

## 2011 年度 地盤工学基礎 演習課題 [2011.12.12 出題]

### 問題

三軸試験装置を用いて、側圧  $\sigma_r=150 \text{ kN/m}^2$ 、間隙水圧  $u=60 \text{ kN/m}^2$  を与えて圧密した後に、側圧一定で非排水せん断試験を実施したところ、軸差応力  $\sigma_d=130 \text{ kN/m}^2$  で破壊し、破壊時の過剰間隙水圧は  $\Delta u=35 \text{ kN/m}^2$  であった。以下の問いに答えよ。

- (1) 破壊時の全応力に関するモール円、および有効応力に関するモール円を描け。  
(上半円のみでよい。)
- (2) 粘着力をゼロと仮定したときのせん断抵抗角  $\phi'$  を求めよ。
- (3) 破壊面（すべり面）の傾き  $\alpha$  を有効応力のモール円内に図示し、その値を計算せよ。  
(ヒント：極を利用する。)

### 解答例

- (1) 破壊時の主応力は、

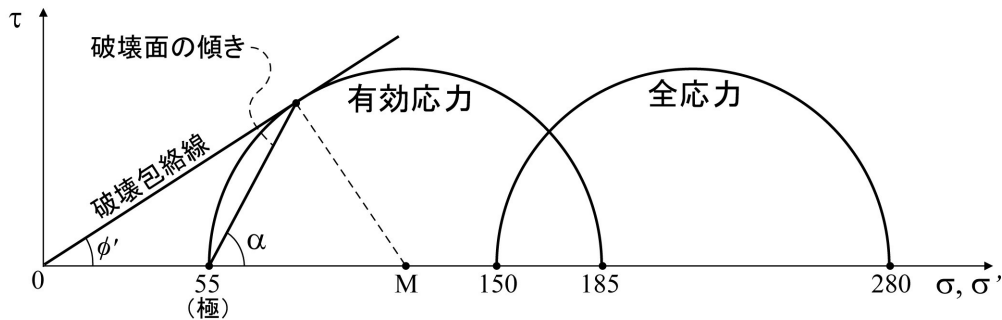
$$\sigma_{1f} = \sigma_r + \sigma_d = 150 + 130 = 280 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$\sigma_{3f} = \sigma_r = 150 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$\sigma'_{1f} = \sigma_{1f} - (u + \Delta u) = 280 - (60 + 35) = 185 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$\sigma'_{3f} = \sigma_{3f} - (u + \Delta u) = 150 - (60 + 35) = 55 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

したがって、モール円は下図となる。



- (2) 原点、破壊包絡線の接点、円の中心から成る直角三角形より、

$$\sin \phi' = \frac{\left( \frac{\sigma_{1f} - \sigma_{3f}}{2} \right)}{\left( \frac{\sigma_{1f} + \sigma_{3f}}{2} \right)} = \frac{185 - 55}{185 + 55} = \frac{130}{240}$$

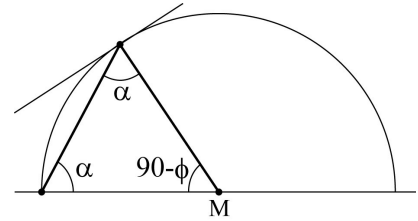
したがって、
$$\phi' = \sin^{-1} \left( \frac{130}{240} \right) = 32.8 \text{ (}^\circ\text{)}$$

- (3) 極は、最大主応力の点(180, 0)から最大主応力面（水平面）と平行に引いた点が円と交差する点であるので、この場合は最小主応力の点と一致する。したがって、極と破壊面を表す点（破壊包絡線とモール円の接点）を結ぶ直線が破壊面の傾きと並行になる。（図の通り）  
右図の2等辺三角形の関係より、

$$(90 - \phi') + 2\alpha = 180 \text{ (}^\circ\text{)}$$

したがって、

$$\alpha = \frac{90}{2} + \frac{\phi'}{2} = 45 + \frac{32.8}{2} = 61.4 \text{ (}^\circ\text{)}$$



## 補足

- (1) 有効応力の計算において、過剰間隙水圧分  $\Delta u = 35 \text{ kN/m}^2$  が考慮せず、初期の間隙水圧分しか差し引いていない答案が多くありました。非排水せん断試験では、必ず間隙水圧が変化します。  
(3) 極の位置が何処なのかをしっかりと理解してください。

あとは、地盤工学というより、中学校で学んだ基本的な図形問題になります。

なお、この破壊面の傾き  $\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2}$  は、この後学ぶ主動土圧によるすべり面の傾きと同じです。