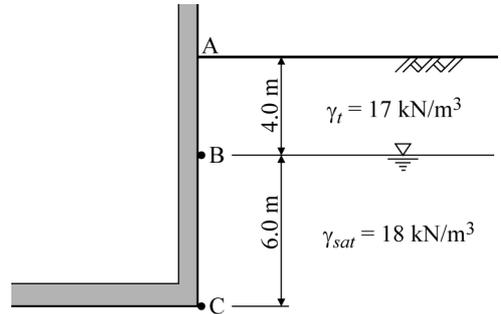


2010 年度 地盤工学基礎演習課題 [2011.1.18 出題]

問題

一様な砂地盤 ($\phi' = 28^\circ$) に建設した建物の地下側壁に作用する主働土圧について、以下の問いに答えよ。

なお今回は、水の単位体積重量を $\gamma_w = 10 \text{ kN/m}^3$ として計算せよ。



- (1) Rankine の主働土圧係数を求めよ。
- (2) B 点に作用する主働土圧を求めよ。
- (3) C 点に作用する主働土圧（有効応力）を求めよ。
- (4) AC 間に作用する主働土圧（有効応力）の合力を求めよ。
- (5) BC 間に作用する水圧の水平合力を計算し、AC 間に作用する水平力の合計を求めよ。

解答例

$$(1) \quad K_a = \tan^2 \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\phi'}{2} \right) = \tan^2 \left(45 - \frac{28}{2} \right) = 0.361$$

$$(2) \quad \sigma_{zB} = 17 \times 4.0 = 68 \quad (\text{kN/m}^2) \text{ より,}$$

$$q_{aB} = K_a \cdot \sigma_{zB} = 0.361 \times 68 = 24.5 \quad (\text{kN/m}^2)$$

$$(3) \quad \sigma_{zC}' = 17 \times 4.0 + (18 - 10) \times 6.0 = 116 \quad (\text{kN/m}^2) \text{ より,}$$

$$q_{aC} = K_a \cdot \sigma_{zC}' = 0.361 \times 116 = 41.9 \quad (\text{kN/m}^2)$$

(4) AB 間では土圧が三角形分布になるので、（単位奥行きあたりの）土圧合力は、

$$Q_{aAB} = \frac{q_{aB} \cdot H_{AB}}{2} = \frac{24.5 \times 4.0}{2} = 49 \quad (\text{kN/m})$$

または次式でも計算できる、

$$Q_{aAB} = \frac{1}{2} \gamma_t H_{AB}^2 K_a = \frac{1}{2} \times 17 \times 4.0^2 \times 0.361 = 49 \quad (\text{kN/m})$$

BC 間では台形分布となるので、土圧合力は、

$$Q_{aBC} = \frac{q_{aB} + q_{aC}'}{2} \times H_{BC} = \frac{24.5 + 41.9}{2} \times 6.0 = 199 \quad (\text{kN/m})$$

従って、土圧合力を合計すると、

$$Q_a = Q_{aAB} + Q_{aBC} = 49 + 199 = 248 \quad (\text{kN/m})$$

(5) 水圧の合力は、

$$Q_w = \frac{1}{2} \gamma_w H_{BC}^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times 6.0^2 = 180 \quad (\text{kN/m})$$

したがって、水平力の合計は、

$$Q = Q_a + Q_w = 248 + 180 = 428 \quad (\text{kN/m})$$

補足

(1) よく見られた間違い

水平土圧の計算で、全応力に土圧係数を乗じている例が多く見られた。

水圧は鉛直と水平の圧力が等しいため、土圧係数は**有効応力**にのみ乗ずることができる。

(2) 事例研究

① **地下水面がC点以下となる事例**を検討してみよう。

水圧はゼロとなるので、水平力は土圧のみとなる。

単位体積重量を $\gamma = 17 \text{ kN/m}^3$ で一様と仮定すると、

単純な三角形分布の土圧合力になるので、

$$Q = Q_a = \frac{1}{2} \gamma_t H_{AC}^2 = \frac{1}{2} \times 17 \times 10^2 \times 0.361 = \boxed{307} \quad (\text{kN/m})$$

水位がB点にあるときに比べ、水平力が明らかに小さいことがわかる。

②次に、**地下水面が地表面まで上昇**した場合を考えてみよう。

単位体積重量を $\gamma_{sat} = 18 \text{ kN/m}^3$ で一様と仮定すると、

有効土圧合力は、

$$Q_a = \frac{1}{2} \gamma' H_{AC}^2 K_a = \frac{1}{2} \times 8 \times 10^2 \times 0.361 = 144 \quad (\text{kN/m})$$

水圧の合力は、

$$Q_w = \frac{1}{2} \gamma_w H_{AC}^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times 10^2 = 500 \quad (\text{kN/m})$$

したがって、水平力の合計は、

$$Q = Q_a + Q_w = 144 + 500 = \boxed{644} \quad (\text{kN/m})$$

地下水がない場合の約2倍の水平力となった。

以上の検討より、擁壁背面に水を溜めることの危険が理解できる。