

2016年度 地盤工学基礎 演習問題 [2016.12.5 出題]

問題

粘土供試体の三軸圧密非排水せん断試験（CU試験）を実施する。
 はじめに側圧と軸圧を $\sigma_a = \sigma_r = 160.0 \text{ kN/m}^2$ ，間隙水圧 $u_0 = 60.0 \text{ kN/m}^2$ 与えて圧密した。
 次に側圧 σ_r は一定のまま，軸圧を加えて非排水せん断したところ，軸圧 $\sigma_{af} = 280.0 \text{ kN/m}^2$ で破壊した。破壊時の過剰間隙水圧（間隙水圧の増加量）は， $\Delta u = 40.0 \text{ kN/m}^2$ であった。
 以下の問に答えよ。

- (1) 破壊時の間隙水圧を求めよ。
- (2) 破壊時の最大有効主応力 σ'_{1f} ，最小有効主応力 σ'_{3f} をそれぞれ求めよ。
- (3) この粘土のせん断抵抗角は $\phi' = 25.0^\circ$ である。
 有効主応力に関する破壊時のモール円（半円）と破壊包絡線を描け。
- (4) この粘土の粘着力 c' の値を求めよ。
- (5) 破壊面に作用する応力値を求めよ。

解答例

- (1) 初期の間隙水圧に，過剰間隙水圧を加算

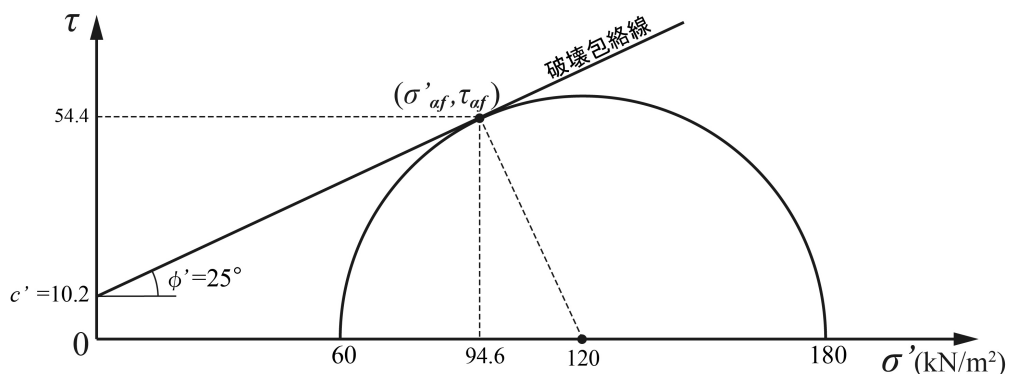
$$u = u_0 + \Delta u = 60.0 + 40.0 = 100.0 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

- (2) 破壊時の全応力（軸圧と側圧）から，有効応力の原理に従って間隙水圧を差し引く

$$\sigma'_{1f} = \sigma_{af} - u = 280.0 - 100.0 = 180.0 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$\sigma'_{3f} = \sigma_r - u = 160.0 - 100.0 = 60.0 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

- (3)



(4)

主応力に関する破壊規準式： $\sigma'_{1f} - \sigma'_{3f} = 2c' \cos \phi' + (\sigma'_{1f} + \sigma'_{3f}) \sin \phi'$ より

$$\begin{aligned} 180.0 - 60.0 &= 2c' \cos 25^\circ + (180.0 + 60.0) \sin 25^\circ \\ 120.0 &= 2c' \cos 25^\circ + 240.0 \times \sin 25^\circ \end{aligned}$$

したがって、

$$c' = \frac{120.0 - 240.0 \times \sin 25^\circ}{2 \cos 25^\circ} = 10.2 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

(5)

モール円中心： $\sigma_m = \frac{\sigma'_{1f} + \sigma'_{3f}}{2} = \frac{180.0 + 60.0}{2} = 120.0 \text{ (kN/m}^2\text{)}$

モール円半径： $\tau_m = \frac{\sigma'_{1f} - \sigma'_{3f}}{2} = \frac{180.0 - 60.0}{2} = 60.0 \text{ (kN/m}^2\text{)}$

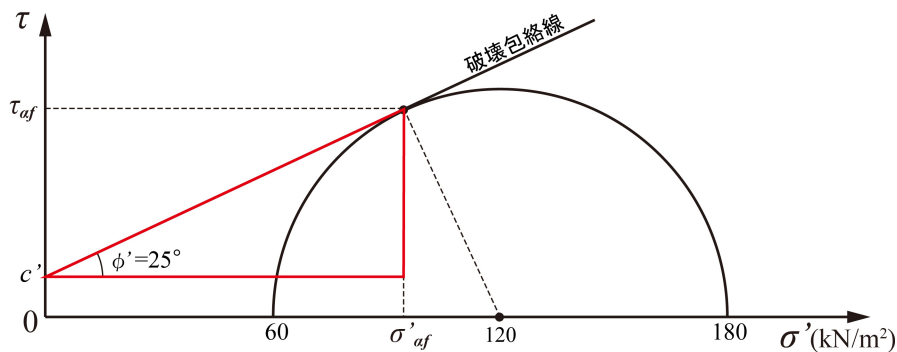
より、

$$\sigma'_{\alpha f} = \sigma_m' - \tau_m \sin \phi' = 120.0 - 60.0 \times \sin 25^\circ = 94.6 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$\tau_{\alpha f} = \tau_m \cos \phi' = 60.0 \times \cos 25^\circ = 54.4 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

補足

(4) 破壊規準式が分からなくても、破壊面の応力点を頂点とするモール円図内の直角三角形の関係から c' を計算することが可能



$$\tan \phi' = \frac{\tau_{\alpha f} - c'}{\sigma'_{\alpha f}} \text{ より,}$$

$$c' = \tau_{\alpha f} - \sigma'_{\alpha f} \tan \phi' = 54.37 - 94.64 \times \tan 25^\circ = 10.2 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

(上式は、主応力に関する破壊規準式と同義)