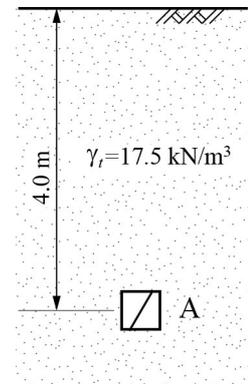


2013 年度 地盤工学基礎 演習課題 [2013.12.4 出題]

問題

右図の水平な地盤内の要素 A に作用する応力について、以下の問いに答えよ。なお、要素 A は地下水面よりも上にあり、ここでの静止土圧係数は、 $K_0=0.6$ とする。



- (1) 要素 A の水平面と鉛直面に作用する垂直応力 σ_v , σ_h をそれぞれ求めよ。
- (2) 要素 A におけるモールの応力円を描き、モールの極 P を示せ。
(水平面と鉛直面にせん断応力は作用していないと仮定する。)
- (3) 水平面から反時計回りに 60° 傾いた面に作用する垂直応力とせん断応力の値を求め、モールの円上に対応する座標を示せ。

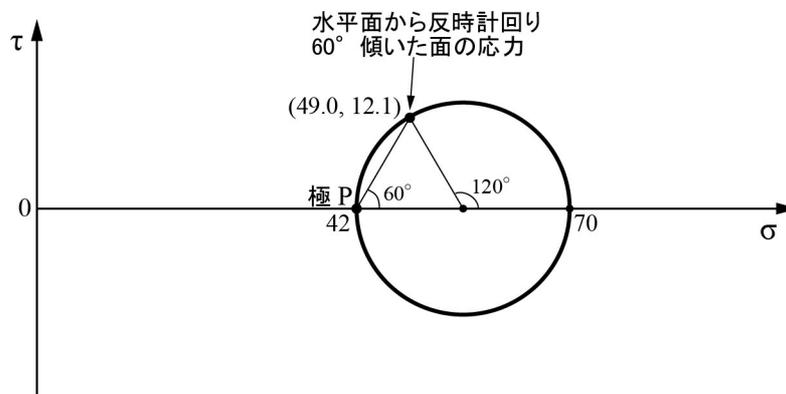
解答例

(1)

$$\sigma_v = 17.5 \times 4.0 = 70.0 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$\sigma_h = K_0 \sigma_v = 0.6 \times 70.0 = 42.0 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

(2)



(3)

$$\sigma_\alpha = \left(\frac{\sigma_v + \sigma_h}{2} \right) + \left(\frac{\sigma_v - \sigma_h}{2} \right) \cos 2\alpha = \left(\frac{70.0 + 42.0}{2} \right) + \left(\frac{70.0 - 42.0}{2} \right) \cos(-60 \times 2) = 49.0 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$\tau_\alpha = \left(\frac{\sigma_v - \sigma_h}{2} \right) \sin 2\alpha = \left(\frac{70.0 - 42.0}{2} \right) \times \cos(-60 \times 2) = 12.1 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

補足

(3)

モール円では、極の座標を求め、その点から求めたい面の傾きを平行な直線を引いた円の交点が、その面に作用する応力値を示す。

テンソルで解く場合は座標軸を定義し、テンソル要素と応力の作用面の関係を明示すること。水平軸を x 、鉛直軸を z に割り当てた場合、水平面は 2 行目の要素に該当する。テンソル解析における座標変換では時計回りが正の回転角なので、反時計回りは -60° で計算する。

$$\begin{aligned} S &= AsA^T \\ &= \begin{pmatrix} \cos(-60^\circ) & -\sin(-60^\circ) \\ \sin(-60^\circ) & \cos(-60^\circ) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 42.0 & 0 \\ 0 & 70.0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos(-60^\circ) & \sin(-60^\circ) \\ -\sin(-60^\circ) & \cos(-60^\circ) \end{pmatrix} \\ &= \begin{pmatrix} 1/2 & \sqrt{3}/2 \\ -\sqrt{3}/2 & 1/2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 42.0 & 0 \\ 0 & 70.0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1/2 & -\sqrt{3}/2 \\ \sqrt{3}/2 & 1/2 \end{pmatrix} \\ &= \begin{pmatrix} 63.0 & 7\sqrt{3} \\ 7\sqrt{3} & 49.0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 63.0 & 12.1 \\ 12.2 & 49.0 \end{pmatrix} \end{aligned}$$

したがって 2 行目の値から、 $\sigma_\alpha = 49.0$ (kN/m²)、 $\tau_\alpha = 12.1$ (kN/m²) が得られる。

(※計算結果を実務利用する場合、原則として実数(指数)形式で解答すること。)