

平成23年土質力学第一中間試験解答例

1.

(1)以下の英語を和訳せよ。(8)

- i) mother rock, ii) erosion, iii) weathering, iv) sand, v) clay, iv) transportation, vii) segregation, viii) sedimentation

解答: i)母岩、ii)侵食、iii)風化、iv)砂、v)粘土、vi)運搬、vii)分級(作用)、viii)沈殿(堆積)

(2)上の用語を用いて、堆積土の形成過程について簡単に説明せよ。必要に応じて用語を追加すること。日本語でOK。(7)

解答:母岩が風化(物理的作用、化学的作用による細粒化、粘土化)、浸食を受け、地表面水、河川水等により運搬され、河川、湖沼、海洋で沈殿堆積し、堆積土層を形成する。この運搬の過程で、細粒分ほど沈殿しにくいいため遠方に運ばれ、いわゆる分級作用により、上流では粒径の大きな礫や砂、河口付近や海底では粒径の小さなシルト、粘土分が堆積する傾向がある。

2. (1)以下の語を英訳せよ。(6)

- i) 有効応力、ii) 全応力、iii)間隙水圧、iv) 圧縮、v) せん断、vi)強度

解答:i) effective stress, ii) total stress, iii) pore water pressure, iv) compression, v) shearing/shear distortion,, vi) strength

(2)上記用語を使って有効応力の原理を簡単に説明せよ。(9)

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、すべて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って生じる。言い換えると、これらの量の変化がないということは有効応力も変化していないということである。

3. 図1のように土は、土粒子、水、空気から構成され、それぞれの質量は $M_s, M_w, M_a(=0)$ 、体積は V_s, V_w, V_a で表せる。また、土の土粒子密度は ρ_s 、水の密度は ρ_w とする。以下の問いに答えよ。(15)

- (1)間隙比(e)、含水比(w)、飽和度(S_r)の定義を示せ。
 (2) e, w, S_r を用いて、土の湿潤密度(ρ_t)を表せ。
 (3) $eS_r=wG_s$ なる関係を導け。ここで、 G_s は土粒子比重($=\rho_s/\rho_w$)。

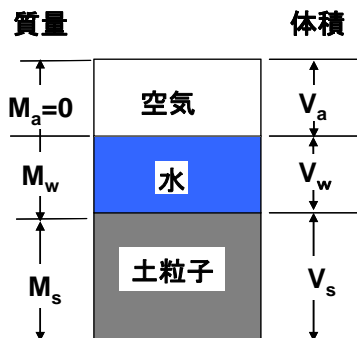


図1

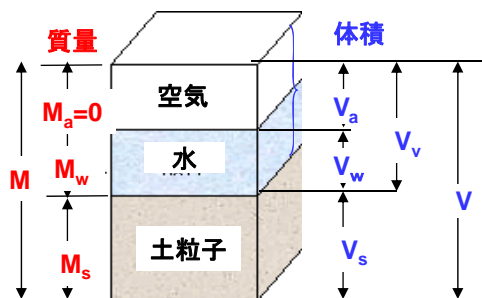
$$(1) e = \frac{V_v}{V_s} \quad (i), w = \frac{M_w}{M_s} \times 100 \quad (\%), \quad (ii), S_r = \frac{V_w}{V_v} \times 100 = \frac{V_w}{V_w + V_a} \times 100 \quad (\%) \quad (iii)$$

$$(2) \rho_t = \frac{M}{V} = \frac{M_s + M_w}{V_s + V_v} = \frac{M_s/V_s + S_r V_v \rho_w / (100 V_s)}{V_s/V_s + V_v/V_s} = \frac{\rho_s + e \rho_w S_r / 100}{1 + e} = \frac{\rho_s}{1 + e} \left(1 + \frac{w}{100}\right)$$

$$(3) w = \frac{M_w}{M_s} \times 100 = \frac{V_w \rho_w}{V_s \rho_s} \times 100 = \frac{V_w}{V_s G_s} \times 100 \quad (iv)$$

$$(i)(iii)より eS_r = \frac{V_w}{V_s} \times 100, (iv)より wG_s = \frac{V_w}{V_s} \times 100$$

$$\therefore eS_r = wG_s$$



4. 3種類の粘性土地盤からサンプリングを行い、以下の表に示す結果を得た。以下の問いに答えよ。(25)

- (1) A,B,C粘土の塑性指数(I_p)と液性指数(I_L)はいくらか?
- (2) A,B,Cの中でクイッククレイと考えられるものはどれか。その理由も含め答えよ。
- (3) A粘土の活性度(A_c)はいくらか。
- (4) A,B,Cの中で粒径が小さな粘土鉱物を多く含んでいる土はどれか。その理由も含め答えよ。
- (5) A,B,Cの中で最も硬い土はどれか。理由も含め答えよ。

地盤	A	B	C
自然含水比(w_n)	98%	60%	36%
塑性限界(w_p)	40%	40%	18%
液性限界(w_l)	100%	70%	27%
2 μ m以下粘土分含有率	40%	40%	20%

解答 (1)

$I_p = w_L - w_p$	60	30	9
$I_L = (w_n - w_p) / I_p$	0.97	0.67	2.0

(2) C、理由: 塑性指数が小さく、液性指数が2.0と極端に大きいから。

(3) 活性度 $A_c = \frac{I_p}{2\mu\text{m以下の粘土分含有率}(\%)} = \frac{60}{40} = 1.5$

(4) A、理由: 塑性指数が最も大きく、活性度もBに比べると大きい。

(5) B、理由: 液性指数が最も小さく、可塑性の範囲で相対的に含水比がもっと小さい。

5. 図2に示す粒度分布を持つ土について以下の問いに答えよ。(15)

- (1) 試料1の平均粒径(D_{50})はいくらか。
- (2) 試料1、試料2の均等係数(U_c)と曲率係数(U'_c)はそれぞれいくらか。
- (3) 試料1、試料2の小分類はそれぞれ何か。

解答:

(1) 図より、 $D_{50} = 0.5 \text{ mm}$

(2) 均等係数

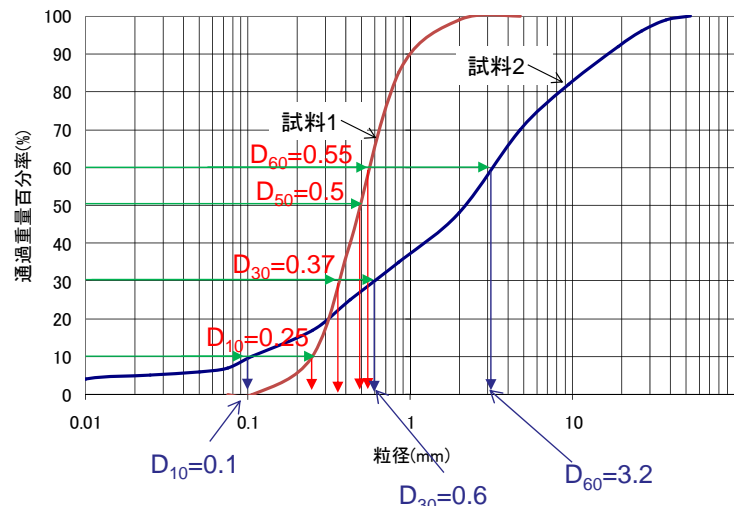
$$\text{試料1: } U_c = \frac{D_{60}}{D_{10}} = \frac{0.55}{0.25} \approx 2.2$$

$$\text{試料2: } U_c = \frac{D_{60}}{D_{10}} = \frac{3.2}{0.1} \approx 32$$

曲率係数

$$\text{試料1: } U'_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10}D_{60}} = \frac{0.37^2}{0.25 \times 0.55} \approx 1.0$$

$$\text{試料2: } U'_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10}D_{60}} = \frac{0.6^2}{0.1 \times 3.2} \approx 1.1$$



(3) 試料1: $F=0\% < 5\%$ 、 $S=100\%$ 、 $G=0\% < 5\%$ => 従って、砂 (S)

試料2: $5\% < F=7\% < 15\%$ 、 $15\% < S=40\%$ 、 $G=53\% > 50\%$
=> 従って、細粒分混じり砂質礫 (GS-F)

6. 図3のような水平砂地盤を考える。最初、地下水面は地表面と一致し、地盤は完全に飽和（飽和単位体積重量 $\gamma_{sat}=20\text{kN/m}^3$ ）している。砂の土粒子比重 $G_s=2.7$ 、水の単位体積重量を $\gamma_w=10\text{kN/m}^3$ として以下の間に答えよ。

- (1) 深さ20m地点の鉛直全応力 (σ_v) と鉛直有効応力 (σ'_v) はいくらか。(6)
- (2) 深さ20m地点の水平有効応力 (σ'_h) は 80kN/m^2 である。この地点のモールの応力円を有効応力、全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の位置も示せ。(6)
- (3) この砂の静止土圧係数 K_0 はいくらか。
- (4) 深さ20m地点において、図3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)
- (5) 図3の状態から図4に示すように、地下水位が10m低下した場合、深さ20mの地点の σ_v と σ'_v の変化量 $\Delta\sigma_v$ 、 $\Delta\sigma'_v$ はそれぞれいくらか。なお、地下水位以浅の単位体積重量 (γ_t) は 18kN/m^3 とする。(6)
- (6) この砂の間隙比(e)と地下水面より上の部分の含水比(w)と飽和度(S_r)はいくらか。なお、地下水面低下による間隙比の変化はないものとする。

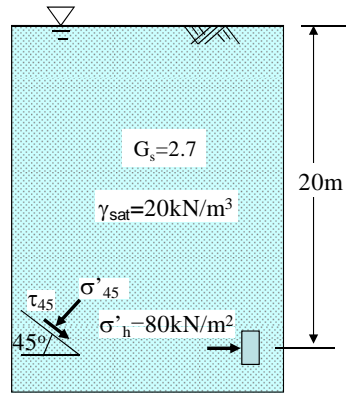


図3

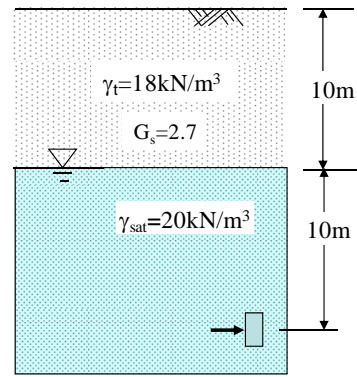
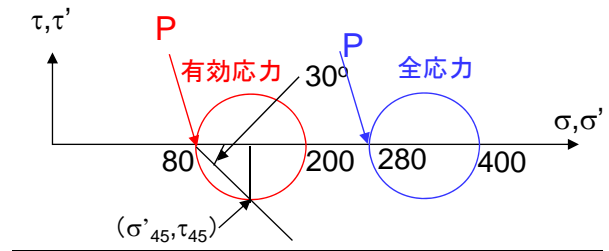


図4

解答: (1) $\sigma_v = 20\gamma_{sat} = 400\text{kN/m}^2$
 $\sigma'_v = \sigma_v - u = \sigma_v - 20\gamma_w = 200\text{kN/m}^2$

(2) 水平地盤 => 鉛直、水平応力は主応力(σ_1 or σ_3)
 $\sigma_h = \sigma'_h + u = 80 + 20\gamma_w = 280\text{kN/m}^2$
 $\therefore (\sigma_1, \sigma_3) = (\sigma_v, \sigma_h) = (400, 280)$
 $(\sigma'_1, \sigma'_3) = (\sigma'_v, \sigma'_h) = (200, 80)$



(3) 静止土圧係数: $K_0 = \frac{\sigma'_h}{\sigma'_v} = \frac{80}{200} = 0.4$

(4) 極より 30° の線を引き円と交わった点の応力が (σ_{30}, τ_{30})
 $(\sigma'_{45}, \tau_{45}) = \left(\frac{80 + 200}{2}, -\frac{200 - 80}{2} \right) = (140, -60) \text{ (kN/m}^2)$

(5) $\sigma_v = 10\gamma_t + 10\gamma_{sat} = 380\text{kN/m}^2$, $\sigma'_v = \sigma_v - u = \sigma_v - 10\gamma_w = 280\text{kN/m}^2$
 $\therefore \Delta\sigma_v = -20\text{kN/m}^2$, $\Delta\sigma'_v = 80\text{kN/m}^2$

(6) $\gamma_{sat} = \frac{G_s + e}{1 + e} \gamma_w \Rightarrow e = \frac{G_s \gamma_w - \gamma_{sat}}{\gamma_{sat} - \gamma_w} = \frac{7}{10} = 0.7$
 $\gamma_t = \frac{G_s(1 + w/100)}{1 + e} \gamma_w \Rightarrow w = 100 \frac{\gamma_t(1 + e)}{G_s \gamma_w} - 100 = 100 \frac{18 \times 1.7}{2.7 \times 10} - 100 = 13.3\%$
 $S_r = \frac{G_s w}{e} = \frac{2.7 \times 13.3}{0.7} = 51\%$