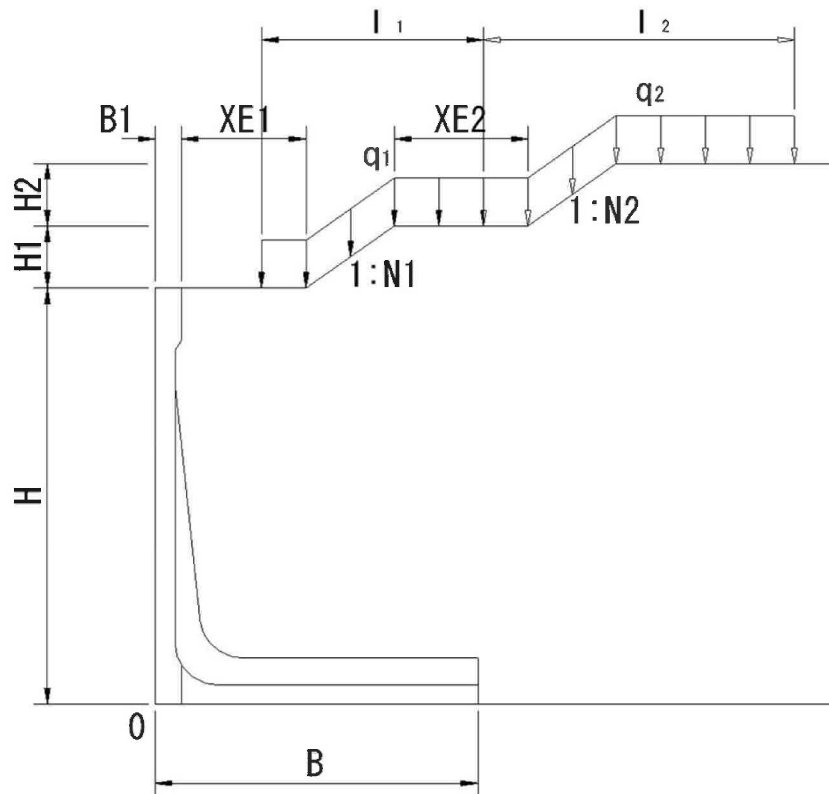


2 H=2800設計計算書

1) 設計条件



| | | | | |
|-------------------|------------|---|-------|------------------------|
| (1) 壁高 | H | = | 2.800 | m |
| (2) 底版長 | B | = | 1.750 | m |
| (3) 土の単位体積重量 | γ_s | = | 19.00 | kN/m^3 |
| (4) 土の内部摩擦角 | ϕ | = | 30.00 | $^\circ$ |
| (5) コンクリートの単位体積重量 | γ_c | = | 24.50 | kN/m^3 |
| (6) 載荷重 | q_1 | = | 10.00 | kN/m^2 |
| | q_2 | = | 0.00 | kN/m^2 |

載荷重 q_1 の区間 l_1 「0点からの水平距離0.15mの位置」～

載荷重 q_2 の区間 l_2 なし

| | | | |
|----------------------|---------------|---|-------------------------------|
| (7) コンクリートと地盤の摩擦係数 | μ | = | 0.60 |
| (8) 設計基準強度 | σ_{ck} | = | 30.00 N/mm^2 |
| (9) コンクリートの許容圧縮応力度 | σ_{ca} | = | 10.00 N/mm^2 |
| (10) コンクリートの許容せん断応力度 | τ_a | = | 0.50 N/mm^2 |
| (11) 鉄筋の許容引張応力度 | σ_{sa} | = | 160.00 N/mm^2 |
| (12) 背面形状 | | | |

| | | | | | |
|------|------|----------|----|-------|---|
| 1 段目 | 犬走り | $B1+XE1$ | = | 0.150 | m |
| | 盛土高 | H1 | = | 0.000 | m |
| | 盛土勾配 | 1:N1 | (= | 0.000 |) |
| 2 段目 | 犬走り | XE2 | = | 0.000 | m |
| | 盛土高 | H2 | = | 0.000 | m |
| | 盛土勾配 | 1:N2 | (= | 0.000 |) |

※ 以下の計算は製品長当りで行なう。

2) 土圧の計算

土圧の計算は試行くさび法により行う。

| | | | |
|--------------------|--------|--------|--------|
| すべり角 ω (°) | 59.50 | 60.00 | 60.50 |
| 壁面摩擦角 δ (°) | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| くさび全重量 W (kN) | 120.73 | 118.33 | 115.96 |
| 主働土圧合力 (kN) | 68.31 | 68.32 | 68.31 |

計算の結果、主働土圧の合力が最大となるのは水平面とすべり面のなす角

$\omega = 60.00^\circ$ のときである。

$$\text{土くさび重量 } W_s = 86.00 \text{ kN}$$

$$\text{載荷重による重量 } W_q = 32.33 \text{ kN}$$

$$\text{くさび全重量 } W = W_s + W_q = 118.33 \text{ kN}$$

$$\text{主働土圧合力 } P_a = \frac{W \cdot \sin(\omega - \phi)}{\cos(\omega - \phi - \delta - j)} = 68.32 \text{ kN}$$

$$\delta : \text{壁面摩擦角} = 0.0^\circ$$

$$j : \text{壁背面と鉛直面のなす角} = 0.0^\circ$$

$$P_a \text{の水平成分 } P_h = P_a \cdot \cos(\delta + j) = 68.32 \text{ kN}$$

$$P_a \text{の鉛直成分 } P_z = P_a \cdot \sin(\delta + j) = 0.00 \text{ kN}$$

3) 擁壁の安定に対する検討

(1) 作用モーメント

$$M_o = P_h \cdot y = 63.77 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

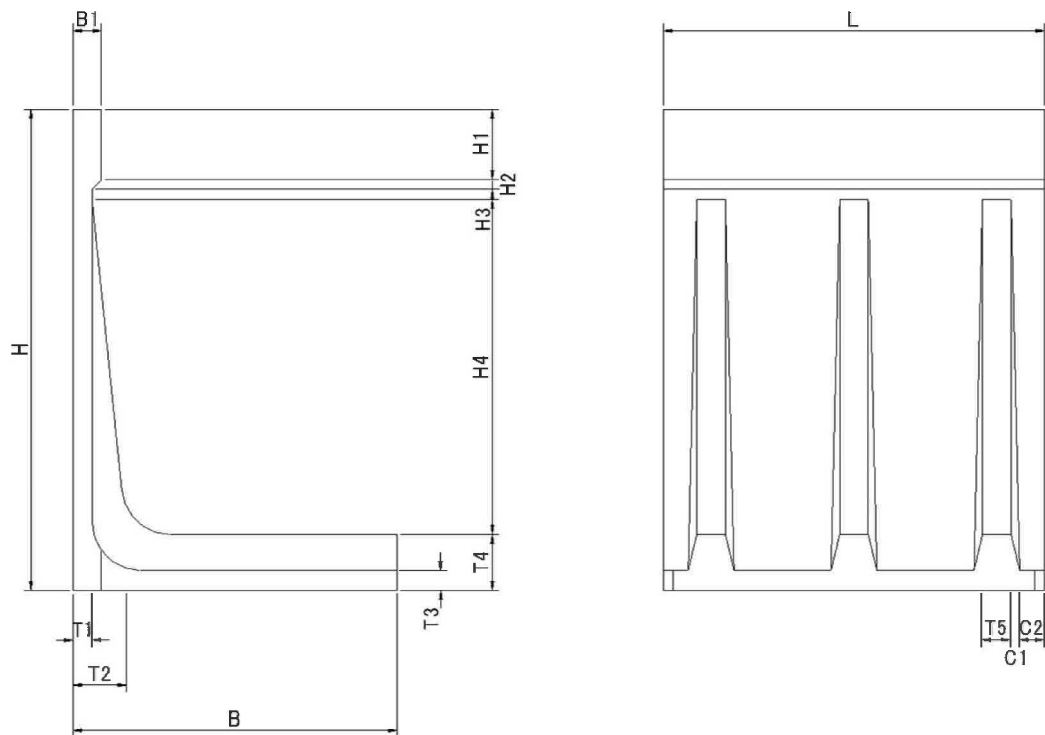
$$y : \text{土圧の作用高さ} = 0.933 \text{ m}$$

(2) 抵抗モーメント

擁壁各部の寸法を図-1に示す。

○点に関するモーメント

| | 力 (kN) | アーム (m) | モーメント (kN・m) |
|---------|--------------|---------|----------------|
| ブロックの重量 | 32.14 | 0.46 | 14.63 |
| かかと版上の土 | 161.10 | 0.94 | 151.84 |
| 鉛直土圧 | 0.00 | 1.75 | 0.00 |
| 盛土 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 載荷重 | 32.00 | 0.95 | 30.40 |
| 合計 | $V = 225.24$ | | $M_r = 196.87$ |



| | | | |
|--------------|--------------|--------------|--------------|
| $H = 2.800$ | $B = 1.750$ | $L = 2.000$ | |
| $H1 = 0.350$ | $H2 = 0.050$ | $H3 = 0.230$ | $H4 = 1.870$ |
| $B1 = 0.150$ | $T1 = 0.110$ | $T2 = 0.300$ | $T3 = 0.110$ |
| $T4 = 0.300$ | $T5 = 0.170$ | | |
| $C1 = 0.050$ | $C2 = 0.052$ | | |

控え壁の数 $N = 3$ 枚

図-1 擁壁各部の詳細寸法

(3) 転倒に対する検討

転倒に対する安全率 F_r

$$F_r = \frac{M_r}{M_o} = 3.09 \geq 1.5 \quad \text{OK}$$

合力の作用位置 d

$$d = \frac{M_r - M_o}{V} = 0.591 \text{ m}$$

偏心距離 e

$$e = B/2 - d = 0.284 \text{ m}$$

$$|e| = 0.284 \leq B/6 = 0.292 \text{ m} \quad \text{OK}$$

(4) 滑動に対する検討

滑動に対する安全率 F_s

$$F_s = \frac{V \cdot \mu + c \cdot B}{P_h} = 1.98 \geq 1.5 \quad \text{OK}$$

$$\begin{aligned} \mu &: \text{擁壁底面と基礎地盤の間の摩擦係数} = 0.60 \\ c &: \text{擁壁底面と基礎地盤の間の粘着力} = 0.00 \quad \text{k N/m}^2 \end{aligned}$$

(5) 基礎地盤の支持力に対する検討

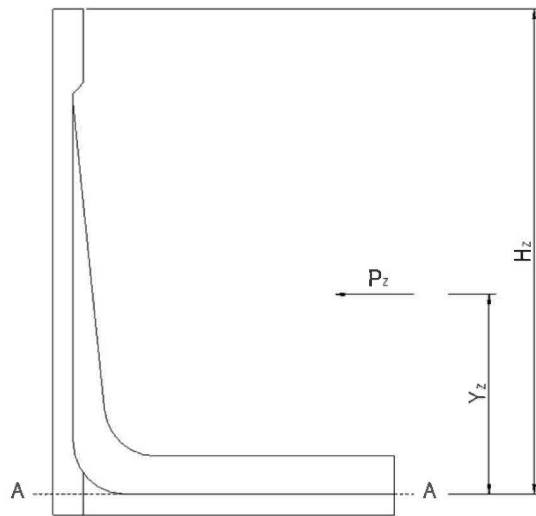
$$\left. \begin{array}{l} q_1 \\ q_2 \end{array} \right\} = \frac{V}{B \cdot L} \left(1 \pm \frac{6 \cdot e}{B} \right) = \left\{ \begin{array}{l} 127.03 \\ 1.68 \end{array} \right. \text{ k N/m}^2$$

よって、127.03 k N/m²以上の地盤の支持力が必要である。

4) 部材断面の検討

(1) 前壁断面の検討

a) 断面力



$$H_z = H - T_3 = 2.690 \text{ (m)}$$

前壁断面の検討は、A-A断面にて行なう。

前壁に作用する土圧は試行くさび法により求める。

土圧が最大となるのは、水平面とすべり面のなす角 $\alpha = 56$ (°)の時である。

| | | |
|----------|-------------------|-------------|
| 土くさび重量 | $W_s = 92.74$ | (kN) |
| 載荷重による重量 | $W_q = 36.29$ | (kN) |
| くさび全重量 | $W = W_s + W_q =$ | 129.02 (kN) |

前壁に作用する土圧 P_z は、

$$P_z = \frac{W \cdot \sin(\alpha - \phi)}{\cos(\alpha - \phi - \delta - j)} = 56.87 \text{ (kN)}$$

| | | |
|-----------------------|---|--------|
| ここに、 δ : 壁面摩擦角 | = | 20.0 ° |
| j : 壁背面と鉛直面のなす角 | = | 0.0 ° |

従って前壁に作用するせん断力 S_z は、

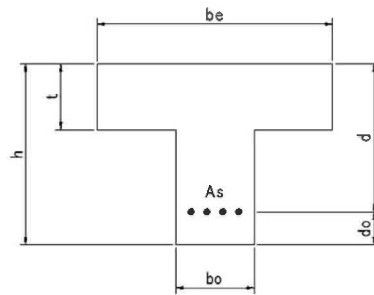
$$S_z = P_z \cdot \cos(\delta + j) = 53.44 \text{ (kN)}$$

前壁に作用する作用モーメントは、

$$M_z = S_z \cdot Y_z = 47.92 \text{ (kN} \cdot \text{m)}$$

$$\text{ここに、} Y_z = \frac{H - T_3}{3} = 0.897 \text{ (m)}$$

b) 部材断面の検討



| | | |
|-------|-----------------|--------------------|
| フランジ幅 | $b_e = 2000.0$ | (mm) |
| ウェブ幅 | $b_o = 510.0$ | (mm) |
| 全高 | $h = 300.0$ | (mm) |
| フランジ高 | $t = 110.0$ | (mm) |
| 有効高 | $d = 270.0$ | (mm) |
| 鉄筋量 | $A_s = 1719.00$ | (mm ²) |

(D19 - 6 本)

作用モーメント $M = 47919784$ (N・mm)

作用せん断力 $S = 53442$ (N)

圧縮縁より中立軸までの距離

コンクリートと鉄筋の弾性係数比 $n = 15.0$

$$X = \frac{-n \cdot A_s}{b_e} + \sqrt{\left[\left(\frac{n \cdot A_s}{b_e} \right)^2 + \frac{2 \cdot n}{b_e} \cdot A_s \cdot d \right]} = 71.54 \quad (\text{mm})$$

中立軸から全圧縮応力の作用点までの距離

$$y_1 = \frac{2}{3} \cdot x = 47.69 \quad (\text{mm})$$

中立軸から全引張応力の作用点までの距離

$$y_2 = d - x = 198.46 \quad (\text{mm})$$

断面応力

$$\sigma_c = \frac{2 \cdot M \cdot x}{b_e \cdot x^2 \cdot (y_1 + y_2)} = 2.72 \quad (\text{N/mm}^2) \leq \sigma_{ca} = 10.00 \quad (\text{N/mm}^2) \text{ ---OK}$$

$$\sigma_s = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(d - x)}{x} = 113.25 \quad (\text{N/mm}^2) \leq \sigma_{sa} = 160.00 \quad (\text{N/mm}^2) \text{ ---OK}$$

$$\tau = \frac{S}{b_o \cdot d} = 0.39 \quad (\text{N/mm}^2) \leq \tau_a = 0.50 \quad (\text{N/mm}^2) \quad \text{---OK}$$

コンクリートの許容圧縮応力 δ_{ca} より求まる抵抗モーメント

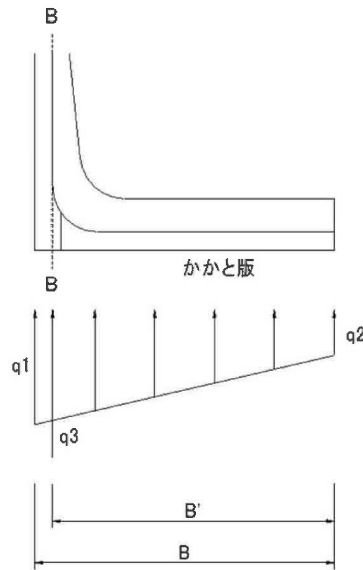
$$M_{\gamma c} = \frac{\sigma_{ca}}{2 \cdot x} \cdot b_e \cdot x^2 \cdot (y_1 + y_2) = 176089140 \quad (\text{N} \cdot \text{mm})$$

鉄筋の許容引張応力 σ_{sa} より求まるモーメント

$$M_{\gamma c} = \frac{\sigma_{sa}}{(d-x)} \cdot A_s \cdot (d-x) \cdot (y_1 + y_2) = 67702390 \quad (\text{N} \cdot \text{mm})$$

(2) かかと版の検討

a) 作用モーメント、作用せん断力



かかと版はB-B断面にて検討する。
B-B断面での地盤反力は、

$$q_3 = q_2 + (q_1 - q_2) \frac{B'}{B} = 119.15 \quad (\text{kN/m}^2)$$

[$B' = B - T_1$]

作用せん断力

$$S_k = W_1 + W_2 + W_3 + W_4 + W_5 + W_6 + W_7 + (W_8 - (W_1 + W_2 + W_4 + W_5) \cdot \gamma_s / \gamma_c) + S_q + S_m + P_z - (q_2 + q_3) / 2 \cdot B' \cdot L = 11.99 \quad (\text{kN})$$

$$\begin{aligned} W_1 &= H_1 \cdot (B_1 - T_1) \cdot L \cdot \gamma_c \\ W_2 &= H_2 \cdot (B_1 - T_1) \cdot L \cdot \gamma_c / 2 \\ W_3 &= T_3 \cdot (B_1 - T_1) \cdot L \cdot \gamma_c \\ W_4 &= H_4 \cdot (T_2 - T_1) \cdot (T_5 / 2 + C_1 \cdot 2/3) \cdot N \cdot \gamma_c \\ W_5 &= (T_4 - T_3) \cdot (B - T_1) \cdot (T_5 + C_1) \cdot N \cdot \gamma_c \\ W_6 &= T_3 \cdot (B - B_1) \cdot (L - 2 \cdot C_2) \cdot \gamma_c \\ W_7 &= T_3 \cdot (B - B_1) \cdot C_2 \cdot \gamma_c \\ W_8 &= (H - T_3) \cdot (B - T_1) \cdot L \cdot \gamma_s \end{aligned}$$

ここで、

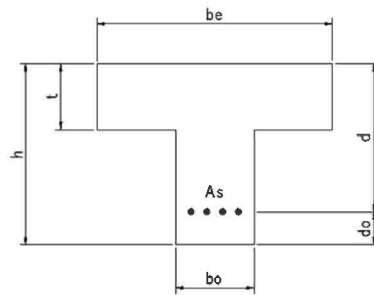
| | |
|--------------------|--------------|
| S_q : 荷重による、せん断力 | (= 32.00 kN) |
| S_m : 盛土による、せん断力 | (= 0.00 kN) |
| P_z : 鉛直土圧 | (= 0.00 kN) |

作用モーメント M_k

設計計算に用いるかかと版つけ根の曲げモーメントは、前壁つけ根の曲げモーメントを用いる。
日本道路協会編『道路土工 擁壁工指針』より

$$M_k = 47.92 \quad (\text{kN/m})$$

b) 部材断面の検討



| | | | |
|-------|-----|---------|--------------------|
| フランジ幅 | be= | 2000.0 | (mm) |
| ウェブ幅 | bo= | 510.0 | (mm) |
| 全高 | h = | 300.0 | (mm) |
| フランジ高 | t = | 110.0 | (mm) |
| 有効高 | d = | 270.0 | (mm) |
| 鉄筋量 | As= | 1719.00 | (mm ²) |

(D19 - 6 本)

作用モーメント $M= 47919784 \text{ (N} \cdot \text{mm)}$

作用せん断力 $S = 11987 \text{ (N)}$

圧縮縁より中立軸までの距離

コンクリートと鉄筋の弾性係数比 $n = 15.0$

$$X = \frac{-n \cdot A_s}{b_e} + \sqrt{\left[\left(\frac{n \cdot A_s}{b_e} \right)^2 + \frac{2 \cdot n}{b_e} \cdot A_s \cdot d \right]} = 71.54 \text{ (mm)}$$

中立軸から全圧縮応力の作用点までの距離

$$y_1 = \frac{2}{3} \cdot x = 47.69 \text{ (mm)}$$

中立軸から全引張応力の作用点までの距離

$$y_2 = d - x = 198.46 \text{ (mm)}$$

断面応力

$$\sigma_c = \frac{2 \cdot M \cdot x}{b_e \cdot x^2 \cdot (y_1 + y_2)} = 2.72 \text{ (N/mm}^2) \leq \sigma_{ca} = 10.00 \text{ (N/mm}^2) \text{ ——OK}$$

$$\sigma_s = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(d - x)}{x} = 113.25 \text{ (N/mm}^2) \leq \sigma_{sa} = 160.00 \text{ (N/mm}^2) \text{ ——OK}$$

$$\tau = \frac{S}{b_o \cdot d} = 0.09 \quad (\text{N/mm}^2) \leq \tau_a = 0.50 \quad (\text{N/mm}^2) \quad \text{---OK}$$

コンクリートの許容圧縮応力 σ_{ca} より求まる抵抗モーメント

$$M_{\gamma c} = \frac{\sigma_{ca}}{2 \cdot x} \cdot b_e \cdot x^2 \cdot (y_1 + y_2) = 176089140 \quad (\text{N} \cdot \text{mm})$$

鉄筋の許容引張応力 σ_{sa} より求まるモーメント

$$M_{\gamma c} = \frac{\sigma_{sa}}{(d-x)} \cdot A_s \cdot (d-x) \cdot (y_1 + y_2) = 67702390 \quad (\text{N} \cdot \text{mm})$$