

2012 年度 地盤工学基礎 演習課題 [2012.11.28 出題]

問題

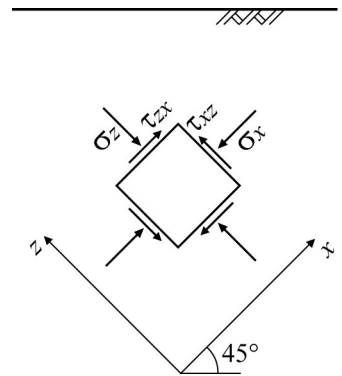
右図の、水平面から 45° 傾いた要素に作用する応力値が、

$$\sigma_x = \sigma_z = 120 \text{ kN/m}^2$$

$$\tau_{xz} = \tau_{zx} = 60 \text{ kN/m}^2$$

であるとき、以下の問いに答えよ。

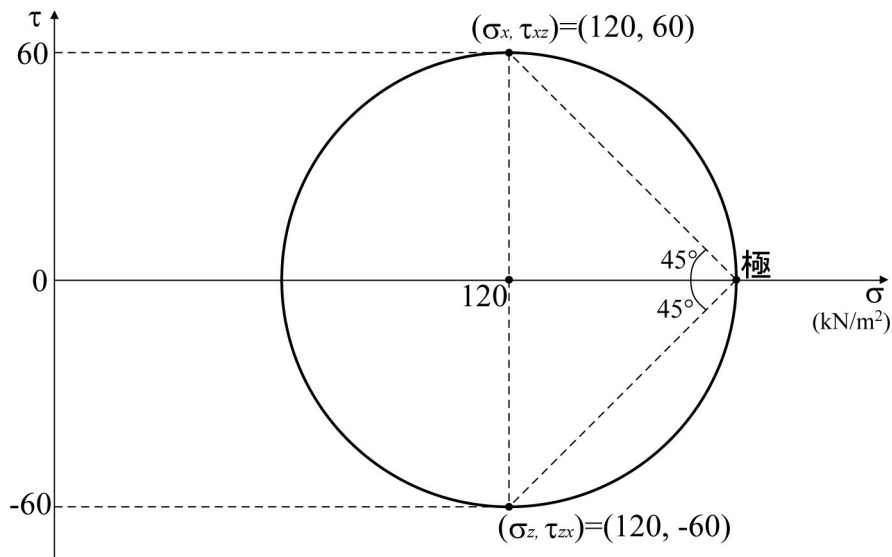
- (1) 図の応力状態をモール円で表示し、各応力値 (σ_x, τ_{xz}) , (σ_z, τ_{zx}) に対応する座標点と、極の座標点を円周上に示せ。
- (2) 図の座標系における応力テンソルを示せ。
- (3) 最大主応力、最小主応力の値を求めよ。



解答例

- (1) σ_z の作用する面のせん断応力 τ_{zx} は、時計回りなので、この面の応力 (σ_z, τ_{zx}) は負の象限にあり、これと直交する面の応力 (σ_x, τ_{xz}) は、せん断応力が反時計回りなので、正の象限になる。

極は、 (σ_z, τ_{zx}) の点から、上図と平行に 45° 右上がりの直線、または (σ_x, τ_{xz}) の点から 45° 右下がりに引いた直線が円と交わる点になる。



- (2) 上図のせん断応力は、座標系の対角線に関して要素が伸びる方向に働いているので、地盤工学では負の値となる。よって、応力テンソルは、

$$\begin{bmatrix} 120 & -60 \\ -60 & 120 \end{bmatrix}$$

- (3) 図から明らかなように、モール円の中心は $\sigma_m = 120$ 、半径は $r = 60$ なので、

$$\text{最大主応力: } \sigma_1 = \sigma_m + r = 120 + 60 = 180 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$\text{最小主応力: } \sigma_3 = \sigma_m - r = 120 - 60 = 60 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

補足

- (1) 各応力点の座標が逆になり、極が最小主応力の位置とした解答が多く見られました。
せん断応力の方向と符号の正負の関係をしっかりと確認してください。

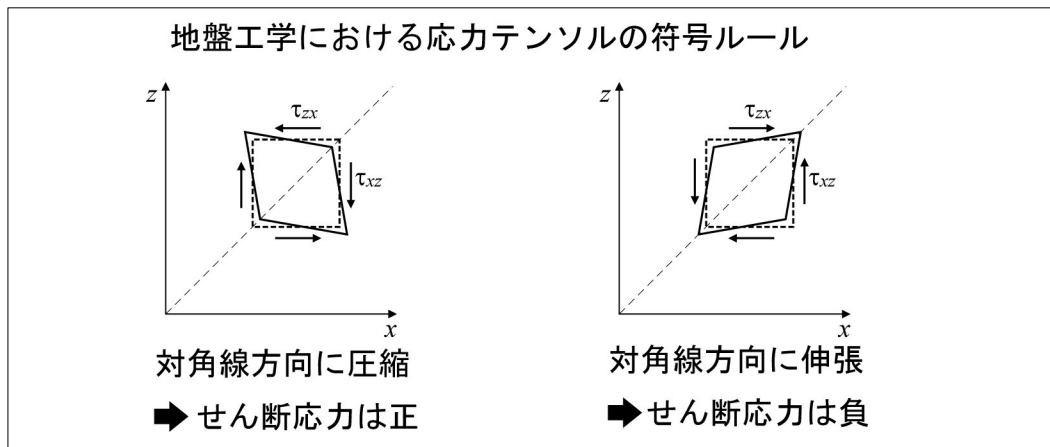
反時計回りは正 時計回りは負

- (2) 何故か、鉛直～水平の座標系に変換しようとした解答がありましたが、問題では、図にある45°傾いた座標系における応力テンソルを求めるよう要求していますので、座標変換は必要ありません。

テンソルの符号ルールは、**モール円とは全く無関係**です。

下図のように、せん断応力成分のみを作用させたとき、

$z=x$ の対角線方向に要素が縮む場合が正の符号、伸びる場合は負の符号となる。



※ 金属材料などを扱う材料力学の分野では、符号ルールが地盤と逆になることにも留意しましょう。