

問題

三軸試験装置を用いて、ある土試料について初期条件の異なる圧密排水せん断試験 (CD 試験) を 2 回実施したところ、破壊時には下表のデータが得られた。(1)~(3) の問いに答えよ。

	セル圧 (全応力) $\sigma_c$ (kPa)	間隙水圧 $u$ (kPa)	破壊時の軸差応力 $\sigma_d$ (kPa)
Test 1	150	50	300
Test 2	250	50	400

(kPa≡kN/m<sup>2</sup>)

- (1) 各実験毎の、破壊時の最大有効主応力  $\sigma'_{1f}$ 、最小有効主応力  $\sigma'_{3f}$  をそれぞれ計算せよ。
- (2) 2つの実験について、破壊時の有効応力に関するモール円 (上半円) と破壊包絡線を描け。
- (3) この土の粘着力  $c_d$  とせん断抵抗角  $\phi_d$  の値を求めよ。  
(これを解く公式や一般的な解法はないので自分で考えてみることを。  
モール円と破壊包絡線から作られる直角三角形をうまく利用すると良い。)

解答例

(1) 最大全主応力はセル圧と軸差応力の和、最小全主応力はセル圧と等しく、有効応力は、それぞれから間隙水圧を差し引いた値となる。

Test 1

$$\sigma'_{1f} = \sigma_c + \sigma_d - u = 150 + 300 - 50 = 400 \quad (\text{kPa})$$

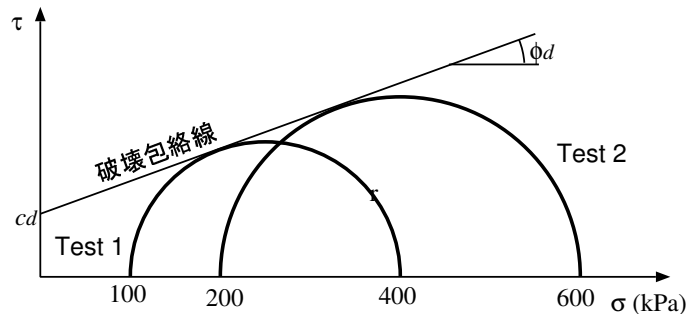
$$\sigma'_{3f} = \sigma_c - u = 150 - 50 = 100 \quad (\text{kPa})$$

Test 2

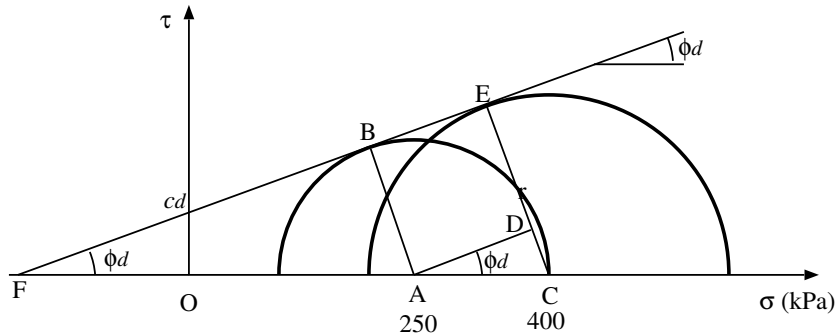
$$\sigma'_{1f} = \sigma_c + \sigma_d - u = 250 + 300 - 50 = 600 \quad (\text{kPa})$$

$$\sigma'_{3f} = \sigma_c - u = 250 - 50 = 200 \quad (\text{kPa})$$

(2) 上で求めた主応力から、二つのモール円を描き、これに接する直線が破壊包絡線となる。



(3) モール円と破壊包絡線およびその平行線から、下図のように3つの相似な直角三角形△ FBA, △ FEC, △ ADC を作って考える。



モール円の半径は、Test1 :  $AB = \frac{400-100}{2} = 150$  kPa, Test2 :  $CE = \frac{600-200}{2} = 200$  kPa であり,  $AC = 400 - 250 = 150$  kPa より,

$$\sin \phi_d = \frac{CD}{AC} = \frac{CE - AB}{AC} = \frac{200 - 150}{150} = \frac{1}{3}$$

$$\text{したがって, } \phi_d = \sin^{-1} \left( \frac{1}{3} \right) = 19.5^\circ$$

△ FBA に関して,

$$FA = FO + OA = c_d \cot \phi_d + 250$$

$$\text{また, } \sin \phi_d = \frac{AB}{FA} = \frac{150}{c_d \cot \phi_d + 250} \quad \text{より}$$

$$c_d = \left( \frac{150}{\sin \phi_d} - 250 \right) \tan \phi_d = \left( \frac{150}{1/3} - 250 \right) \tan 19.5^\circ = 70.7 \quad (\text{kPa})$$

### 補足 1

間隙水圧分を控除せず、全応力に関して解答していた例が若干見られた。もう一度有効応力の定義を確認すること。

### 補足 2

モール円は、その中心と半径がわかれば図形の解釈によってさまざまな情報が得られる。応力計算の方法を思い出したり、計算結果をチェックするために積極的に使ってみよう。