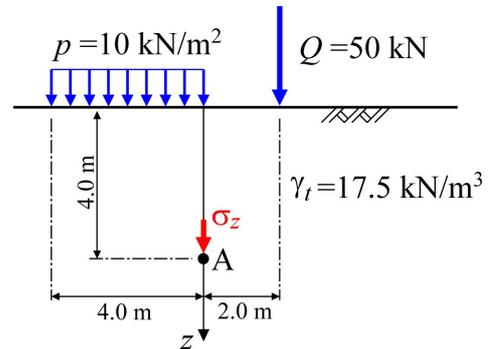


2011 年度 地盤工学基礎 演習課題 [2011.12.19 出題]

問題

右図の水平な不飽和地盤 ($\gamma_t = 17.5 \text{ kN/m}^3$) において、地表面に $Q = 50 \text{ kN}$ の集中荷重と $p = 10 \text{ kN/m}^2$ の帯状の分布荷重が同時に作用したとき、A 点に作用する鉛直全応力 σ_z を計算せよ。

(自重で生ずる応力も考慮すること。)



解答例

表面荷重が作用していないときの、土の自重分による鉛直応力（全応力）は、

$$\sigma_{z_0} = \gamma_t \cdot z = 17.5 \times 4.0 = 70.0 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

集中荷重 Q によって生ずる応力増分は、 $r = \sqrt{4.0^2 + 2.0^2} = \sqrt{20}$ より、

$$\Delta \sigma_{z_Q} = \frac{3Q}{2\pi} \cdot \frac{z^3}{r^5} = \frac{3 \times 50}{2\pi} \times \frac{4.0^3}{(\sqrt{20})^5} = 0.85 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

帯状荷重 p によって生ずる応力増分は、 $\theta_1 = 0$, $\theta_2 = \pi/4$ (rad) より、

$$\begin{aligned} \Delta \sigma_{z_p} &= \frac{p_0}{\pi} \{ (\theta_2 - \theta_1) + \sin(\theta_2 - \theta_1) \cos(\theta_1 + \theta_2) \} \\ &= \frac{10}{\pi} \{ (\pi/4 - 0) + \sin(\pi/4 - 0) \cos(0 + \pi/4) \} \\ &= \frac{10}{\pi} \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\sqrt{2}}{2} \times \frac{\sqrt{2}}{2} \right) = 4.09 \text{ (kN/m}^2\text{)} \end{aligned}$$

地盤を半無限弾性体と仮定すれば、鉛直応力は上記の応力値の総和になるので、

$$\sigma_z = \sigma_{z_0} + \Delta \sigma_{z_Q} + \Delta \sigma_{z_p} = 70.0 + 0.85 + 4.09 = 74.9 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

補足

(1) 帯状荷重の計算において、角 θ の単位を度数とした例が多少見られました。

ラジアンで扱うので注意してください。

(2) 集中荷重 50 kN は、大型自動車の 1 輪当たりの重さに相当します。

もし A 点の直上に作用したとしても、 $z(=r) = 4.0 \text{ m}$ では、

$$\Delta \sigma_{z_Q} = \frac{3Q}{2\pi} \cdot \frac{z^3}{r^5} = \frac{3 \times 50}{2\pi} \times \frac{4.0^3}{4.0^5} = 1.5 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

というように、土の自重による応力 70 kN/m^2 に比べて大変小さいことがわかります。

一方、深さ $z = 1.0 \text{ m}$ くらいになると、自重による応力 17.5 kN/m^2 に対して、表面荷重によって 23.9 kN/m^2 という応力増加起こるので、その影響を無視できません。道路の設計では、実際に、表面から $1 \sim 2 \text{ m}$ の深さまでの土の強度が重要となります。