

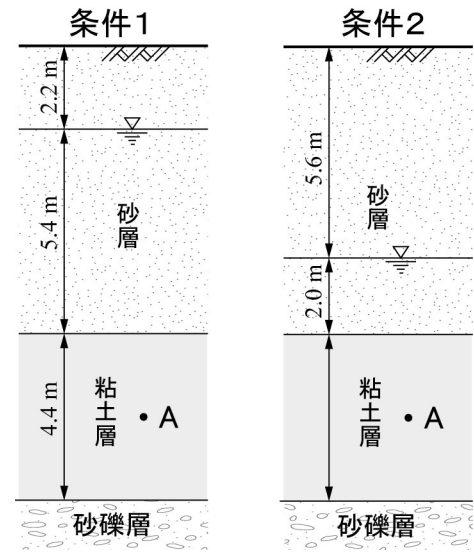
2013 年度 地盤工学基礎 演習課題 [2013.11.27 出題]

問題

砂層，粘土層，砂礫層からなる成層地盤（右図）がある。地下水位が地表面より 2.2m の位置（条件 1）から，5.6m の位置（条件 2）まで低下したとき，次の問いに答えよ。

なお各層の単位重量は，どちらの条件でも，地下水面より上の砂層が $\gamma_t = 18.1 \text{ kN/m}^3$ ，地下水面下の飽和砂層が $\gamma_{sat} = 19.4 \text{ kN/m}^3$ ，粘土層は $\gamma_{sat} = 15.8 \text{ kN/m}^3$ ，砂礫層は $\gamma_{sat} = 20.2 \text{ kN/m}^3$ として計算すること。

- (1) 粘土層中央の A 点における条件 1，および条件 2 のときの鉛直有効応力をそれぞれ求めよ。
- (2) 粘土層の圧縮係数は $C_c = 0.68$ で，条件 1 のときの間隙比が $e_0 = 1.92$ である。地下水位低下で生ずる A 点の圧縮ひずみの値を求めよ。
- (3) 粘土層で生ずる最終の圧密沈下量を推定せよ。



解答例

- (1) 通常の成層地盤における鉛直全応力と間隙水圧の差として求める。

$$\begin{aligned} \text{条件 1 : } \sigma_v' &= 18.1 \times 2.2 + 19.4 \times 5.4 + 15.8 \times 4.4 / 2 - 9.81 \times (5.4 + 4.4 / 2) = 104.784 \\ &\approx 104.8 \text{ (kN/m}^2\text{)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{条件 2 : } \sigma_v' &= 18.1 \times 5.6 + 19.4 \times 2.0 + 15.8 \times 4.4 / 2 - 9.81 \times (2.0 + 4.4 / 2) = 133.718 \\ &\approx 133.7 \text{ (kN/m}^2\text{)} \end{aligned}$$

- (2) 条件 1 の鉛直有効応力を p_0 ，条件 2 の鉛直有効応力を p_1 と表して圧縮ひずみを計算する。

$$\epsilon = \frac{C_c}{1 + e_0} \log \frac{p_1}{p_0} = \frac{0.68}{1 + 1.92} \log \frac{133.72}{104.78} = 0.024665 \dots \approx 2.47 \times 10^{-2}$$

- (3) 粘土層全体に，(2) で求めた圧縮ひずみが生ずると仮定して最終沈下量を計算すると，

$$S_f = \epsilon \cdot H_c = 2.467 \times 10^{-2} \times 4.4 = 0.1085 \text{ (m)} = 10.9 \text{ (cm)}$$

補足

今回は、粘土層中央のひずみを層全体に適用して沈下量の推定をしたが、
厳密には、層の深さによって有効応力の比 p_1/p_0 が変わるので、初期間隙比が同じでもひずみが異なってくる。参考までに、その試算を試みる。

粘土層上面

$$\text{条件 1 : } p_0 = 18.1 \times 2.2 + 19.4 \times 5.4 - 9.81 \times 5.4 = 91.606 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$\text{条件 2 : } p_1 = 18.1 \times 5.6 + 19.4 \times 2.0 - 9.81 \times 2.0 = 120.54 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$\text{圧縮ひずみ } \epsilon = \frac{C_c}{1+e_0} \log \frac{p_1}{p_0} = \frac{0.68}{1+1.92} \log \frac{120.54}{91.61} = 0.027756 \dots \approx 2.78 \times 10^{-2}$$

粘土層下面

$$\text{条件 1 : } p_0 = 18.1 \times 2.2 + 19.4 \times 5.4 + 15.8 \times 4.4 - 9.81 \times (5.4 + 4.4) = 117.962 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$\text{条件 2 : } p_1 = 18.1 \times 5.6 + 19.4 \times 2.0 + 15.8 \times 4.4 - 9.81 \times (2.0 + 4.4) = 146.896 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$\text{圧縮ひずみ } \epsilon = \frac{C_c}{1+e_0} \log \frac{p_1}{p_0} = \frac{0.68}{1+1.92} \log \frac{146.90}{117.96} = 0.022190 \dots \approx 2.22 \times 10^{-2}$$

このように、粘土層の上面と下面で圧縮ひずみが異なり、この例では上面が下面より 25% も大きくなった。浅い方が圧縮量が大きいということである。

また、上下面のひずみの平均は 2.50×10^{-2} となり、中央のひずみ 2.47×10^{-2} と少し異なることからわかるように、層内でのひずみの変化も直線的ではないので、厚い粘土層の沈下量評価は注意が必要である。

厳密な沈下量は、 C_c, e_0, p_1, p_0 をすべて深さの関数とした次の積分形で表される。

$$S_f = \int \left(\frac{C_c}{1+e_0} \log \frac{p_1}{p_0} \right) dz$$