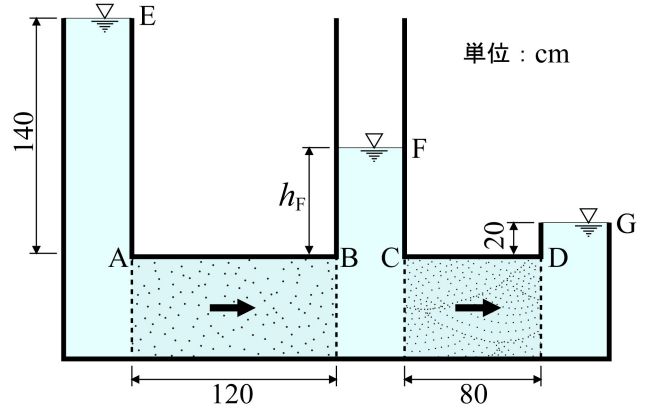


2011 年度 地盤工学基礎 演習課題 [2011.10.31 出題]

問題

下図のタンク内に、AB間は透水係数 $k_1=3.0 \times 10^{-2}$  cm/sの砂が、CD間は $k_2=1.0 \times 10^{-2}$  cm/sの砂が詰められている。E点から給水してG点から排水し、定常状態に至ってF点の水位が一定となったとき、以下の問いに答えよ。



- (1) AB間の流速 $v_{AB}$ を、 $k_1$ 、 $h_F$ を用いて表せ。
- (2) CD間の流速 $v_{CD}$ を、 $k_2$ 、 $h_F$ を用いて表せ。
- (3) AB間とCD間のパイプの断面積が等しいとき、 $v_{AB}=v_{CD}$ となる。この条件における流速 $v_{AB}(=v_{CD})$ と $h_F$ の値を求めよ。

解答例

- (1) AB間で生ずる全水頭損失は、 $\Delta h_1 = h_r - 140$

したがって流速は、

$$v_{AB} = k_1 i_1 = -k_1 \cdot \frac{\Delta h_1}{\Delta S_1} = k_1 \cdot \frac{140 - h_F}{120}$$

- (2) CD間で生ずる全水頭損失は、 $\Delta h_2 = 20 - h_r$

したがって流速は、

$$v_{CD} = k_2 i_2 = -k_2 \cdot \frac{\Delta h_2}{\Delta S_2} = k_2 \cdot \frac{h_F - 20}{80}$$

- (3)  $v=v_{AB}=v_{CD}$ となる条件より、

$$v = k_1 \cdot \frac{140 - h_F}{120} = k_2 \cdot \frac{h_F - 20}{80}$$

これより未知量 $h_F$ を求めると、

$$h_F = \frac{\frac{120 \times 20}{80} + \frac{k_1}{k_2} \times 140}{\frac{120}{80} + \frac{k_1}{k_2}} = \frac{\frac{120 \times 20}{80} + \frac{3.0 \times 10^{-2}}{1.0 \times 10^{-2}} \times 140}{\frac{120}{80} + \frac{3.0 \times 10^{-2}}{1.0 \times 10^{-2}}} = 100 \text{ (cm)}$$

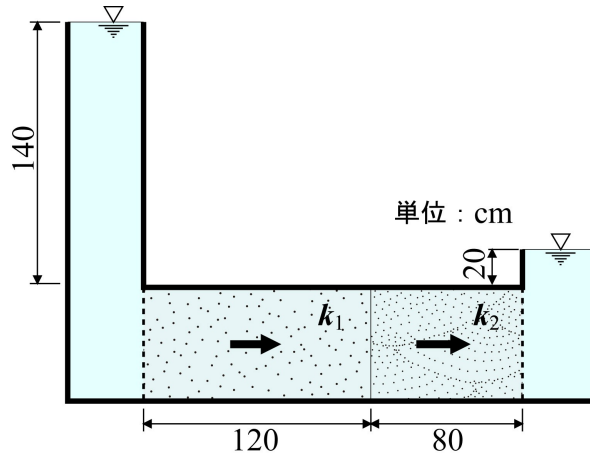
また、透水速度は、

$$v = k_1 \cdot \frac{140 - h_F}{120} = 3.0 \times 10^{-2} \times \frac{140 - 100}{120} = 1.0 \times 10^{-2} \text{ (cm/s)}$$

## 補足

(1) この問題は、層厚と透水係数が異なる多層地盤の透水速度を求める過程を、わかりやすいように段階的に示したものである。

問題に示した図は、B点とC点の全水頭が等しいことから、下図の2層地盤の透水と等価な条件であり、層境界における全水頭の大きさ ( $h_F$ ) を未知数とし、速度に関する適合条件で方程式を立てて解くことができる。



(2) 参考までに、各層の動水勾配を求めてみよう。

AB間

$$i_1 = \frac{140 - h_F}{120} = \frac{140 - 100}{120} = 0.33$$

CD間

$$i_2 = \frac{h_F - 20}{80} = \frac{100 - 20}{80} = 1.00$$

一次元の等断面の透水において流速  $v = k_1 i_1 = k_2 i_2$  の条件から、

動水勾配の比は、透水係数の比と逆になる。

すなわち、 $k_1 : k_2 = 3 : 1$  に対して  $i_1 : i_2 = 1 : 3$

(3) もしパイプの断面積が異なる場合はどうしたらよいだろうか。

A点から流入する量と、D点から排出される量は等しいと仮定できるので、

適合条件を表す方程式は下式となる。

$$\begin{aligned} Q &= A_1 \cdot v_{AB} = A_2 \cdot v_{CD} \\ &= A_1 \cdot k_1 \cdot i_1 = A_2 \cdot k_2 \cdot i_2 \end{aligned}$$

上式から、流速は区間によって異なってくることがわかる。