令和9年度編入学試験　【土質力学】問題・解答用紙（3枚の内の第1枚）

| 受験番号 | |
|---|---|

1．土の基本的性質に関する以下の問いに答えよ．（40 点）

1) ある土を蒸発皿に入れて質量を測定したところ，300.0 g であった．この土を蒸発皿に入れたまま質量が一定になるまで乾燥炉で乾燥させ，再び質量を測定したところ 210.0 g であった．蒸発皿の質量が 100.0 g であるとき，この土の含水比 $w$ を求めよ．また，この土の含水比 $w$ を 10%増加させるための加水量$\Delta m_w$を求めよ．

2) 質量が 700.0 g，体積が 400.0 $cm^3$ の乱さない状態の土がある．この土を質量が一定になるまで乾燥炉で乾燥させた後の質量は 555.0 g であった．乾燥前の状態の湿潤密度$\rho_t$および間隙比 $e$ を求めよ．なお，この土の土粒子の密度$\rho_s$は 2.650 g/$cm^3$ とする．

3) ある現場の砂の乾燥密度が 1.68 g/$cm^3$ であった．同じ砂について実験室内で最もゆるい状態と最も密な状態で乾燥密度を求めたところ，それぞれ 1.53 g/$cm^3$, 1.81 g/$cm^3$ であった．この現場における砂の相対密度 $D_r$ を求めよ．

解答欄（単位がある場合は記入すること）

| | | |
|---|---|---|
| 1) | $w$ | |
| | $\Delta m_w$ | |
| 2) | $\rho_t$ | |
| | $e$ | |
| 3) | $D_r$ | |

| 受験番号 | |
|---|---|

2. 図-1 に示すように，砂層に挟まれた厚さ 10.0 m の粘土層がある．地下水位は地表面から 2.0 m の位置に存在する．粘土層の初期間隙比 $e_0$ は 1.50，圧縮指数 $C_c$ は 0.710，圧密係数 $c_v$ は $4.92 \times 10^{-3}$ m$^2$/day である．この地盤上に広範囲にわたって盛土を造成したところ，地表面に等分布荷重 $q$ が 150.0 kN/m$^2$ 作用した．以下の問いに答えよ．なお，水の単位体積重量 $\gamma_w$ は 9.80 kN/m$^3$ とし，砂層や粘土層の単位体積重量は図中の値を使用すること．（40 点）

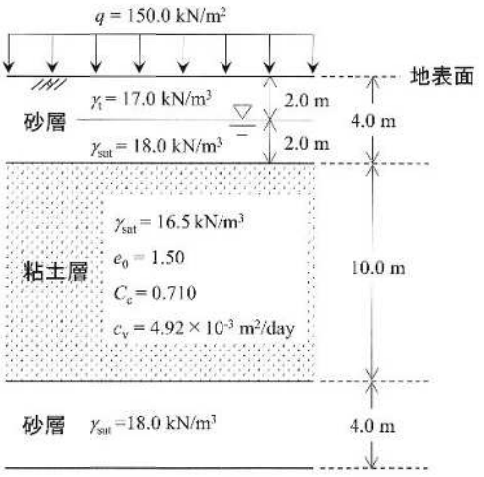


図-1

1) 盛土造成前の粘土層中央深さにおける有効応力 $p_0$ を求めよ．

2) 盛土造成による粘土層の間隙比の変化量 $\Delta e$ および最終圧密沈下量 $S_f$ を推定せよ．

3) 盛土造成後，粘土層が圧密度 50%に到達するまでに要する日数 $t_{50}$ を推定せよ．なお，圧密度 50%に対する時間係数 $T_v$ は 0.197 である．

4) 粘土層の下部が不透水の岩盤であった場合，圧密度 50%に到達するまでに要する日数 $t_{50}$ を推定せよ．

解答欄（単位がある場合は記入すること）

| | | |
|---|---|---|
| 1) | $p_0$ | |
| 2) | $\Delta e$ | |
| | $S_f$ | |
| 3) | $t_{50}$ | |
| 4) | $t_{50}$ | |

令和9年度編入学試験　【土質力学】 問題・解答用紙（3枚の内の第3枚）

| 受験番号 | |
|---|---|

3．図-2 に示すように，ある土要素の直交する 2 面に作用する垂直応力とせん断応力が既知である．以下の問いに答えよ．（20 点）

1) 最大主応力$\sigma_1$と最小主応力$\sigma_3$をそれぞれ求めよ．
2) 最大主応力面から反時計回りに 30.0°傾いた面に作用する垂直応力$\sigma$とせん断応力$\tau$をそれぞれ求めよ．

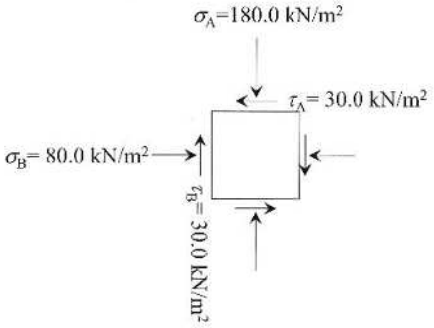


図-2

解答欄（単位がある場合は記入すること）

| | | |
|---|---|---|
| 1) | $\sigma_1$ | |
| | $\sigma_3$ | |
| 2) | $\sigma$ | |
| | $\tau$ | |

■出題の意図■

構造力学，土質力学，水理学（社会建設工学科）

社会建設工学科における学修の基盤である構造力学、土質力学、水理学に関して、理解度を測る。

令和9年度編入学試験　【土質力学】 問題・解答用紙（3枚の内の第1枚）

| 受験番号 | |
|---|---|

1．土の基本的性質に関する以下の問いに答えよ．（40 点）

1) ある土を蒸発皿に入れて質量を測定したところ，300.0 g であった．この土を蒸発皿に入れたまま質量が一定になるまで乾燥炉で乾燥させ，再び質量を測定したところ 210.0 g であった．蒸発皿の質量が 100.0 g であるとき，この土の含水比 $w$ を求めよ．また，この土の含水比 $w$ を 10%増加させるための加水量$\Delta m_w$ を求めよ．

2) 質量が 700.0 g，体積が 400.0 cm$^3$ の乱さない状態の土がある．この土を質量が一定になるまで乾燥炉で乾燥させた後の質量は 555.0 g であった．乾燥前の状態の湿潤密度$\rho_t$および間隙比 $e$ を求めよ．なお，この土の土粒子の密度$\rho_s$は 2.650 g/cm$^3$ とする．

3) ある現場の砂の乾燥密度が 1.68 g/cm$^3$ であった．同じ砂について実験室内で最もゆるい状態と最も密な状態で乾燥密度を求めたところ，それぞれ 1.53 g/cm$^3$, 1.81 g/cm$^3$ であった．この現場における砂の相対密度 $D_r$ を求めよ．

1)

土の質量 $m$ と乾燥質量 $m_s$ はそれぞれ $m$=300.0-100.0=200.0 g, $m_s$=210.0-100.0=110.0 g

$$w = \frac{200.0 - 110.0}{110.0} \times 100 = 81.8\%$$

$$\Delta m_w = 110.0 \times \frac{10}{100} = 11.0\ \mathrm{g}$$

2)

$$\rho_t = \frac{m}{V} = \frac{700.0}{400.0} = 1.75\ \mathrm{g/cm^3}$$

$$V_s = \frac{m_s}{\rho_s} = \frac{555.0}{2.650} = 209.4\ \mathrm{cm^3}$$

$$e = \frac{V_V}{V_s} = \frac{V - V_s}{V_s} = \frac{400.0 - 209.4}{209.4} = 0.910$$

3)

$$D_r = \frac{\rho_{dmax}(\rho_d - \rho_{dmin})}{\rho_d(\rho_{dmax} - \rho_{dmin})} = \frac{1.81(1.68 - 1.53)}{1.68(1.81 - 1.53)} = 0.577$$

解答欄（単位がある場合は記入すること）

| | | |
|---|---|---|
| 1) | $w$ | 81.8% |
| | $\Delta m_w$ | 11.0 g |
| 2) | $\rho_t$ | 1.75 g/cm$^3$ |
| | $e$ | 0.910 |
| 3) | $D_r$ | 0.577 |

令和9年度編入学試験　【土質力学】 問題・解答用紙（3枚の内の第2枚）

| 受験番号 | |
|---|---|

2. 図-1 に示すように，砂層に挟まれた厚さ 10.0 m の粘土層がある．地下水位は地表面から 2.0 m の位置に存在する．粘土層の初期間隙比 $e_0$ は 1.50，圧縮指数 $C_c$ は 0.710，圧密係数 $c_v$ は $4.92 \times 10^{-3}$ m²/day である．この地盤上に広範囲にわたって盛土を造成したところ，地表面に等分布荷重 $q$ が 150.0 kN/m² 作用した．以下の問いに答えよ．なお，水の単位体積重量 $\gamma_w$ は 9.80 kN/m³ とし，砂層や粘土層の単位体積重量は図中の値を使用すること．（40 点）

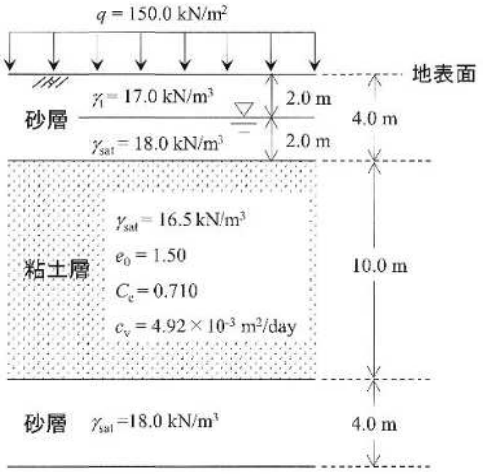


図-1

1) 盛土造成前の粘土層中央深さにおける有効応力 $p_0$ を求めよ．

2) 盛土造成による粘土層の間隙比の変化量 $\Delta e$ および最終圧密沈下量 $S_f$ を推定せよ．

3) 盛土造成後，粘土層が圧密度 50%に到達するまでに要する日数 $t_{50}$ を推定せよ．なお，圧密度 50%に対する時間係数 $T_v$ は 0.197 である．

4) 粘土層の下部が不透水の岩盤であった場合，圧密度 50%に到達するまでに要する日数 $t_{50}$ を推定せよ．

1)

$$p_0 = 17.0 \times 2.0 + (18.0 - 9.8) \times 2.0 + (16.5 - 9.80) \times 5.0 = 83.9 \text{ kN/m}^2$$

2)

$$\Delta e = C_c \log \frac{p_1}{p_0} = 0.710 \times \log\left(\frac{83.9 + 150.0}{83.9}\right) = 0.316$$

$$S_f = \frac{\Delta e}{1 + e_0} H_0 = \frac{0.316}{1 + 1.50} \times 10.0 = 1.26 \text{ m}$$

3)

$$t_{50} = \frac{d^2}{c_v} T_v = \frac{(H/2)^2}{c_v} T_v = \frac{5.0^2}{4.92 \times 10^{-3}} \times 0.197 = 1001 \text{ 日}$$

4)

$$t_{50} = \frac{d^2}{c_v} T_v = \frac{H^2}{c_v} T_v = \frac{10.0^2}{4.92 \times 10^{-3}} \times 0.197 = 4004 \text{ 日}$$

解答欄（単位がある場合は記入すること）

| | | |
|---|---|---|
| 1) | $p_0$ | 83.9 kN/m² |
| 2) | $\Delta e$ | 0.316 |
| | $S_f$ | 1.26 m |
| 3) | $t_{50}$ | 1001 日 |
| 4) | $t_{50}$ | 4004 日 |

令和9年度編入学試験　【土質力学】 問題・解答用紙（3枚の内の第3枚）

| 受験番号 | |
|---|---|

3.　図-2 に示すように，ある土要素の直交する 2 面に作用する垂直応力とせん断応力が既知である．以下の問いに答えよ．（20 点）

1)　最大主応力$\sigma_1$と最小主応力$\sigma_3$をそれぞれ求めよ．

2)　最大主応力面から反時計回りに 30.0°傾いた面に作用する垂直応力$\sigma$とせん断応力$\tau$をそれぞれ求めよ．

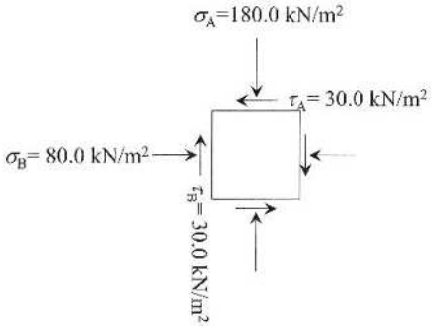


図-2

1)

$$\sigma_1 = \frac{\sigma_A + \sigma_B}{2} + \frac{1}{2}\sqrt{(\sigma_A - \sigma_B)^2 + 4{\tau_A}^2} = \frac{180.0 + 80.0}{2} + \frac{1}{2}\sqrt{(180.0 - 80.0)^2 + 4 \times 30.0^2} = 188.3\ \mathrm{kN/m^2}$$

$$\sigma_3 = \frac{\sigma_A + \sigma_B}{2} - \frac{1}{2}\sqrt{(\sigma_A - \sigma_B)^2 + 4{\tau_A}^2} = \frac{180.0 + 80.0}{2} - \frac{1}{2}\sqrt{(180.0 - 80.0)^2 + 4 \times 30.0^2} = 71.7\ \mathrm{kN/m^2}$$

2)

$$\sigma = \frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2} + \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2}\cos 2\theta = \frac{188.3 + 71.7}{2} + \frac{188.3 - 71.7}{2}\cos 60^\circ = 159.2\ \mathrm{kN/m^2}$$

$$\tau = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2}\sin 2\theta = \frac{188.3 - 71.7}{2}\sin 60^\circ = 50.5\ \mathrm{kN/m^2}$$

解答欄（単位がある場合は記入すること）

| | | |
|---|---|---|
| 1) | $\sigma_1$ | 188.3 kN/m² |
| | $\sigma_3$ | 71.7 kN/m² |
| 2) | $\sigma$ | 159.2 kN/m² |
| | $\tau$ | 50.5 kN/m² |