

# 平成17年土質力学第二中間試験解答例

1. 以下の英語を和訳せよ。(8)

i) normally consolidated clay, ii) void ratio, iii) pore water pressure, vi) oedometer test

解答:i)正規圧密粘土、ii)間隙比、iii)間隙水圧、vi)圧密試験

2. 以下の用語を英訳し、簡単に説明せよ(20) (1) 以下の語を英訳せよ。

i) 有効応力の原理、 ii) 体積圧縮係数、 iii) 圧密係数、 vi) 過圧密比

解答:

i) Principle of effective stress:

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、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、剛性とい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る。

ii) coefficient of compressibility:

ある有効応力の範囲で、土の体積ひずみ( $\varepsilon_v$ )と有効応力増分( $\Delta\sigma'$ )は線形(比例)関係にあると仮定し、 $\varepsilon_v = m_v \Delta\sigma'$ とを関係付ける定数。次元は応力の逆数(例えば、 $m^2/kN$ )。圧密試験より求めることができ、この場合、 $\sigma'$ は一次元変形条件における鉛直有効応力である。

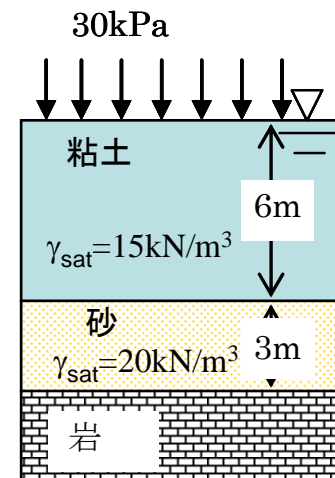
iii) coefficient of consolidation:

粘土の圧密時間を決定する定数。粘土の圧密は、透水係数が小さいほど、圧縮性が大きいほど時間を要し、 $c_v$ は土の透水係数 $k$ と体積圧縮 $m_v$ 、間隙水の単位体積重量 $\gamma_w$ によって $c_v = k\gamma_w/m_v$ のように与えられる。実際の圧密時間は、 $c_v$ と排水長、並びに境界条件、初期条件によって決まる時間係数( $T$ )によって計算できる。例えば、一次元条件で最大排水長が $H$ であれば、90%圧密時間 $t_{90}$ は $t_{90} = T_{90}H^2/c_v$ となる。

iv) over consolidation ratio (OCR):

過去に粘土が受けた最大圧密圧力(最大先行圧密圧力: $p_c$ )を現在の有効鉛直圧密圧力 $\sigma'_{v0}$ で除した値( $OCR = p_c / \sigma'_{v0}$ )で、 $OCR = 1$ の状態を正規圧密状態という。同一の $\sigma'_{v0}$ であれば、 $OCR$ が大きいほど、強度、剛性は大きくなる。

Hint:



飽和粘土  
 载荷直後：  
 水の出入りなし  
 +  
 変形一次元  
 ↓  
 体積、せん断歪ゼロ  
 ↓  
 有効応力変化ゼロ  
 全応力変化 =  $\Delta u$

砂  
 常に排水条件  
 $\Delta u = 0$

3. 透水性の岩盤上に3mの飽和砂層があり、更にその上に6mの飽和粘土層がある。この粘土と砂の飽和単位体積重量( $\gamma_{sat}$ )はそれぞれ15、20kN/m<sup>3</sup>であり、ここでは、水の単位体積重量( $\gamma_w$ )は10kN/m<sup>3</sup>とする。以下の問いに答えよ。

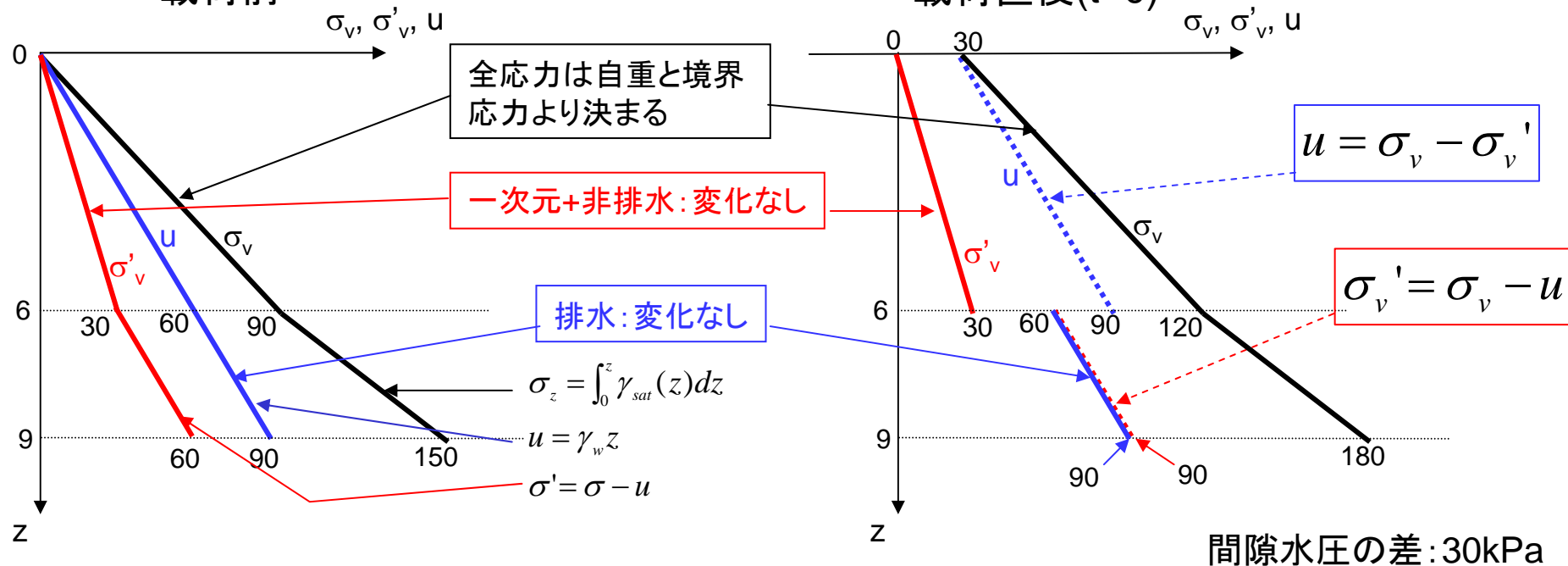
(1) 砂層底部( $z=9\text{m}$ )までの地盤内の全応力、間隙水圧、有効応力の分布を描け。(10)

この地盤に $t=0$ において、30kPaの上載圧を急激に作用させた。

(2) 载荷直後( $t=0$ )の地盤内の全応力、間隙水圧、有効応力の分布を描き、粘土層下面と砂層上面の間隙水圧の差を求めよ。(10)

载荷前

载荷直後( $t=0$ )



4. 薄い砂層の下に8mの飽和粘土層があり、その下に透水性の砂礫層がある。この粘土層が一様な100kPaの応力増分を受けるとき、90%圧密沈下量とそれに要する圧密年数を求めよ。ただし、 $m_v=4.0 \times 10^{-4} \text{m}^2/\text{kN}$ 、 $c_v=1.0 \times 10^{-6} \text{m}^2/\text{min}$ とせよ。(16)

$$\varepsilon_v = m_v \Delta \sigma_v' = 4 \times 10^{-4} \times 100 = 0.04$$

一次元の場合、体積歪み＝鉛直歪み

$$\therefore S_{90} = 0.9 \int_0^h \varepsilon_v dz = 0.9 h \varepsilon_v = 0.9 \times 8 \times 0.04 = \underline{0.29(m)}$$

一次元圧密において、ある圧密度までの沈下に要する圧密時間 $t$ は、時間係数( $T_v$ :無次元)、最大排水長 $H(=h(\text{片端排水})、h/2(\text{両端排水}))$ 、圧密係数 $c_v$ によって与えられる。初期過剰間隙水圧分布が一様な場合の90%圧密時の時間係数 $T_{90}=0.848$

$$t = T_v \frac{H^2}{c_v} = 0.848 \frac{4^2}{10^{-6}} = 1.36 \times 10^7 \text{ min} = \underline{25.9 \text{ years}}$$

5. 図-2のような厚さ5mの砂層の下にある厚さ2mの粘土層中央部(深さ  $z=6\text{m}$ )からサンプリングし、圧密試験を行ったところ、図-3のような  $e\sim\log p$  関係を得た。砂、粘土層ともに飽和しており、粘土と砂の飽和単位体積重量 ( $\gamma_{\text{sat}}$ ) はそれぞれ  $15、19\text{kN/m}^3$  で、ここでは水の単位体積重量 ( $\gamma_w$ ) は  $10\text{kN/m}^3$  とする。また、地盤内の粘土の間隙比(初期間隙比:  $e_0$ ) は  $2.403$ 、比重 ( $G_s$ ) は  $2.6$  であった。以下の問いに答えよ。(36)

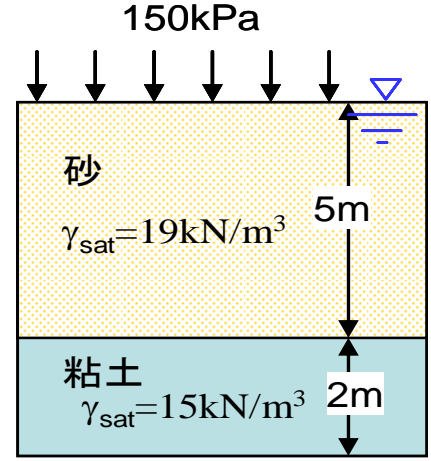


図-2

(1)この粘土の圧縮指数( $C_c$ )、膨潤指数( $C_s$ )、圧密降伏応力( $p_c$ )はいくらか。(9)

$$C_c = \frac{-(e_{100} - e_{1000})}{\log 100 - \log 1000} = 2.4 - 1.4 = \underline{1.0}$$

$$C_s = \frac{-(e_{10} - e_{100})}{\log 10 - \log 100} = 2.5 - 2.4 = \underline{0.1}$$

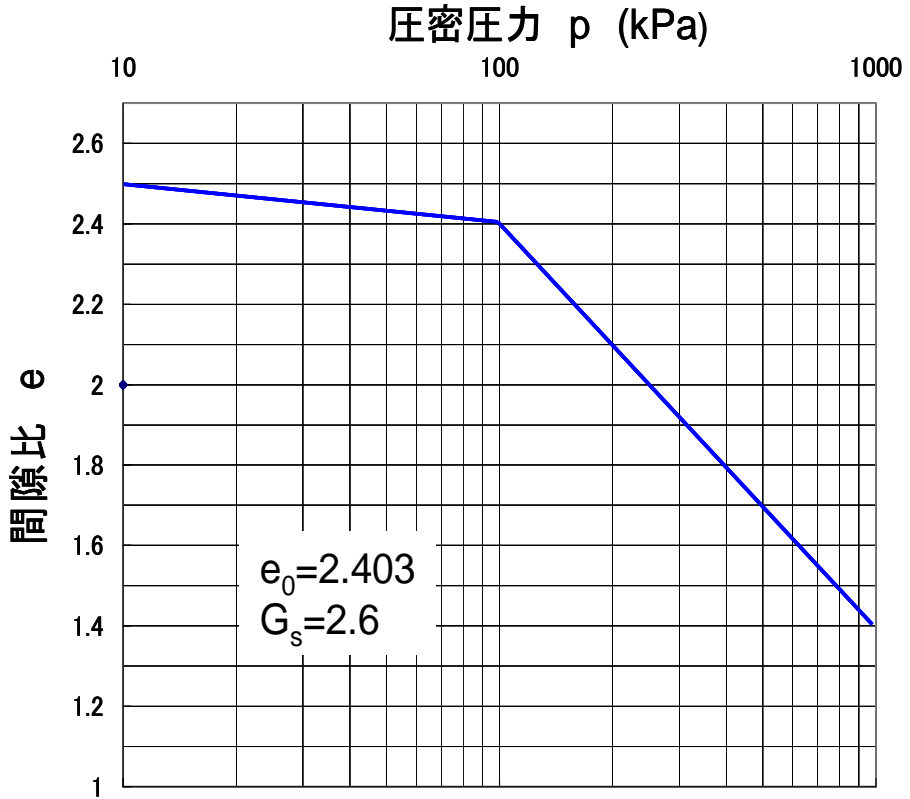
$$p_c = \underline{100\text{kPa}}$$

(2)この粘土の初期含水比( $w$ )、過圧密比(OCR)はいくらか。(9)

$$w = \frac{e100}{G_s} = \underline{92.4(\%)}$$

$$\sigma'_{v0} = 9 \times 5 + 5 \times 1 = \underline{50\text{kPa}}$$

$$\therefore OCR = \frac{p_c}{p'_0} = 100/50 = \underline{2}$$



(3)この粘土試料の圧密圧力200kPaにおける体積圧縮係数( $m_v$ )はいくらか。(5)

この問題は、 $p=200\text{kPa}$ における $m_v$ 。  $p$ を50kPaから200kPaに増加させた時の平均的な $m_v$ ではない。  
(次ページ参照)正規圧密線の $e\text{-log}p$ は  $e = 4.4 - 1.0\log p$

$$de = \frac{1}{\ln 10 p} dp, \quad m_v = \frac{\varepsilon_v}{dp} = \frac{de}{(1+e)dp}, \quad e_{200} = 2.099$$

$$\therefore m_{v \text{ at } p=200\text{kPa}} = \frac{0.434}{(1+2.099)200} = 7.00 \times 10^{-4} \text{ m}^2 / \text{kN}$$

logの計算をしなくても、  
グラフから変化量を求め  
てもOK。

この場合200kPaを挟んで  
100=>300の変化で、  
 $\Delta e = 2.4 - 1.92$   
 $m_v = 0.48 / ((1+2.1)200)$   
 $= 7.7 \times 10^{-4} \text{ m}^2 / \text{kN}$ 程度

この地盤上から150kPaの上載圧力をかけて粘土を圧密させた。

(4)この圧力増分に対する粘土の圧縮ひずみ( $\varepsilon_v$ )はいくらか。

$\sigma'_{v0} = 50\text{kPa}$  ( $e = 2.403$ )から200kPaの圧力増分による間隙比変化は

$$\Delta e = 2.403 - 2.099 = 0.304$$

$$\varepsilon_v = \frac{\Delta e}{(1+e)} = \frac{0.304}{3.403} = 0.089 = 8.9\%$$

この $\Delta e$ を  
 $C_s \log(100/50) + C_c \log(200/100)$ で  
求めると、0.331となる。これでもOK。

(5)この上載圧によって生じる圧密沈下量はいくらか。(砂の沈下は無視できるものとする)

粘土層厚さ $h = 2\text{m}$

$$\therefore S = \int_0^{h=2} \varepsilon_v dz = 2 \times 0.089 = 0.178(\text{m})$$

