

|     |             |      |  |    |  |
|-----|-------------|------|--|----|--|
| 専攻  | 都市環境学専攻     | 受験番号 |  | 氏名 |  |
| 科目名 | 専門科目 (地盤工学) | 参考資料 | 一切不可・使用可 ( )                             |    |  |
| 採点欄 |             | 持込用具 | 一切不可・ <b>使用可</b><br>(関数電卓・作図道具(定規・コンパス)) |    |  |

問1 ある地盤から採取した直径 5.0 cm, 高さ 10 cm の円柱供試体がある. この供試体の質量は湿潤状態で 340.0 g, 炉乾燥後で 285.0 g であった時, 次の問いに答えよ.

- この土試料の含水比, 湿潤密度, 乾燥密度を求めよ.
- この土を用いて土粒子の密度試験を行ったところ,  $\rho_s=2.65 \text{ Mg/m}^3$  を得た. この土試料の間隙比, 飽和度を求めよ.

解答例

$$1) w = \frac{m_w}{m_s} \times 100 = \frac{340.0 - 285.0}{285.0} \times 100 = 19.29825 \dots = 19.3\%$$

$$\rho_t = \frac{m}{V} = \frac{340.0}{\left(\frac{5.0}{4}\right)^2 \times \pi \times 10.0} = 1.73161 \dots = 1.732 \text{ Mg/m}^3$$

$$\rho_d = \frac{m_s}{V} = \frac{285.0}{\left(\frac{5.0}{4}\right)^2 \times \pi \times 10.0} = 1.45149 \dots = 1.451 \text{ Mg/m}^3$$

$$2) e = \frac{\rho_s}{\rho_d} - 1 = \frac{2.65}{1.45149} - 1 = 0.82571 \dots = 0.826$$

$$S_r = \frac{w \times G_s}{e} = \frac{19.29825 \times 2.65 / 1.00}{0.82571} = 61.93502 \dots = 61.9\%$$

問2 厚さ 2.0 m の砂層の下に厚さ 5.0 m の正規圧密状態の均一な粘土層があり下面は不透水層に接している. 地下水位は地表面下 1.0 m にあり, 地下水面より上の砂層の湿潤密度は  $1.75 \text{ Mg/m}^3$ , 地下水面より下の飽和密度は  $1.92 \text{ Mg/m}^3$  である. また, 粘土層の飽和密度は  $1.60 \text{ Mg/m}^3$ , 圧縮指数は 0.60, 間隙比は 1.55, 圧密係数は  $1.0 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$  である. この地盤に  $100 \text{ kPa}$  の半無限等分布荷重を載荷した時, 次の問いに答えよ. ただし, 標準重力加速度は  $g_n=9.81 \text{ m/s}^2$  とする.

- 粘土層の最終圧密沈下量を求めよ.
- 残留沈下量が 10 cm となる日数を求めよ. なお, 時間係数と圧密度の関係は図-1 を用いよ.
- この地盤に直径 0.4 m のサンドドレーンを中心間隔 1.5 m, 正方形配置で打設した場合, 残留沈下量が 10 cm となる日数はどの程度短縮できるかを求めよ. なお, 粘土層の圧密係数は水平も鉛直も同じとする. また, ドレーン打設時の時間係数と圧密度の関係は図-2 を用いよ.

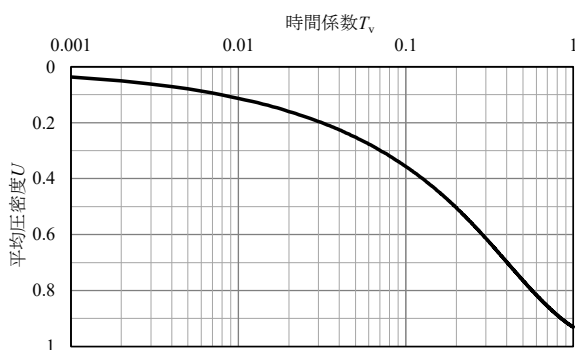


図-1

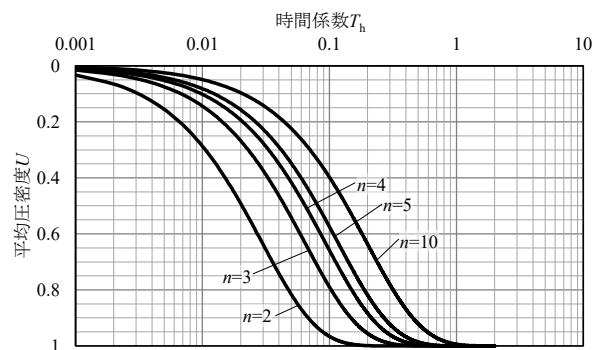


図-2

|      |  |    |  |
|------|--|----|--|
| 受験番号 |  | 氏名 |  |
|------|--|----|--|

解答例

1) 層境界における鉛直方向の有効応力をそれぞれ $\sigma'_{v1}$ ,  $\sigma'_{v2}$ ,  $\sigma'_{v3}$ とすると,

$$\sigma'_{v1} = \rho_t \times g_n \times H = 1.750 \times 9.81 \times 1.0 = 17.17 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma'_{v2} = \sigma'_{v1} + \rho' \times g_n \times H = 17.17 + (1.920 - 1.0) \times 9.81 \times 1.0 = 26.20 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma'_{v3} = \sigma'_{v2} + \rho' \times g_n \times H = 26.20 + (1.600 - 1.0) \times 9.81 \times 5.0/2 = 40.92 \text{ kN/m}^2$$

$$S_f = \frac{C_c}{1+e} \cdot H \cdot \log \frac{p_0 + \Delta p}{p_0} = \frac{0.60}{1+1.55} \cdot 5.0 \cdot \log \frac{40.92 + 100.0}{40.92} = 0.632 \text{ m}$$

2) 残留沈下量が10 cmの時の圧密度 $U$ は以下のとおり.

$$U = \frac{S_t}{S_f} = \frac{0.632 - 0.10}{0.632} = 0.84$$

$U=0.84$ の時の時間係数は図-1より $T_v=0.70$ . よって, 残留沈下量が10cmとなる日数は以下のとおり.

$$t = \frac{d^2}{c_v} \cdot T_v = \frac{5.0^2}{1.0 \times 10^{-7}} \cdot 0.70 = 1.75 \times 10^8 \text{ s} = 2025.46 \dots = 2026 \text{ day}$$

3) サンドドレーンの直径は $d_w=0.40$  m, 中心間隔は $S_d=1.5$  mとなるため,  $d_e$ および $n$ は以下のとおり.

$$d_e = 1.13S_d = 1.695 \text{ m}$$

$$n = \frac{d_e}{d_w} = \frac{1.695}{0.40} = 4.2$$

$U=0.84$ ,  $n=4.2$ の時の時間係数は図-2より $T_h=0.18$ .

よって, サンドドレーンを打設した時の, 残留沈下量が10cmとなる日数は以下のとおり.

$$t = \frac{d_e^2}{c_h} \cdot T_h = \frac{(1.695)^2}{1.0 \times 10^{-7}} \cdot 0.18 = 5.171 \times 10^6 \text{ s} = 59.85 \dots = 60 \text{ day}$$

このため, サンドドレーンを打設すると $2,026-60=1,966$ 日, つまり, 5年5か月ほど短縮できる.

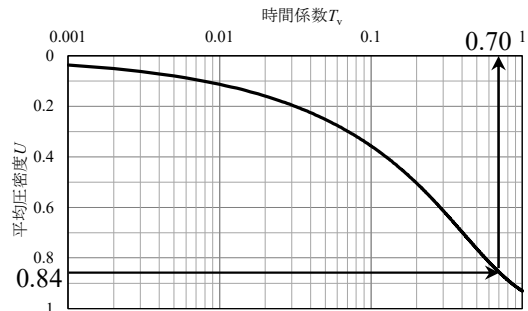
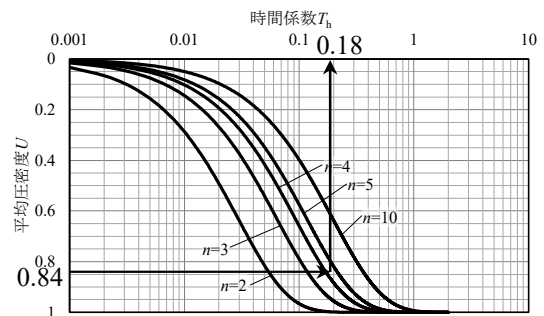


図-1



|      |  |    |  |
|------|--|----|--|
| 受験番号 |  | 氏名 |  |
|------|--|----|--|

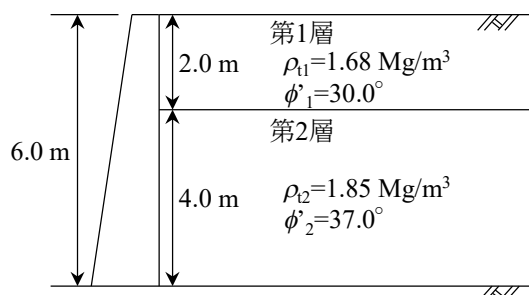
問3 右図のような高さ 6.0 m の鉛直な擁壁が水平な 2 層の砂地盤を支えている。地盤は地表面下 2.0 m までの第 1 層が湿潤密度  $\rho_1=1.68 \text{ Mg/m}^3$ 、内部摩擦角  $\phi'_1=30.0^\circ$ 、それ以深の第 2 層が  $\rho_2=1.85 \text{ Mg/m}^3$ 、内部摩擦角  $\phi'_2=37.0^\circ$  で、いずれも粘着力は  $c=0.0 \text{ kN/m}^2$  である。この時、ランキンの土圧理論に基づき、地表面から擁壁底面までの主働土圧の分布図、主働土圧の合力および擁壁底面からの作用位置を求め図示せよ。ただし、擁壁は 1 m を 1 cm、主働土圧は 10 kPa を 1 cm、主働土圧の合力は 100 kN/m を 2 cm とし、また、方向は正しく示すこと。加えて、標準重力加速度は  $g_n=9.81 \text{ m/s}^2$  とする。

解答例

第1層・第2層の主働土圧係数  $K_A$  は以下のとおり。

$$K_{A1} = \frac{1 - \sin \phi'_1}{1 + \sin \phi'_1} = \frac{1 - \sin 30^\circ}{1 + \sin 30^\circ} = 0.33333$$

$$K_{A2} = \frac{1 - \sin \phi'_2}{1 + \sin \phi'_2} = \frac{1 - \sin 37^\circ}{1 + \sin 37^\circ} = 0.24858$$



第1層の上面および下面での主働土圧は以下のとおり。

【上面】  $\sigma'_{A01} = 1.68 \times 9.81 \times 0.0 \times 0.33333 = 0.00 \text{ kN/m}^2$

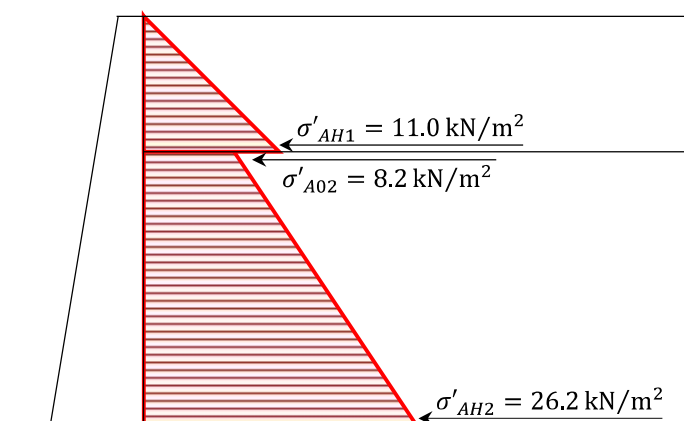
【下面】  $\sigma'_{AH1} = 1.68 \times 9.81 \times 2.0 \times 0.33333 = 10.99 \text{ kN/m}^2$

第2層の上面および下面での主働土圧は以下のとおり。

【上面】  $\sigma'_{A02} = (1.68 \times 9.81 \times 2.0 + 1.85 \times 9.81 \times 0.0) \times 0.24858 = 8.19 \text{ kN/m}^2$

【下面】  $\sigma'_{AH2} = (1.68 \times 9.81 \times 2.0 + 1.85 \times 9.81 \times 4.0) \times 0.24858 = 26.24 \text{ kN/m}^2$

よって、主働土圧の分布図は以下のとおりとなる。



|      |  |    |  |
|------|--|----|--|
| 受験番号 |  | 氏名 |  |
|------|--|----|--|

第1層および第2層の主動土圧の合力を $P_{A1}$ ,  $P_{A2}$ ,  
擁壁底面からの作用位置を $y_1$ ,  $y_2$ とすると, それぞれは以下のようにして求められる.

$$P_{A1} = \frac{\sigma'_{AH1} \times H_1}{2} = \frac{10.99 \times 2.0}{2} = 10.99 \text{ kN/m}$$

$$P_{A2} = \frac{(\sigma'_{A02} + \sigma'_{AH2}) \times H_2}{2} = \frac{(8.19 + 26.24) \times 4.0}{2} = 68.86 \text{ kN/m}$$

$$y_1 = H_2 + \frac{H_1}{3} = 4.0 + \frac{2.0}{3} = 4.67 \text{ m}$$

$$y_2 = \frac{2\sigma'_{A0} + \sigma'_{AH}}{3(\sigma'_{A0} + \sigma'_{AH})} H = \frac{2 \times 8.19 + 26.24}{3(8.19 + 26.24)} \times 4.0 = 1.65 \text{ m}$$

よって, 主動土圧の合力 $P_A$ およびその作用位置 $y$ は

$$P_{A1} + P_{A2} = 10.99 + 68.86 = 79.85 \text{ kN/m}$$

$$y = \frac{P_1 \cdot y_1 + P_2 \cdot y_2}{P_1 + P_2} = \frac{10.99 \cdot 4.67 + 68.86 \cdot 1.65}{79.85} = 2.07 \text{ m}$$

