

目次

1	設計条件	1
1-1	設計条件	1
1-2	擁壁形状	1
1-3	裏込土形状	1
1-4	基本条件	2
1-5	荷重条件	2
1-6	基礎条件	2
2	安定計算	3
2-1	上載荷重の換算	3
2-2	転倒に対する検討	4
2-3	ブロック積の限界高さの算定	6
2-4	基礎地盤に対する検討	7

1 設計条件

1-1 設計条件

設計書タイトル ブロック積擁壁

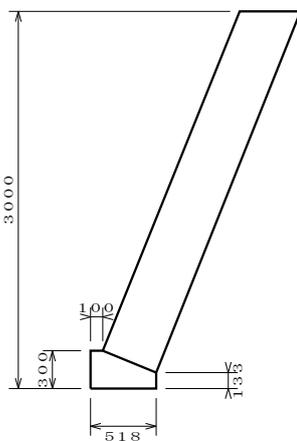
設計文献

書籍名	発行年月日	発行者
土地改良事業標準設計図面集 「擁壁工」利用の手引き	平成11年3月	社団法人 農業農村情報総合センター
土地改良事業計画設計基準 設計「農道」基準書・技術書	平成10年3月	社団法人 農業土木学会

1-2 擁壁形状

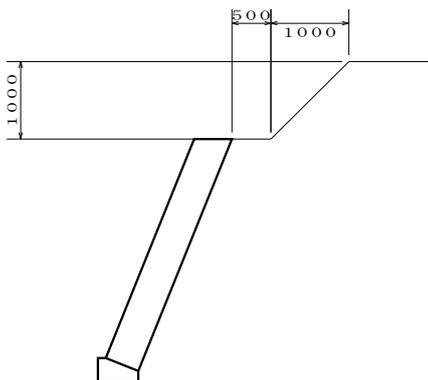
擁壁形式

ブロック積擁壁



ブロック厚 0.450 m
ブロック積の勾配 1:0.400
奥行き 1.000 m

1-3 裏込土形状



1-4 基本条件

(1) 単位体積重量

ブロック	23.00	kN/m ³
基礎コンクリート	23.00	kN/m ³
裏込土砂	18.00	kN/m ³

1-5 荷重条件

(1) 地表面載荷荷重

荷重強度	10.00	kN/m ²
------	-------	-------------------

(2) 土圧

安定計算時の土圧載荷方法	土とコンクリート
せん断抵抗角 ϕ	35.000 度

1-6 基礎条件

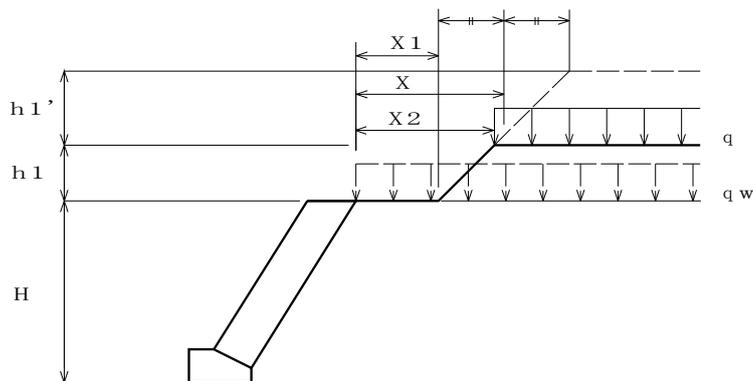
(1) 基礎地盤

許容支持力度	400.00	kN/m ²
--------	--------	-------------------

2 安定計算

2-1 上載荷重の換算

上載荷重は盛土高に換算し盛土荷重として扱う。さらに、この盛土荷重を等分布荷重へ換算する。



盛土高 $h_1 = 1.000$ m、擁壁全高 $H = 3.000$ m

換算盛土高

$$h_1' = \frac{q}{\gamma} = \frac{10.00}{18.00} = 0.556 \text{ m}$$

かさ上げ盛土高比 $(h_1 + h_1') / H = 0.519 \leq 1$

ここに、
 h_1' : 換算盛土高 (m)
 q : 上載荷重 (kN/m²)
 γ : 土の単位体積重量 (kN/m³)

仮想距離

$$X = X_1 + \frac{(X_2 - X_1) \cdot (h_1 + h_1')}{2 \cdot h_1} = 0.500 + \frac{(1.500 - 0.500) \times (1.000 + 0.556)}{2 \times 1.000} = 1.278 \text{ m}$$

$$\frac{X}{H} = \frac{1.278}{3.000} = 0.426$$

ここに、
 X : 仮想距離 (m)
 X_1 : 盛土のり尻までの水平距離 (m)
 X_2 : 盛土のり肩までの水平距離 (m)

台形荷重換算係数

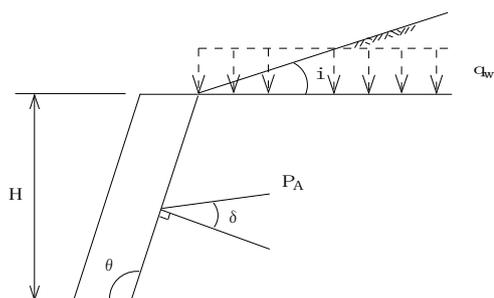
$$\begin{aligned} I_v &= 1 + \left(\frac{X}{H} \right)^2 - \frac{2}{\pi} \left\{ 1 + \left(\frac{X}{H} \right)^2 \right\} \tan^{-1} \left(\frac{X}{H} \right) - \frac{2}{\pi} \left(\frac{X}{H} \right) \\ &= 1 + 0.426^2 - 0.637 \times (1 + 0.426^2) \times \tan^{-1}(0.426) - 0.637 \times 0.426 \\ &= 0.607 \end{aligned}$$

換算等分布荷重

$$\begin{aligned} q_w &= \gamma \cdot (h_1 + h_1') \cdot I_v \\ &= 18.00 \times (1.000 + 0.556) \times 0.607 = 17.008 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

2-2 転倒に対する検討

(1) 主働土圧係数



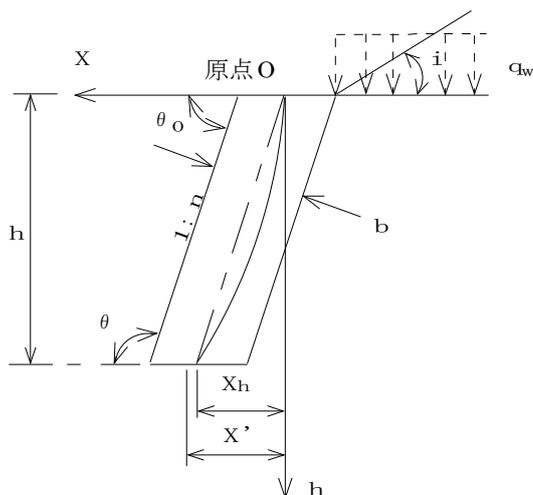
$$\begin{aligned}
 K_A &= \frac{\sin^2(\theta + \phi)}{\sin^2 \theta \cdot \sin(\theta - \delta) \cdot \left\{ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - i)}{\sin(\theta - \delta) \cdot \sin(\theta + i)}} \right\}^2} \\
 &= \frac{\sin^2(146.801^\circ)}{\sin^2(111.801^\circ) \times \sin(88.468^\circ) \times \left\{ 1 + \sqrt{\frac{\sin(58.333^\circ) \times \sin(35.000^\circ)}{\sin(88.468^\circ) \times \sin(111.801^\circ)}} \right\}^2} \\
 &= 0.1169
 \end{aligned}$$

ここに、 K_A : 主働土圧係数

- ϕ : 土の内部摩擦角 = 35.00 (度)
- δ : ブロック積と土の壁面摩擦角 = $2/3 \phi = 23.333$ (度)
- θ : ブロック積の傾斜角 = 111.801 (度)
- i : 盛土傾斜角 = 0.000 (度)

(2) 安定計算

示力線法による転倒の検討をおこなう。



示力線 X_h は

$$\begin{aligned}
 X_h &= \frac{K_A \cdot \gamma}{6 \gamma_b \cdot b \cdot \operatorname{cosec} \theta_0} \cdot h^2 + \left\{ \frac{K_A \cdot q_w \cdot \sin \theta}{2 \gamma_b \cdot b \cdot \operatorname{cosec} \theta_0} + \frac{\cot \theta_0}{2} \right\} \cdot h \\
 &= \frac{0.1169 \times 18.00}{6 \times 23.00 \times 0.450 \times \operatorname{cosec}(68.199^\circ)} \times 3.000^2 \\
 &\quad + \left\{ \frac{0.1169 \times 17.008 \times \frac{\sin(111.801^\circ)}{\sin(111.801^\circ + 0.000^\circ)}}{2 \times 23.00 \times 0.450 \times \operatorname{cosec}(68.199^\circ)} + \frac{\cot(68.199^\circ)}{2} \right\} \times 3.000 \\
 &= 1.151 \text{ m}
 \end{aligned}$$

ここに、 X_h : 深さ h における示力線の位置 (m)

K_A : 主働土圧係数

q_w : 換算等分布荷重 (kN/m²)

h : 壁天端からの深さ (m)

b : ブロック積の厚さ (m)

θ : ブロック積の傾斜角 (度)

θ_0 : ブロックの傾斜面が水平面となす角 (度)

i : 盛土傾斜角 (度)

γ : 土の単位体積重量 (kN/m³)

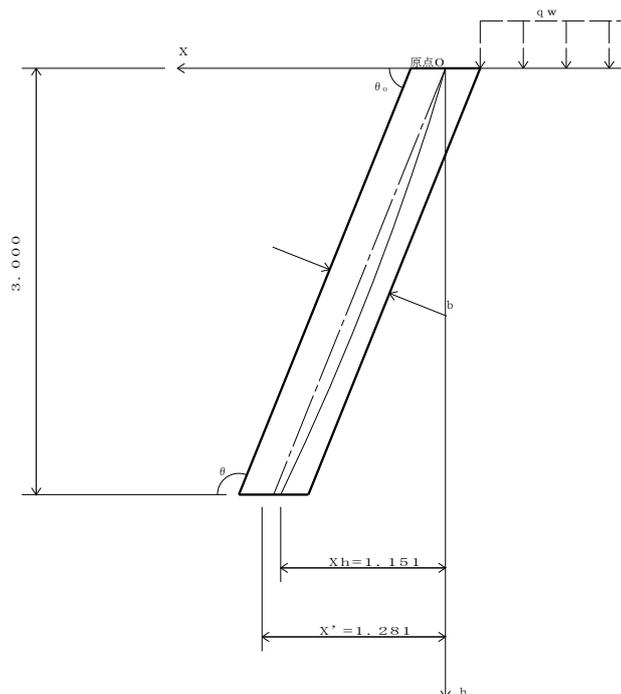
γ_b : ブロック積の単位体積重量 (kN/m³)

ミドルサード X' は

$$\begin{aligned}
 X' &= h \cdot \cot \theta_0 + \frac{b \cdot \operatorname{cosec} \theta_0}{6} \\
 &= 3.000 \times \cot(68.199^\circ) + \frac{0.450 \times \operatorname{cosec}(68.199^\circ)}{6} = 1.281 \text{ m}
 \end{aligned}$$

ゆえに、 $X' > X_h$ となり、転倒に対して安定である。

(3) 示力線とミドルサードの関係



2-3 ブロック積の限界高さの算定

ブロック積の限界高さ h_a は、示力線 X_h がミドルサード X' と交わった点の鉛直高さとなり $X_h = X'$ とおくと、次の2次方程式が得られる。

$$\frac{K_A \cdot \gamma}{6 \gamma_b \cdot b \cdot \operatorname{cosec} \theta_0} \cdot h_a^2 + \frac{K_A \cdot q_w \cdot \frac{\sin \theta}{\sin(\theta + i)} - \gamma_b \cdot b \cdot \operatorname{cosec} \theta_0 \cdot \cot \theta_0}{2 \gamma_b \cdot b \cdot \operatorname{cosec} \theta_0} \cdot h_a - \frac{b \cdot \operatorname{cosec} \theta_0}{6} = 0$$

$$\frac{0.1169 \times 18.00}{6 \times 23.00 \times 0.450 \times \operatorname{cosec}(68.199^\circ)} \times h_a^2$$

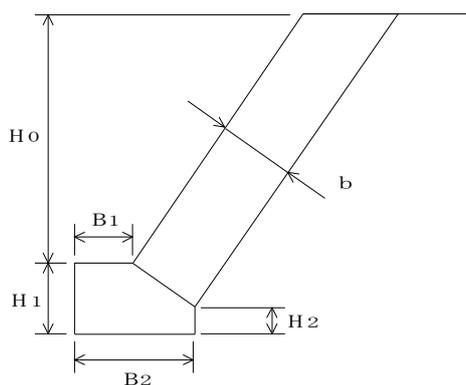
$$+ \frac{0.1169 \times 17.008 \times \frac{\sin(111.801^\circ)}{\sin(111.801^\circ + 0.000^\circ)} - 23.00 \times 0.450 \times \operatorname{cosec}(68.199^\circ) \times \cot(68.199^\circ)}{2 \times 23.00 \times 0.450 \times \operatorname{cosec}(68.199^\circ)}$$

$$\times h_a - \frac{0.450 \times \operatorname{cosec}(68.199^\circ)}{6} = 0$$

$$0.031 \times h_a^2 - 0.111 \times h_a - 0.081 = 0$$

これを解いて、 $h_a = 4.143 \text{ m}$

2-4 基礎地盤に対する検討



基礎地盤の支持力は、次の式により検討する。

$$q_{\max} = \frac{b \cdot \gamma_b \cdot H_0 \cdot \operatorname{cosec} \theta_0 + \gamma \times \left\{ B_1 \cdot H_1 + \frac{1}{2} (H_1 + H_2) \cdot (B_2 - B_1) \right\}}{B_2}$$

$$= \frac{0.450 \times 23.00 \times 2.700 \times \operatorname{cosec}(68.199^\circ) + 23.00 \times \left\{ 0.100 \times 0.300 + \frac{1}{2} (0.300 + 0.133) \times (0.518 - 0.100) \right\}}{0.518}$$

$$= 63.47 \text{ (kN/m}^2\text{)} \leq q_a = 400.00 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

ゆえに、支持に対して安定である。

ここに、 q_a	: 許容支持力度	(kN/m ²)
q_{\max}	: 最大地盤反力	(kN/m ²)
γ	: 基礎コンクリートの単位重量	(m)
γ_b	: ブロックの単位重量	(m)
b	: ブロック厚	(m)
B_1	: 基礎コンクリート天端幅	(m)
B_2	: 基礎コンクリート底面幅	(m)
H_0	: ブロック積直高	(m)
H_1	: 基礎コンクリート前面高	(m)
H_2	: 基礎コンクリート後面高	(m)
θ_0	: ブロックの傾斜面が水平面となす角	(度)