

平成25年土質力学第一中間試験解答例

1. 以下の問いに答えよ。(20)

(1) 以下の用語を日本語は英訳、英語は和訳せよ。(12)

1) 堆積土、2) 残積土、3) 地盤の液状化、4) 有効応力、5) 全応力、6) 間隙水圧、

7) void ratio、8) water content、9) plasticity index、10) degree of saturation 11) in-situ、12) standard penetration tests

解答: 1) sedimentary soils, 2) residual soils, 3) soil liquefaction, 4) effective stress, 5) total stress, 6) pore water pressure, 7) 間隙比、8) 含水比、9) 塑性指数、10) 飽和度、11) 原位置、12) 標準貫入試験

(2) 母岩からの堆積土の形成過程について簡単に説明せよ。(8)

解答: 堆積土は、母岩が風化、浸食を受け、地表面水、河川水、氷河等により運搬され、河川、湖沼、海洋で沈殿堆積したものでその過程で、分級作用により、上流は粗粒分が、下流は細粒分が多くなる。したがって、粒度における均等係数は小さい。また、風や火山等により運搬堆積したものも堆積土の一種。

2. 以下の問いに答えよ。

(1) e: 間隙比、 S_r : 飽和度、 G_s : 土粒子比重、w: 含水比である。それぞれの定義を明示し、 $eS_r = G_s w$ を導け。(7)

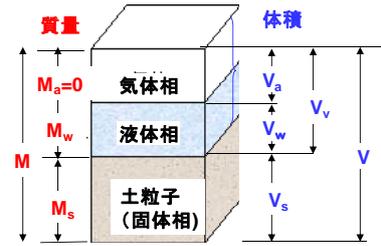
解答:

$$e = \frac{V_v}{V_s} \quad (1), \quad S_r = \frac{V_w}{V_v} \times 100 \quad (\%), \quad G_s = \frac{\rho_s}{\rho_w} \quad (3)$$

$$w = \frac{M_w}{M_s} \times 100 = \frac{V_w \rho_w}{V_s \rho_s} \times 100 = \frac{V_w}{V_s G_s} \times 100 \quad (4)$$

$$(1)(2)より \quad eS_r = \frac{V_v}{V_s} \times \frac{V_w}{V_v} \times 100 = \frac{V_w}{V_s} \times 100$$

$$\therefore eS_r = wG_s$$



(2) 有効応力の原理について簡単に説明せよ。(8)

解答: 飽和した土中内の応力(全応力 σ)は、有効応力(σ')と等方的な間隙水圧(u)の和で表される。全応力と間隙水圧の差である有効応力($\sigma' = \sigma - u$)は、もっぱら土粒子骨格に作用するものである。したがって、土の圧縮、せん断、強度、剛性と言った応力の変化に伴う計測しうる量は、もっぱら有効応力の変化による。

3. ある現場で $5m^3$ の容積の穴を掘り、掘削土の質量を計測したところ $10.0t$ であった。また、この土の含水比(w)は20%で、土粒子密度(ρ_s)は $2.7g/cm^3$ であった。水の密度(ρ_w)は $1.0g/cm^3$ として、以下の問いに答えよ。(15)

(1) 原地盤の土の湿潤密度(ρ_t)、乾燥密度(ρ_d)、間隙比(e)、飽和度(S_r)はそれぞれいくらか。(8)

(2) この地盤から土を掘削し、掘削土を締め固めて乾燥密度が $1.6g/cm^3$ で体積 $1000m^3$ 盛土を築造するためには、原地盤から何tonの土を掘削しなくてはならないか。また、この盛土の飽和度はいくらか。この時、掘削土の含水比は変化しないものとする。(7)

解答:(1)

$$M = M_s + M_w = 10.0t, \quad w = M_w / M_s = 0.20 \quad \text{より}, \quad M_s = M / (1 + w/100) = 10 / 1.2, \quad M_w = 2 / 1.2,$$

$$V_s = M_s / \rho_s = \frac{10}{2.7 \cdot 1.2} = 3.09m^3, \quad V_w = M_w / \rho_w = \frac{2}{1.0 \cdot 1.2} = 1.67m^3, \quad V = V_s + V_v = 5m^3, \quad \text{より} \quad V_v = V - V_s = 5 - 3.09 = 1.91m^3,$$

$$\rho_t = \frac{M}{V} = \frac{10.0}{5} \left(= \frac{\rho_s + eS_r \rho_w}{1 + e} \right) = 2.0t/m^3, \quad \rho_d = \frac{M_s}{V} = \frac{10}{5 \cdot 1.2} \left(= \frac{\rho_s}{1 + e} \right) = 1.67t/m^3, \quad e = \frac{V_v}{V_s} = 0.618, \quad S_r = \frac{V_w}{V_v} = 0.874 = 87\%$$

(2) 乾燥密度 $1.6g/cm^3$ ($1.6t/m^3$)で、体積が $1000m^3$ の土に含まれている、土粒子の質量は $1,600ton$ 、原地盤の $1m^3$ の土に含まれている土粒子は、 $1.67ton$ 、従って、 $1,600ton$ の土粒子を得るためには、

$$V = M_s / \rho_d = \frac{1,600}{1.667} = 960m^3,$$

の体積の掘削が必要である。この体積の土の質量は、

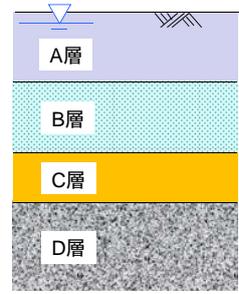
$$M = V \cdot \rho_t = 1,920ton$$

当然、必要土粒子質量に含水比分の水の量を加えれば、同じ回答になる。

$$M = M_s \cdot (1 + w/100) = 1,920ton$$

$$V_s = \frac{M_s}{\rho_s} = \frac{1600}{2.7} = 592.6m^3, \quad V_v = V - V_s = 407.4m^3, \quad V_w = \frac{M_w}{\rho_w}, \quad S_r = \frac{V_w}{V_v} = \frac{407.4}{592.6} = 0.785 = 78.5\%$$

4. 図1のような地層構成の地盤のそれぞれの層から土を採取し、含水比測定、土粒子密度試験、粒度試験、液性・塑性限界試験を実施し、表1と図2の結果を得た。以下の問いに答えよ。

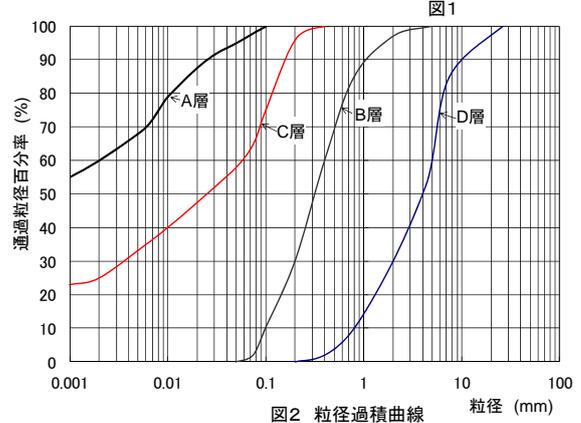


(30)

- (1) A,C層の土の塑性指数 (I_p) と液性指数 (I_L) はそれぞれいくらか。
- (2) A,C層どちらの土が乱れやすいか、その理由も含め答えよ。
- (3) A,C層の土の活性度をもとめ、含まれている粘土分の特性について考察せよ。
- (4) B層の土の平均粒径 (D_{50})、均等係数 (D_c)、曲率係数 (D'_c) はそれぞれいくらか。また、B層の土の粒度(分級度合)について説明せよ。
- (5) B,D層どちらの土の密度が大きいか。その理由も含め答えよ。
- (6) A,B,C,D層の土質材料の**中分類**はそれぞれ何か。

表1

	A層	B層	C層	D層
土粒子密度 (ρ_s)	2.69 g/cm ³	2.7 g/cm ³	2.68 g/cm ³	2.7g/cm ³
自然含水比 (w_n)	55%	30%	60%	25%
塑性限界 (w_p)	29%	非塑性	30%	非塑性
液性限界 (w_L)	45%	非塑性	70%	非塑性



解答

(1)

A層 $I_p = w_L - w_p = 45 - 28 = 17$,
 $I_L = \frac{w_n - w_p}{I_p} = \frac{54 - 28}{17} = 1.53$
 D層 $I_p = 70 - 30 = 40$, $I_L = \frac{60 - 30}{40} = 0.75$

(2) A層、理由: $w_n > w_L$ で液性指数が1を大きく上回り(1.53)、C層に比べかなり大きいから。

(3) : 活性度 $A_c = \frac{I_p}{2\mu\text{m以下粘土割合}}$ は、A層は17/60(0.28)、C層は40/25(1.60)であり、

C層の方がかなり活性の高い活性粘土であり比表面積が大きな粒径の小さな粘土分を有している。一方、A層は0.33と非活性粘土に分類される。

(4) B層の $D_{60} = 0.40\text{mm}$

$D_{50} = 0.32\text{mm}$
 $D_{30} = 0.20\text{mm}$
 $D_{10} = 0.10\text{mm}$

均等係数

$D_c = \frac{D_{60}}{D_{10}} = \frac{0.40}{0.10} = 4.0$

曲率係数

$D'_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{60}D_{10}} = \frac{0.2^2}{0.4 \cdot 0.1} = 1.0$

D_c は4.0と比較的小さく、粒径の幅は狭く、分級の度合いは大きい。
 粒度はあまり良くない土

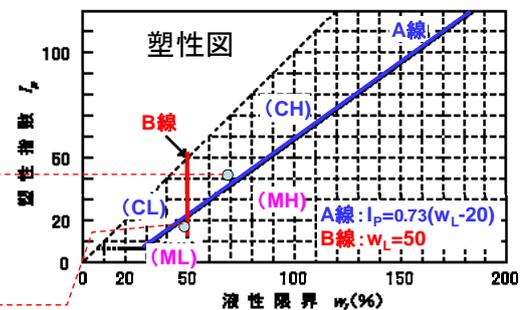
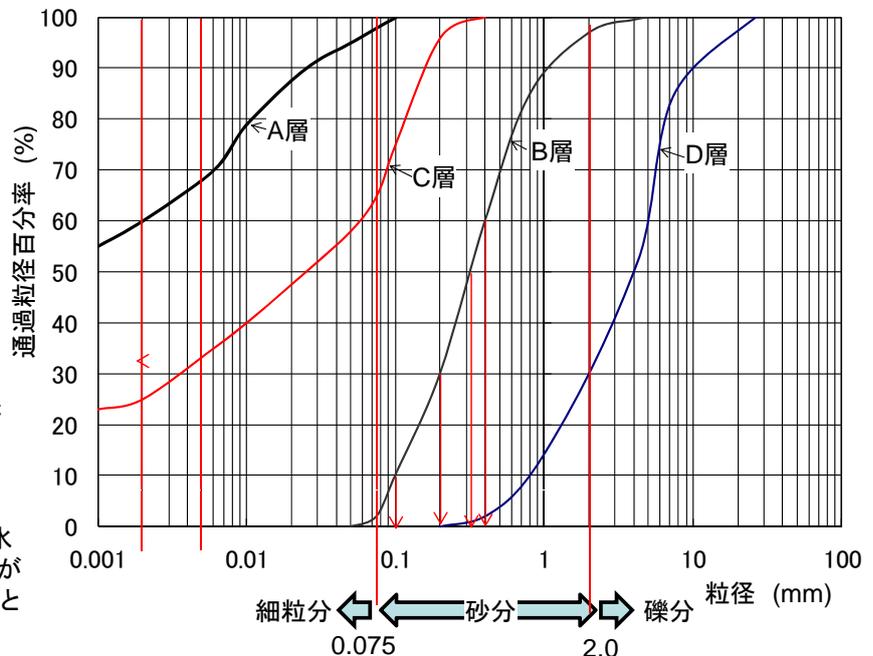
(5) D層:

理由: ρ_s が同じで、飽和してC層の含水比が小さいということ、間隙比がC層の方が小さい ($e_{Sr} = G_s w$) ことになる。

B層: $e = 0.81$, $\rho_d = 1.492\text{g/cm}^3$,
 D層: $e = 0.675$, $\rho_d = 1.612\text{g/cm}^3$,

(6)

	A層	B層	C層	D層
礫分	0%	3%	0	70%
砂分	3%	95%	35%	30%
細粒分	98%	2%	65%	0
内粘土分	67%	0	34%	0
内コト分	60%	0	25%	0
中分類	シルト(M)	砂(S)	粘土(C)	砂礫(GS)



5. 図4のような平らで一様な砂地盤を考える。地下水位は地表面と一致し、地下水位以深では土は飽和し、単位体積重量(γ_{sat})は 20kN/m^3 である。砂の土粒子比重 $G_s=2.7$ 、静止土圧係数 $K_0=0.5$ 、水の単位体積重量 $\gamma_w=10\text{kN/m}^3$ として以下の間に答えよ。(25)

- (1) 地表面からの深さ20m地点の鉛直・水平全応力(σ_v, σ_h)と鉛直・水平有効応力(s'_v, s'_h)はそれぞれいくらか。
- (2) 深さ20m地点の土要素のモールの応力円を全応力、有効応力についてそれぞれ描け。また、有効応力のモール円には極(P)の位置も示せ。
- (3) 図4(a)に示すような水平角 45° の面に作用する、有効直応力(s'_{45})、せん断力(t_{45})を求めよ。
- (4) 図4(b)に示すように、地下水位が地表面から深さ10mからまで低下し、地下水位以浅での単位体積重量(γ_t)は 18kN/m^3 となった。この場合の深さ20mの地点の土要素の受ける最大せん断力(τ_{max})はいくらか。なお、水位が低下しても K_0 値は変化しないものとする。

解答

(1)

$$\sigma_v = 20\gamma_{sat} = 400\text{kN/m}^2$$

$$\sigma'_v = \sigma_v - u = \sigma_v - 20\gamma_w = 200\text{kN/m}^2$$

$$\sigma'_h = K_0\sigma'_v = 100\text{kN/m}^2 \quad \leftarrow \text{水圧 } u=20\gamma_w$$

$$\sigma_h = \sigma'_v + u = 300\text{kN/m}^2$$

(2)

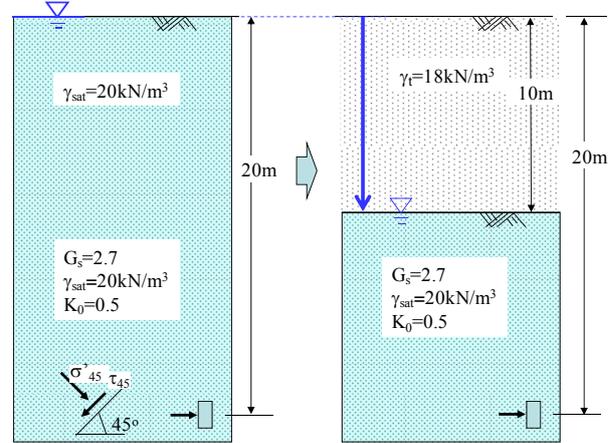
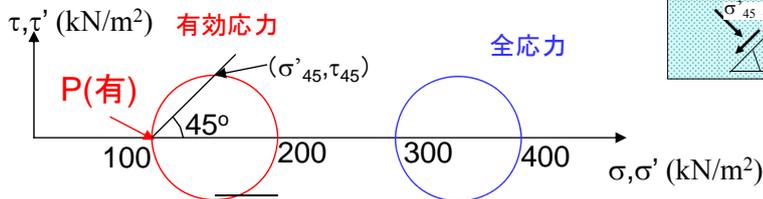


図4

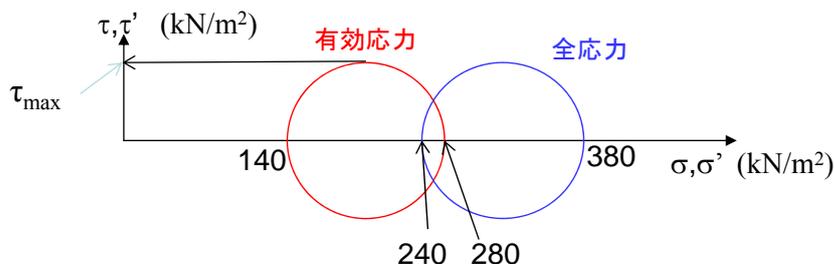
(3) 極より図と同じ方向に 45° の線を引き円と交わった点の応力が(σ'_{45}, τ_{45})

$$(\sigma'_{30}, \tau_{30}) = \left(\frac{100+200}{2}, \frac{200-100}{2} \right) = (150, 50) \text{ (kN/m}^2)$$

(4)

$$\sigma_v = 10\gamma_t + 10\gamma_{sat} = 380\text{kN/m}^2, \quad \sigma'_v = \sigma_v - u = \sigma_v - 10\gamma_w = 280\text{kN/m}^2$$

$$\sigma'_h = K_0\sigma'_v = 140\text{kN/m}^2, \quad \sigma_h = \sigma'_h + u = 140 + 10\gamma_w = 240\text{kN/m}^2$$



図より、 $\tau_{max} = 70\text{kN/m}^2$