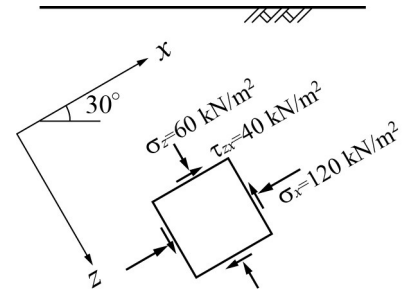


2013 年度 地盤工学基礎 演習課題 [2013.12.11 出題]

問題

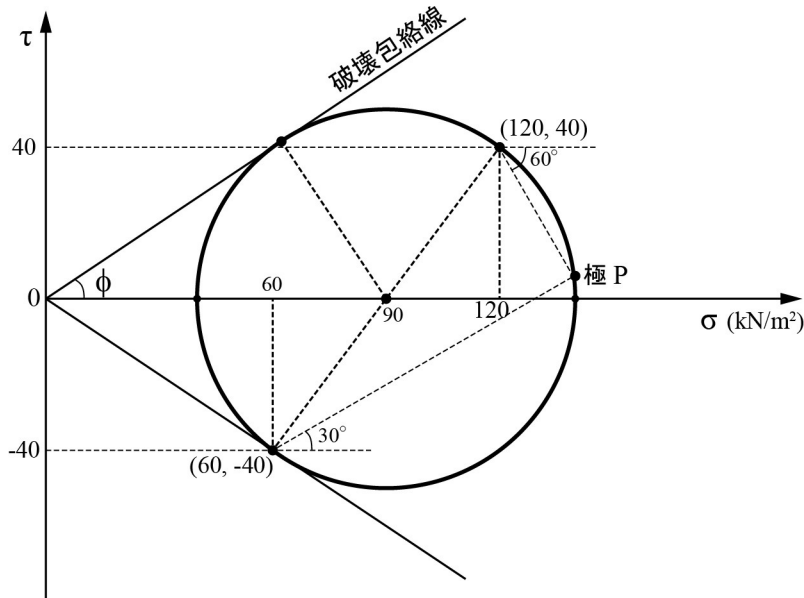
粘着力のない乾燥した砂地盤が図の応力状態で破壊した。
以下の問いに答えよ。

- (1) 図の応力状態をモール円で表し、極の座標と破壊包絡線をモール円図に示せ。
- (2) せん断抵抗角 ϕ の値を求めよ。(度数表示のこと)
- (3) 破壊面(すべり面)上に作用する応力の値を求めよ。
(せん断応力が正となる面だけで良い)



解答例

- (1) σ_z が作用する面のせん断応力は時計回りなので負の符号となる。



- (2) モール円の中心 σ_m と半径 $r = \tau_m$ は,

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

$$r = \tau_m = \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_z}{2}\right)^2 + \tau_{xz}^2} = \sqrt{\left(\frac{120 - 60}{2}\right)^2 + 40^2} = 50 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

したがって、上図の破壊包絡線の接点、原点、円中心を頂点とする直角三角形から、

$$\sin \varphi = \frac{\tau_m}{\sigma_m} = \frac{50}{90} \text{ より、 } \varphi = \sin^{-1}\left(\frac{50}{90}\right) = 33.7^\circ$$

(※数式編集ソフトのフォントの問題のため、 ϕ は φ と表示されている。)

- (3) 破壊面の応力を示す破壊包絡線の接点座標は、上図の幾何学的関係から、

$$\sigma_f = \sigma_m - \tau_m \sin \varphi = 90 - 50 \times \frac{50}{90} = 62.2 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$\tau_f = \tau_m \cos \varphi = 50 \times \sqrt{1 - \left(\frac{50}{90}\right)^2} = 41.6 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

補足

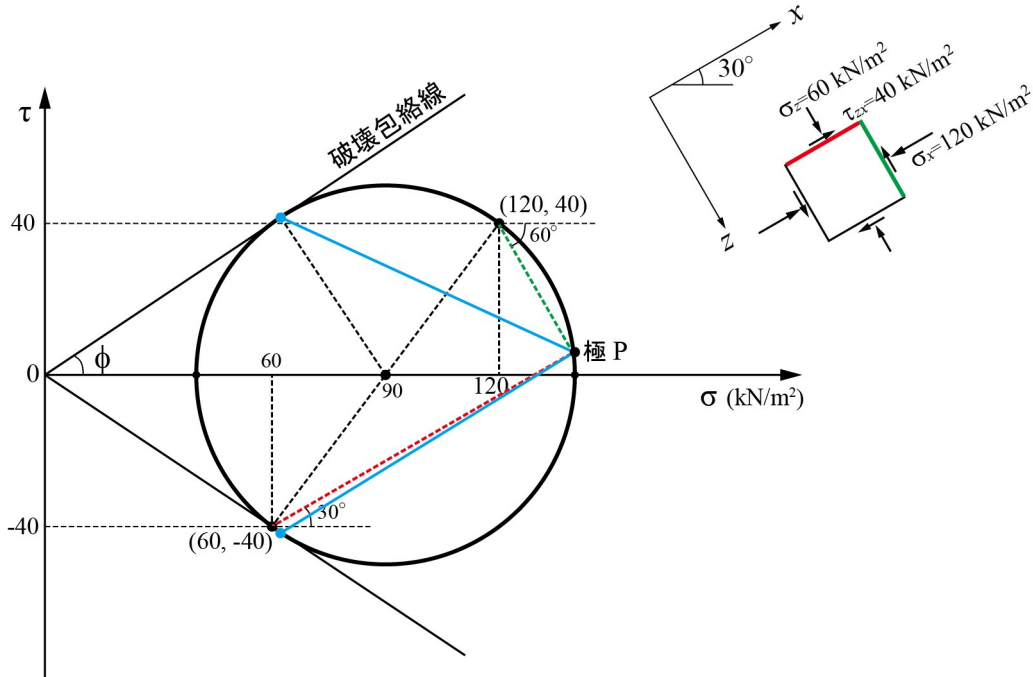
(1) モール円の作図において、せん断応力の符号ルールは重要である。

地盤工学では反時計回りを正としているので注意すること。

符号を間違えても同じ円は描けるが、極の座標が異なってしまうため、任意面の応力を求める場合など、モール円を用いた解析で問題が生ずる。

極Pの座標は、 σ_z の作用する面（赤実線）の応力座標（60, -40）から、その作用面の傾きと平行な直線（赤破線）を引いて円と交差する点になる。なお、 σ_x の作用する面（緑実線）の応力座標（120, 40）から、z軸と平行に引いた直線（緑破線）の交点も同様に極となる。

モール円の極と応力値、および作用面の傾きの関係を理解しておこう。



(3) 極を利用すると、すべり面の傾きを求めることもできる。

上図の極と破壊包絡線の各接点を結んだ青色の直線は、すべり面の傾きを示している。