

演習2: 逆 T 式擁壁の設計演習 【回答】

1. 設計条件

1) 裏込め土

砂質土

単位体積重量 $\gamma_s = 20 \text{ kN/m}^3$

内部摩擦角 $\phi = 35^\circ$

2) 躯体

鉄筋コンクリート

単位体積重量 $\gamma_c = 24.5 \text{ kN/m}^3$

3) 載荷重

車道部：活荷重

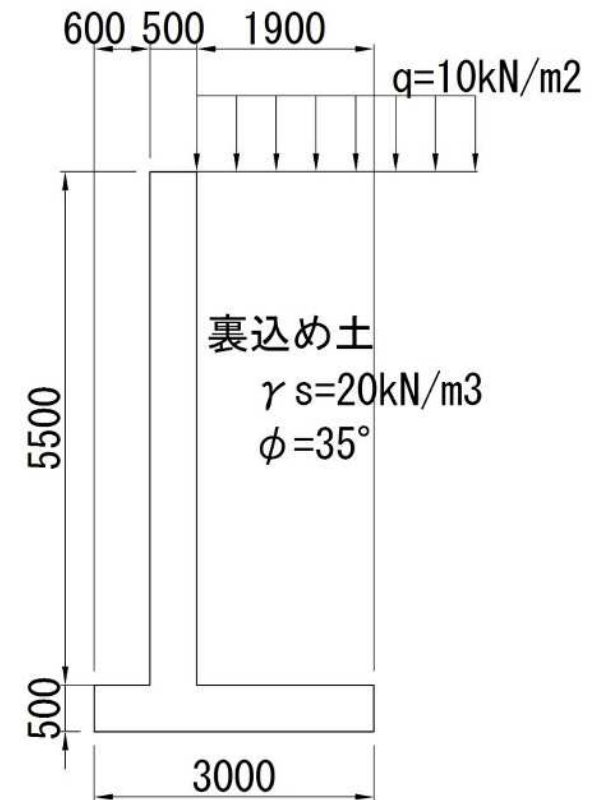
$q = 10 \text{ kN/m}^2$

4) 基礎地盤の諸量

底版と基礎地盤の摩擦係数 $\mu = 0.6$

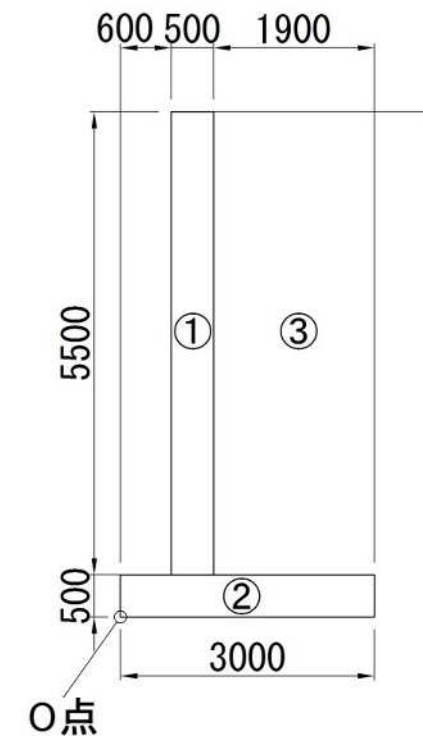
基礎地盤の粘着力 $c = 0$

許容支持力度 $q_a = 300 \text{ kN/m}^2$



2. 自重の計算

下図において、断面を ① ～ ③ に分割し、各要素の重量およびO点から図心位置までの距離（＝アーム長 $\times i$ ）を求めて、自重およびO点におけるモーメント（＝抵抗モーメント）を算出する。



自重計算

| 要素 | 要素の体積 V_i (m ³) | 単位体積重量 γ (kN/m ³) | 自重 $W_i = V_i \cdot \gamma$ (kN) | アーム長 x_i (m) | 抵抗モーメント $M_r = W_i \cdot x_i$ (kN・m) |
|-------|----------------------------------|---|-------------------------------------|-------------------|---|
| ①たて壁 | $5.50 \times 0.50 = 2.75$ | 24.5 | 67.38 | 0.85 | 57.27 |
| ②底版 | $3.00 \times 0.50 = 1.50$ | 24.5 | 36.75 | 1.50 | 55.13 |
| ③裏込め土 | $5.50 \times 1.90 = 10.45$ | 20 | 209.00 | 2.05 | 428.45 |
| 合計 | — | — | 313.13 | — | 540.84 |

注) 自重は奥行き 1 m 当たりで計算する。

3. 土圧計算

土圧は試行くさび法により算出する。すべり角 ω を任意に設定し、最大となる土圧を算定する。

下表の内、最低3断面を計算し、最大となる土圧を決定する。(次項参照)

| すべり角 ω (°) | 主働土圧合力 P_a (kN) | 判 定 |
|----------------------|----------------------|-----|
| 58 | 111.40 | |
| 60 | 113.07 | |
| 62 | 113.79 | ◎ |
| 64 | 113.55 | |

上表より、 $\omega = 62^\circ$ が最大となることが知れた。

これにより擁壁に作用する土圧は

$$\text{水平土圧 } P_h = P_a \cdot \cos \delta = 113.79 \cdot \cos 0^\circ = 113.79 \quad \text{kN}$$

$$\text{鉛直土圧 } P_v = P_a \cdot \sin \delta = 113.79 \cdot \sin 0^\circ = 0.00 \quad \text{kN}$$

試算1

$\omega = 58^\circ$ と仮定した場合

くさび重量 W_s

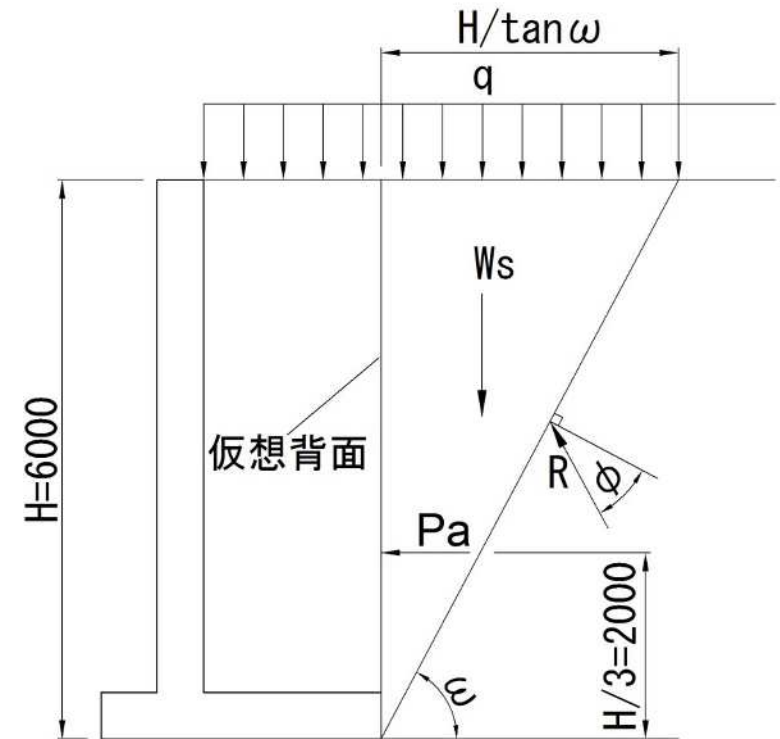
$$\begin{aligned} W_s &= \gamma_s \cdot H \cdot (H/\tan\omega)/2 + q \cdot H/\tan\omega \\ &= 20 \cdot 6 \cdot (6/\tan 58^\circ)/2 + 10 \cdot 6/\tan 58^\circ \\ &= 262.45 \quad \text{kN} \end{aligned}$$

主働土圧合力 P_a

$$\begin{aligned} P_a &= \frac{W_s \cdot \sin(\omega - \phi)}{\cos(\omega - \phi - \delta - j)} = \frac{262.45 \cdot \sin(58 - 35)^\circ}{\cos(58 - 35 - 0 - 0)^\circ} \\ &= 111.40 \quad \text{kN} \end{aligned}$$

ここで、

- W_s : くさび重量 (载荷重含む)
- ϕ : 裏込め土の内部摩擦角
- δ : 壁面摩擦角 (=0)
- j : 仮想背面と土圧作用面のなす角 (=0)



試算 2

$\omega = 60^\circ$ と仮定した場合

くさび重量 W_s

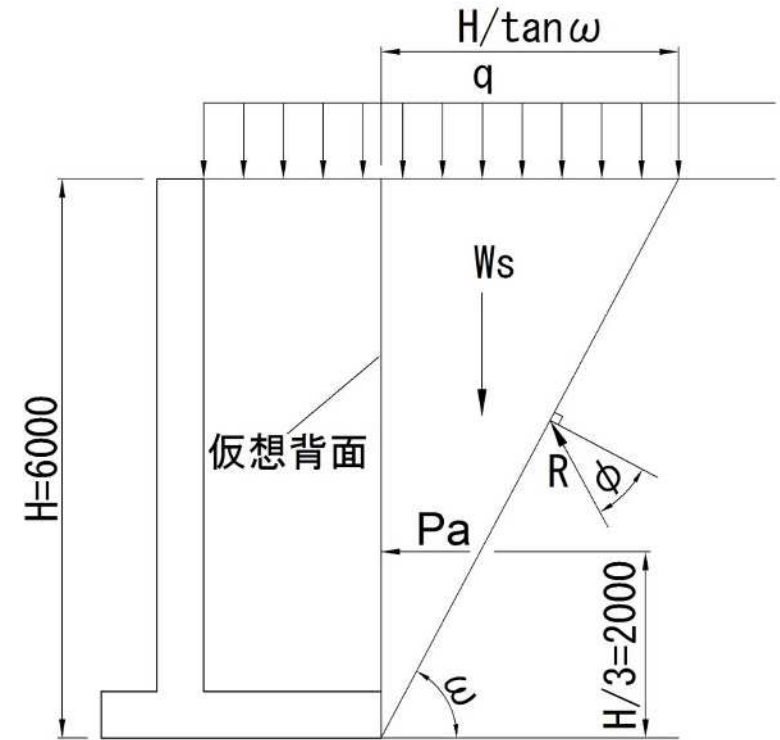
$$\begin{aligned} W_s &= \gamma_s \cdot H \cdot (H/\tan\omega)/2 + q \cdot H/\tan\omega \\ &= 20 \cdot 6 \cdot (6/\tan 60^\circ)/2 + 10 \cdot 6/\tan 60^\circ \\ &= 242.49 \quad \text{kN} \end{aligned}$$

主働土圧合力 P_a

$$\begin{aligned} P_a &= \frac{W_s \cdot \sin(\omega - \phi)}{\cos(\omega - \phi - \delta - j)} = \frac{242.49 \cdot \sin(60 - 35)^\circ}{\cos(60 - 35 - 0 - 0)^\circ} \\ &= 113.07 \quad \text{kN} \end{aligned}$$

ここで、

- W_s : くさび重量 (载荷重含む)
- ϕ : 裏込め土の内部摩擦角
- δ : 壁面摩擦角 (=0)
- j : 仮想背面と土圧作用面のなす角 (=0)



試算 3

$\omega = 62^\circ$ と仮定した場合

くさび重量 W_s

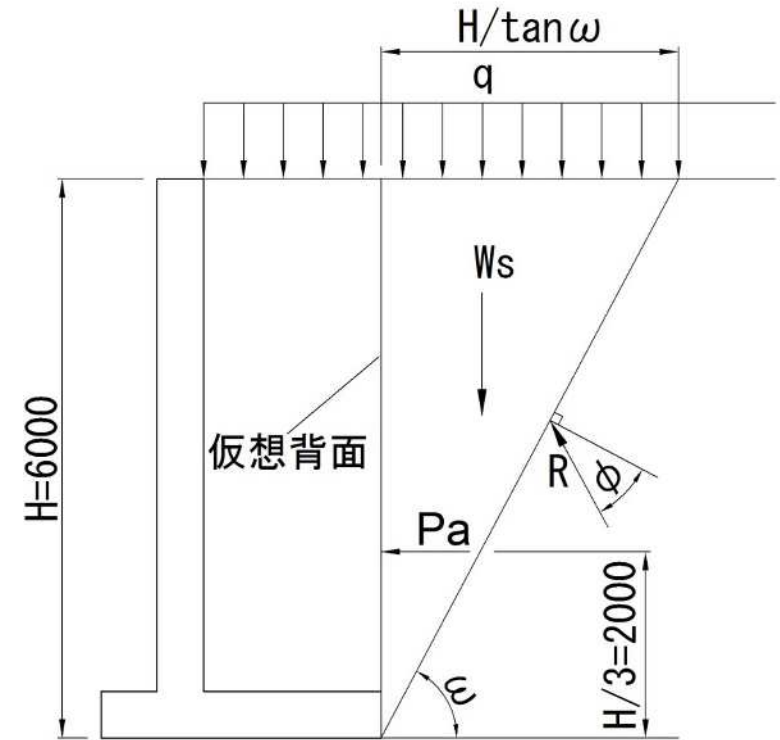
$$\begin{aligned} W_s &= \gamma_s \cdot H \cdot (H/\tan\omega)/2 + q \cdot H/\tan\omega \\ &= 20 \cdot 6 \cdot (6/\tan 62^\circ)/2 + 10 \cdot 6/\tan 62^\circ \\ &= 223.32 \quad \text{kN} \end{aligned}$$

主働土圧合力 P_a

$$\begin{aligned} P_a &= \frac{W_s \cdot \sin(\omega - \phi)}{\cos(\omega - \phi - \delta - j)} = \frac{223.32 \cdot \sin(62 - 35)^\circ}{\cos(62 - 35 - 0 - 0)^\circ} \\ &= 113.79 \quad \text{kN} \end{aligned}$$

ここで、

- W_s : くさび重量 (载荷重含む)
- ϕ : 裏込め土の内部摩擦角
- δ : 壁面摩擦角 (=0)
- j : 仮想背面と土圧作用面のなす角 (=0)



試算 4

$\omega = 64^\circ$ と仮定した場合

くさび重量 W_s

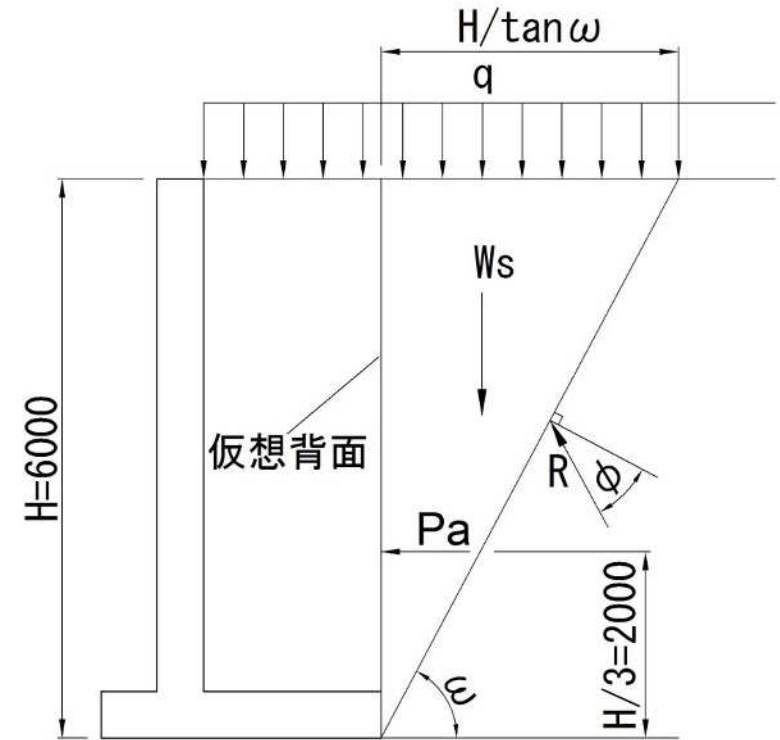
$$\begin{aligned} W_s &= \gamma_s \cdot H \cdot (H/\tan\omega)/2 + q \cdot H/\tan\omega \\ &= 20 \cdot 6 \cdot (6/\tan 64^\circ)/2 + 10 \cdot 6/\tan 64^\circ \\ &= 204.85 \quad \text{kN} \end{aligned}$$

主働土圧合力 P_a

$$\begin{aligned} P_a &= \frac{W_s \cdot \sin(\omega - \phi)}{\cos(\omega - \phi - \delta - j)} = \frac{204.85 \cdot \sin(64 - 35)^\circ}{\cos(64 - 35 - 0 - 0)^\circ} \\ &= 113.55 \quad \text{kN} \end{aligned}$$

ここで、

- W_s : くさび重量 (载荷重含む)
- ϕ : 裏込め土の内部摩擦角
- δ : 壁面摩擦角 (=0)
- j : 仮想背面と土圧作用面のなす角 (=0)



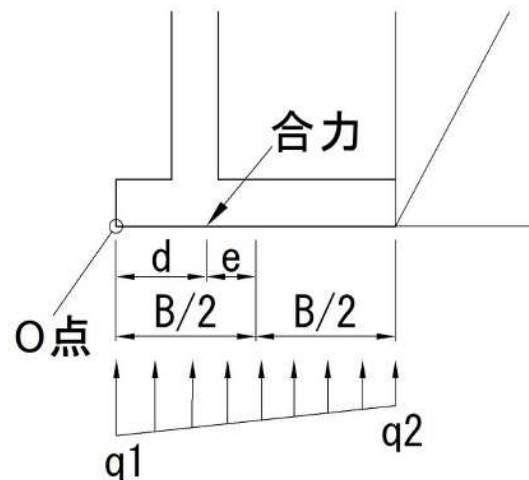
4. 合力作用位置の算出

○点に関して自重と土圧によるモーメントを集計し
抵抗・転倒モーメントのバランスより合力の作用位置
dをもとめる。

下表から合力の作用位置は

$$d = (\sum M_r - \sum M_o) / \sum V = (579.79 - 227.57) / 332.13$$

$$= 1.06 \text{ m}$$



| 区 分 | 鉛直荷重 V_i (kN) | アーム長 x_i (m) | 抵抗モーメント M_r (kN・m) $= V_i \cdot x_i$ | 水平荷重 H_i (kN) | アーム長 Y_i (m) | 転倒モーメント M_o (kN・m) $= H_i \cdot Y_i$ |
|-----|--------------------|-------------------|--|--------------------|-------------------|--|
| 自 重 | 313.13 | — | 540.84 | — | — | — |
| 土 圧 | 0 | 3.00 | 0 | 113.79 | 2.00 | 227.57 |
| 載荷重 | 19.00 | 2.05 | 38.95 | — | — | — |
| 合 計 | 332.13 | — | 579.79 | 113.79 | — | 227.57 |

5. 安定計算

1) 転倒の照査

偏心距離 e は

$$e = B/2 - d = 3/2 - 1.06 = 0.44$$

よって

$$|e| = 0.44 \leq B/6 = 3.000/6 = 0.500 \text{ m} \dots\dots\text{OK!}$$

2) 滑動の照査

$$\begin{aligned} F_s &= (\Sigma V \cdot \mu + c \cdot B) / \Sigma H \\ &= (332.13 \cdot 0.6 + 0 \cdot 3) / 113.79 \\ &= 1.75 \geq 1.5 \dots\dots\text{OK!} \end{aligned}$$

3) 支持力の照査

$$\begin{aligned} q_1 &= \Sigma V / B \cdot (1 + 6e/B) \\ &= 332.13/3 \cdot (1 + 6 \cdot 0.44/3) \\ &= 208.02 \leq 300 \text{ kN/m}^2 \dots\dots\text{OK!} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q_2 &= \Sigma V / B \cdot (1 - 6e/B) \\ &= 332.13/3 \cdot (1 - 6 \cdot 0.44/3) \\ &= 13.40 \leq 300 \text{ kN/m}^2 \dots\dots\text{OK!} \end{aligned}$$