

2015年度 地盤工学基礎 演習問題 [2015.10.28 出題]

問題

細いパイプの毛管上昇高さ h_c について、メニスカス半径 r を、以下(1)~(3)のサイズと仮定してそれぞれ計算せよ。水の表面張力は $T=0.074\text{N/m}$ (水温 15°C)、単位重量は $\gamma_w=9.8\text{ kN/m}^3$ とする。(単位に注意して計算すること。)

- (1) 砂とレキの境界の粒径
- (2) シルトと砂の境界の粒径
- (3) 粘土とシルトの境界の粒径

解答例

単位を揃えるため、 $\gamma_w=9.8\text{ kN/m}^3=9800\text{ N/m}^3$ と変換しておく。

- (1) 砂とレキの境界の粒径：2 mm $\rightarrow r=2\times 10^{-3}\text{ m}$ とおいて、

$$h_c = \frac{2T}{\gamma_w \cdot r} = \frac{2 \times 0.074}{9800 \times 2 \times 10^{-3}} = 7.6 \times 10^{-3} \text{ (m)} = 7.6 \text{ (mm)}$$

- (2) シルトと砂の境界の粒径：75 μm $\rightarrow r=75 \times 10^{-6}\text{ m}$ とおいて、

$$h_c = \frac{2T}{\gamma_w \cdot r} = \frac{2 \times 0.074}{9800 \times 75 \times 10^{-6}} = 0.20 \text{ (m)} = 20 \text{ (cm)}$$

- (3) 粘土とシルトの境界の粒径：5 μm $\rightarrow r=5 \times 10^{-6}\text{ m}$ とおいて、

$$h_c = \frac{2T}{\gamma_w \cdot r} = \frac{2 \times 0.074}{9800 \times 5 \times 10^{-6}} = 3.0 \text{ (m)}$$

補足

①上の計算結果はあくまでも単純な円管の条件であるが、 r の値が間隙のサイズに対応すると想定すると、土質条件による毛管上昇高さが大きく異なることがわかる。毛管上昇高さが大きな細粒土は凍上被害が出やすいので、表土を粗粒な土に置き換える凍上対策がある。

②地盤における毛管上昇高さを概算で求める経験式の一例を下記に示す。

$$h_c = \frac{C}{e \cdot D_{10}}$$

粒度分布における細粒側の10%通過粒径 D_{10} に間隙比 e を乗じた値が r に相当し、 $2T/\gamma_w$ が定数 C に相当すると考えられる。

これを計算すると、 $\frac{2T}{\gamma_w} = 1.5 \times 10^{-5} \text{ (m}^2\text{)} = 0.15 \text{ (cm}^2\text{)}$ となるが、

上式では、 $C=0.1\sim 0.5 \text{ (cm}^2\text{)}$ の値を取るとされている。