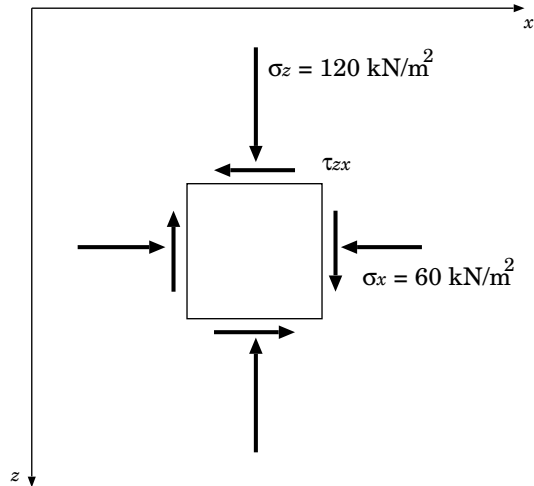


問題

粘着力 c がゼロで、せん断抵抗角が $\phi = 30^\circ$ の土に対して、右図のように垂直応力 σ_x, σ_z を一定に保持しながら、せん断応力 τ_{zx} を加えたとする。この土が破壊に至ったとき、以下の問いに答えよ。

- (1) 破壊時のモール円の中心座標を求めよ。
- (2) 破壊線とモール円の幾何学的な関係から、モール円の半径 r を求めよ。
- (3) 破壊時の最大主応力 σ_{1f} 、最小主応力 σ_{3f} を求めよ。
- (4) 破壊時のせん断応力 τ_{zx} を求めよ。



解答例

(1) 相互に直交する垂直応力 σ_x, σ_z より、

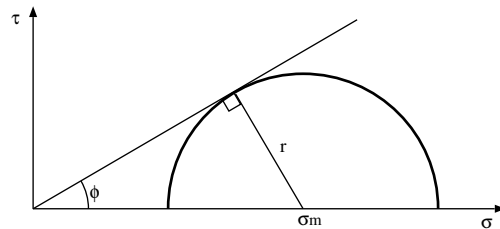
$$\sigma_m = \frac{\sigma_z + \sigma_x}{2} = \frac{120 + 60}{2} = 90 \quad (\text{kN/m}^2)$$

したがって座標値は、(90,0) である。

(2) 右図の直角三角形の関係から、

$$\sin \phi = \frac{r}{\sigma_m}$$

$$r = \sigma_m \cdot \sin \phi = 90 \times \sin 30^\circ = 45 \quad (\text{kN/m}^2)$$



(3)

$$\sigma_{1f} = \sigma_m + r = 90 + 45 = 135 \quad (\text{kN/m}^2)$$

$$\sigma_{3f} = \sigma_m - r = 90 - 45 = 45 \quad (\text{kN/m}^2)$$

(4)

$$r = \sqrt{\left(\frac{\sigma_z - \sigma_x}{2}\right)^2 + \tau_{zx}^2}$$

より、

$$\begin{aligned} \tau_{zx} &= \sqrt{r^2 - \left(\frac{\sigma_z - \sigma_x}{2}\right)^2} \\ &= \sqrt{45^2 - \left(\frac{120 - 60}{2}\right)^2} \\ &= 33.5 \quad (\text{kN/m}^2) \end{aligned}$$

補足 1

破壊時のすべり面に作用するせん断応力 $\tau_{\alpha f}$ を求めている解答が多かった。(4) で問われているのは、問題の図にある水平面と鉛直面に作用するせん断応力 τ_{zx} である。ちなみに、 $\tau_{\alpha f}$ を求めてみよう。

$$\tau_{\alpha f} = r \cos \phi = 45 \times \cos 30^\circ = 39.0 \quad (\text{kN/m}^2)$$