

演習3:重力式擁壁の設計演習【回答】

1. 設計条件

1) 裏込め土

礫質土

単位体積重量 $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$

内部摩擦角 $\phi = 35^\circ$

2) 躯体

無筋コンクリート

単位体積重量 $\gamma_c = 23.0 \text{ kN/m}^3$

3) 載荷重

車道部：活荷重

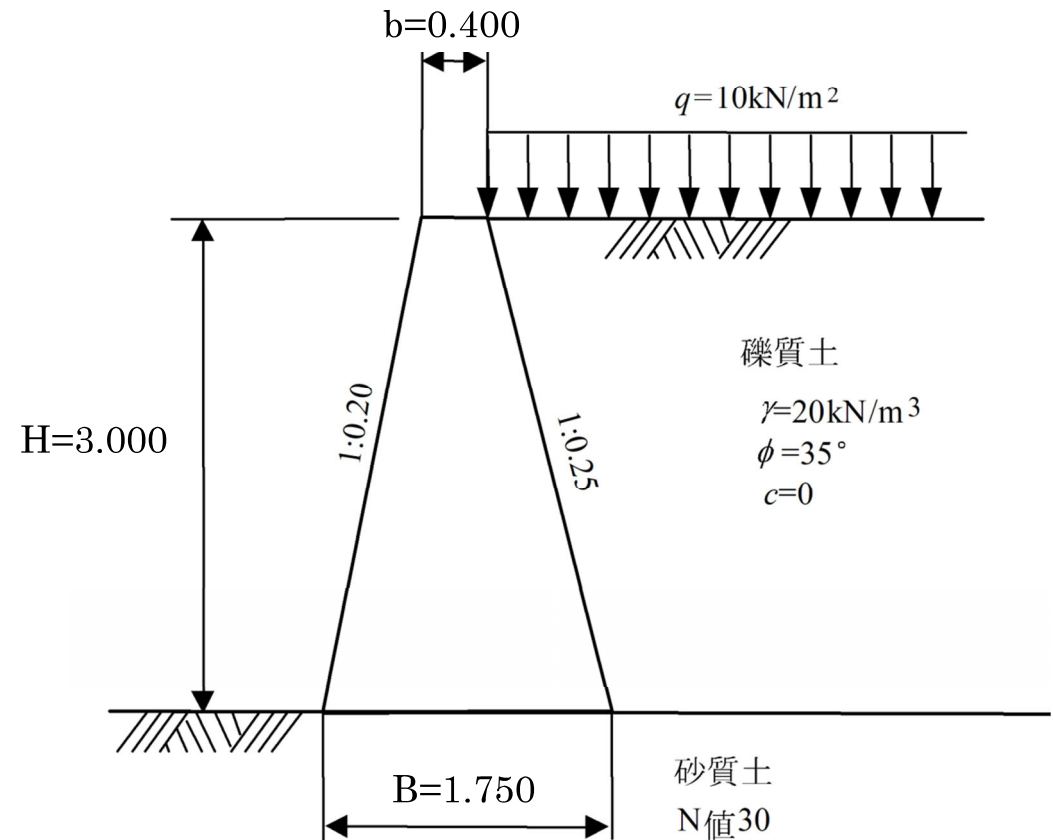
$q = 10 \text{ kN/m}^2$

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 $q_a = 300 \text{ kN/m}^2$



※計算値は小数点第3位を四捨五入して少数第2位まで求めること

2. 自重の計算

1) 重量 W_c

$$\begin{aligned} W_c &= \frac{H}{2} \times (b + B) \times \gamma_c \\ &= \frac{3.00}{2} \times (0.40 + 1.75) \times 23.0 = 74.18 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

2) 重心位置 x_c

前面勾配 $1:n_1=1:0.20$

背面勾配 $1:n_2=1:0.25$

$$\begin{aligned} x_c &= \frac{B}{2} + \frac{H}{6} \times \frac{2b + B}{b + B} \times (n_1 - n_2) \\ &= \frac{1.75}{2} + \frac{3.00}{6} \times \frac{(2 \times 0.40 + 1.75)}{0.40 + 1.75} \times (0.20 - 0.25) = 0.85 \text{ m} \end{aligned}$$

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。

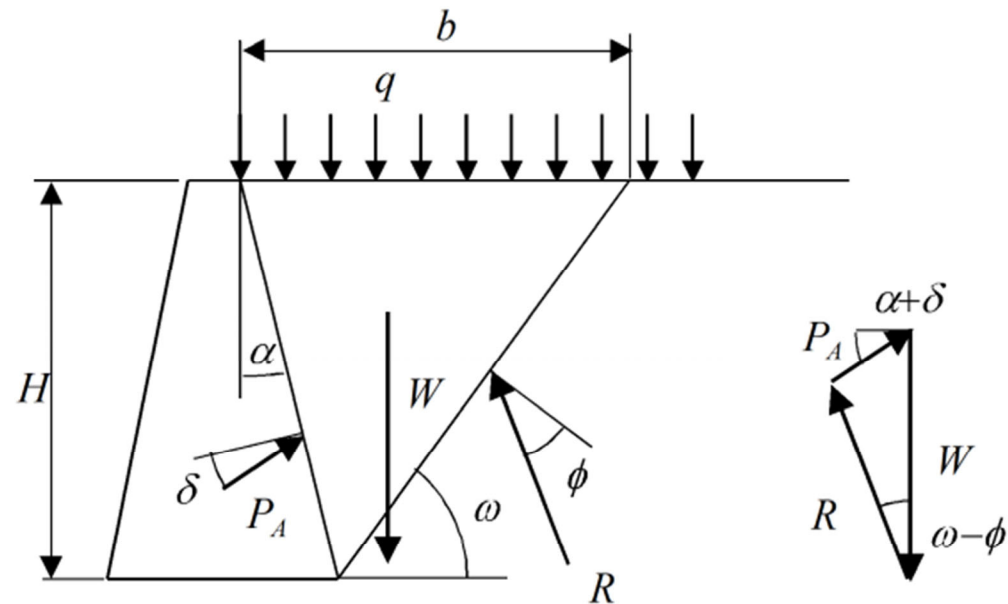
1) 計算条件

壁面傾斜角 $\alpha = \tan^{-1} 1/2 = \tan^{-1} 0.25 = 14.04^\circ$

裏込め土の内部摩擦角 $\phi = 35^\circ$

壁面摩擦角 $\delta = 2/3 \phi = 2/3 \times 35 = 23.33^\circ$

載荷重 $q = 10 \text{ kN/m}^2$



—擁壁に作用する主動土圧—

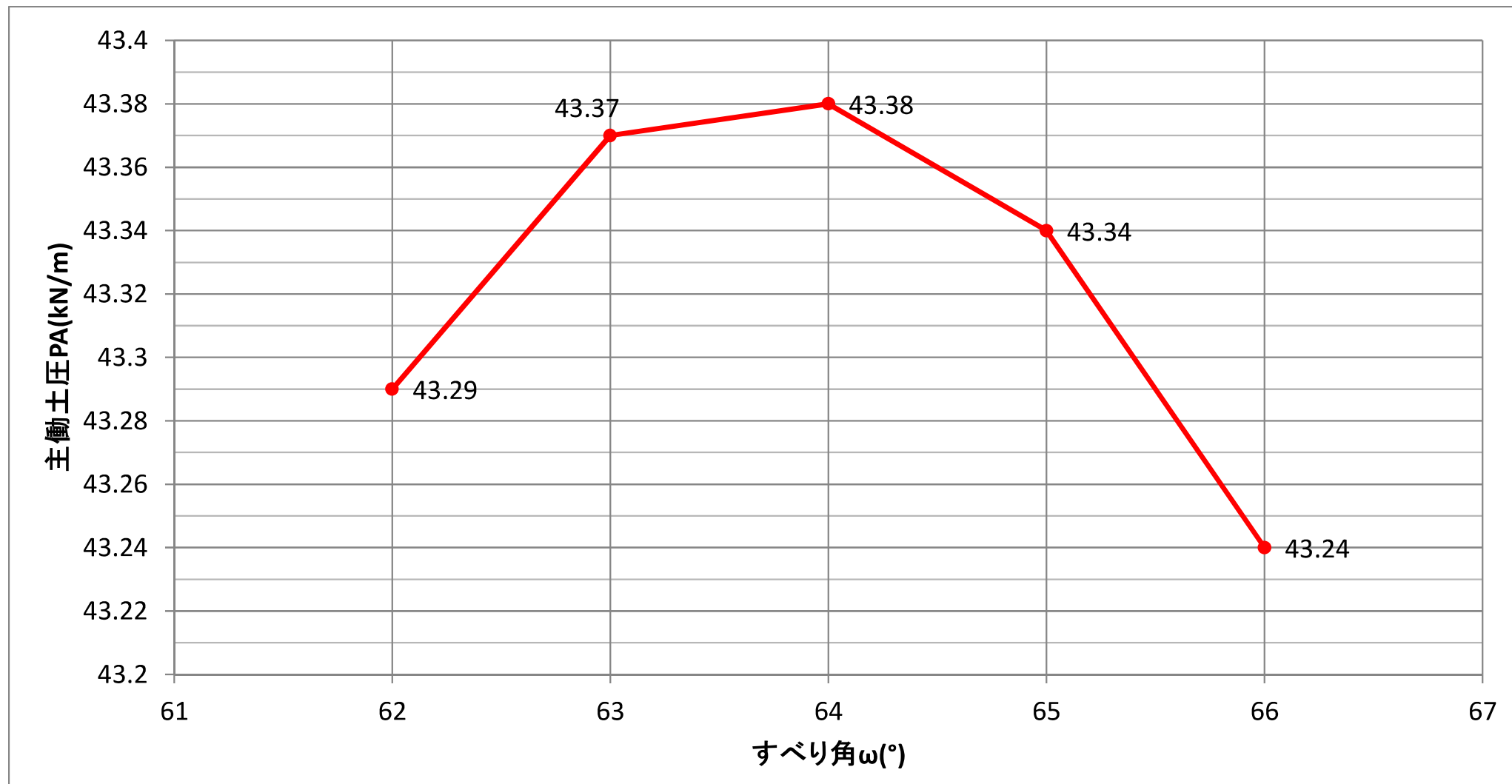
2) 主働土圧合力

すべり角 ω を 62° から 66° まで 1° 刻みで変化させて土圧 P_A を算定する。

ω ($^\circ$)	$\omega - \phi$ ($^\circ$)	$\omega - \phi - \alpha - \delta$ ($^\circ$)	$b' = H \times \left(\tan \alpha + \frac{1}{\tan \omega} \right)$ ※小数点第 4 位を四捨五入	$W = \frac{1}{2} \times b' \times (\gamma \times H + 2 \times q)$	$P_A = \frac{\sin(\omega - \phi)}{\cos(\omega - \phi - \alpha - \delta)} \times W$
62	27	-10.37	2.345	93.80	43.29
63	28	-9.37	2.279	91.15	43.37
64	29	-8.37	2.213	88.52	43.38
65	30	-7.37	2.149	85.96	43.34
66	31	-6.37	2.086	83.44	43.24

すべり角 ω と主働土圧合力 P_A の関係をグラフに描くと下図のようになる。

P_A が最大となるのは、 $\omega = \boxed{64}^\circ$ のときで、その時の主働土圧合力は $P_A = \boxed{43.38}$ kN/m である。



3) 土圧分力と作用位置

$$\text{土圧の鉛直成分： } P_{AV}=P_A \times \sin(\alpha + \delta) = 43.38 \times \sin(14.04+23.33) = 26.33 \text{ kN/m}$$

$$\text{土圧の水平成分： } P_{AH}=P_A \times \cos(\alpha + \delta) = 43.38 \times \cos(14.04+23.33) = 34.48 \text{ kN/m}$$

土圧合力の作用位置

擁壁工指針に準拠して、土圧分布を三角形と仮定する。

$$y_A = \frac{1}{3} \times H = \frac{1}{3} \times 3.00 = 1.00 \text{ m}$$

$$x_A = B - n_2 \times y_A = 1.75 - 0.25 \times 1.00 = 1.50 \text{ m}$$

4. 荷重の集計

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	74.18	0.85	63.05	—	—	—
土 圧	26.33	1.50	39.50	34.48	1.00	34.48
合 計	100.51	—	102.55	34.48	—	34.48

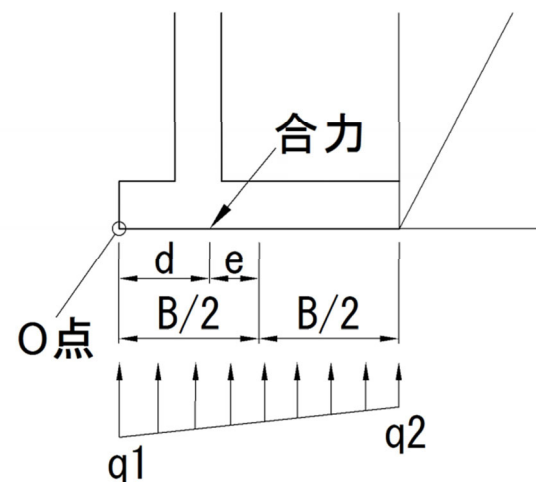
合力作用位置の算出

○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

$$d = (\sum M_r - \sum M_o) / \sum V = (102.55 - 34.48) / 100.51$$

$$= 0.68 \text{ m}$$



5. 安定計算

1) 転倒の照査

偏心距離 e は

$$e = B/2 - d = 0.2$$

よって

$$|e| = 0.2 \leq B/6 = 1.750/6 = 0.291 \text{ m} \dots\dots \text{OK!}$$

2) 滑動の照査

$$\begin{aligned} F_s &= \Sigma V \cdot \mu / \Sigma H \\ &= 100.51 \times 0.6 / 34.48 \\ &= 1.75 \geq 1.5 \dots\dots \text{OK!} \end{aligned}$$

3) 支持力の照査

$$\begin{aligned} q_1 &= \Sigma V / B \cdot (1 + 6e/B) \\ &= 100.51 / 1.75 \times (1 + 6 \times 0.2 / 1.75) \\ &= 96.8 \leq 300 \text{ kN/m}^2 \dots\dots \text{OK!} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q_2 &= \Sigma V / B \cdot (1 - 6e/B) \\ &= 100.51 / 1.75 \times (1 - 6 \times 0.2 / 1.75) \\ &= 18.1 \leq 300 \text{ kN/m}^2 \dots\dots \text{OK!} \end{aligned}$$