

|                          |     |         |     |           |   |                        |                            |
|--------------------------|-----|---------|-----|-----------|---|------------------------|----------------------------|
| 2022年度創造理工学部[定期・授業中]試験問題 |     |         |     | 11月16日(水) |   | 開始 13時00分<br>終了 14時30分 | 実施                         |
| 学科目名(クラス)                | 担当者 | 対象学科・学年 |     | 解答用紙      | 本紙<br>別紙  | 持込                     | 右の欄に指示がない場合は、持込を全て不許可とします。 |
| 土質力学B                    | 赤木  | 社工      | 2   |           |   |                        |                            |
| 学籍番号                     | 氏名  |         | 採点欄 |           | 1. 全て不許可<br>2. 全て許可<br>3. 一部許可<br>教科書 参考書 電卓<br>・ノート(自筆・コピー)<br>・辞書<br>・その他 [ ] |                        |                            |

飽和した同じ砂の供試体3本A,B,Cを準備して、3種類の側圧  $\sigma_3 = p_0, 3p_0, 5p_0$  (kN/m<sup>2</sup>)の下で三軸圧縮試験をそれぞれ次に示すような手順 a),b)で行った。(Figure 1 参照)

a)  $\sigma_1 = \sigma_3 = p$  (kN/m<sup>2</sup>)の等方応力状態で、排水バルブを開けて圧密させた。圧密終了時の供試体の間隙比は  $e$ 、間隙水圧はゼロ(大気圧)である。(圧密過程)

b)  $\sigma_3 = p$  (kN/m<sup>2</sup>)を一定に保ちながら、排水バルブを開けた状態で  $\sigma_1$  を徐々に増加させて限界状態に到達させた。(軸圧縮過程)

土の三軸圧縮試験における破壊に相当する限界状態では、土に作用する平均有効主応力  $p'$ 、主応力差  $q$  と土の間隙比  $e$  の間には次の関係式①、②が成立する。

$$q = M \cdot p' \quad \dots \text{①}$$

$$e = \Gamma - \lambda \cdot \log p' \quad \dots \text{②}$$

ここで、三軸圧縮試験の時に供試体に作用する平均有効主応力  $p' = (\sigma_1' + 2\sigma_3')/3$ 、主応力差  $q = \sigma_1' - \sigma_3'$  である。また、 $M, \Gamma, \lambda$  は土の種類によって決まる正の定数であり、 $\log p'$  は  $p'$  の自然対数である。

下記の文中の空欄を  $e_0, p_0$  を用いた適切な文字式、数字または図を、解答用紙の該当する欄に記入しなさい。なお、 $e_0, p_0$  は正の定数である。

1. 供試体Aを用いて  $\sigma_3 = p_0$  (kN/m<sup>2</sup>) で圧密排水三軸圧縮試験を行った場合、b)の軸圧縮過程の限界状態における  $\sigma_1 = 3p_0$  (kN/m<sup>2</sup>)、供試体Aの間隙比  $e_A = 4e_0 \cdot \log 3$  であった。このとき、 $p_A' = \text{(ア)}$  (kN/m<sup>2</sup>)、 $q_A = \text{(イ)}$  (kN/m<sup>2</sup>)である。

2. 供試体Bを用いて  $\sigma_3 = 3p_0$  (kN/m<sup>2</sup>) で圧密排水三軸圧縮試験を行った場合、b)の軸圧縮過程の限界状態における  $\sigma_1 = 9p_0$  (kN/m<sup>2</sup>)、供試体Bの間隙比  $e_B = 2e_0 \cdot \log 3$  であった。このとき、 $p_B' = \text{(ウ)}$  (kN/m<sup>2</sup>)、 $q_B = \text{(エ)}$  (kN/m<sup>2</sup>)である。

3. 上記の結果を利用して、この砂の限界状態モデル  $q = M \cdot p'$ 、 $e = \Gamma - \lambda \cdot \log p'$  に含まれる定数  $M, \Gamma, \lambda$  の値を定めると、 $M = \text{(オ)}$ 、 $\Gamma = \text{(カ)}$ 、 $\lambda = \text{(キ)}$  である。

4. 上記のようにして求めた限界状態モデルを利用して、 $\sigma_3 = 5p_0$  (kN/m<sup>2</sup>)の場合における供試体Cを用いた圧密排水三軸圧縮試験結果を予測する。

(1) b)の軸圧縮過程における  $p'$  と  $q$  の関係式は、 $q = \text{(ク)}$  である。

(2) 限界状態における、 $p_C' = \text{(ケ)}$  (kN/m<sup>2</sup>)、 $q_C = \text{(コ)}$  (kN/m<sup>2</sup>)、 $e_C = \text{(サ)}$  である。

(3) 限界状態における  $\sigma_{1c}' = \text{(シ)}$  (kN/m<sup>2</sup>)、 $\sigma_{3c}' = \text{(ス)}$  (kN/m<sup>2</sup>)である。

5. 以上の結果を用いて、垂直有効応力  $\sigma'$  とせん断応力  $\tau$  の座標平面上に供試体A,B,Cの限界状態における3つのモールの応力円を図示すると (セ) のとおりである。なお、3つのモールの応力円の中心座標と半径はそれぞれ下記のとおりである。

中心 A( $\sigma'_A, \tau_A$ ) = ((ソ) (kN/m<sup>2</sup>), (タ) (kN/m<sup>2</sup>)), 半径  $r_A = \text{(チ)}$  (kN/m<sup>2</sup>)

中心 B( $\sigma'_B, \tau_B$ ) = ((ツ) (kN/m<sup>2</sup>), (テ) (kN/m<sup>2</sup>)), 半径  $r_B = \text{(ト)}$  (kN/m<sup>2</sup>)

中心 C( $\sigma'_C, \tau_C$ ) = ((ナ) (kN/m<sup>2</sup>), (ニ) (kN/m<sup>2</sup>)), 半径  $r_C = \text{(ヌ)}$  (kN/m<sup>2</sup>)

3つのモールの応力円について原点から引いた共通の接線の傾きに相当するこの砂の内部摩擦角を  $\phi'$  とすると、 $\sin \phi' = \text{(ネ)}$  なので  $\phi' = \text{(ノ)}$  (°) である。第1象限におけるモール円Cとの接点の座標( $\sigma'_f, \tau_f$ ) = ((ハ) (kN/m<sup>2</sup>), (ヒ) (kN/m<sup>2</sup>)) である。

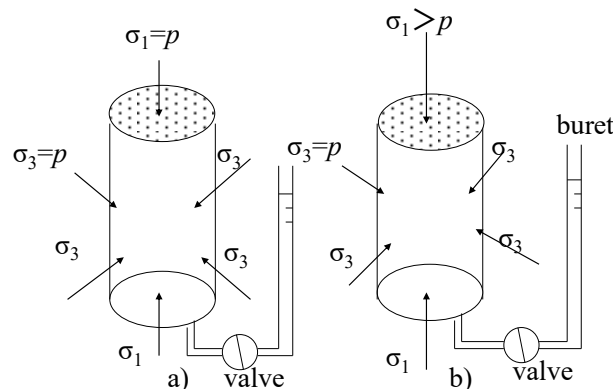
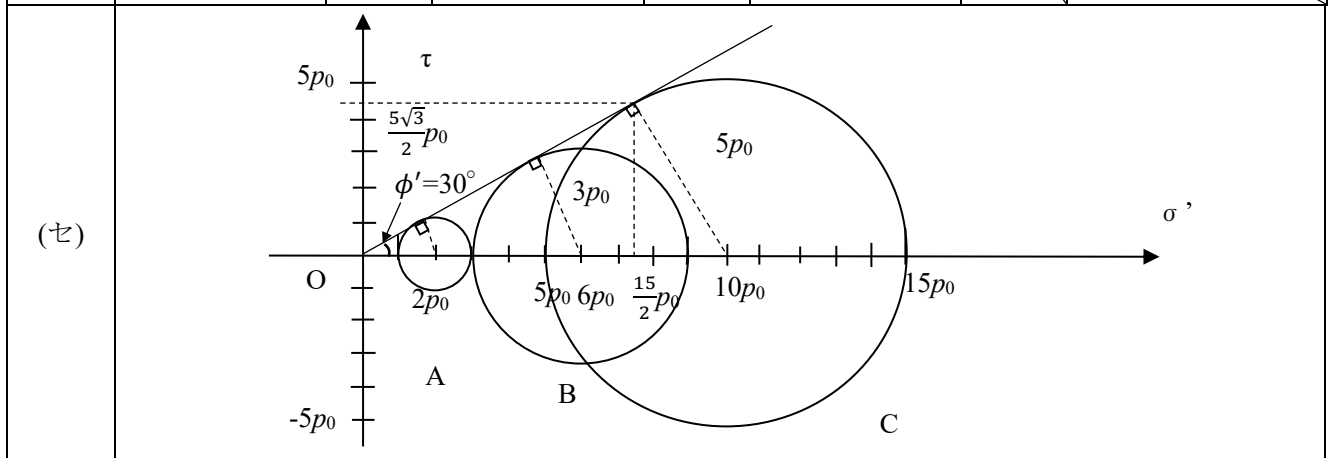


Figure 1

2022年度 早稲田大学創造理工学部社会環境工学科  
土質力学B 第1回試験 解答用紙

学籍番号 \_\_\_\_\_ 氏名 \_\_\_\_\_ 採点欄 \_\_\_\_\_

|     |                   |     |                          |     |   |     |                |
|-----|-------------------|-----|--------------------------|-----|---|-----|----------------|
| (ア) | $\frac{5}{3}p_0$  | (イ) | $2p_0$                   | (ウ) | $5p_0$                                    | (エ) | $6p_0$         |
| (オ) | $\frac{6}{5}$     | (カ) | $2e_0 \cdot \log(15p_0)$ | (キ) | $2e_0$                                    | (ク) | $3(p' - 5p_0)$ |
| (ケ) | $\frac{25}{3}p_0$ | (コ) | $10p_0$                  | (サ) | $2e_0 \cdot \log\left(\frac{9}{5}\right)$ | (シ) | $15p_0$        |
| (ス) | $5p_0$            | (セ) | 下の欄に図示                   | (ソ) | $2p_0$                                    | (タ) | 0              |
| (チ) | $p_0$             | (ツ) | $6p_0$                   | (テ) | 0   | (ト) | $3p_0$         |
| (ナ) | $10p_0$           | (ニ) | 0                        | (ヌ) | $5p_0$                                    | (ネ) | $\frac{1}{2}$  |
| (ノ) | 30                | (ハ) | $\frac{15}{2}p_0$        | (ヒ) | $\frac{5\sqrt{3}}{2}p_0$                  |     |                |



$3 \times 27 + 19 = 100$