

斜引張鉄筋の計算

1. 概説

斜め引張り鉄筋は、せん断力が、コンクリート部材のせん断許容値を超える場合に補強として使用でき、部材を薄くすることができます。

1) 構造計算の結果、せん断力が許容応力値を越えた場合

せん断力が許容応力値を越えた場合、部材厚を厚くするか、斜め引張り鉄筋を入れることで、クリアできます。部材厚さは断面計算でトライアルすれば簡単に算出出来ますが、斜め引張り鉄筋の計算になると多少煩雑ですのでこのような場合このソフトで検討してみてください。

2) 構造部材の部材厚さを薄くしたいが、せん断応力で部材が持たない

施工条件で部材厚さを薄くしたいが、せん断応力で許容値を超えるので困っている。このような場合曲げ圧縮応力でアウトになる場合は別として、せん断応力で困っている時はこのソフトで検討してみてください。

(注意)

このソフトは管渠、U型水路等の頂版底版、また、水平な梁部材等を対象としていますが、側壁等縦部材と計算内容が違っている条件は、設置範囲の計算部分だけです。従いまして、側壁等縦部材の斜め引張り鉄筋の配筋間隔と鉄筋径の値はそのまま使用できますが、配置範囲の計算値は使用できません。

2. ソフト作成の参考文献

道路橋示方書・同解説 IV下部構造編:(社)日本道路協会

3. ソフトの内容

1) シート「データ入力」

- ・検討の対象とする構造部材の寸法入力。
- ・構造計算から算出されたせん断応力の値を入力
- ・計算式で必要となるコンクリート、鉄筋の許容応力を入力

2) シート「断面計算(参考)」は見本で、どこともリンクしていません。

- ・構造計算で、断面計算の結果がこのようにせん断応力度で、許容値を超える値が出た場合は斜め引張り鉄筋を施すことで、解決できます。
- ・シート「データ入力」でせん断応力を入力するのは、このせん断力です。

3) シート「斜引張鉄筋」が計算結果です。

- ・「斜引張鉄筋(常時のみ)」は常時のみの計算を行います。
- ・「斜引張鉄筋(常時+地震時)」は常時と地震時の計算を行います。

4. 作業手順

- 1) シート「データ入力」にて、設計条件、構造物形状等データの入力。
- 2) シート「斜引張鉄筋」にて、斜引張鉄筋の部材方向の間隔と鉄筋径の入力。
- 3) 配筋要領図をCADにて別途に作図し、シート「斜引張鉄筋」に貼付。作図の際にモーメントの引張りが作用する側にフックを持ってこないよう注意すること。
- 4) シート「計算書作成」を印刷。

5. シート「計算書」の説明

計算書の印刷枠は、表示メニュー「改ページプレビュー」にて表示できます。印刷枠より外に以下のコメントがあります。参考にして下さい。

- ←入力データより : 入力したデータを読み取ります。
- ←先計算結果より : 計算書内の計算結果より値をリンクしています。
- ←自動計算 : 数値の中に計算式が組み込まれてあり、自動計算します。
- ←自動条件判定 : 計算書枠外にある変数から、条件判定をし、読み込みます。
- 条件用変数← : 条件判定用の数値です。(文字変数もあります)
- ★CADにて作図 : CADで別途作図して下さい、プログラムとは別に作成します。
- 着色部はて入力です : 赤の文字は特に注意してください。

6. 計算書枚数

常時の計算	2枚
常時+地震時	3枚

7. CADによる作図

プログラムに添付してある、配筋要領図はプログラムとリンクしていません。別途CADにて作図し、シート「計算書」とシート「斜引張鉄筋」に貼付して下さい。

プログラムに添付してある図のCADデータを、プログラムと同じフォルダーに入れてありますので参考にして下さい。添付したCADは以下のもので、元のCADは「(株)ビッグバン BV-CAD」を使用して作成しました。

- ・BV-CAD(ver. 7.5) (株)ビッグバン
- ・AutoCAD2000 AutoCAD. CC
- ・JW CAD
- ・SXFファイル(SFC)

8. その他プログラムの使用方法について

- ・画面上で、シート「データ入力」とシート「斜引張鉄筋」をExcelの画面上に並べてデータの入力を行ってみて下さい。
- ・画面上での並べ方は、メニューの「ウィンドウ」→「新しいウィンドウを開く」で同じデータが開きますから、その後、メニューの「ウィンドウ」→「整列」→「並べて表示」とします。それからその2画面別々に、シート「データ入力」とシート「斜引張鉄筋」を開きます。

9. 印刷方法について

- ・印刷の際、計算書の順番は、別フォルダー「計算書のPDF&DW」の中に、以下の2つのファイルが入っていますので、参考にして下さい。
 - ① PDFファイル
使用説明、データ入力、断面計算、斜引張鉄筋のシートが順番に入っています。
 - ② DWファイル
DocuWorks ファイルです。計算書を提出できる形に順番に並べています、成果品提出の際は参考にして下さい。

入力データ

(注:計算の例題として管渠の底版に許容値を超えるせん断力が値が発生したものと仮定しています)

・構造寸法

内空寸法	内空幅	B =	6.000 m	「b) 設置範囲の計算」にて使用。
部材厚さ	側壁	T1 =	0.600 m	「b) 設置範囲の計算」にて使用。
	底版部	T2 =	0.900 m	入力必須
奥行き長		L =	1.000 m	入力必須

・せん断応力計算結果

(常時)	S1 =	500 kN (常時のせん断応力計算結果より)	入力必須
(地震時)	S2 =	700 kN (地震時のせん断応力計算結果より)	入力必須

常時のみの場合は(地震時)は必要なし

・断面計算

鉄筋被り	底版下面	11.0 cm	入力必須
許容応力度			
常時	コンクリート許容曲げ圧縮応力度	$\sigma_{ca} =$	8.00 N/mm ² 入力必須
	鉄筋許容引張応力度	$\sigma_{sa} =$	160 N/mm ² 入力必須
	せん断応力度(コンクリートのみで負担)	$\tau_{a1} =$	0.39 N/mm ² 入力必須
	せん断応力度(斜引張鉄筋と共同負担)	$\tau_{a2} =$	1.70 N/mm ²
地震時	(コンクリート圧縮)	$\sigma'_{ca} =$	12.00 N/mm ² 地震時の計算では入力必須
	(鉄筋引張)	$\sigma'_{sa} =$	300 N/mm ² 地震時の計算では入力必須
	(コンクリート剪断)	$\tau'_{a} =$	0.58 N/mm ² 地震時の計算では入力必須
	せん断応力度(斜引張鉄筋と共同負担)	$\tau_{a2} =$	2.55 N/mm ²

5. 断面計算

項目	記号	単位	常時底版		地震時底版	
曲げモーメント	M	kN・m	-		-	
せん断力	S	kN	500.000		700.000	
有効幅	B	cm	100.0		100.0	
全高	H	cm	90.0		90.0	
引張鉄筋被り	d'	cm	11.0		11.0	
鉄筋径 * 本数	As	mm・本	D	-	D	-
鉄筋断面積		cm ²	-		-	
鉄筋比	P		-		-	
実応力度 (圧縮)	σ_c	N/mm ²	-		-	
(引張)	σ_s	N/mm ²	-		-	
(剪断)	τ	N/mm ²	NO	0.63	NO	0.89
許容応力度 (圧縮)	σ_{ca}	N/mm ²	-		-	
(引張)	σ_{sa}	N/mm ²	160		300	
(剪断)	τ_a	N/mm ²	0.39		0.58	

(* 1) 斜引張鉄筋の計算

a) 鉄筋間隔と鉄筋径の算出

底版部材両端部において、コンクリートの許容せん断応力度を越えるせん断応力が発生したため、斜引張鉄筋を配置する必要がある。以下その検討を行う。(道路橋示方書・同解説 IV 下部構造編平成14年3月)

$$A_w = 1.15 * Sh' * s / \{ \sigma_{sa} * d * (\sin \theta + \cos \theta) \}$$

$$Sh' = Sh - S_{ca}$$

$$S_{ca} = \tau_{a1} * b * d$$

A_w : 間隔 s 及び角度 θ で配筋される斜引張鉄筋の断面積 (mm^2)

Sh' : 間隔 s 及び角度 θ で配筋される斜引張鉄筋が負担するせん断力 (kN)

s : 斜引張鉄筋の部材方向の間隔 (cm) = 250 mm

θ : 斜引張鉄筋が部材軸方向となす角度 (90°)

S_{ca} : コンクリートが負担するせん断力 (N)

部材幅 $b = 100.0 \text{ cm}$

有効高 $d = 79.0 \text{ cm}$

コンクリートの許容せん断応力度 $\tau_{a1} = 0.39 \text{ N/mm}^2$

鉄筋の許容引張り応力度 $\sigma_{sa} = 160 \text{ N/mm}^2$

$$S_{ca} = \tau_{a1} * b * d$$

$$= 0.39 * 1000 * 790 = 308100 \text{ N}$$

$$Sh = S - M / d * (\tan \beta + \tan \gamma)$$

$$= (= S) 500.000 \text{ kN (せん断応力計算結果より)}$$

$$Sh' = 500.000 - 308.100 = 191.900 \text{ kN}$$

従って、必要鉄筋量は

$$A_w = \frac{1.15 * 191.900 * 10^3 * 250}{160 * 790} = 436 \text{ mm}^2$$

以上より、スターラップ筋の配置は、

$$D 13 = 127 \text{ mm}^2/\text{本}$$

部材方向の斜め引張鉄筋の本数 n は

$$n = 1000 * 1 / 250 = 4.00 \text{ 本}$$

従って、

$$A_s = 127 * 4.00 = 507 \text{ mm}^2 > A_w = 436 \text{ mm}^2 \quad (\text{OK})$$

また、せん断応力を斜め引張鉄筋と共同して負担する場合の許容せん断力応力度 (τ_{a2}) に対しては

$$\tau = 0.63 \text{ N/mm}^2 < \tau_{a2} = 1.70 \text{ mm}^2 \quad (\text{OK})$$

b) 設置範囲の計算

施工範囲は、許容せん断応力度が $\tau_{a1} = 0.39 \text{ N/mm}^2$ であることより、許容されるせん断力は以下の値になる。

$$S_{ca} = \tau_{a1} * b * d$$

$$= 0.39 * 1000 * 790 = 308100 \text{ N/mm}^2$$

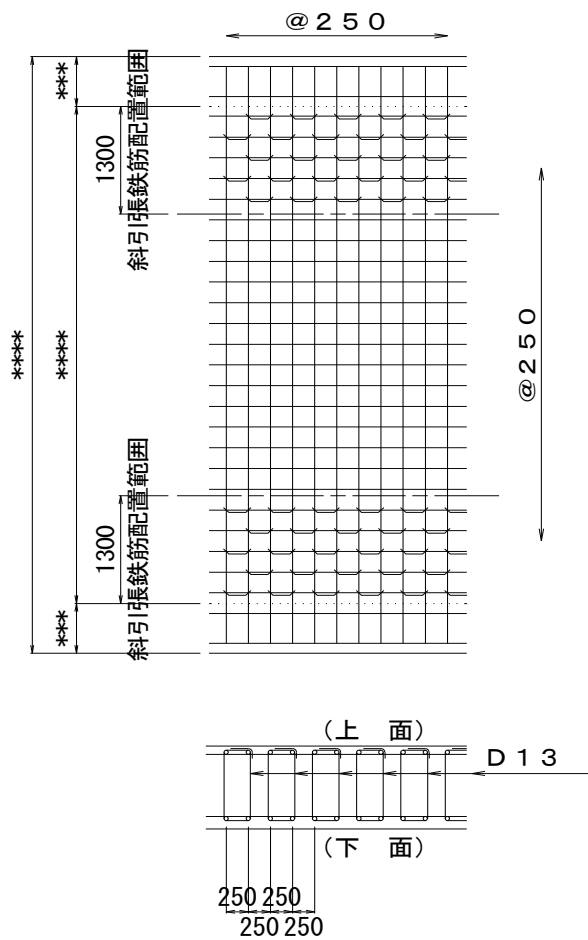
応力の計算結果より、底版におけるせん断応力の許容値を越えている範囲を、以下に求める。

$$x = L - S_{ca} * L / S$$

$$= 3300 - 308100 * 3300 / 500000 = 1267 \text{ mm} \quad \cong 1.30 \text{ m}$$

(* 2) 配筋要領図

・ 斜引張鉄筋の配置要領



(* 1) 斜引張鉄筋の計算

a) 鉄筋間隔と鉄筋径の算出

底板部材両端部において、コンクリートの許容せん断応力度を越えるせん断応力が発生したため、斜引張鉄筋を配置する必要がある。以下その検討を行う。(道路橋示方書・同解説 IV 下部構造編平成14年3月)

$$A_w = 1.15 * Sh' * s / \{ \sigma_{sa} * d * (\sin \theta + \cos \theta) \}$$

$$Sh' = Sh - S_{ca}$$

$$S_{ca} = \tau_a * b * d$$

A_w : 間隔 s 及び角度 θ で配筋される斜引張鉄筋の断面積 (mm^2)

Sh' : 間隔 s 及び角度 θ で配筋される斜引張鉄筋が負担するせん断力 (kN)

s : 斜引張鉄筋の部材方向の間隔 (cm) = 250 mm

θ : 斜引張鉄筋が部材軸方向となす角度 (90°)

S_{ca} : コンクリートが負担するせん断力 (N)

部材幅 $b = 100.0 \text{ cm}$

有効高 $d = 79.0 \text{ cm}$

	(常時)	(地震時)
コンクリートの許容せん断応力度 $\tau_a =$	0.39 N/mm^2	0.58 N/mm^2
鉄筋の許容引張り応力度 $\sigma_{sa} =$	160 N/mm^2	300 N/mm^2

$$Sh = S - M / d * (\tan \beta + \tan \gamma)$$

$$= (= S \text{ 常時}) \quad 500.000 \text{ kN (常時のせん断応力計算結果より)}$$

$$= (= S \text{ 地震時}) \quad 700.000 \text{ kN (地震時のせん断応力計算結果より)}$$

・常時

$$S_{ca} = \tau_a * b * d$$

$$= 0.39 * 1000 * 790 = 308100 \text{ N}$$

$$Sh' = 500.000 - 308.100 = 191.900 \text{ kN}$$

従って、常時における必要鉄筋量は

$$A_w = \frac{1.15 * 191.900 * 10^3 * 250}{160 * 790} = 436 \text{ mm}^2$$

以上より、常時に必要なスターラップ筋の配置は、

$$D 13 = 127 \text{ mm}^2/\text{本}$$

部材方向の斜め引張鉄筋の本数 n は

$$n = 1000 * 1 / 250 = 4.00 \text{ 本}$$

従って、

$$A_s = 127 * 4.00 = 507 \text{ mm}^2 > A_w = 436 \text{ mm}^2 \quad (\text{ OK })$$

また、せん断応力を斜め引張鉄筋と共同して負担する場合の許容せん断力応力度(τ_{a2})に対しては

$$\tau = 0.63 \text{ N/mm}^2 < \tau_{a2} = 1.70 \text{ mm}^2 \quad (\text{ OK })$$

・地震時

$$\begin{aligned} Sca &= \tau a' \cdot b \cdot d \\ &= 0.58 * 1000 * 790 = 458200 \text{ N} \\ Sh' &= 700.000 - 458.200 = 241.800 \text{ kN} \end{aligned}$$

従って、地震時における必要鉄筋量は

$$Aw = \frac{1.15 * 241.800 * 10^3 * 250}{300 * 790} = 293 \text{ mm}^2$$

以上より、地震時に必要なスターラップ筋の配置は、

$$D 13 = 127 \text{ mm}^2/\text{本}$$

部材方向の斜め引張鉄筋の本数nは

$$n = 1000 * 1 / 250 = 4.00 \text{ 本}$$

従って、

$$As = 127 * 4.00 = 507 \text{ mm}^2 > Aw = 293 \text{ mm}^2 \quad (\text{OK})$$

また、せん断応力を斜め引張鉄筋と共同して負担する場合の許容せん断力応力度($\tau a2$)に対しては

$$\tau = 0.89 \text{ N/mm}^2 < \tau a2 = 2.55 \text{ mm}^2 \quad (\text{OK})$$

b) 設置範囲の計算

・常時

常時の施工範囲は、常時許容せん断応力度が

$$\tau a = 0.39 \text{ N/mm}^2$$

であることより、許容されるせん断力は以下の値になる。

$$\begin{aligned} Sca &= \tau a \cdot b \cdot d \\ &= 0.39 * 1000 * 790 = 308100 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

応力の計算結果より、底版におけるせん断応力の許容値を越えている範囲を、以下に求める。

$$\begin{aligned} x &= L - Sca * L / S \\ &= 3300 - 308100 * 3300 / 500000 = 1267 \text{ mm} \quad \doteq 1.30 \text{ m} \end{aligned}$$

・地震時

地震時の施工範囲は、地震時許容せん断応力度が

$$\tau a = 0.58 \text{ N/mm}^2$$

であることより、許容されるせん断力は以下の値になる。

$$\begin{aligned} Sca &= \tau a' \cdot b \cdot d \\ &= 0.58 * 1000 * 790 = 458200 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

応力の計算結果より、底版におけるせん断応力の許容値を越えている範囲を、以下に求める。

$$\begin{aligned} x &= L - Sca * L / S \\ &= 3300 - 458200 * 3300 / 700000 = 1140 \text{ mm} \quad \doteq 1.20 \text{ m} \end{aligned}$$

以上、常時と地震時の計算結果より、斜引張鉄筋の設置範囲は以下のようにする。

$$x = 1.30 \text{ m}$$

(* 2) 配筋要領図

・斜引張鉄筋の配置要領

