用いられた、梁両端の降伏曲げモーメントの和。正負加力時の大きい方の値になります。

Q_{suo} (kN)

終局せん断強度。

pt

Q_{suo} の算出に使用された梁主筋の鉄筋比。

M/Qd

Q_{suo} の算出に使用された係数 ($M \cdot Q$ は両端降伏時の値を採用)。

安全率

終局せん断強度 Q_{suo} を設計せん断力 Q で除した値。

(4) 操作

鉄筋材料の指定

使用する鉄筋の材料を各鉄筋径ごとに指定します(各データごとに変更可能)。初期値はD16以下がSD295、D19以上がSD345になっていますが、これを変更したい場合は **これらを次回起動時の初期設定にする** を有効にしてください。

5-12. 有孔梁(SRC)の設計

(1) 計算機能

SRC規準18条4にしたいがい、貫通孔があるSRC梁の検定を下式により行います。

$${}_sQ_d \geq {}_sQ_a$$

$${}_rQ_d \geq {}_rQ_a$$

${}_sQ_d$: 鉄骨部分の許容せん断力

${}_sQ_a$: 鉄骨部分の設計せん断力

${}_rQ_d$: RC部分の許容せん断力

${}_rQ_a$: RC部分の設計せん断力

ただし、鉄骨部分については、上式を満足するようなウェブの必要板厚を計算して表示しています。

① 許容せん断力

鉄骨部分の許容せん断力 ${}_sQ_a$ はSRC規準(18.23)式により求められますが、プログラムでは、この式を変形した下式により必要なウェブ板厚 ${}_rtw$ を求めています。

$${}_rtw = {}_sQ_a / r_h (d_w - D_h) \cdot s_f$$

${}_sQ_a$: 鉄骨部分の設計せん断力

r_h : 孔縁にフランジがある場合は1.0、ない場合は0.85

d_w : ウェブのせい

D_h : 孔の直径

s_f : 鉄骨の許容せん断応力度

RC部分の許容せん断力 ${}_rQ_a$ はSRC規準(18.25)(18.26)式により求めます。孔周囲の補強筋比 w_{ph} の計算方法は「5.11 有孔梁(RC)の設計」にあるものと同じです。ただしRCの場合と異なり、孔周囲の補強筋の有効範囲は $D/2$ (D は梁のコンクリートせい)としています。

また、(18.26)式中にある ${}_r\alpha$ の値は、次項に示すような両端降伏時の応力状態からもとめます。

② 設計せん断力

設計せん断力 Q は、直接入力、または梁の両端降伏時のものとします。

それぞれの場合、RC部分の負担せん断力 ${}_rQ_d$ 、鉄骨部分の負担せん断力 ${}_sQ_d$ は下式により計算します。

直接入力の場合

$${}_rQ_d = ({}_rM_d / M) \cdot Q$$

$${}_sQ_d = ({}_sM_d / M) \cdot Q$$

${}_rM_d$: RC部分の降伏モーメント

${}_sM_d$: 鉄骨部分の降伏モーメント

M : ${}_rM_d + {}_sM_d$

Q : 直接入力による梁の短期設計せん断力

両端降伏時の場合

$${}_rQ_d = \alpha \cdot \Sigma {}_rM_y / L' + ({}_rM_d / M) \cdot Q_L$$

$${}_sQ_d = \alpha \cdot \Sigma {}_sM_y / L' + ({}_sM_d / M) \cdot Q_L$$

α : 降伏モーメントの割増し率(入力値)

$\Sigma {}_rM_y$: 梁両端のRC部分の降伏曲げモーメントの和(正負加力時の大きい方)。また、ここには有効なスラブ筋を算入することもできる。

$\Sigma {}_sM_y$: 梁両端の鉄骨部分の降伏曲げモーメントの和。

L' : 梁の有効長さ

Q_L : 梁の長期のせん断力

(2) 入力項目

B, D (mm)

梁の幅・せい。

dt (mm)

孔の位置における、梁のコンクリート縁から引張り鉄筋の重心位置までの距離。補強筋の有効範囲、および終局せん断強度の計算に使用されます(初期値60)。

L (m)

梁の有効長さで、設計せん断力の計算に用いられます。

孔の直径 (mm)

この値は梁せいの1/3を上限とします。

配筋

主筋径・本数は、設計せん断力算出時の降伏曲げモーメント M_y の計算に用いられます。2段筋がある場合は1段筋・2段筋をあわせた総本数を入力してください。また、このデータは梁の r_α の算出にも用いられますので、設計せん断力を直接入力する場合でも、これらのデータは必ず入力してください。

梁の降伏曲げモーメント M_y にスラブ筋を算入する場合は M_y に算入するスラブ筋の本数を1以上にし、スラブ筋の径を選択してください。

鉄骨断面

端部および中央部のH形鋼の断面形状(mm) について以下の値を入力します。

h : せい

b : 幅

tw : ウェブの厚さ

tf : フランジの厚さ

r : ウェブフレットのアール寸法(省略可)

端部の断面は梁の降伏モーメントの算出に用いられます。また、中央部の断面は孔周辺のウェブの必要厚の算出に用いられます(貫通孔は中央断面の鉄骨に設けられているものとします)。

孔の縁にフランジを設ける

これが有効な場合は、孔位置の鉄骨の許容せん断力をもとめるSRC規準(18.23)式の適用にあたり、 r_m の値を1.0、無効な場合は0.85とします。

補強筋

「5.11 有孔梁(RC)の設計」を参照してください。

QL (kN)

梁に作用している長期のせん断力。設計せん断力の計算に用いられます。

両端降伏時の状態から設計せん断力をもとめる

これが無効な場合は短期の設計せん断力 Q_S (kN) を直接入力してください。

鋼材強度の割増し率

設計せん断力を両端降伏時の状態からもとめる場合の鉄筋ならびに鉄骨の強度の割増率。

使用鋼材

梁の鉄骨の使用鋼材を端部・中央部ごとに入力します。

コンクリート F_c (N/mm²)

梁のコンクリート強度の値。

(3) 出力項目

d (mm) (プリンタ出力のみ)

梁の有効せい。

ps

補強筋(縦・斜め・ワイヤメッシュ)の鉄筋比。

σ_y (N/mm²)

補強筋(縦・斜め・ワイヤメッシュ)の降伏点強度。

rQd (kN)

RC部分の設計せん断力。

ΣrMy (kN・m)

rQd の算出に用いられた梁両端の降伏曲げモーメントの和。正負加力時の大きい方の値になります。

rMd/M

rQd の算出に用いられた RC 部分の曲げモーメントの負担率。

rQa (kN)

RC 部分の許容せん断力。

rQa1, rQa2 (kN)

SRC 規準(18.26)式により求められる値。これらの小さい方を rQa としている。

r α

SRC 規準(18.26)式にある M/Qd により求められる値。

sQd (kN)

鉄骨部分の設計せん断力。

sMy (kN・m)

端部鉄骨の降伏曲げモーメントの値。

sMd/M

sQd の算出に用いられた鉄骨部分の曲げモーメントの負担率。

必要ウェブ厚 (mm)

上記の sQd を満足させるために必要な中央部鉄骨のウェブの厚さ。

(4) 操作

鉄筋材料の指定

使用する鉄筋の材料を各鉄筋径ごとに指定します(各データごとに変更可能)。初期値はD16以下がSD295、D19以上がSD345になっていますが、これを変更したい場合は **これらを次回起動時の初期設定にする** を有効にしてください。

6. 補足説明

CSVファイルの読み込み

「RCチャート 8.1.18」以降のバージョンの「スラブ」「大梁」「柱」の各項目ではCSVファイル（カンマ区切りファイル）からデータを読み込むことができます。

「ファイルを開く」ダイアログの「ファイルの種類」をドロップダウンして「CSVファイル（*.CSV）」を選んでください。

ここでは、取り扱うCSVファイルの仕様について解説します。

6-1. CSVファイルの一般的な仕様

CSVファイルは複数のデータをカンマ(,)で区切って出力したテキストファイルで、一般に複数の行で構成されます。以下の点に留意してください。

- 最初の行のデータは無視されます（Excel等の表計算ソフトで作った時のヘッダー情報と見なすため）。
- 1行が1つのデータをあらわします。つまり、ヘッダーを除いた行数がデータの総数になります。
- 特定のデータを省略したい場合は明示的に0を入れます。「,」のような形でデータを省略することはできません。

6-2. テンプレートの利用

CSVファイルを作るためのテンプレートをマイクロソフト社のExcel形式のファイルで提供しています。

プログラムのインストールフォルダ内のサブフォルダ Sample 内に以下のファイルがあります。

template_slab.xlsx スラブ用
template_beam.xlsx 大梁用
template_column.xlsx 柱用

これを適当な場所にコピー（プログラムのインストールフォルダ内のファイルを直接編集することはできません）し、所定の値を入力した上で「名前をつけて保存」を選びます。「ファイルの種類」で「CSV」または「CSV UTF-8」を選んで保存してください。

上記のテンプレートは弊社ウェブサイト https://www.structure.jp/rcs8_1.html からダウンロードできます。

6-3. CSVファイルの個別仕様

以下に各プログラムごとのCSVファイルの仕様を記します。

なお、配筋については「RCチャート 8.1.16」以降にある予測機能で自動的に設定されますので、ここでは形状と応力のみを入力します。また、ここに入力項目についてはすべてプログラムの初期設定が使用されますので、必要であれば読み込み後に適宜変更してください。

スラブ

識別名 , Lx , Ly , t , dt , w , p , Fc , 支持条件

識別名 : 各データの「表題」に相当する任意の文字列。単純な識別番号でも可。

Lx (m) : 短辺の長さ

Ly (m) : 長辺の長さ

t (mm) : スラブ厚

dt (mm) : コンクリート縁から短辺方向の鉄筋重心位置までの距離

w (kN/m²) : スラブの全荷重

p (kN/m) : 片持ち床の先端荷重

Fc (N/mm²) : コンクリート強度

支持条件: 0から14までの整数（0:四辺固定 略算, 1: 四辺固定 精算, 2: 片持ち版, 3: 短辺方向一方向版, 4: 三辺固定長辺自由, 5: 三辺固定短辺自由, 6: 三辺固定長辺ピン, 7: 三辺固定短辺ピン, 8: 二隣辺固定二辺自由, 9: 二隣辺固定二辺ピン, 10: 二対辺固定長辺ピン, 11: 二対辺固定短辺ピン, 12: 三辺ピン長辺固定, 13: 三辺ピン短辺固定, 14: 四辺ピン）

大梁

識別名 , B , D , ML左 , ML中 , ML右 , ME左 , ME右 , QL左 , QL右 , QE , Fc

識別名 : 各データの「表題」に相当する任意の文字列。単純な識別番号でも可。

B (mm) : 梁の幅

D (mm) : 梁のせい

ML左 (kN・m) : 左端の長期曲げモーメント

ML中 (kN・m) : 中央の長期曲げモーメント

ML右 (kN・m) : 右端の長期曲げモーメント

ME左 (kN・m) : 左端の地震時曲げモーメント

ME右 (kN・m) : 右端の地震時曲げモーメント

QL左 (kN) : 左端の長期せん断力

QL右 (kN) : 右端の長期せん断力

QE (kN) : 地震時せん断力 (全部位共通)

Fc (N/mm²) : コンクリート強度

柱

識別名 , Dx , Dy , NL , NEx , NEy , MLx , MLy , MEx , MEy , QLx , QLy , QEx , QEy , Fc

識別名 : 各データの「表題」に相当する任意の文字列。単純な識別番号でも可。

Dx (mm) : 柱のX方向の辺長 (円形柱の場合は直径)

Dy (mm) : 柱のY方向の辺長 (円形柱の場合は0)

NL (kN) : 長期軸力

NEx (kN) : X方向の地震時軸力

NEy (kN) : Y方向の地震時軸力

MLx (kN・m) : X方向の長期曲げモーメント

MLy (kN・m) : Y方向の長期曲げモーメント

MEx (kN・m) : X方向の地震時曲げモーメント

MEy (kN・m) : Y方向の地震時曲げモーメント

QLx (kN) : X方向の長期せん断力

QLy (kN) : Y方向の長期せん断力

QEx (kN) : X方向の地震時せん断力

QEy (kN) : Y方向の地震時せん断力

Fc (N/mm²) : コンクリート強度