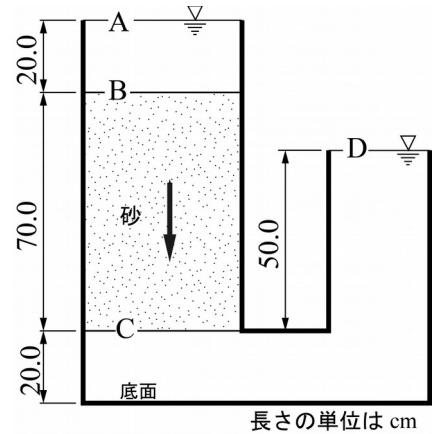


2014 年度 地盤工学基礎 演習課題 [2014.10.29 出題]

問題

図のように，断面積が 450 cm^2 のパイプ内（BC 間）に砂を詰め，A 点と D 点の水位を一定に保ったときに生ずる定常透水に関して，以下の問いに答えよ。

- (1) B 点，および C 点における圧力水頭，位置水頭，および全水頭の値をそれぞれ求めよ。装置底面の位置水頭をゼロとして計算せよ。
- (2) BC 間で生ずる全水頭損失の値を求めよ。
- (3) BC 間の動水勾配を求めよ。
- (4) このパイプの D 点から排出する水量を計測したところ，1 分間当たりで 195 cm^3 となった。砂地盤の透水係数を計算せよ。



解答例

(1)

	位置水頭 (cm)	圧力水頭 (cm)	全水頭 (cm)
B 点	$20.0+70.0=90.0$ (底面からの高さ)	20.0 (A 点基準の水深)	$90.0+20.0=110.0$
C 点	20.0 (底面からの高さ)	50.0 (D 点基準の水深)	$20.0+50.0=70.0$

(2) 前問の結果より，

$$\Delta h = h_C - h_B = 70.0 - 110.0 = -40.0$$

したがって全水頭損失は 40.0 cm

(3)

$$i = -\frac{\Delta h}{\Delta S} = \frac{40}{70} = 0.5714 \dots = 0.571$$

(4) 透水流量は $Q = Aki$ の関係より，

$$k = \frac{Q}{Ai} = \frac{195}{450 \times 0.5714} = 0.7583 \dots = 0.758 \text{ (cm/min)}$$

なお，透水係数の単位として通常用いられる cm/s で表すと，

$$k = \frac{0.7583}{60} = 0.01263 \dots = 1.26 \times 10^{-2} \text{ (cm/s)}$$

補足

透水係数には必ず単位を添えること。

土質によって桁が異なるので、数値を見て単位を判断することができない。

11/5の授業に関する補足説明

①板書の訂正

広幅堤内の透水計算における微分方程式の記述で間違いがあったので訂正します。

誤		正
$Q \int dx = -kL \int x dx$		$Q \int dx = -kL \int z dz$
$Qx = -kL \cdot \frac{x^2}{2} + C$	\rightarrow	$Qx = -kL \cdot \frac{z^2}{2} + C$

②正方形フローネットによる流量計算式の誘導

$$Q = k(H_1 - H_2) \cdot \frac{N_f}{N_d} \cdot L \quad (3.29)$$

- N_d : 等ヘッド線による領域分割数
- N_f : 流管数
- H_1 : 入口の水位 (全水頭)
- H_2 : 出口の水位 (全水頭)
- L : 流管の奥行き (堤防の長さなど)

正方形フローネット要素の辺長を Δd とする

1本の流管の断面積は、

$$\Delta A = \Delta d \cdot L$$

隣接する等ヘッド線間で生ずる水頭損失は

$$-\Delta h = \frac{H_1 - H_2}{N_d}$$

動水勾配は、

$$i = -\frac{\Delta h}{\Delta d} = \frac{H_1 - H_2}{N_d \cdot \Delta d}$$

流管一本あたりの流量 (正方形なので Δd が消える)

$$\Delta Q = \Delta A k i = (\Delta d \cdot L) \cdot k \cdot \left(\frac{H_1 - H_2}{N_d \cdot \Delta d} \right) = k \cdot (H_1 - H_2) \cdot \frac{L}{N_d}$$

流管 N_f 本分を合計すると、

$$Q = \Delta Q \cdot N_f = k \cdot (H_1 - H_2) \cdot \frac{N_f}{N_d} \cdot L$$
