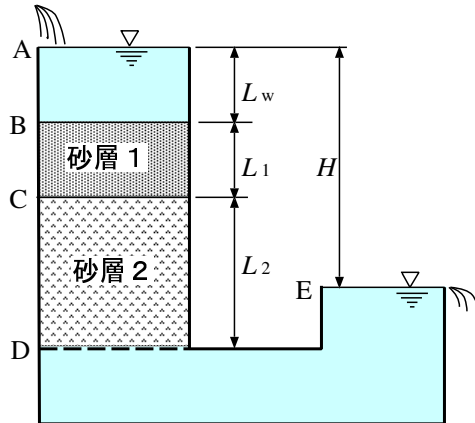


問題

下図の A, E における水位が一定に保たれているとき、以下の問いに答えよ。

なお、図内の数値は、 $H = 1.5 \text{ m}$, $L_w = 0.4 \text{ m}$, $L_1 = 0.6 \text{ m}$, $L_2 = 1.0 \text{ m}$, 各層の単位重量と透水係数は下表で、 $\gamma_w = 9.8 \text{ kN/m}^3$ とする。

	単位重量 (kN/m^3)	透水係数 (cm/s)
砂層 1	19.8	2.0×10^{-2}
砂層 2	18.3	0.5×10^{-3}



- (1) 砂層 1 の下面, C に作用する鉛直全応力 σ_C を求めよ。
- (2) 砂層 2 の下面, D に作用する鉛直全応力 σ_D を求めよ。
- (3) 砂層 2 の下面, D に作用する間隙水圧 u_D と鉛直有効応力 σ'_D を求めよ。
- (4) 砂層 1 の水頭損失を H_1 , 砂層 2 の水頭損失を H_2 と仮定し, H_1, H_2 の値をそれぞれ求めよ。
- (5) 砂層 1 の下面, C に作用する鉛直有効応力 σ'_C を求めよ。

解答例

(1) 全応力は、与点の上にある水と土の単位面積当たり総重量であり、透水の有無では変わらない。

$$\sigma_C = \gamma_w \cdot L_w + \gamma_{sat1} \cdot L_1 = 9.8 \times 0.4 + 19.8 \times 0.6 = 15.8 \quad (\text{kN/m}^2)$$

(2) C 点の全応力に砂層 2 の全重量を加えて、

$$\sigma_D = \sigma_C + \gamma_{sat2} \cdot L_2 = 15.8 + 18.3 \times 1.0 = 34.1 \quad (\text{kN/m}^2)$$

(3) D 点の間隙水圧は、E 点からの水位差で決まるので、

$$u_D = \gamma_w \cdot (L_w + L_1 + L_2 - H) = 9.8 \times (0.4 + 0.6 + 1.0 - 1.5) = 4.9 \quad (\text{kN/m}^2)$$

したがって、有効応力の原理より、

$$\sigma'_D = \sigma_D - u_D = 34.1 - 4.9 = 29.2 \quad (\text{kN/m}^2)$$

(4) 各水頭差の関係として、まず $H_1 + H_2 = H = 1.5 \text{ (m)}$ が成り立つ。

次に流速の下向きの流速は、同じ断面を流れるとき砂層 1 と砂層 2 とともに等しいので、

$$v = k_1 \frac{H_1}{L_1} = k_2 \frac{H_2}{L_2}$$

の関係が成り立つ。したがって、

$$H_1 + H_2 = H_2 \cdot \frac{k_2}{k_1} \cdot \frac{L_1}{L_2} + H_2 = H_2 \times \left(\frac{0.5 \times 10^{-3}}{2.0 \times 10^{-2}} \cdot \frac{0.6}{1.0} + 1 \right) = 1.015 H_2 = 1.5 \text{ (m)}$$

これより、

$$H_2 = \frac{1.5}{1.015} = 1.478 \quad (\text{m})$$

$$H_1 = H - H_2 = 1.5 - 1.478 = 0.022 \quad (\text{m})$$

$$\text{答: } \underline{H_1 = 0.02 \text{ m}, H_2 = 1.48 \text{ m}}$$

(5) 下向き透水なので、静水時の有効応力に透水力を加算する。

$$\begin{aligned}\sigma'_C &= \sigma_C - \gamma_w(L_w + L_1) + i\gamma_w L_1 \\ &= \gamma' L_1 + \frac{H_1}{L_1} \cdot \gamma_w L_1 \\ &= (19.8 - 9.8) \times 0.6 + 0.022 \times 9.8 \\ &= 6.2 \quad (\text{kN/m}^2)\end{aligned}$$

補足 1

D 点の水圧を、

$$u_D = \gamma_w(L_w + L_1 + L_2) = 9.8 \times (0.4 + 0.6 + 1.0) = 19.6 \quad (\text{kN/m}^2)$$

とした解答がまだ相当数あった。

これは静水圧時の値であり、E 点にふたをして水の流れを完全に止めた場合に成り立つ。この時、A～E 間の全水頭は全て同じとなる。

しかし、透水は D 点の全水頭が低下することで生ずるので、位置が同じであれば水圧 (圧力水頭) は低下するはず。