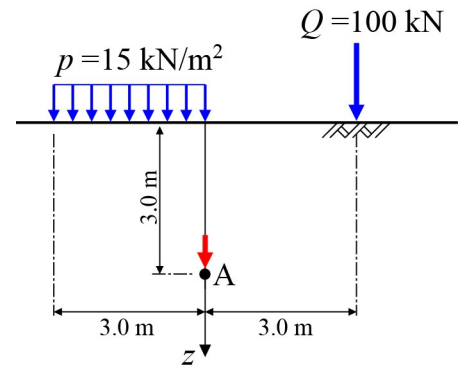


2013 年度 地盤工学基礎 演習課題 [2013.12.18 出題]

問題

湿潤単位重量が $\gamma_s=17.4 \text{ kN/m}^3$ の一様な水平地盤の表面に、右図のような帯状荷重と集中荷重が同時に作用しているとき、A 点における鉛直全応力を求めよ。
(自重による応力も含めて計算すること。)



解答例

水平地盤の自重により A 点に生ずる鉛直全応力は、

$$\sigma_{z0} = 17.4 \times 3.0 = 52.2 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

集中荷重 Q により A 点に生ずる鉛直応力は、

$$\sigma_{z1} = \frac{3Q}{2\pi} \cdot \frac{z^3}{r^5} = \frac{3 \times 100}{2\pi} \cdot \frac{3.0^3}{(3.0 \times \sqrt{2})^5} = 0.93782 \dots \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

帯状荷重 p により A 点に生ずる鉛直応力は、 $\theta_1 = 0 \text{ (rad)}$ 、 $\theta_2 = 45^\circ = \pi/4 \text{ (rad)}$ より、

$$\begin{aligned} \sigma_{z2} &= \frac{p}{\pi} [(\theta_2 - \theta_1) + \sin(\theta_2 - \theta_1) \cos(\theta_1 + \theta_2)] \\ &= \frac{15}{\pi} \left[\left(\frac{\pi}{4} - 0 \right) + \sin\left(\frac{\pi}{4} - 0 \right) \cos\left(0 + \frac{\pi}{4} \right) \right] = 6.1373 \dots \text{ (kN/m}^2\text{)} \end{aligned}$$

したがって、自重と地表面への 2 つの荷重増分を合計すると、鉛直全応力は、

$$\sigma_z = \sigma_{z0} + \sigma_{z1} + \sigma_{z2} = 52.2 + 0.94 + 6.14 = 59.3 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

補足

この演習では、それぞれの荷重による発生応力の違いを考えてほしい。

自重による応力は深さとともに増大するが、表面荷重による応力は、深くなり、作用点から水平方向に離れるに従って低下することは、各公式から容易に想像できる。それが具体的にどの程度かを確認してみよう。

集中荷重の 100 kN は、重さ約 10 t に相当する。大型トラックの 1 つのタイヤから伝わる荷重は通常 5 t を想定するので、今回の値はその 2 倍程度となっているが、その影響は自重に対して非常にわずかしかないことがわかる。

帯荷重は道路盛土等を想定できるが、今回の 15 kN/m² は、盛土高さとしては 1 m 程度に相当する。集中荷重に比べると影響が大きいことがわかり、もし A 点が粘土であれば、盛土に伴う圧密沈下の発生を考える必要が出てくる。

なお、集中荷重による影響は、作用点に近い浅い部分では無視できなくなる。例えば作用点の直下を考えると、深さ 3 m では 5.3 kN/m² で、それなりに影響が大きくなる。深さ 1 m では 47.7 kN/m² と、自重による 17.4 kN/m² よりずっと大きな応力が作用することになっている。実際、道路の設計では、アスファルト舗装版の下の 1~2 m 部分の強度特性を考慮するが、これは交通荷重の影響がその範囲で特に大きいためである。