

2014 年度 地盤工学基礎 演習課題 [2014.12.3 出題]

問題

粘土供試体で三軸圧密非排水せん断試験を実施した。せん断試験前は、側圧と軸圧を $\sigma_a = \sigma_r = 100.0 \text{ kN/m}^2$ 、初期の間隙水圧を $u = 50.0 \text{ kN/m}^2$ に設定した。次に側圧 σ_r は変えずに軸圧を加えて非排水せん断したところ、破壊時の主応力差は $\sigma_d = 80.0 \text{ kN/m}^2$ 、発生した過剰間隙水圧が $\Delta u = 20 \text{ kN/m}^2$ であった。以下の問に答えよ。

- (1) 破壊時の全応力と有効応力のモール円（半円）を作成せよ。
- (2) この粘土のせん断抵抗角は $\phi' = 26.0^\circ$ である。粘着力 c' の値を求めよ。
- (3) 有効応力のモール円に関して破壊包絡線を書き入れよ。
- (4) 破壊面に作用する応力値を求めよ。
- (5) モール円図に極と破壊面の方向を図示せよ。

解答例

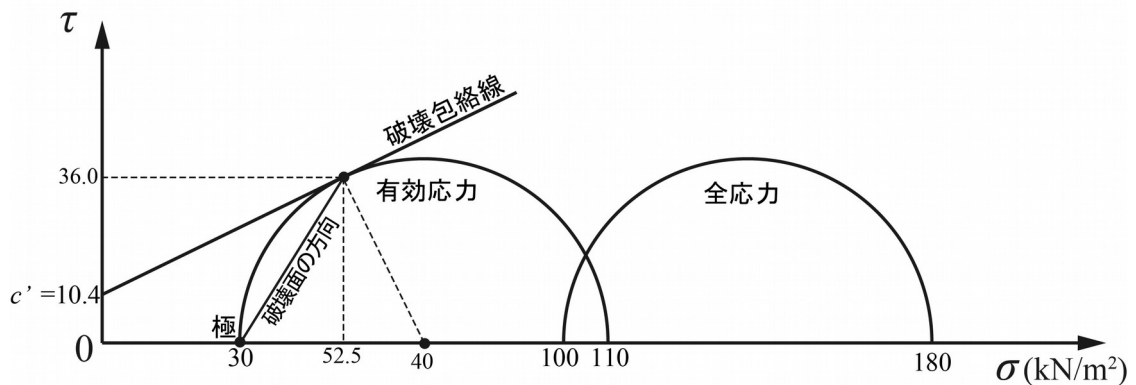
(1) (3) (5)

破壊時の全応力は、

$$\sigma_{rf} = 100.0 \text{ (kN/m}^2\text{)} \quad \sigma_{af} = \sigma_{rf} + \sigma_d = 100.0 + 80.0 = 180.0 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

破壊時の間隙水圧は $u_f = u + \Delta u = 50.0 + 20.0 = 70.0 \text{ (kN/m}^2\text{)}$ より、有効応力は、

$$\sigma_{rf}' = \sigma_{rf} - u_f = 100.0 - 70.0 = 30.0 \text{ (kN/m}^2\text{)} \quad \sigma_{af}' = \sigma_{af} - u_f = 180.0 - 70.0 = 110.0 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$



(2) 破壊時の有効主応力に関して以下の関係がある。

$$\sigma_{af}' - \sigma_{rf}' = 2c' \cos \phi' + (\sigma_{af}' + \sigma_{rf}') \sin \phi'$$

したがって、

$$c' = \frac{(\sigma_{af}' - \sigma_{rf}') - (\sigma_{af}' + \sigma_{rf}') \sin \phi'}{2 \cos \phi'} = \frac{(110 - 30) - (110 + 30) \times \sin 26^\circ}{2 \times \cos 26^\circ} = 10.362 \dots = 10.4 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

※ せん断抵抗角の ϕ が数式中のフォント表現の関係で ϕ と表されているが同義である。

$$(4) \text{ 円の中心 : } \sigma_m' = \frac{\sigma_{af}' + \sigma_{rf}'}{2} = \frac{110.0 + 30.0}{2} = 70.0 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$\text{円の半径 : } \tau_m = \frac{\sigma_{af}' - \sigma_{rf}'}{2} = \frac{110.0 - 30.0}{2} = 40.0 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

より、破壊面の応力（破壊包絡線の接点）は、

$$\sigma_{af}' = \sigma_m' - \tau_m \sin \varphi' = 70.0 - 40.0 \times \sin 26^\circ = 52.465 \dots = 52.5 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$\tau_{af}' = \tau_m \cos \varphi' = 40.0 \times \cos 26^\circ = 35.951 \dots = 36.0 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

(5) 三軸試験では最大主応力面は水平面

- 水平面の応力座標 (110, 0) から引いた水平線がモール円と交差する点が極
(鉛直面の応力座標 (30, 0) から引いた鉛直線はモール円に接し、これは極でもある。)
- ここでは最小主応力面の応力点と一致
極から破壊包絡線とモール円の接点を結んだ直線が、破壊面の方向を示す。

補足

今回の演習問題は、前回配布の資料「三軸せん断試験とせん断強度に関する補足」2ページ目のCU試験に関して、実際に数値を入れて計算する問題である。

極の位置の求め方を理解していない解答がまだ多い。前回演習の解答例と解説を読んで復習しておくこと。