

## 平成19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。(15)

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

(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。

(1)

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

(2)上のi)からv)の用語を用いて、vi)の形成について説明せよ。日本語でOK。(5)

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、河口付近に粒径の小さな粘土分が堆積する傾向がある。

2. (1)以下の語を英訳せよ。(15)

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。

解答:飽和した土中内の応力(全応力 $\sigma$ )は、有効応力( $\sigma'$ )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する量は、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. ある現場から間隙比( $e_i$ )0.7、含水比( $w_i$ )10%の土(土粒子密度( $\rho_s$ )を  $2.7\text{g/cm}^3$ )を掘出だし、別の現場で間隙比( $e_m$ )1.0で体積  $4,000\text{m}^3$ の盛土を築造した。以下の問いに答えよ。水の密度( $\rho_w$ )は  $1.0\text{g/cm}^3$ とする。(15)

(1) 盛土した土の密度 ( $\rho_{tm}$ )、間隙率( $n$ )はいくらか。

(2) 掘出した土の全体積 ( $V_i$ )、全質量 ( $M_i$ )、その土が含んでいた水の質量( $M_{wi}$ )、飽和度 ( $S_{ri}$ ) はいくらか。

(3) 盛土する前に土に水を均質に加えて盛土後の土の間隙比を 0.9、飽和度を 90%にするためには、全部でどれだけの水を加えなければならないか。この一連の作業中含まれていた水は蒸発しないものとする。

解答:

$$M_i = M_m = M_s + M_w, \quad w/100 = M_w / M_s = 0.1$$

$$(1) \quad \text{地山: } \rho_{ti} = \frac{\rho_s}{1+e} \left(1 + \frac{w}{100}\right) = \frac{2.7}{1+0.7} \times 1.1 = 1.747, \quad \text{盛土: } \rho_{tm} = \frac{\rho_s}{1+e_m} \left(1 + \frac{w}{100}\right) = \frac{2.7}{1+1} \times 1.1 = 1.485\text{g/cm}^3$$

$$n_m = \frac{e_m}{1+e_m} = 0.5$$

(2)

$$M_i = M_m = V_m \rho_{tm} = 4000 \times 1.485 = 5940\text{ton}, \quad M_w = \frac{w}{100 + w/100} M = 540\text{ton}, \quad M_s = 5400\text{ton}$$

$$V_i = M / \rho_{ti} = 3400\text{m}^3, \quad V_w = M_w / \rho_w = 540, \quad V_v = V \cdot e / (1+e) = 1400\text{m}^3 \therefore S_r = \frac{V_w}{V_v} = 0.386 = 38.6\%$$

$$V_s = M_s / \rho_s = 2000\text{m}^3$$

(3) この状態における盛土の乾燥密度  $\rho_{d3}$ とすると、

$$\rho_{d3} = \frac{\rho_s}{1+e} = \frac{2.7}{1.9}, \quad V_3 = \frac{M_s}{\rho_{d3}} = \frac{5400}{2.7} \times 1.9 = 3800\text{m}^3,$$

$$V_{v3} = V_3 - V_s = 1800\text{m}^3, \quad V_{w3} = S_r V_{v3} = 1620, \quad \Delta V_w = V_{w3} - V_{wi} = 1620 - 540 = 1080\text{m}^3$$

4. ある砂が自然状態で間隙比( $e_n$ )が0.8、含水比が25%であった。この砂を炉乾燥して、体積 $1,000\text{cm}^3$ の容器に最も緩く入れたとき、最も密に入れたときの重さはそれぞれ $1,300\text{g}$ と $1,700\text{g}$ であった。この砂の土粒子密度( $\rho_s$ )が2.7であるとする、この土の自然状態での湿潤密度( $\rho_t$ )と飽和度( $S_r$ )、相対密度( $D_r$ )はそれぞれいくらか。(10)

$$\rho_d = \frac{\rho_s}{1+e} = \frac{2.7}{1.8} = 1.5\text{g/cm}^3, \rho_t = \rho_d \left(1 + \frac{w}{100}\right) = 1.875\text{g/cm}^3$$

$$S_r = \frac{\rho_s / \rho_w w}{e} = \frac{2.7 \times 25}{0.8} = 84.4\%$$

$$e_{\max} = \frac{2.7}{1.3} - 1 = 1.077, \quad e_{\min} = \frac{2.7}{1.7} - 1 = 0.588,$$

$$D_r = \frac{e_{\max} - e_n}{e_{\max} - e_{\min}} = \frac{0.277}{0.489} = 56.6(\%)$$

5. 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粘土の活性度( $A_c$ )はいくらか。
- (3) A,B,Cの中で最も乱れの影響を受け易い鋭敏な土はどれか。理由も含め答えよ。
- (4) A,B,Cの中で最も硬い土はどれか。理由も含め答えよ。
- (5) A,B,C粘土の小分類は何か。また、この内最も圧縮生が大きい粘土はどれか。理由も含め答えよ。

地盤	A	B	C
自然含水比( $w_n$ )	95%	60%	50%
塑性限界( $w_p$ )	40%	35%	20%
液性限界( $w_L$ )	100%	80%	45%
2 $\mu\text{m}$ 以下粘土分含有率	60%	60%	40%

解答 (1)

$I_p = w_L - w_p$	60	45	25
$I_L = (w_n - w_p) / I_p$	0.92	0.56	1.2

(2) 活性度 
$$A_c = \frac{I_p}{2\mu\text{m以下粘土分含有率}(\%)} = \frac{60}{60} = 1.0$$

(3) C、理由:液性指数が1を超え最も大きいから。

(4) B、理由:液性指数が最も小さく、相対的に密に詰まっているから

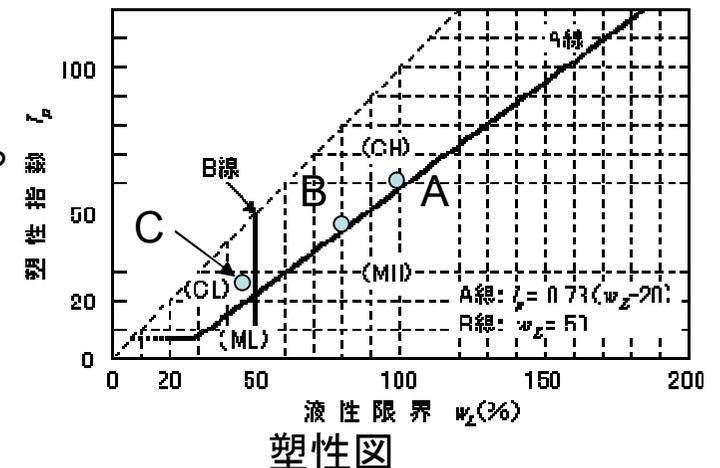
(5)  $w_L, I_p$ 関係を塑性図にプロットすると、

A:CH(高液性限界粘土)

B:CH(高液性限界粘土)

C:CL(低液性限界粘土)

圧縮性が最も大きい土はA、 $w_L$ が一番大きいから。



塑性図

6. 右図のような水深10の平らで一様な海底砂地盤を考える。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 $\gamma_w=10\text{kN/m}^3$ として以下の問に答えよ。

(1) この砂の間隙比( $e$ )、含水比( $w$ )はいくらか？(4)

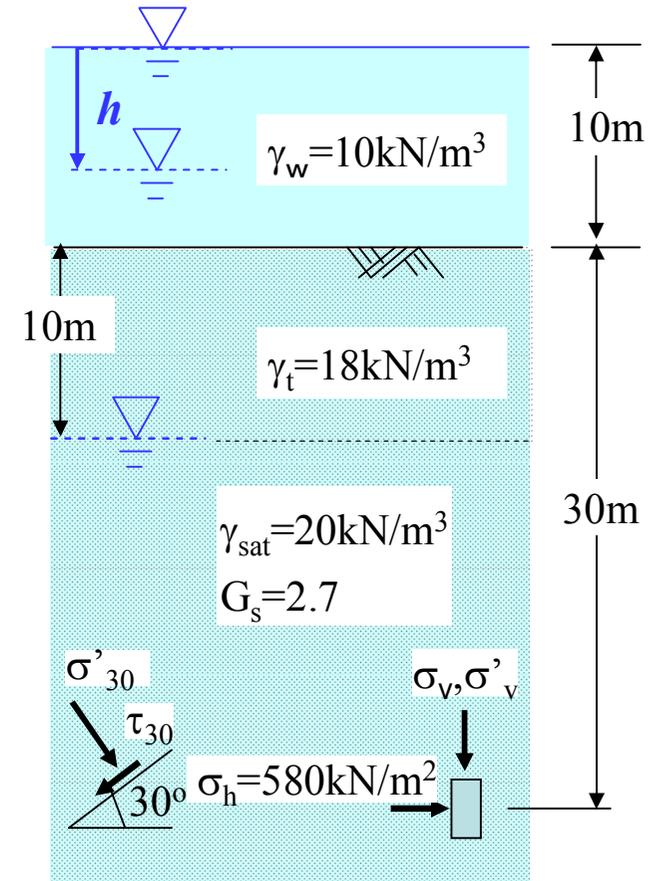
$$\gamma_{sat} = \frac{G_s + e}{1 + e} \gamma_w = 20 \quad \text{より、} \underline{e=0.7}$$

$$w = \frac{e S_r}{G_s} = \frac{0.7 \times 100}{2.7} = 25.9\% \quad \leq \underline{S_r=100\%}$$

(2) 地表面からの深さ30m地点の鉛直全応力( $\sigma_v$ )と鉛直有効応力( $\sigma'_v$ )はいくらか。

$$\sigma_v = 10\gamma_w + 30\gamma_{sat} = 700\text{kN/m}^2$$

$$\sigma'_v = \sigma_v - u = \sigma_v - 40\gamma_w = 300\text{kN/m}^2$$



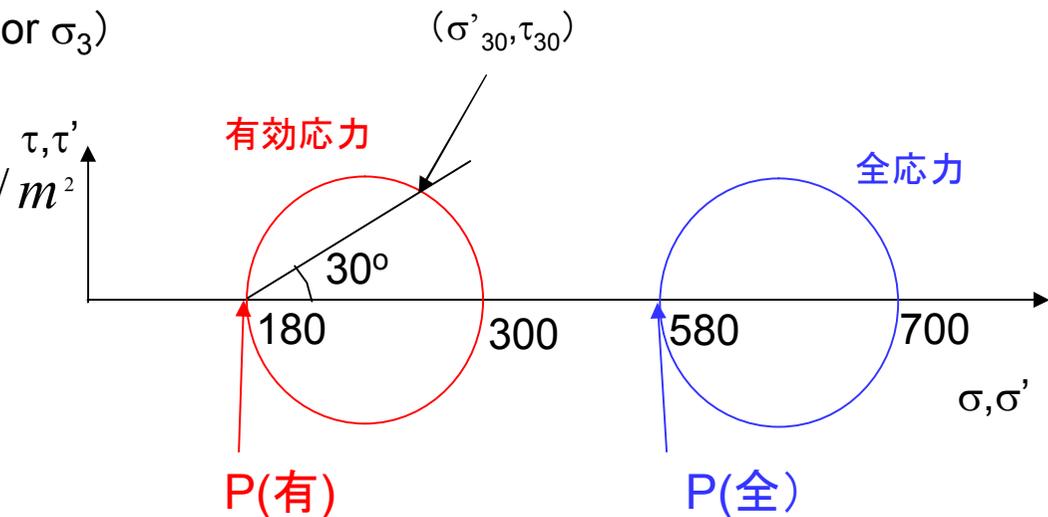
(3) 深さ30m地点の水平全応力( $\sigma_h$ )は580kN/m<sup>2</sup>である。  
この地点のモールの応力円を有効応力、全応力について  
それぞれ描け。また、有効応力のモール円には極の位置  
も示せ。(8)

水平地盤 => 鉛直、水平応力は主応力( $\sigma_1$  or  $\sigma_3$ )

$$\sigma'_h = \sigma_h - u = 580 - 40\gamma_w = 180 \text{ kN/m}^2$$

$$\therefore (\sigma_1, \sigma_3) = (\sigma_v, \sigma_h) = (700, 580)$$

$$(\sigma'_1, \sigma'_3) = (\sigma'_v, \sigma'_h) = (300, 180)$$



(4) 図に示すような水平角30°の面に作用する、有効直応力( $\sigma'_{30}$ )、せん断力( $\tau_{30}$ )を求めよ。

極より30°の線を引き円と交わった点の応力が( $\sigma'_{30}, \tau_{30}$ )

$$(\sigma'_{30}, \tau_{30}) = \left( \frac{180 + 300}{2} + 60 \cos 60^\circ, 60 \sin 60^\circ \right) = \underline{\underline{(270, 30\sqrt{3})}} = \underline{\underline{(270, 52.0) \text{ (kN/m}^2\text{)}}}$$

(5) 図に示すように、水位が地表面上10mから地表面下-10mの位置まで20m低下したとする。水位の低下量を $h$ として、地表面から30mの深さの鉛直全応力( $\sigma_v$ )と鉛直有効応力( $\sigma'_v$ )がそれぞれ $h$ によってどのように変化するかを、 $h$ を横軸に、 $\sigma_v$ と $\sigma'_v$ を縦軸にとり図示せよ。

