

# 平成31年土質力学第一中間試験解答例

1. 以下の問いに答えよ(15)

(1) 以下の土質力学に関する用語を英訳せよ。

- 1) 土質力学、2) 堆積土、3) 残積土、4) 間隙比、5) 含水比、6) 飽和度、7) 液性限界、8) 塑性限界  
9) 塑性指数、10) 標準貫入試験

解答: 1) soil mechanics, 2) sedimentary soils, 3) residual soils, 4) void ratio, 5) water content, 6) degree of saturation,  
7) liquid limit, 8) plasticity index, 9) plasticity index, 10) standard penetration test

(2) 母岩からの堆積土の形成過程を以下の用語をできる限り用いて、簡単に説明せよ。

用語: 風化、浸食、運搬、分級、粗粒土、細粒土

解答: 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、上流は粗粒土が、下流は細粒土が多くなる。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のも堆積土の一種。

2. 以下の間に答えよ。

(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。(9)

解答:

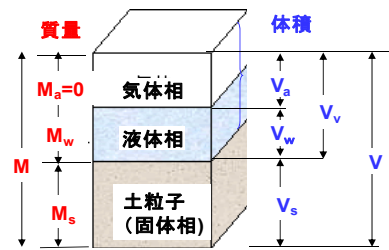
$\rho_s$ : 土粒子密度、 $\rho_w$ : 水の密度

$$e = \frac{V_v}{V_s} \quad (1), \quad S_r = \frac{V_w}{V_v} \times 100 \quad (\%) \quad (2), \quad G_s = \frac{\rho_s}{\rho_w} \quad (3)$$

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

$$(1)(2)より \quad eS_r = \frac{V_w}{V_s} \times 100, \quad (4)より \quad wG_s = \frac{V_w}{V_s} \times 100$$

$$\therefore eS_r = wG_s$$



(2) クイッククレーンについて、その形成過程と特徴を簡単に説明せよ。(5)

解答: 最終氷河期後、海底で堆積したシルト層が、海面変動、隆起等により陸地となり、長い年月をかけて雨水(淡水の地下水)の作用を受け、徐々に間隙水に存在していたNaイオンが溶脱することにより形成された土がクイッククレーン。自然含水比は液性限界より大きく、液性指数は1を大きく上回り、乱れを受けると液体状になるくらい強度が低下するため、鋭敏比は100を超えることがある。

(3) 以下の文章の空欄①~⑥に当てはまるものを選択肢から選べ。

“1991年6月のフィリピンルソン島 ①ピナツボ火山の噴火は20世紀最大規模の火山噴火であり、約 ②10 km<sup>3</sup>のマグマ起因物質が噴出された。この噴火量は、日本最大規模の埋立工事である③関西国際空港 2期建設工事の土量の約40倍である。この火山周辺に積もった噴出物は降雨時に火山泥流(lahar)となり、下流に運搬され、広い範囲で火山性砂質土が堆積している。この砂質土の性状は、日本の代表的な火山性砂質土である ④シラスに類似している。もう一つの代表的な火山性土である ⑤ロームは、風によって運ばれた堆積した火山灰が粘土化したものであり、⑥関東地方に広く分布し、

⑥⑤関東ローム層として台地を形成している。  
選択肢: ピナツボ、ベスビオス、メラビ、1、10、100、中部国際空港、関西国際空港、シラス、ローム、マサ土、関東、関西

3. 土採掘場で $5\text{m}^3$ の容積の穴を掘り、掘削土の質量を計測したところ $11\text{t}$ であった。また、この土の含水比 ( $w$ ) は $15\%$ で、土粒子密度 ( $\rho_s$ ) は $2.7\text{g/cm}^3$ であった。水の密度 ( $\rho_w$ ) は $1.0\text{g/cm}^3$ として、以下の問いに答えよ。  
(25)

- (1) 原地盤の土の湿潤密度 ( $\rho_t$ )、乾燥密度 ( $\rho_d$ )、間隙比 ( $e$ )、飽和度 ( $S_r$ ) はそれぞれいくらか。
- (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 $1.65\text{g/cm}^3$ で高さ $2\text{m}$ 、面積 $30,000\text{m}^2$ の宅地造成を行う。この場合、採掘場から何 $\text{ton}$ の土を掘削しなくてはならないか。
- (3) この締め固め土の飽和度を $85\%$ とするためには、全体で水をいくら加える、或は除去しなくてはならないか。また、締め固め後の盛土の含水比( $w$ )および空隙率( $v_a$ )はそれぞれいくらか。
- (4) 上記採掘場地山と宅地盛土の力学特性 (強度、剛性) の差について簡単に説明せよ。  
なお、以上の回答では、蒸発、降雨等による土からの水の出入りはしないものとする。

解答：盛土の体積は $20,000 \times 2 = 40,000\text{m}^3$

(1)  $M = M_s + M_w = 11\text{t}$ ,  $w = M_w / M_s = 0.15$  より、 $M_s = M / (1 + w/100) = 11 / 1.15 = 9.57\text{ton}$ ,  $M_w = 0.15M_s = 1.43\text{ton}$   
 $V_s = M_s / \rho_s = \frac{9.57}{2.7} = 3.54\text{m}^3$ ,  $V_w = M_w / \rho_w = \frac{1.43}{1.0} = 1.43\text{m}^3$ ,  $V = V_s + V_v = 5\text{m}^3$ ,  $V_v = V - V_s = 5 - 3.54 = 1.46\text{m}^3$ ,  
 $\rho_t = \frac{M}{V} = \frac{11}{5} \left( = \frac{\rho_s + eS_r\rho_w}{1+e} \right) = 2.2\text{t/m}^3$ ,  $\rho_d = \frac{M_s}{V} = \frac{9.57}{4} \left( = \frac{\rho_s}{1+e} \right) = 1.91\text{t/m}^3$ ,  $e = \frac{V_v}{V_s} = 0.411$ ,  $S_r = \frac{V_w}{V_v} = 0.985 = 98.5\%$

(2) 乾燥密度 $1.65\text{g/cm}^3$  ( $1.65\text{t/m}^3$ )で、体積が $60,000\text{m}^3$ の土に含まれている、土粒子の質量は $99,000\text{ton}$ 、原地盤の含水比は $15\%$ なので、 $99,000\text{ton}$ の土粒子を得るためには、

$$M = M_s \times (1 + w/100) = 99,000 \times 1.15 = 113,850\text{ton}, \quad V = M / \rho_t = 113,850 / 2.2 = 51,750\text{m}^3$$

(3) 掘削土に含まれて水は $99,000 \times 0.15 = 14,850\text{ton}$ 、盛土の間隙は $V_v$ 、 $S_r = 85\%$ 時の水の体積 $V_{w85\%}$ は、

$$V_v = 60,000 - M_s / \rho_s = 23,333\text{m}^3, \quad V_{w85\%} = 0.85V_v = 19,833\text{m}^3$$

$$\Delta M_w = V_{w85\%}\rho_w - 14,850 = 4,983\text{ton}, \quad w = \frac{M_{w85\%}}{M_s} = 0.20 = 20\%, \quad v_a = 100 \frac{V_a}{V} = \frac{V_v(100 - S_r)}{V} = \frac{e(100 - S_r)}{1 + e} = 5.8(\%)$$

(4) 地山の方が、間隙比も小さく、密度も大きいので、強度、剛性とも盛土に比べると大きい。

4. 図-1のような互層堆積地盤に対して地盤調査を行い、各層について図-2の粒径加積曲線と表-1の結果を得た。水の密度 $\rho_w$ を $1\text{g/cm}^3$ として以下の問いに答えよ。(46)

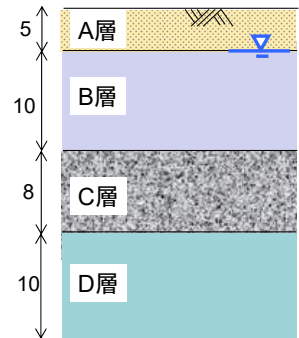


図-1 地層構成

- (1) 表中の①~⑩の値を求めよ。(根拠も記すこと)
- (2) A, B, C, D層の土の土質分類 (中分類および小分類) はそれぞれ何か。(根拠も記すこと)
- (3) この地盤は海岸付近にあるとして、A層、B層、C層の堆積環境について、簡単に説明せよ。(ヒント：海面高さ、分級)
- (4) A~Dの中でどの層の土が乱れやすいか、その理由を含めて答えよ。
- (5) 粒度分布に表れない $0.001\text{mm}$ 以下の細かな粘土分について、B,D層の土のどちらが、より小さな粒子サイズの粘土を含んでいるか、その理由を含めて答えよ。
- (6) この地盤上に盛土を築造し、その圧力でDの土の間隙比が $0.023$ 少した場合、この時、D層の土に生じた体積ひずみ ( $e_v$ ) は何%となるか

この地盤に対して標準貫入試験、また、B層、D層に現場ペーン試験を実施し、図-3のような結果を得た。

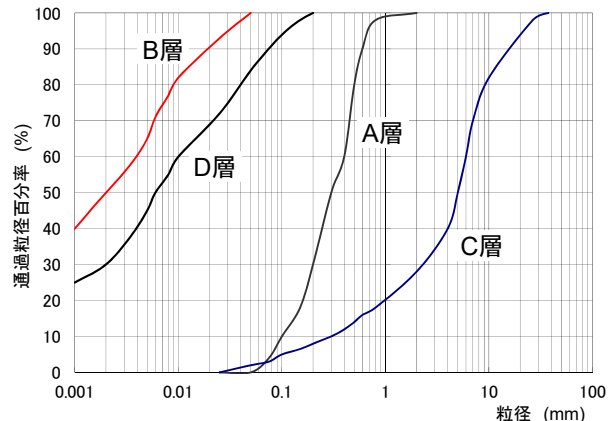


図-2 粒径過積曲線

- (7) B層の鋭敏比( $St$ )はおおよそいくらか。
- (8) この地盤上に高架橋を建設するために杭基礎を築造する場合、概ねどの深さまで杭を貫入する必要があるか。理由を含めて答えよ。

解答

(1)

①②③④  $eS_r = G_s w$ ,  $\rho_t = \frac{\rho_s + eS_r}{1+e}$

⑤  $I_p = w_L - w_p$ , ⑥  $I_L = \frac{w_n - w_p}{I_p}$

A層  $D_{10} = 0.1, D_{30} = 0.2, D_{60} = 0.4$

C層  $D_{10} = 0.3, D_{30} = 2.3, D_{60} = 6.0$

⑦  $U_c = \frac{D_{60}}{D_{10}} = \frac{0.4}{0.1}$

⑧  $U'_c = \frac{D_{30}^2}{D_{10}D_{60}} = \frac{2.3^2}{0.3 \cdot 6}$

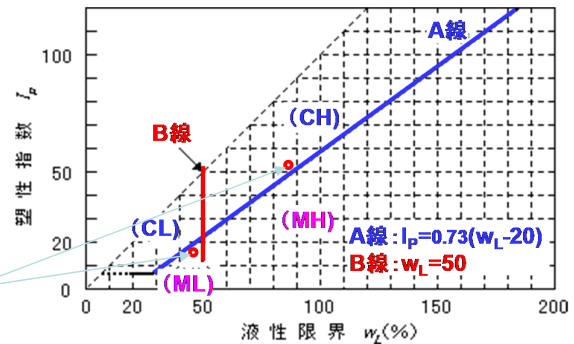
⑨  $D_r = \frac{e_{max} - e}{e_{max} - e_{min}} \times 100$

⑩  $A_c = \frac{I_p (= 52)}{2\mu\text{m以下粘土割合}(30)}$

	単位	A層	B層	C層	D層
土粒子密度 ( $\rho_s$ )	g/cm <sup>3</sup>	2.65	2.65	2.70	2.68
自然含水比 ( $w_n$ )	%	25%	52%	20.4%	① 50%
塑性限界 ( $w_p$ )	%	非塑性	33%	非塑性	36%
液性限界 ( $w_L$ )	%	非塑性	48%	非塑性	88%
湿潤密度( $\rho_t$ )	g/cm <sup>3</sup>	1.76	1.70	② 2.1	1.72
飽和度 ( $S_r$ )	%	③ 75%	100%	100%	100%
原位置間隙比 ( $e$ )		0.88	④ 1.39	0.55	1.34
最大間隙比 ( $e_{max}$ )		1.1	—	1.0	—
最少間隙比 ( $e_{min}$ )		0.6	—	0.5	—
塑性指数 ( $I_p$ )		—	15	—	⑤ 52
液性指数 ( $I_L$ )		—	⑥ 1.27	—	0.27
平均粒径 ( $D_{50}$ )	mm	0.30	0.002	5.0	0.006
均等係数 ( $U_c$ )		⑦ 4.0	—	20.0	—
曲率係数 ( $U'_c$ )		1.0	—	⑧ 2.9	—
相対密度	%	44%	—	⑨ 90%	—
活性度 ( $A_c$ )		—	0.30	—	⑩ 1.73
土質分類(中分類)		砂(S)	シルト(M)	砂礫(GS)	粘土(C)
土質分類(小分類)		砂(S)	低液性限界シルト(ML)	砂質礫 (GS)	高液性限界粘土(CH)

(2)

粒度	A層	B層	C層	D層
礫分	0	0	72	0
礫分	0	0	72	0
砂分	96	0	28	10
シルト分	4	35	3	55
粘土分	0	65	0	35
2 $\mu$ m以下の%	0	50	0	30
A線上の $I_p$ と $I_p$ の比較	0	15 < A(20)	0	52 > A(50)
土質分類(中分類)	砂(S)	シルト(M)	砂礫(GS)	粘土(C)
土質分類(小分類)	砂(S)	低液性限界シルト(ML)	砂質礫(GS)	高液性限界粘土(CH)



(3) 分級と粒度から、堆積時の流速を考える。

A層：砂分が運搬される河口付近に堆積したものと考えられる（したがって、海面は現在のものに近い）

B層：細粒分だけの堆積となっており、海成粘土と考えられる。（海面は現在より高）

C層：大きな粒径を含む粗粒分が堆積しており、河口から上流の河川流速はそれなり大きい場所、或いは河川流量が大きな洪水時の堆積環境。（その場合、海面は今より低く、ただし、流量が多い、氷河後期が想定される）

(4) B層、理由： $w_n > w_L$ で液性指数が1を大きく上回り(1.27)、A層に比べかなり大きいから。

(5) D層、理由：D層の方が活性度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、B層は0.65と非活性粘土に分類される。

(6)  $\varepsilon_v = \frac{\Delta e}{1+e_0} = \frac{0.023}{1+1.34} = 0.0098 = 1.0\%$

(7) B層のペーンピーク抵抗は、 $s_u = 9 \sim 11 \text{ kPa}$ 、残留抵抗は $s_{ur} = 2 \text{ kPa}$ 、

鋭敏比は  $S_t = \frac{q_u}{q_{ur}} = \frac{s_u}{s_{ur}} = 4.5 \sim 5.5$

(8) Cの砂礫層は、N値を大きく、また、D層も粘性土としてはN値は十分大きく、杭の支持層となりうる。一方、A層、B層は非常に軟弱で杭の支持層とはなりえない。したがって、杭を支持層であるC層に直径分杭を根入れすると、杭の深さは概ね16m（15+以上であればOK）となる。