

フェンスウォールの水圧に対する性能判定

825 × 400 × 60 (3段積)

2. 水圧の計算

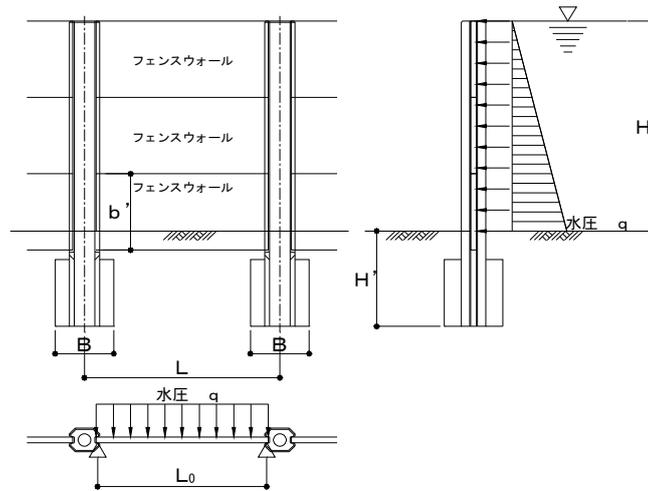
$$q = \gamma w \times H = 10 \times 1.1 = 11.000 \text{ kN/m}^2$$

3. 柵板の設計

①柵板に作用する断面力

$$\begin{aligned}
 M &= P \times L_0^2 \times \gamma f / 8 & \gamma f: \text{荷重係数} & 1.2 \\
 &= 11 \times 0.815^2 \times 1.2 / 8 \\
 &= 1.096 \quad (\text{kN}\cdot\text{m}/\text{m})
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{柵板 最下段1枚} & \quad 0.400 \text{ mあたりの断面力に換算すると} \\
 M = 1.096 \times 0.4 & = 0.438 \text{ (kN}\cdot\text{m/枚)} = 438,000 \text{ (N}\cdot\text{mm/枚)}
 \end{aligned}$$



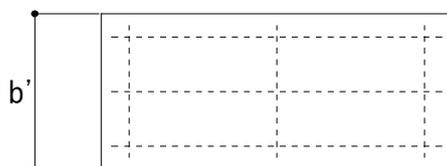
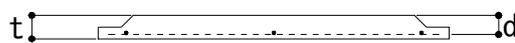
②柵板の断面耐力

柵板のひび割れ断面耐力は、以下の計算による。(耐圧板1mスパン用)

1) 計算条件

柵板幅(有効長さ):	$b' = 400$	(mm)	
柵板厚:	$t = 60$	(mm)	
有効高さ:	$d = 48$	(mm)	
鉄筋量:	$\phi 3.2$	-	3 (本)
	$A_s = 24.12$	(mm ²)	
コンクリートの曲げ強度:	$f_{bd} = 0.42 \times f'_{ck}{}^{(2/3)} / \gamma_c =$	2.7	(N/mm ²)
コンクリートの設計基準強度:	$f'_{ck} = 24.0$	(N/mm ²)	
材料係数:	$\gamma_c = 1.3$		

$$\begin{aligned}
 m &= \frac{\text{コンクリートの引張側の弾性係数}}{\text{コンクリートの圧縮側の弾性係数}} = 0.5 \\
 n &= \frac{\text{鉄筋の弾性係数}}{\text{コンクリートの弾性係数}} = 10
 \end{aligned}$$



2) ひび割れ断面耐力の計算

中立軸の位置：x

$$\begin{aligned}
 x &= \sqrt{\frac{(m \cdot b' \cdot t + n \cdot A_s)^2}{\{b'(1-m)\}^2} + \frac{m \cdot b' \cdot t^2 + 2 \cdot n \cdot A_s \cdot d}{b'(1-m)}} - \frac{m \cdot b' \cdot t + n \cdot A_s}{b'(1-m)} \\
 &= \sqrt{\frac{(0.5 \cdot 400 \cdot 60 + 10 \cdot 24.12)^2}{\{400 \cdot (1-0.5)\}^2} + \frac{0.5 \cdot 400 \cdot 60^2 + 2 \cdot 10 \cdot 24.12 \cdot 48}{400 \cdot (1-0.5)}} - \frac{0.5 \cdot 400 \cdot 60 + 10 \cdot 24.12}{400 \cdot (1-0.5)} \\
 &= 25.18 \quad (\text{mm})
 \end{aligned}$$

断面二次モーメント：I

$$\begin{aligned}
 I &= \frac{b' \{x^3 + m(t-x)^3\}}{3} + n \cdot A_s (d-x)^2 \\
 &= \frac{400 \cdot \{25.18^3 + 0.5 \cdot (60-25.18)^3\}}{3} + 10 \cdot 24.12 \cdot (48-25.18)^2 = 5.070\text{E}+06 \quad (\text{mm}^4)
 \end{aligned}$$

ひび割れ抵抗モーメント：Mcr

$$M_{cr} = \frac{I \cdot f_{bd}}{m(t-x)} = \frac{5070000 \cdot 2.7}{0.5 \cdot (60-25.18)} = 787,000 \quad (\text{N} \cdot \text{mm}/\text{枚})$$

3) 判定

設計断面力とひび割れ断面耐力を比較し判定する。なお、設計断面力には、構造物係数を乗じるものとする。

$$M_d = M \times \gamma_i = 438000 \times 1.2 = 525,600 \quad (\text{N} \cdot \text{mm}/\text{枚})$$

$$\gamma_i : \text{構造物係数} \quad 1.20$$

断面耐力の安全度

$$M_d / M_{cr} = 525600 / 787000 = \mathbf{0.67} \leq 1.0 \quad \boxed{\text{OK} = \text{ひび割れない}}$$

③たわみの計算

1) 断面二次モーメント

$$I = \frac{1}{12} \cdot W \cdot t^3 = \frac{1}{12} \times 400 \times 60^3 = 7.2000E+06 \quad (\text{mm}^4)$$

2) たわみ

$$v = \frac{5 \cdot Md \cdot L_0^2}{48 \cdot Ec \cdot I} = \frac{5 \times 525600 \times 815^2}{48 \times 25000 \times 7.2000E+06} = 0.17 \quad (\text{mm})$$

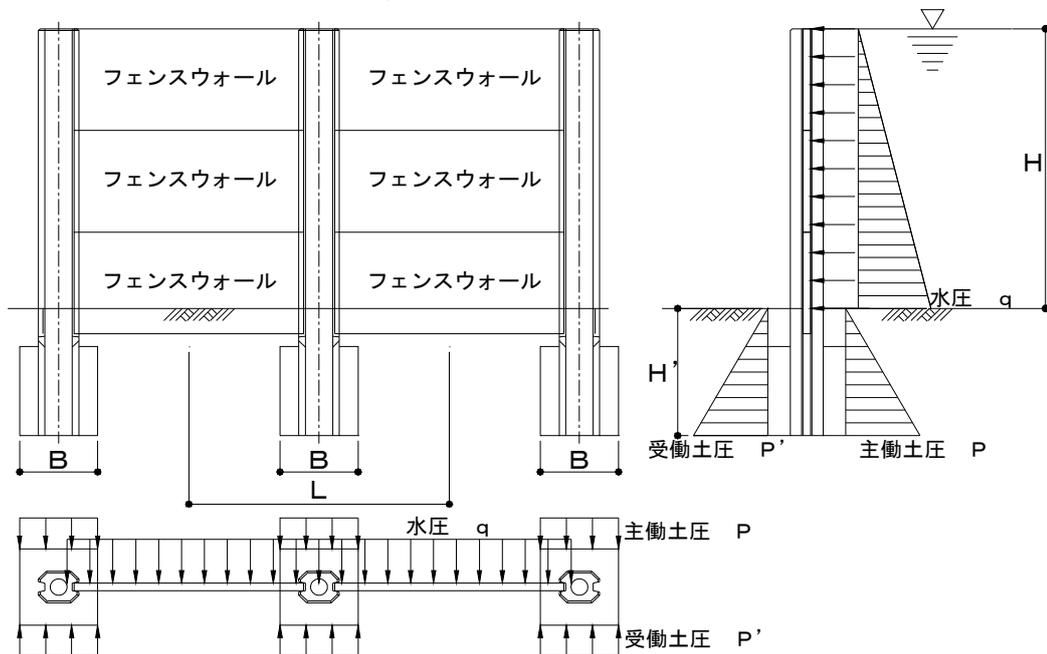
3) スパン比

$$\frac{v}{L_0} = \frac{0.168}{815} = \frac{1}{4851} < \frac{1}{600} \quad \dots \text{OK}$$

4. 杭の設計

①杭長の検討

杭長の計算は、JIS A 5372鉄筋コンクリート組立土止め計算例(コンクリート製品設計・施工要領：全国コンクリート製品協会)に基づいて計算を行う。



作用水圧・作用モーメント

$$q = \gamma_w \times H = 10 \times 1.1 = 11.000 \quad \text{kN/m}^2$$

$$M_1 = q \times H \times 1/2 \times H \times 1/3 \times L = 11 \times 1.1 \times 1/2 \times 1.1 \times 1/3 \times 1 = 2.218 \quad (\text{kN} \cdot \text{m/本})$$

主働土圧係数・作用土圧・作用モーメント

$$K = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} = \frac{1 - \sin 25^\circ}{1 + \sin 25^\circ} = 0.406$$

$$P = K \times \gamma \times H' = 0.406 \times 18 \times 0.5 = 3.654 \text{ kN/m}^2$$

$$M_2 = P \times H' \times 1/2 \times H \times 2/3 \times B \\ = 3.654 \times 0.5 \times 1/2 \times 0.5 \times 2/3 \times 0.35 = 0.107 \text{ (kN}\cdot\text{m/本)}$$

ϕ : 土の内部摩擦角 25 (°)
 γ : 土の単位体積重量 18 (kN/m³) シルト・粘性土
 H' : 主働側根入れ深さ 0.50 (m)
 B : 基礎根巻き幅 0.35 (m)

受働土圧係数・作用土圧・抵抗モーメント

$$K' = \frac{1 + \sin \phi}{1 - \sin \phi} = \frac{1 + \sin 25^\circ}{1 - \sin 25^\circ} = 2.464$$

$$P' = K' \times \gamma \times H' \times B \times \alpha \\ = 2.464 \times 18 \times 0.5 \times 0.35 \times 3 = 23.285 \text{ kN/m}^2$$

ϕ : 土の内部摩擦角 25 (°)
 γ : 土の単位体積重量 18 (kN/m³) シルト・粘性土
 H' : 受働側根入れ深さ 0.50 (m)
 B : 基礎根巻き幅 0.35 (m)
 α : 係数 3

※国鉄構造物設計基準(案)の受働土圧を引用

$$M_3 = P' \times H' \times 1/2 \times (H + H' - H'/3) \\ = 23.285 \times 0.5 \times 1/2 \times (1.1 + 0.5 - 0.5/3) = 8.344 \text{ (kN}\cdot\text{m/本)}$$

$$M_1 + M_2 = 2.325 \text{ (kN}\cdot\text{m/本)} < M_3 = 8.344 \text{ (kN}\cdot\text{m/本)}$$

M_1 と M_2 を比較すると、 M_3 が大きいため根入れは十分である。

②杭に作用する断面力

側圧の計算

$$P = (\gamma_w \times H) \times H/2 = (10 \times 1.1) \times 1.1/2 = 6.050 \quad (\text{kN})$$

側圧作用高さ ※基礎コンクリートで固定された箇所に杭の支点は生じないものとした

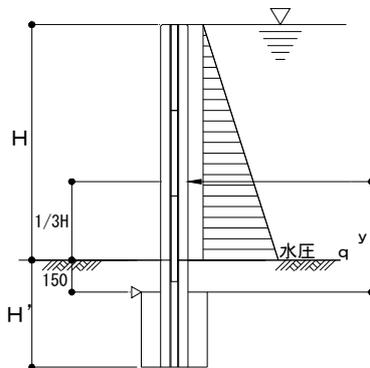
$$y = 0.15 + H \times 1/3 = 0.15 + 1.1 \times 1/3 = 0.517 \quad (\text{m})$$

杭に作用するモーメント

$$M = P \times y = 6.05 \times 0.517 = 3.128 \quad (\text{kN} \cdot \text{m}/\text{m}) = 3128000 \quad (\text{N} \cdot \text{mm}/\text{m})$$

杭間隔1mであることから、杭1本に作用する断面力は

$$M' = M \times 1 = 3128000 \quad (\text{N} \cdot \text{mm})$$



③杭の断面耐力

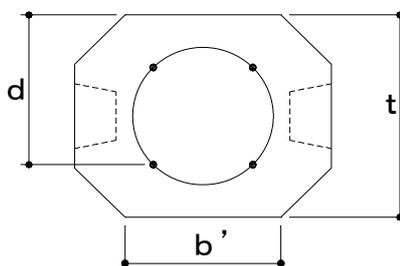
杭のひび割れ断面耐力は、以下の計算による。

1) 計算条件

土留め杭幅(有効長さ)：	$b' =$	130	(mm)	
土留め杭厚：	$t =$	230	(mm)	
有効高さ：	$d =$	160	(mm)	
鉄筋量：		D10	-	2 (本)
	$A_s =$	142.66	(mm ²)	
コンクリートの曲げ強度：	$f_{bd} = 0.42 \times f'_{ck}^{(2/3)} / \gamma_c =$	2.7	(N/mm ²)	
コンクリートの設計基準強度：	$f'_{ck} =$	24.0	(N/mm ²)	
材料係数：	$\gamma_c =$	1.3		

$$m = \frac{\text{コンクリートの引張側の弾性係数}}{\text{コンクリートの圧縮側の弾性係数}} = 0.5$$

$$n = \frac{\text{鉄筋の弾性係数}}{\text{コンクリートの弾性係数}} = 10$$



2) ひび割れ断面耐力の計算

中立軸の位置：x

$$\begin{aligned}
 x &= \sqrt{\frac{(m \cdot b' \cdot t + n \cdot A_s)^2}{\{b'(1-m)\}^2} + \frac{m \cdot b' \cdot t^2 + 2 \cdot n \cdot A_s \cdot d}{b'(1-m)}} - \frac{m \cdot b' \cdot t + n \cdot A_s}{b'(1-m)} \\
 &= \sqrt{\frac{(0.5 \cdot 130 \cdot 230 + 10 \cdot 142.66)^2}{\{130 \cdot (1-0.5)\}^2} + \frac{0.5 \cdot 130 \cdot 230^2 + 2 \cdot 10 \cdot 142.66 \cdot 160}{130 \cdot (1-0.5)}} - \frac{0.5 \cdot 130 \cdot 230 + 10 \cdot 142.66}{130 \cdot (1-0.5)} \\
 &= 99.34 \quad (\text{mm})
 \end{aligned}$$

断面二次モーメント：I

$$\begin{aligned}
 I &= \frac{b' \{x^3 + m(t-x)^3\}}{3} + n \cdot A_s (d-x)^2 \\
 &= \frac{130 \cdot \{99.34^3 + 0.5 \cdot (230-99.34)^3\}}{3} + 10 \cdot 142.66 \cdot (160-99.34)^2 = 9.606E+07 \quad (\text{mm}^4)
 \end{aligned}$$

ひび割れ断面耐力：Mcr

$$M_{cr} = \frac{I \cdot f_{bd}}{m(t-x)} = \frac{96060000 \cdot 2.7}{0.5 \cdot (230-99.34)} = 3,971,000 \quad (\text{N} \cdot \text{mm}/\text{本})$$

3) 判定

設計断面力とひび割れ断面耐力を比較し判定する。なお、設計断面力には、構造物係数を乗じるものとする。

$$M_d = M' \times \gamma_i = 3128000 \times 1.2 = 3,753,600 \quad (\text{N} \cdot \text{mm}/\text{枚})$$

$$\gamma_i : \text{構造物係数} \quad 1.20$$

断面耐力の安全度

$$M_d / M_{cr} = 3753600 / 3971000 = \mathbf{0.95} \leq 1.0 \quad \boxed{\text{OK} = \text{ひび割れない}}$$