

2012 年度 地盤工学基礎 演習課題 [2012.11.7 出題]

問題

下図のような、勾配 20° の直線斜面がある。地表面から深さ 4m までが透水層であり、この層の透水係数は $k = 1.7 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$ である。透水層の下には斜面と平行な勾配の不透水層があり、地表面から 1.2m の深さに、斜面と平行な浸潤面を形成する透水が生じたとき、A-A'断面を通過する奥行き 1m あたり、1時間あたりの透水量を計算せよ。

(動水勾配がポイントとなる。定義から考えてみよう。)

解答例

流線はすべて斜面と平行であり、浸潤面も流線のひとつである。浸潤面に沿って、距離 ΔL を取ったとき、その区間で生ずる水位差は、

$$\Delta H = \Delta L \cdot \sin 20^\circ$$

浸潤面では圧力水頭がゼロなので、その水位差 ΔH が全水頭損失になり、動水勾配は、

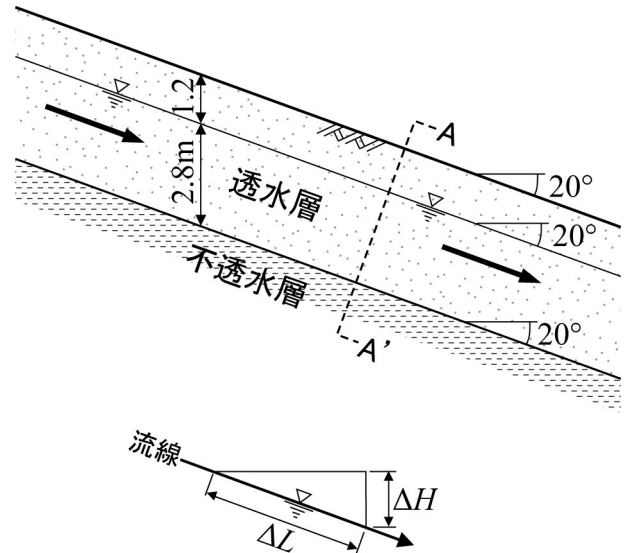
$$i = \frac{\Delta H}{\Delta L} = \sin 20^\circ$$

が得られる。A-A'断面における透水部断面積は、

$$A = 1 \times 2.8 \cos 20^\circ \quad (\text{m}^2)$$

したがって透水量は、 ($k = 1.7 \times 10^{-3} \text{ cm/s} = 1.7 \times 10^{-5} \text{ m/s}$)

$$\begin{aligned} Q &= Av = Aki \\ &= 1 \times 2.8 \cos 20^\circ \times 1.7 \times 10^{-5} \times \sin 20^\circ \\ &= 1.530 \times 10^{-5} (\text{m}^3/\text{s}) \cong 5.5 \times 10^{-2} (\text{m}^3/\text{h}) \cong 5.5 \times 10^4 (\text{cm}^3/\text{h}) \end{aligned}$$



補足

透水距離 ΔL を水平距離と考え、動水勾配を $\tan 20^\circ$ とした間違いが多く、正答は7名のみでした。

この問題では、流線がすべて斜面と平行になっています。動水勾配を求める際の透水距離 ΔL は流線に沿った長さなので、ここでは水平距離ではなく斜面長になります。

(矩形締切堤の例では、底面に沿った流線が水平なので水平距離を取っているにすぎません。)

したがって、動水勾配は浸潤面(斜面)勾配の \tan ではなく \sin の値になります。

なお、動水勾配が正しいが、透水断面積を 2.8 m^2 としていた解答も目に付きました。

蛇足

非常に勾配が小さい場合は、 $\tan \cong \sin \cong$ 勾配値(rad)として近似解を求めることは、工学的には有りです。例えば 5° くらいの勾配では、 $\tan 5^\circ = 0.875$, $\sin 5^\circ = 0.872$, $5^\circ = 0.873 \text{ rad}$ というようになり、有効数字が2桁の精度ならば、ほぼ同じ結果が得られます。