

平成28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)以下の用語を日本語は英訳、英語は和訳せよ。(10)

- 1) 土質力学、2) 堆積土、3) 有効応力、4) 全応力、5) 間隙水圧
6) void ratio, 7) water content, 8) plasticity index, 9) degree of saturation 10) standard penetration tests

解答: 1)soil mechanics, 2) sedimentary soils, 3)effective stress, 4) total stress, 5) pore water pressure
6) 間隙比、7)含水比、8)塑性指数、9) 飽和度、10) 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。(5)

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: 含水比のそれぞれの定義を明示し、 $eS_r = wG_s$ を導け。(8)

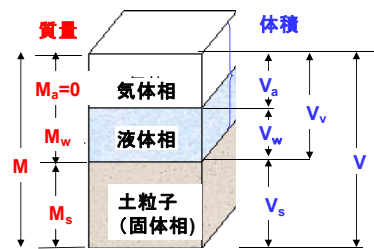
解答: ρ_s : 土粒子密度、 ρ_w : 水の密度

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

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

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

$\therefore eS_r = wG_s$



(2) 有効応力の原理について簡単に説明せよ。(6)

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) クイックレイのについて、その形成過程と特徴を簡単に説明せよ。(6)

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レイ。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. ある採掘場で5m³の容積の穴を掘り、掘削土の質量を計測したところ10.5tであった。また、この土の含水比(w)は18%で、土粒子密度(ρ_s)は2.7g/cm³であった。水の密度(ρ_w)は1.0g/cm³として、以下の問いに答えよ。(20)

(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1.65g/cm³で体積20,000m³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。(6)

(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、この時の盛土の含水比はいくらか。(6)

解答:

(1) $M = M_s + M_w = 10.5t$, $w = M_w / M_s = 0.18$ より、 $M_s = M / (1 + w/100) = 10.5 / 1.18 = 8.90ton$, $M_w = 0.18M_s = 1.60ton$
 $V_s = M_s / \rho_s = \frac{8.90}{2.7} = 3.30m^3$, $V_w = M_w / \rho_w = \frac{1.60}{1.0} = 1.60m^3$, $V = V_s + V_w = 5m^3$, より $V_v = V - V_s = 5 - 3.30 = 1.70m^3$,
 $\rho_t = \frac{M}{V} = \frac{10.5}{5} \left(= \frac{\rho_s + eS_r\rho_w}{1+e} \right) = 2.1t/m^3$, $\rho_d = \frac{M_s}{V} = \frac{8.90}{5} \left(= \frac{\rho_s}{1+e} \right) = 1.78t/m^3$, $e = \frac{V_v}{V_s} = 0.517$, $S_r = \frac{V_w}{V_v} = 0.94 = 94\%$

(2) 乾燥密度1.65g/cm³(1.65t/m³)で、体積が20,000m³の土に含まれている、土粒子の質量は33,000ton、原地盤の含水比は18%なので、33,000tonの土粒子を得るためには、

$$M = M_s \cdot (1 + w/100) = 33,000 \times 1.18 = 38,940 ton$$

(3) 掘削土に含まれて水は33,000ton×0.18=5,940ton、盛土の間隙比V_v、Sr=85%時の水の体積V_{w85%}は、

$$V_v = 20,000 - M_s / \rho_s = 7,778 m^3, \quad V_{w85\%} = 0.85V_v = 6,611 m^3$$

したがって、

$$\Delta M_w = V_{w85\%} \rho_w - 5,940 = 671 ton, \quad w = \frac{M_{w85\%}}{M_s} = 0.200 = 20.0\%$$

4. 図-2のような互層地盤に対して地盤調査を行い、各層について図-3の粒度曲線と表-1のような結果を得た。水の密度ρ_wを1g/cm³として以下の問いに答えよ。(44)



図2

(1) 表中の①~⑩の値を求めよ。(20)

(2) A, B, C, D層の土の土質分類(中分類)はそれぞれ何か。(8)

(3) 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。(4)

(4) A~Dの中でどの層の土で盛土材として最も適しているか、その理由を含めて答えよ。(4)

(5) 粒度分布に表れない1μm以下の細かな粘土分について、A, C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。(4)

(6) この地盤上に盛土を築造し、その圧力でCの土の間隙比が0.05減少した。この時、C層の土に生じた体積ひずみ(ε_v)はいくらか。(4)

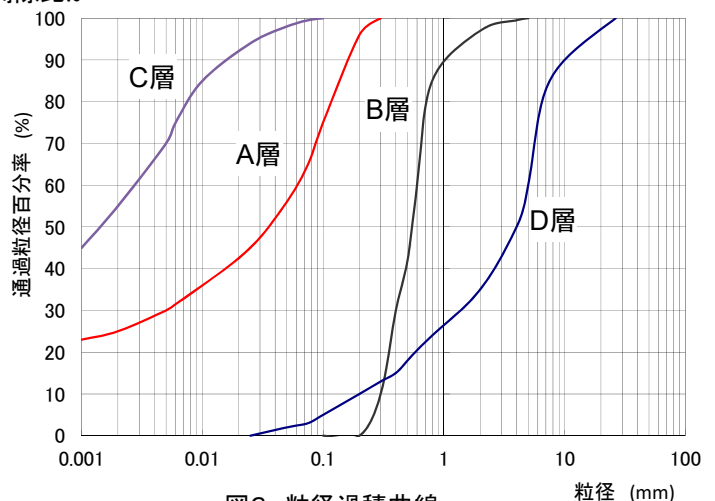


図3 粒径過積曲線

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 $I_L = \frac{w_n - w_p}{I_p}$

B層 $D_{10} = 0.3, D_{30} = 0.4, D_{60} = 0.6$

D層 $D_{10} = 0.2, D_{30} = 1.4, D_{60} = 5.0$

⑦ $U_c = \frac{D_{60}}{D_{10}} = \frac{0.4}{0.2}$

⑧ $U'_c = \frac{D_{30}^2}{D_{10}D_{60}} = \frac{1.4^2}{0.2 \cdot 5}$

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

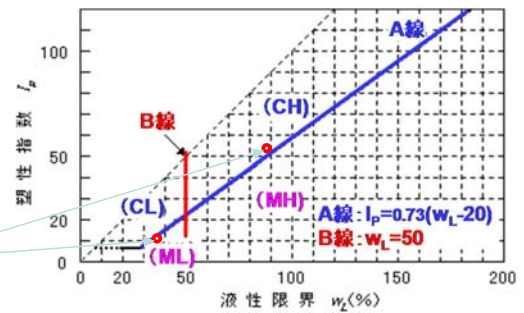
⑩ $A_c = \frac{I_p (= 55)}{2 \mu\text{m以下粘土割合} (40)}$

表1

		A層	B層	C層	D層
土粒子密度 (ρ_s)	g/cm ³	2.7	2.65	2.70	2.68
自然含水比 (w_n)	%	43%	① 32%	65%	17%
塑性限界 (w_p)	%	0.26	非塑性	35%	非塑性
液性限界 (w_L)	%	0.36	非塑性	90%	非塑性
湿潤密度 (ρ_t)	g/cm ³	1.79	1.89	1.62	② 2.16
飽和度 (S_r)	%	100%	100%	③ 100%	100%
間隙比 (e)		④ 1.16	0.85	1.76	0.45
最大間隙比 (e_{max})		—	1	—	0.9
最少間隙比 (e_{min})		—	0.6	—	0.4
塑性指数 (I_p)		10	—	⑤ 55	—
液性指数 (I_L)		⑥ 1.7	—	0.55	—
平均粒径 (D_{50})	mm	0.035	0.30	0.0015	4.0
均等係数 (U_c)		—	⑦ 2.0	—	25.0
曲率係数 (U'_c)	%	—	0.9	—	⑧ 2.0
相対密度		—	38%	—	⑨ 90%
活性度 (A_c)		⑩ 0.40	—	1.00	—
土質分類(中分類)		シルト(ML)	砂(S)	粘土(CH)	砂礫(GS)

(2)

粒度	A層	B層	C層	D層
礫分	0	2	0	65
砂分	35	98	0	30
シルト分	35	0	30	5
粘土分	30	0	70	0
2 μ m以下	25	0	55	0
A線上の I_p	12 > I_p		51 < I_p	
土質分類(中分類)	シルト(M)	砂(S)	粘土(C)	砂礫(GS)
土質分類(小分類)	低液性限界シルト(ML)	砂(S)	高液性限界粘土(CH)	細粒分交じり砂質礫(GS-F)



(3) A層、理由: $w_n > w_L$ で液性指数が1を大きく

上回り(1.7)、粘土層であるC層の液性指数は0.55と小さく、かなり固いことが推察される。

(4) D層: 粗粒土で、粒度が良く(均等係数10以上で、曲率係数も1~3)、高密度の盛土の築造ができる

(5) C層、理由: 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、B層は0.40と非活性粘土に分類される。

(6) $\varepsilon_v = \frac{\Delta e}{1 + e_0} = \frac{0.05}{1 + 1.76} = 0.018 = 1.8\%$

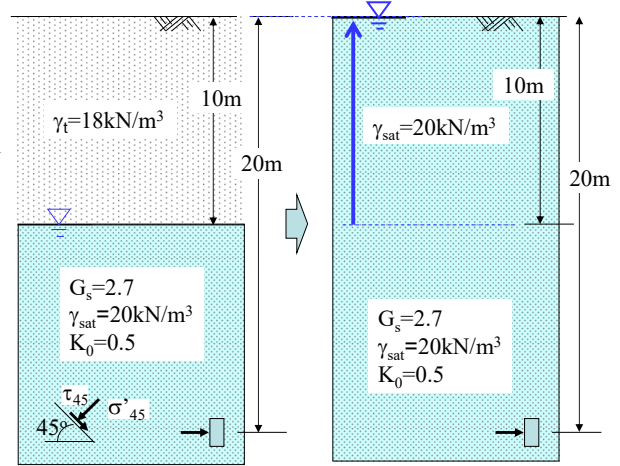
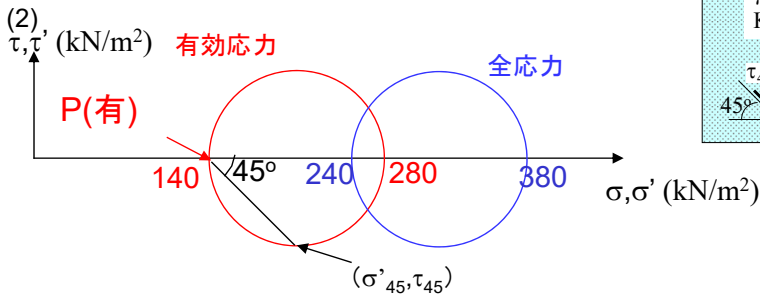
5.

図3のような平らで一様な砂地盤を考える。初期地下水位は地表から10mの深さにあり、地下水位以深では土は飽和し、単位体積重量(γ_{sat})は20kN/m³、地下水以浅の湿潤単位体積重量(γ_t)は18kN/m³であった。砂の土粒子比重Gs=2.7、静止土圧係数K₀=0.5、水の単位体積重量 $\gamma_w=10$ kN/m³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(σ'_v, σ'_h)はそれぞれいくらか。(8)
- (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。(6)
- (3) 図3(a)に示すような水平角45°の面に作用する、有効直応力(σ'_{45})、せん断力(τ_{45})を求めよ。(6)
- (4) 図3(b)に示すように、地下水位が地表面まで10m上昇し、全層で飽和状態となった。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})はいくらになるか。なお、水位が上昇してもK₀値は変化しないものとする。(6)

解答

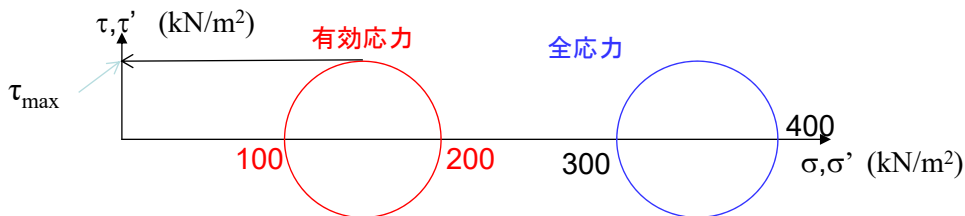
(1) $\sigma_v = 10\gamma_t + 10\gamma_{sat} = 380 \text{ kN/m}^2$
 $\sigma'_v = \sigma_v - u = \sigma_v - 10\gamma_w = 280 \text{ kN/m}^2$ ← 水圧 $u = 10\gamma_w$
 $\sigma'_h = K_0\sigma'_v = 140 \text{ kN/m}^2$
 $\sigma_h = \sigma'_h + u = 240 \text{ kN/m}^2$



- (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})

$$(\sigma'_{30}, \tau_{30}) = \left(\frac{140 + 280}{2}, -\frac{280 - 140}{2} \right) = \underline{\underline{(210, -70) \text{ (kN/m}^2\text{)}}}$$

- (4) $\sigma_v = 20\gamma_{sat} = 400 \text{ kN/m}^2$, $\sigma'_v = \sigma_v - u = \sigma_v - 20\gamma_w = 200 \text{ kN/m}^2$
 $\sigma'_h = K_0\sigma'_v = 100 \text{ kN/m}^2$, $\sigma_h = \sigma'_h + u = 100 + 20\gamma_w = 300 \text{ kN/m}^2$



図より、 $\tau_{max} = 50 \text{ kN/m}^2$