

集水樹の構造計算

集水樹 3.00 × 2.00 × 3.15、横断方向断面の計算

1. 計算条件

1-1. 集水樹の寸法

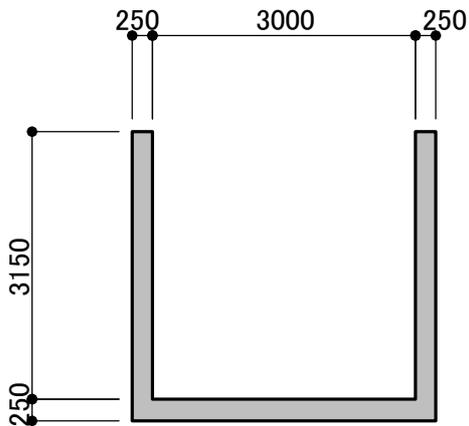
・ 内空幅	B =	3.000	(m)
・ 内空高さ	H =	3.150	(m)
・ 即壁厚	T _w =	0.250	(m)
・ 底版厚	T _b =	0.250	(m)

1-2. 土質条件

・ 土の単位体積重量	$\gamma_s =$	18.000	(kN/m ³)
・ 土の内部摩擦角	$\phi =$	30.000	(°)

1-3. 許容応力度

・ 設計基準強度	$\sigma_{ck} =$	18.000	(N/mm ²)
・ 許容曲げ引張応力度	$\sigma_{ta} =$	0.225	(N/mm ²)
・ 許容曲げ圧縮応力度	$\sigma_{ca} =$	8.000	(N/mm ²)
・ 許容せん断応力度	$\tau_a =$	0.450	(N/mm ²)
・ 許容引張応力度	$\sigma_{sa} =$	160.0	(N/mm ²)



2.側壁に作用する荷重計算

2-1. 静止土圧係数

$$K_A = 0.500$$

2-2. 荷重計算

- ・ 底版中央までの深度

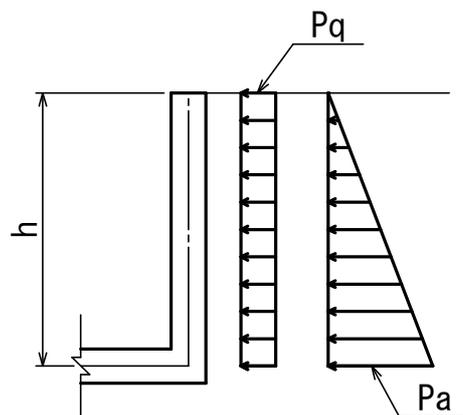
$$\begin{aligned} h &= H + T_b/2 = 3.150 + 0.250/2 \\ &= 3.275 \text{ (m)} \end{aligned}$$

- ・ 載荷重による等分布荷重

$$\begin{aligned} P_q &= q \times K_A = 10.0 \times 0.500 \\ &= 5.000 \text{ (kN/m}^2\text{)} \end{aligned}$$

- ・ 土圧による三角形荷重

$$\begin{aligned} P_a &= \gamma_s \times h \times K_A = 18.00 \times 3.275 \times 0.500 \\ &= 29.475 \text{ (kN/m}^2\text{)} \end{aligned}$$



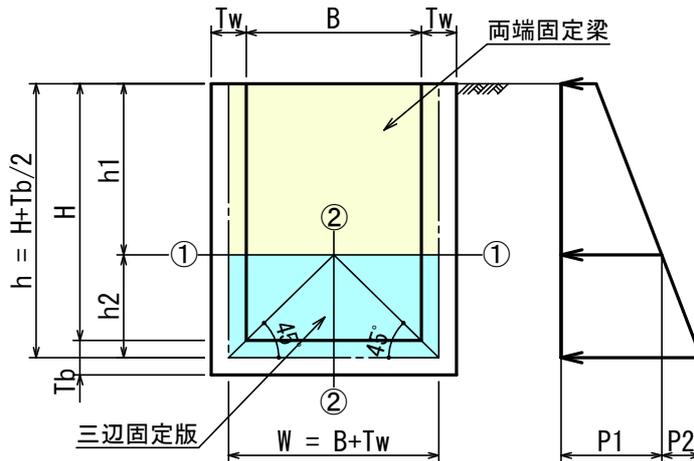
3.断面力の計算

3-1.断面力の計算方法

集水枡の側壁に生じる断面力は枡の形状に応じて以下の手法で計算する。

Type-1：一般的な形状の枡の場合（両端固定梁 + 三辺固定版）

側壁の形状が $2h > W$ となる場合は、 45° 分布線の交点位置で版を上下に分割し、上部については①-①断面を両端固定梁として計算する。また、下部については②-②断面を三辺固定版として計算する。



断面力の計算式

①-①断面（横方向の計算）

・ 固定端モーメント M

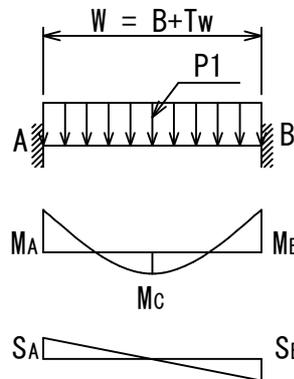
$$M_A, M_B = \frac{P_1 (B + T_w)^2}{12}$$

・ 版中央モーメント M_c

$$M_c = \frac{P_1 (B + T_w)^2}{24}$$

・ せん断力 S

$$S_A, S_B = \frac{P_1 (B + T_w)}{2}$$



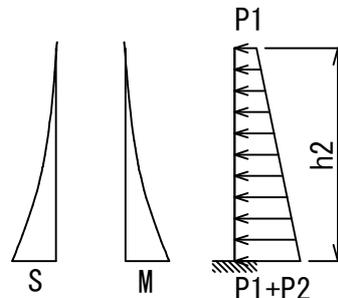
②-②断面（縦方向の計算）

・ 固定端モーメント M

$$M = 1/2 \times (P_1/2 + P_2/6) \times h_2^2$$

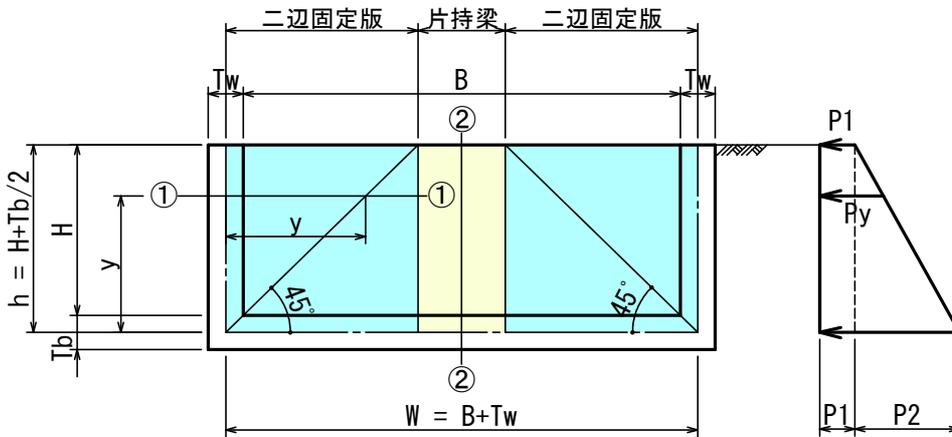
・ せん断力 S

$$S = (P_1 + P_2/2) \times h_2$$



Type-2 : 幅広柵の場合 (片持梁 + 二辺固定版)

幅広の柵で側壁の形状が $2h \leq W$ となる場合は、 45° 分布線と上端の交点位置で版を左右方向に3分割し、中央部については底版を固定端とした片持梁として計算する。また、両側は底版と側壁に固定された二辺固定版として計算する。



断面力の計算式

①-①断面 (横方向の計算)

二辺固定版部は慣用法として、次のような考え方で計算する。
 (「道路橋示方書・同解説 IV 下部構造編 (P211)」のウイングの計算法)
 二辺固定版を 45° 分布線で上下に分割し上部は側壁で固定された片持梁と見なす。また、下部は底版に固定された片持梁と見なす。底版片持梁は②-②断面で計算するので、ここでは計算を省略する。
 側壁片持梁は断面力が最大となる①-①断面にて計算を行う。

・ 固定端モーメント M

モーメント最大となる位置 (y_m : 下端からの距離)

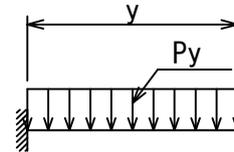
$$y_m = 2/3 \times h \times (P_1 + P_2) / P_2 \quad (\text{ただし、} y_m > h \text{ の場合は } y_m = h \text{ とする})$$

y_m 位置における荷重強度(P_y)

$$P_y = P_1 + P_2 - P_2 \times y_m / h$$

y_m 位置における曲げモーメント(M_{max})

$$M_{max} = 1/2 \times P_y \times y_m^2$$



・ せん断力 S

せん断力が最大となる位置 (y_s : 下端からの距離)

$$y_s = h/2 \times (P_1 + P_2) / P_2$$

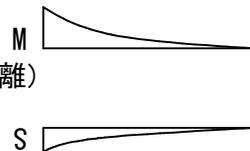
(ただし、 $y_s > h$ の場合は $y_s = h$ とする)

y_s 位置における荷重強度(P_y)

$$P_y = P_1 + P_2 - P_2 \times y_s / h$$

y_s 位置におけるせん断力(S_{max})

$$S_{max} = P_y \times y_s$$



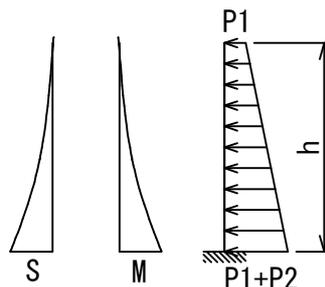
②-②断面 (縦方向の計算)

・ 固定端モーメント M

$$M = (P_1/2 + P_2/6) \times h^2$$

・ せん断力 S

$$S = (P_1 + P_2/2) \times h$$



3-2.断面力の計算

(1) 集水柵のタイプ判定

- ・ 側壁版の高さ

$$h = H + T_b/2 = 3.150 + 0.250/2 = 3.275 \text{ (m)}$$

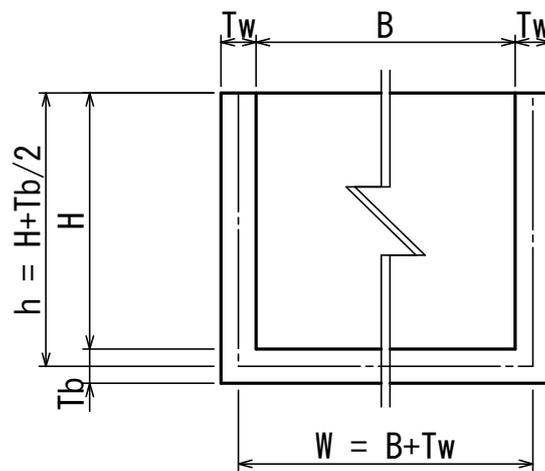
- ・ 側壁版の幅

$$W = B + T_w = 3.000 + 0.250 = 3.250 \text{ (m)}$$

- ・ タイプ判定

$$2h = 6.550 > W = 3.250$$

$2h > W$ なので Type-1 の計算式を用いる。



(2) 荷重強度の計算 (Type-1の計算)

- ・ ①-①断面までの深さ

$$h_1 = h - W/2 = 3.275 - 3.250/2 = 1.650 \text{ (m)}$$

- ・ ①-①以深の深さ

$$h_2 = W/2 = 3.250/2 = 1.625 \text{ (m)}$$

- ・ ①-①断面における荷重強度

$$P_1 = (q + \gamma_s \times h_1) \times KA = (10.0 + 18.00 \times 1.650) \times 0.500$$

$$= 19.850 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

- ・ 底版中心における荷重強度

$$P_2 = \gamma_s \times h_2 \times KA = 18.00 \times 1.625 \times 0.500$$

$$= 14.625 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

(3) ①-①断面 (横方向)の計算

- ・ 固定端モーメント M

$$M = 1/12 \times P_1 \times W^2$$

$$= 1/12 \times 19.850 \times 3.250^2$$

$$= 17.472 \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

- ・ 版中央モーメント M_c

$$M_c = 1/24 \times P_1 \times W^2$$

$$= 1/24 \times 19.850 \times 3.250^2$$

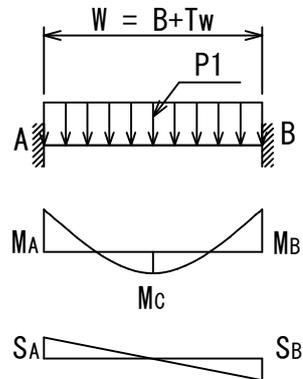
$$= 8.736 \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

- ・ せん断力 S

$$S = 1/2 \times P_1 \times W$$

$$= 1/2 \times 19.850 \times 3.250$$

$$= 32.256 \text{ (kN)}$$



(4) ②-②断面 (縦方向)の計算

- ・ 固定端モーメント M

$$M = 1/2 \times (P_1/2 + P_2/6) \times h_2^2$$

$$= 1/2 \times (19.850/2 + 14.625/6) \times 1.625^2$$

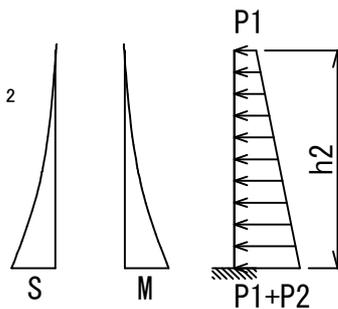
$$= 16.322 \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

- ・ せん断力 S

$$S = (P_1 + P_2/2) \times h_2$$

$$= (19.850 + 14.625/2) \times 1.625$$

$$= 44.139 \text{ (kN)}$$



3.応力照査

・断面力一覧表

項目	単位	照査箇所	
		横方向・外側 (①-①断面)	縦方向・外側 (②-②断面)
曲げモーメント M	kN・m	17.472	16.322
せん断力 S	kN	32.256	44.139

・無筋構造の計算

項目	記号	単位	照査箇所		
			横方向 外側	縦方向 外側	
断面力	曲げモーメント	M	kN・m	17.472	16.322
	せん断力	S	kN	32.256	44.139
部材	部材単位幅	b	mm	1,000	1,000
	部材厚	t	mm	250	250
	断面係数	Z	mm ³	10,416,667	10,416,667
応力度	曲げ引張応力度	$\sigma_t = M/Z$	N/mm ²	1.677	1.567
	許容曲げ引張応力度	σ_{ta}	N/mm ²	0.225	0.225
判定 ($\sigma_{ta} \geq \sigma_t$)		-	-	×	×

・鉄筋構造の計算

項目	記号	単位	照査箇所		
			横方向 外側	縦方向 外側	
断面力	曲げモーメント	M	kN・m	17.472	16.322
	せん断力	S	kN	32.256	44.139
部材	部材単位幅	b	mm	1,000	1,000
	部材厚	t	mm	250	250
鉄筋配置	鉄筋のかぶり	d'	mm	60.0	73.0
	有効高	d	mm	190.0	177.0
	鉄筋径	D	-	D16	D16
	鉄筋間隔	@	mm	250.0	250.0
	鉄筋本数(単位幅当り)	N	本	4.000	4.000
	鉄筋断面積	As	mm ²	794.40	794.40
応力計算 諸係数	ヤング係数比	n	-	15.0	15.0
	鉄筋比	p	-	0.00418	0.00449
	中立軸比	k	-	0.297	0.306
	内力間距離比	j	-	0.901	0.898
応力度	曲げ圧縮応力度	σ_c	N/mm ²	3.617	3.792
	引張応力度	σ_s	N/mm ²	128.477	129.266
	最大せん断応力度	τ	N/mm ²	0.188	0.278
許容 応力度	許容曲げ圧縮応力度	σ_{ca}	N/mm ²	8.000	8.000
	許容曲げ引張応力度	σ_{sa}	N/mm ²	160.0	160.0
	許容せん断応力度	τ_a	N/mm ²	0.450	0.450
判定	曲げ圧縮応力度	$\sigma_c \geq \sigma_{ca}$		OK	OK
	引張応力度	$\sigma_s \geq \sigma_{sa}$		OK	OK
	最大せん断応力度	$\tau \geq \tau_a$		OK	OK