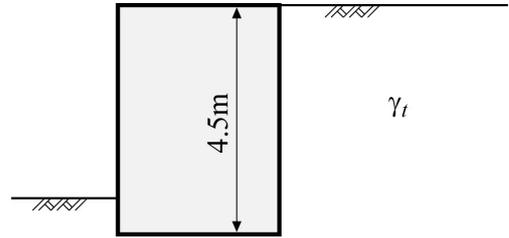


2013 年度 地盤工学基礎 演習課題 [2014.1.8 出題]

問題

右図の鉛直な擁壁に作用する土圧について、以下の問いに答えよ。擁壁背面は、 $\gamma_t=17.2 \text{ kN/m}^3$ 、 $\phi=35^\circ$ の水平な砂地盤である。



- (1) Rankine の主働土圧係数 K_a を求めよ。
- (2) Coulomb の主働土圧係数 K_{ca} を求めよ。
なお、壁面の粗さ角は $\delta=20^\circ$ と仮定する。
- (3) 擁壁の奥行き 1 m あたりに作用する主働土圧の合力を Rankine 土圧、および Coulomb 土圧それぞれについて計算せよ。

解答例

- (1) Rankine の主働土圧係数

$$K_a = \tan^2 \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\phi}{2} \right) = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{35^\circ}{2} \right) = 0.271$$

- (2) Coulomb の主働土圧係数

$$K_{ca} = \left[\frac{\sin(\omega - \phi)}{\sin \omega \left\{ \sqrt{\sin(\omega + \delta)} + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \beta)}{\sin(\omega - \beta)}} \right\}} \right]^2$$

$$= \left[\frac{\sin(90^\circ - 35^\circ)}{\sin 90^\circ \left\{ \sqrt{\sin(90^\circ + 20^\circ)} + \sqrt{\frac{\sin(35^\circ + 20^\circ) \sin(35^\circ - 0^\circ)}{\sin(90^\circ - 0^\circ)}} \right\}} \right]^2 = 0.245$$

- (3)

Rankine 土圧合力

$$Q_a = \frac{1}{2} \gamma_t H^2 K_a = \frac{1}{2} \times 17.2 \times 4.5^2 \times 0.271 = 47.2 \text{ (kN/m)}$$

Coulomb 土圧合力

$$Q_a = \frac{1}{2} \gamma_t H^2 K_{ca} = \frac{1}{2} \times 17.2 \times 4.5^2 \times 0.245 = 42.7 \text{ (kN/m)}$$

補足

(2)

Coulomb 土圧の計算において $\omega=90^\circ$, $\beta=0^\circ$ の条件で, さらに壁面の摩擦を考慮しない場合, すなわち $\delta=0^\circ$ のとき, Rankine 土圧と等しくなることを確かめてみよう。

(3)

擁壁背面の地下水位が上昇し, 地表面まで達してしまった場合の水圧の影響を考察してみよう。まず, 背面地盤が飽和したときの単位重量は γ_t より少し大きくなるので, ここでは仮に $\gamma_{\text{sat}}=18.0$ kN/m^3 と仮定して計算する。

Rankine の土圧係数を用いて計算する。主働土圧合力は, 有効応力で求めるので,

$$Q_a = \frac{1}{2} \gamma' H^2 K_a = \frac{1}{2} \times (18.0 - 9.81) \times 4.5^2 \times 0.271 = 22.5 \quad (\text{kN/m})$$

一方, 水圧の合力は,

$$Q_w = \frac{1}{2} \gamma_w H^2 = \frac{1}{2} \times 9.81 \times 4.5^2 = 99.3 \quad (\text{kN/m})$$

したがって, 擁壁面に作用する力の合計は

$$Q = Q_a + Q_w = 22.5 + 99.3 = 121.8 \quad (\text{kN/m})$$

この結果を見ると, 主働土圧に比べて水圧の影響が非常に大きいことがわかる。水位上昇によって, 土圧自体は半分以下となっているが, 水圧は当初の主働土圧の倍近くとなっている。

したがって, 擁壁を施工する際に, 必ず排水機能を付けて背面に水圧が作用しないように管理しなければならない。しかし, 豪雨時には排水が追いつかず, 急に水位が上昇して擁壁が崩壊する場合もある。

一方, 港の岸壁などは, 背面地盤の地下水位が常に高い状態にあるが, 岸壁の全面も海面の水位がほぼ同じ位置にあるので, 水圧の合力は左右でつり合い, 土圧のみを考慮すればよいことになる。