

# R C水路橋構造計算システム

(鉄筋コンクリート水路橋構造計算システム)

Ver1.0

適用基準

○「土地改良事業計画設計基準 設計『水路工』基準書 技術書」(H13/2)

出力例

単純支持形式の計算書

開発・販売元

株式会社 SIP システム

本店（開発・商品管理）

〒599-8128

大阪府堺市中茶屋 77-1-401

TEL:072-237-1474 FAX:072-237-1041

大阪事務所（業務・技術サービス）

〒542-0081

大阪府大阪市中央区南船場 1-18-24-501

TEL:06-6125-2232 FAX:06-6125-2233

<http://www.sipc.co.jp>

[mail@sipc.co.jp](mailto:mail@sipc.co.jp)

# 1. 設計条件

## 1.1 単位体積重量

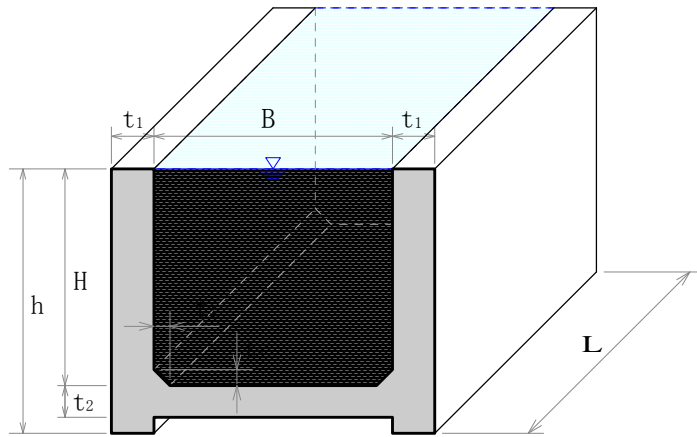
項目	記号	値	単位	備考
躯体	$\gamma_{sc}$	24.500	kN/m <sup>3</sup>	
水	$\gamma_w$	9.800	kN/m <sup>3</sup>	
雪	$\gamma_{sn}$	3.500	kN/m <sup>3</sup>	

## 1.2 躯体寸法

項目	記号	値	単位	備考
側壁高	H	1.500	m	
内空幅	B	2.000	m	
側壁厚	$t_1$	0.400	m	
底版厚	$t_2$	0.400	m	
ハンチ幅	$t_4$	0.200	m	
ハンチ高	$t_4'$	0.200	m	
全高	h	2.000	m	

延長方向支持方法	<input type="radio"/> 単純梁	<input type="radio"/> 連続梁		
項目	記号	値	単位	備考
支間長	L	10.000	m	

区間数	0								
区 間 距 離 L (m)									
No	距離	No	距離	No	距離	No	距離	No	距離
1		2		3		4		5	



## 1.3 部材条件

項目	記号	値	単位	備考
許容曲げ圧縮応力度	$\sigma_{ca}$	9.00	N/mm <sup>2</sup>	
許容せん断応力度	$\tau_a$	0.39	N/mm <sup>2</sup>	
許容付着応力度	$\tau_{oa}$	1.70	N/mm <sup>2</sup>	
許容引張応力度	$\sigma_{sa}$	176.00	N/mm <sup>2</sup>	
ヤング係数比	n	15.0		

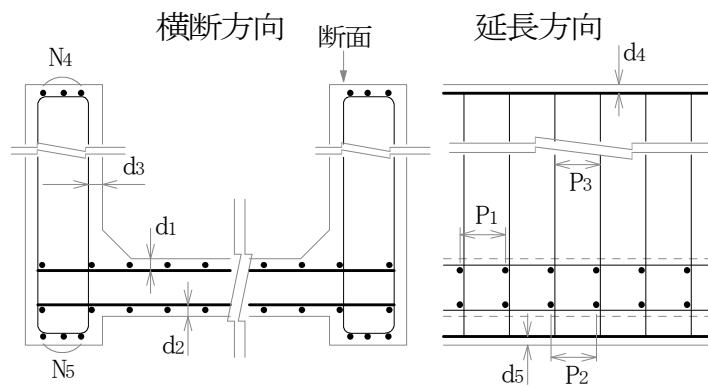
許容せん断応力の計算方法	<input type="radio"/> 最大せん断	<input type="radio"/> 平均せん断
--------------	-----------------------------	-----------------------------

## 1.4 その他

項目	記号	値	単位	備考
積雪深	$H_s$	2.100	m	
主桁1本に対する追加荷重	$Q$	10.500	kN/m	単位mあたり

## 1.5 配筋条件

項目	記号	値	単位	備考
底版上部かぶり	$d_1$	60.0	mm	
底版下部かぶり	$d_2$	60.0	mm	
側壁内側かぶり	$d_3$	60.0	mm	
主桁上部かぶり	$d_4$	60.0	mm	
主桁下部かぶり	$d_5$	60.0	mm	
底版上部ピッチ	$P_1$	250	mm	
底版下部ピッチ	$P_2$	250	mm	
側壁内側ピッチ	$P_3$	250	mm	
主桁上部本数	$N_4$	3	本	
主桁下部本数	$N_5$	3	本	
底版上部鉄筋		D13		
底版下部鉄筋		D13		
側壁内側鉄筋		D13		
主桁上部鉄筋		D13		
主桁下部鉄筋		D32		



# 1. 設計条件

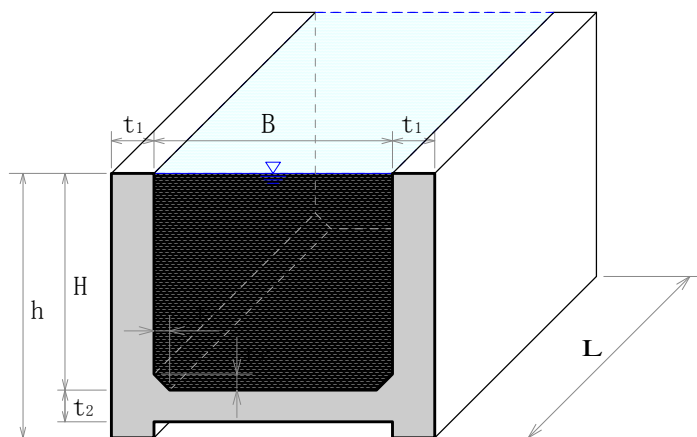
## 1.1 単位体積重量

項目	記号	値	単位	備考
躯体	$\gamma_{sc}$	24.500	kN/m <sup>3</sup>	
水	$\gamma_w$	9.800	kN/m <sup>3</sup>	
雪	$\gamma_{sn}$	3.500	kN/m <sup>3</sup>	

## 1.2 躯体寸法

項目	記号	値	単位	備考
側壁高	H	1.500	m	
内空幅	B	2.000	m	
側壁厚	$t_1$	0.400	m	
底版厚	$t_2$	0.400	m	
ハンチ幅	$t_4$	0.200	m	
ハンチ高	$t_4'$	0.200	m	
全高	h	2.000	m	

延長方向支持方法	<input type="radio"/> 単純梁	<input type="radio"/> 連続梁		
項目	記号	値	単位	備考
支間長	L	10.000	m	



## 1.3 部材条件

項目	記号	値	単位	備考
許容曲げ圧縮応力度	$\sigma_{ca}$	9.00	N/mm <sup>2</sup>	
許容せん断応力度	$\tau_a$	0.39	N/mm <sup>2</sup>	
許容付着応力度	$\tau_{oa}$	1.70	N/mm <sup>2</sup>	
許容引張応力度	$\sigma_{sa}$	176.00	N/mm <sup>2</sup>	
ヤング係数比	n	15.0		

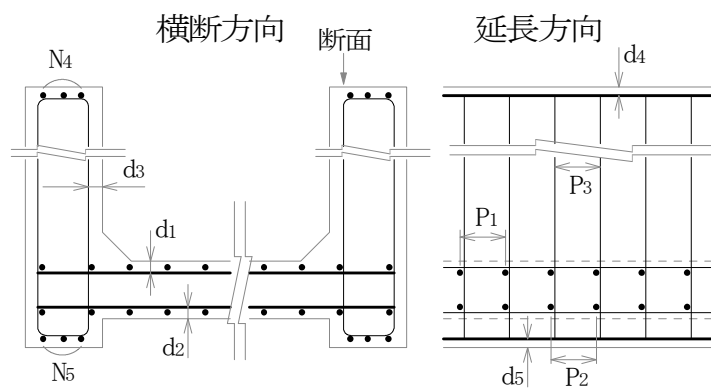
許容せん断応力の計算方法	<input type="radio"/> 最大せん断	<input type="radio"/> 平均せん断
--------------	-----------------------------	-----------------------------

## 1.4 その他

項目	記号	値	単位	備考
積雪深	$H_s$	2.100	m	
主桁1本に対する追加荷重	Q	10.500	kN/m	単位mあたり

## 1.5 配筋条件

項目	記号	値	単位	備考
底版上部かぶり	$d_1$	60.0	mm	
底版下部かぶり	$d_2$	60.0	mm	
側壁内側かぶり	$d_3$	60.0	mm	
主桁上部かぶり	$d_4$	60.0	mm	
主桁下部かぶり	$d_5$	60.0	mm	
底版上部ピッチ	$P_1$	250	mm	
底版下部ピッチ	$P_2$	250	mm	
側壁内側ピッチ	$P_3$	250	mm	
主桁上部本数	$N_4$	3	本	
主桁下部本数	$N_5$	3	本	



## 2. 荷重の計算

### 2.1 床版に作用する荷重（単位幅当たり）

- ・自重  $W_c = t_2 \cdot \gamma_{sc} = 0.400 \times 24.500 = 9.800 \text{ (kN/m}^2\text{)}$
- ・内水重  $W_{w1} = H \cdot \gamma_w = 1.500 \times 9.800 = 14.700 \text{ (kN/m}^2\text{)}$
- ・雪荷重  $W_{s1} = H_s \cdot \gamma_{sn} = 2.100 \times 3.500 = 7.350 \text{ (kN/m}^2\text{)}$
  
- ・計  $W_1 = W_c + W_{w1} = 9.800 + 14.700 = 24.500 \text{ (kN/m}^2\text{)}$

ここに、 $W_1$  : 床版に作用する荷重 (kN/m<sup>2</sup>)  
 $\gamma_{sc}$  : 躯体の単位体積重量 (kN/m<sup>3</sup>)  
 $\gamma_w$  : 水の単位体積重量 (kN/m<sup>3</sup>)  
 $\gamma_{sn}$  : 雪の単位体積重量 (kN/m<sup>3</sup>)

内水重と雪荷重を比較し、大きい方の値を採用するものとする。

### 2.2 主桁に作用する荷重（1本当たりの単位長当たり）

- ・自重  $W_d = (t_1 \cdot h + t_4 \cdot t_4' / 2) \gamma_{sc} + B \cdot W_c / 2$   
 $= (0.400 \times 2.000 + 0.200 \times 0.200 / 2) \times 24.500 + 2.000 \times 9.800 / 2$   
 $= 29.890 \text{ (kN/m)}$
- ・内水重  $W_{w2} = (B \cdot H - t_4 \cdot t_4') \gamma_w / 2$   
 $= (2.000 \times 1.500 - 0.200 \times 0.200) \times 9.800 / 2$   
 $= 14.504 \text{ (kN/m)}$
- ・雪荷重  $W_{s2} = (B \cdot H_s - t_4 \cdot t_4') \gamma_{sn} / 2$   
 $= (2.000 \times 2.100 - 0.200 \times 0.200) \times 3.500 / 2$   
 $= 7.280 \text{ (kN/m)}$
  
- ・計  $W_2 = W_d + W_{w2} = 29.890 + 14.504 = 44.394 \text{ (kN/m)}$

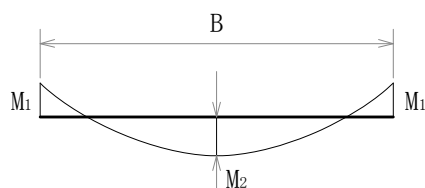
ここに、 $W_2$  : 主桁に作用する荷重 (kN/m)

- ・水圧強度  $P_w = H \cdot \gamma_w = 1.500 \times 9.800 = 14.700 \text{ (kN/m}^2\text{)}$

### 2.3 床版に作用する曲げモーメント及びせん断力

(a) 曲げモーメント

底版に作用する曲げモーメントは、次の2ケースについて計算を行い、両者の大きい方の値を採用する。



$M_1$  : 床版部材端曲げモーメント (kN・m/m)

$M_2$  : 床版中央曲げモーメント (kN・m/m)

i 側壁を含めた一体構造と考えた場合

$$\begin{aligned} M_{1a} &= -P_w \cdot H^2 / 6 = -14.700 \times 1.500^2 / 6 \\ &= -5.513 \text{ (kN} \cdot \text{m/m)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{2a} &= W_1 \cdot B^2 / 8 + M_{1a} = 24.500 \times 2.000^2 / 8 + -5.513 \\ &= 6.737 \text{ (kN} \cdot \text{m/m)} \end{aligned}$$

ii 床版を両端固定梁と考えた場合

$$\begin{aligned} M_{1b} &= -W_1 \cdot B^2 / 12 = -24.500 \times 2.000^2 / 12 \\ &= -8.167 \text{ (kN} \cdot \text{m/m)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{2b} &= W_1 \cdot B^2 / 24 = 24.500 \times 2.000^2 / 24 \\ &= 4.083 \text{ (kN} \cdot \text{m/m)} \end{aligned}$$

それぞれの2ケースを比較し、大きい値を採用する。

$$M_1 = -8.167 \text{ (kN} \cdot \text{m/m)}$$

$$M_2 = 6.737 \text{ (kN} \cdot \text{m/m)}$$

(b) せん断力

せん断力  $S$  (kN/m) の検討は、床版端部より  $t_2/2$  離れた断面において行う。

$$\begin{aligned} S &= W_1 (B - t^2) / 2 = 24.500 \times (2.000 - 0.400) / 2 \\ &= 19.600 \text{ (kN/m)} \end{aligned}$$

(b) 軸方向力

床版には水圧により軸方向に引張力  $N$  (kN/m) が生じる。

$$\begin{aligned} N &= -P_w \cdot H / 2 = -14.700 \times 1.500 / 2 \\ &= -11.025 \text{ (kN/m)} \end{aligned}$$

## 2.4 側壁に作用する曲げモーメント及びせん断力

(a) 曲げモーメント

側壁に作用する曲げモーメントは、「i 側壁を含めた一体構造と考えた場合」の底版部材端モーメントと同値である。

$$M_w = M_{1a} = -5.513 \text{ (kN} \cdot \text{m/m)}$$

(b) せん断力

せん断力  $S$  (kN/m) の検討は、側壁付け根の断面において行う。

$$\begin{aligned} S_w &= P_w \cdot H / 2 = 14.700 \times 1.500 / 2 \\ &= 11.025 \text{ (kN/m)} \end{aligned}$$

## 2.5 主桁に作用する曲げモーメント及びせん断力

主桁を単純梁として断面力を計算する。

(a) 曲げモーメント

主桁の曲げモーメントは、中央部で検討する。

$$\begin{aligned} M &= (W_2 + Q) L^2 / 8 = (44.394 + 10.500) \times 10.000^2 / 8 \\ &= 686.175 \text{ (kN} \cdot \text{m)} \end{aligned}$$

(b) せん断力

主桁のせん断力は、支点から  $h/2$  離れた位置と支点の位置で検討する。

・  $h/2$  の位置

$$\begin{aligned} S &= M = (W_2 + Q) (W_2 + Q) (L - h) / 2 = (44.394 + 10.500) \times (10.000 - 2.000) / 2 \\ &= 219.576 \text{ (kN)} \end{aligned}$$

$h/2$  位置での曲げモーメントは

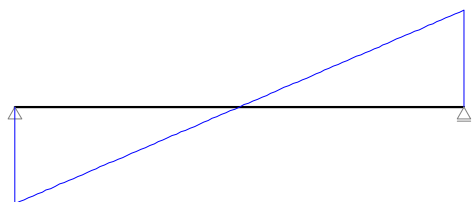
$$\begin{aligned} M &= M = (W_2 + Q) (W_2 + Q) \cdot h (L - h/2) / 4 = (44.394 + 10.500) \times 2.000 \times (10.000 - 2.000/2) / 4 \\ &= 247.023 \text{ (kN} \cdot \text{m)} \end{aligned}$$

・ 支点

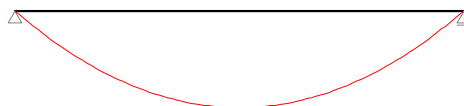
$$\begin{aligned} S_0 &= M = (W_2 + Q) (W_2 + Q) \times L / 2 = (44.394 + 10.500) \times 10.000 / 2 \\ &= 274.470 \text{ (kN)} \end{aligned}$$

## 2.6 主桁部応力図

・せん断力図



・曲げモーメント図





### 3. 必要鉄筋量の算出

#### 3.1 係数

断面算定に用いる場合の係数  $k_0$ ,  $j_0$  は次の値を用いる。

$$k_0 = 1 / (1 + \sigma_{sa} / (n \cdot \sigma_{ca})) = 1 / (1 + 176.00 / (15.0 \times 9.00)) = 0.434084$$

$$j_0 = 1 - k_0 / 3 = 1 - 0.434084 / 3 = 0.855305$$

#### 3.2 底版

底版部の計算は、内水圧による引張方向軸力考慮する。

##### (a) 底版端部

$$h = t_2 = 400.0 \text{ (mm)}$$

$$d = h - d_1 = 400.0 - 60.0 = 340.0 \text{ (mm)}$$

$$e = M / N = 8,167,000 / 11,025 = 740.771 \text{ (mm)}$$

$$0.5h - d_2 = 0.5 \times 400.0 - 60.0 = 140.0 \text{ (mm)}$$

$$M_1 = M - N(d - 0.5h) = 8,167,000 - 11,025 \times (340.0 - 0.5 \times 400.0)$$

$$= 6,623,500 \text{ (N} \cdot \text{mm)}$$

$$M_2 = 0.5 \sigma_{ca} \cdot k_0 \cdot j_0 \cdot b \cdot d^2 = 0.5 \times 9.00 \times 0.434084 \times 0.855305 \times 1,000.0 \times 340.0^2$$

$$= 193,136,847 \text{ (N} \cdot \text{mm)}$$

$e > 0.5h - d_2$  しかも  $M_1 \leq M_2$  のためケース 2-A となる。

$$A_s' = 0 \text{ (圧縮鉄筋不要)}$$

$$\begin{aligned} A_s &= M_1 / (\sigma_{sa} \cdot j_0 \cdot d) + N / \sigma_{sa} \\ &= 6,623,500 / (176.00 \times 0.855305 \times 340.0) + 11,025 / 176.00 \\ &= 192.05 \text{ (mm}^2\text{)} \end{aligned}$$

##### (b) 底版中央部

$$h = t_2 = 400.0 \text{ (mm)}$$

$$d = h - d_2 = 400.0 - 60.0 = 340.0 \text{ (mm)}$$

$$e = M / N = 6,737,000 / 11,025 = 611.066 \text{ (mm)}$$

$$0.5h - d_1 = 0.5 \times 400.0 - 60.0 = 140.0 \text{ (mm)}$$

$$M_1 = M - N(d - 0.5h) = 6,737,000 - 11,025 \times (340.0 - 0.5 \times 400.0)$$

$$= 5,193,500 \text{ (N} \cdot \text{mm)}$$

$$M_2 = 0.5 \sigma_{ca} \cdot k_0 \cdot j_0 \cdot b \cdot d^2 = 0.5 \times 9.00 \times 0.434084 \times 0.855305 \times 1,000.0 \times 340.0^2$$

$$= 193,136,847 \text{ (N} \cdot \text{mm)}$$

$e > 0.5h - d_1$  しかも  $M_1 \leq M_2$  のためケース 2-A となる。

$$A_s' = 0 \text{ (圧縮鉄筋不要)}$$

$$\begin{aligned} A_s &= M_1 / (\sigma_{sa} \cdot j_0 \cdot d) + N / \sigma_{sa} \\ &= 5,193,500 / (176.00 \times 0.855305 \times 340.0) + 11,025 / 176.00 \\ &= 164.11 \text{ (mm}^2\text{)} \end{aligned}$$

#### 3.3 側壁

側壁部の計算は、内水圧によって生じる側壁内面の引張曲げモーメントによって計算する。

$$h = t_1 = 400.0 \text{ (mm)}$$

$$d = h - d_3 = 400.0 - 60.0 = 340.0 \text{ (mm)}$$

$$\begin{aligned} A_s &= M / (\sigma_{sa} \cdot j_0 \cdot d) = 5,513,000 / (176.00 \times 0.855305 \times 340.0) \\ &= 107.71 \text{ (mm}^2\text{)} \end{aligned}$$

#### 3.4 主桁

$$h = h = 2,000.0 \text{ (mm)}$$

$$d = h - d_5 = 2,000.0 - 60.0 = 1,940.0 \text{ (mm)}$$

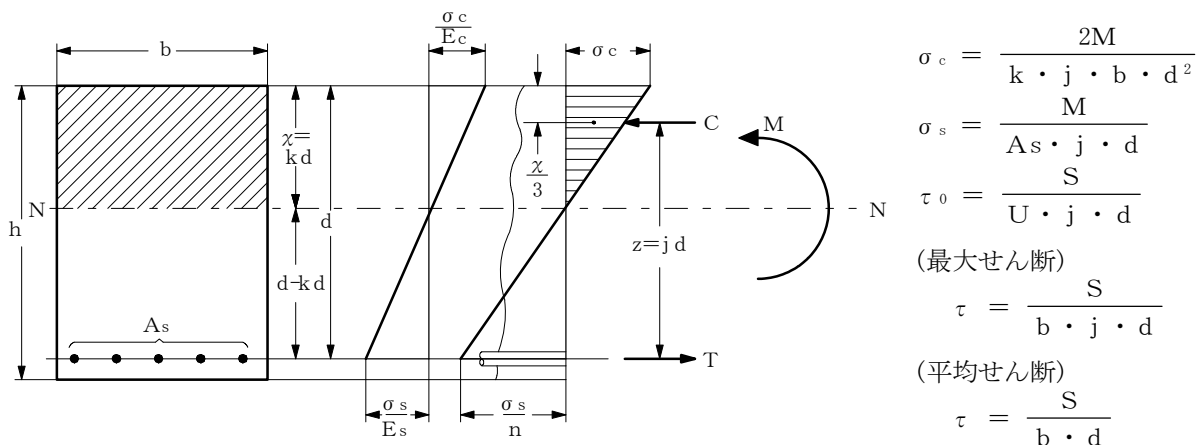
$$\begin{aligned} A_s &= M / (\sigma_{sa} \cdot j_0 \cdot d) = 686,175,000 / (176.00 \times 0.855305 \times 1,940.0) \\ &= 2,349.63 \text{ (mm}^2\text{)} \end{aligned}$$

### 3.5 必要鉄筋量の集計

項 目	必要鉄筋量 (mm <sup>2</sup> )	本数(本)	呼び径	鉄筋量(mm <sup>2</sup> )	周 長(mm)
底版上部	192.05	4.00	D13	506.8	160.0
底版下部	164.11	4.00	D13	506.8	160.0
側壁内側	107.71	4.00	D13	506.8	160.0
主桁下部	2349.63	3.00	D32	2382.6	300.0

## 4. 部材計算

### 4.1 算出公式

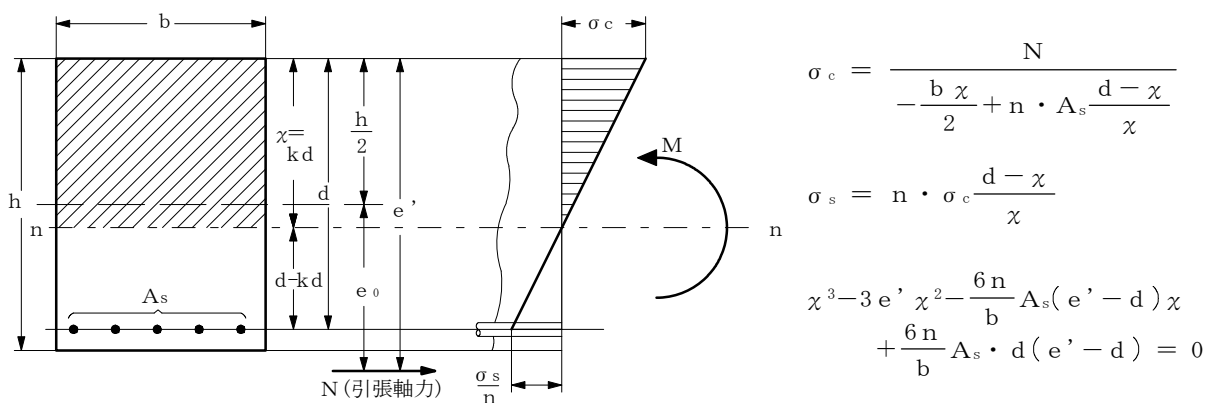


$$p = \frac{A_s}{b \cdot d}$$

$$k = \sqrt{2n \cdot p + (n \cdot p)^2} - n \cdot p$$

$$j = 1 - \frac{k}{3}$$

曲げモーメントのみが作用する部材



曲げモーメントと引張軸力が作用する部材

## 4.2 応力計算表

			底版端部	底版中央	側壁付根	主桁 h/2	主桁中央	主桁端部
断面力	曲げモーメント	M kN・m	-8.167	6.737	-5.513	247.023	686.175	0.000
	軸力	N kN	-11.025	-11.025	0.000	0.000	0.000	0.000
	せん断力	S kN	19.600	0.000	11.025	219.576	0.000	0.000
部材	部材幅	b mm	1,000	1,000	1,000	400	400	400
	部材厚	h mm	400	400	400	2,000	2,000	2,000
配筋計画	引張側鉄筋かぶり	$d_2$ mm	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000
	圧縮側鉄筋かぶり	$d_1$ mm	60.000	60.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	引張側鉄筋@ピッチ、鉄筋×本数		D13@250	D13@250	D13@250	D32×3	D32×3	D13×3
	圧縮側鉄筋@ピッチ		D13@250	D13@250				
データ	鉄筋断面積	$A_s$ mm <sup>2</sup>	506.8	506.8	506.8	2,382.6	2,382.6	380.1
	鉄筋周長	U mm	160.0	160.0	160.0	300.0	300.0	120.0
	有効部材厚	d mm	340.0	340.0	340.0	1,940.0	1,940.0	1,940.0
係数	ヤング係数比	n	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
	鉄筋比	p	0.00149	0.00149	0.00149	0.00307	0.00307	0.00049
	Nの中心からの距離	$e_o$ mm	-740.771	-611.066	0.000	0.000	0.000	0.000
	Nの圧縮縁からの距離	$e_c$ mm	-940.771	-811.066	0.000	0.000	0.000	0.000
	中立軸の位置	$\chi$	53.268	51.051	64.699	506.185	506.185	221.354
	中立軸比	k	0.156670	0.150150	0.190290	0.260920	0.260920	0.114100
	応力軸比	j	0.947780	0.949950	0.936570	0.913030	0.913030	0.961970
計算結果	曲げ圧縮応力度 [9.00]	$\sigma_c$ N/mm <sup>2</sup>	0.77	0.63	0.54	1.38	3.83	0.00
	引張応力度 [176.00]	$\sigma_s$ N/mm <sup>2</sup>	62.33	53.49	34.15	58.55	162.60	0.00
	せん断応力度 [0.39]	$\tau$ N/mm <sup>2</sup>	0.06	0.00	0.03	0.28	0.00	0.00
	付着応力度 [1.70]	$\tau_o$ N/mm <sup>2</sup>	0.38	0.00	0.22	0.41	0.00	0.00
判定			OK	OK	OK	OK	OK	OK

底版及び側壁は、単位m当たりでの計算。