

平成19年度土質力学第二 期末テスト(2008.2.14)解答例

1. 土の強度に関する以下の英語を和訳せよ。(8)

- i) undrained strength ii) triaxial compression test, iii) unconfined compression test, iv) soil liquefaction

解答:i)非排水強度、ii)三軸圧縮試験、iii)一軸圧縮試験、iv)(土の)液状化

2. 以下の用語を英訳し、簡単に説明せよ(10)

- i)ダイレイタンスー、ii) K_0 圧密

解答:

i) Dilatancy:

粒状体特有のせん断を受けた場合の体積変化特性。密に詰まった土では、正のダイレイタンスー(体積膨張)、緩く詰まった土では、負のダイレイタンスー(体積圧縮)を示す。もし、体積変化を許さない非排水条件のせん断が飽和に対してなされると、ダイレイタンスー特性によって前者(著しい過圧密粘土)では、負の過剰間隙水圧が、後者(軽い過圧密、正規圧密粘土)では、正の過剰間隙水圧が発生する。

ii) K_0 consolidation / at rest consolidation:

側方ひずみ $\epsilon_{rh}=0$ の一次元変形状態での圧密。標準圧密試験はこの状態における圧密試験である。

K_0 値とはこの時の水平有効応力 σ'_h と鉛直有効応力 σ'_v の比であり、 $\sigma'_h = K_0 \sigma'_v$

3. 図-1に示すような滑らかな壁面の鉛直擁壁で支えられた固結力を有する飽和砂地盤(地下水位:地表面)を考える。砂は K_0 状態で堆積しており、 K_0 値は0.5である。また、この砂の物理特性、強度定数は図に示す通りである。水の単位体積重量を 10kN/m^3 として、以下の問いに答えよ。(32)

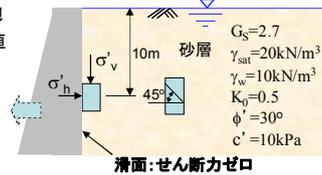


図-1

(1) この砂の間隙比はいくらか? (4)

以下では壁に面した深さ10mの土要素について考える。

(2)土要素の鉛直全応力(σ_v)、鉛直有効応力(σ'_v)、水平全応力(σ_h)、水平有効応力(σ'_h)はそれぞれいくらか?

(3)土要素の有効応力に関するモールの円を描き、図に示す水平角 45° の面の有効応力成分(σ'_{45}, τ'_{45})を求めよ。

(4)この擁壁を図に示すように前面にゆっくり移動させることにより水平応力を減少させ、壁面直近の土を破壊させる。この時の土要素の有効水平直応力(σ'_{ht})はいくらか?

(5)(4)における有効応力のモール応力円を描き、極の位置を示せ。

(6)この状態において破壊条件を満足している面の傾きを求めよ。

解答:

$$(1) \frac{G_s + e}{1 + e} \gamma_w = \gamma_{sat} \Rightarrow \frac{2.70 + e}{1 + e} = 2 \therefore e = 0.70$$

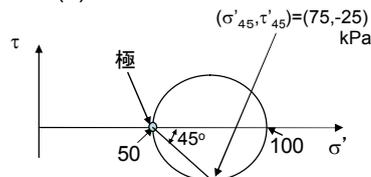
(2) 深さ10mにおいて

$$u = 10\gamma_w = 100\text{kPa}$$

$$\sigma_v = 10\gamma_{sat} = 200\text{kPa}, \quad \sigma'_v = 10\gamma_{sat} - u = 100\text{kPa}$$

$$\sigma'_h = K_0 \sigma'_v = 50\text{kPa}, \quad \sigma_h = \sigma'_h + u = 150\text{kPa}$$

(3)



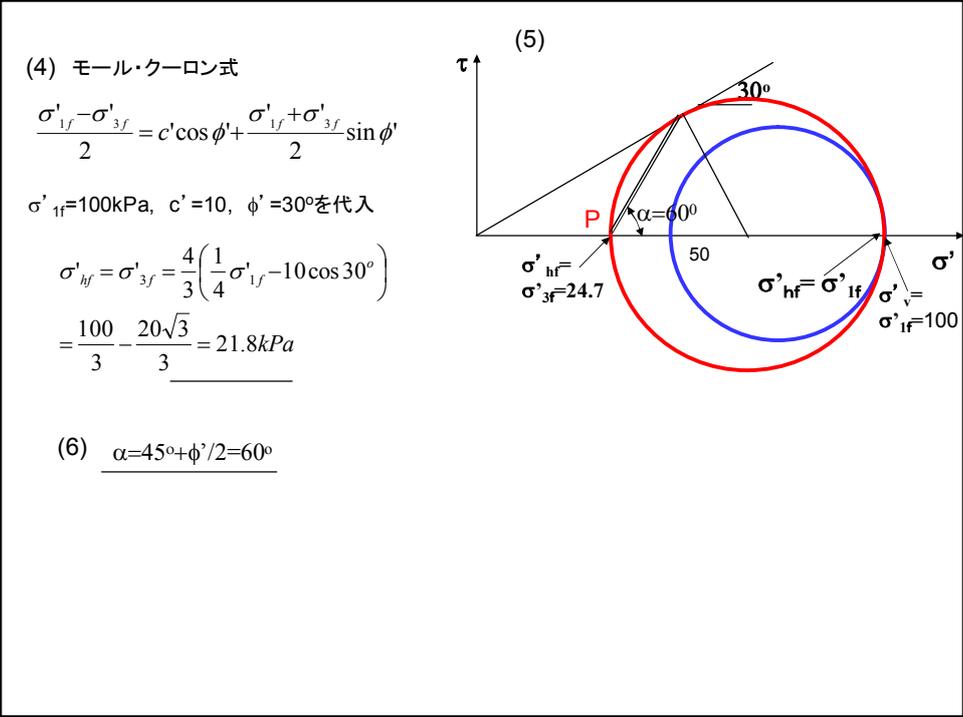


図-2(1)に示すような2つの地点(A、B)の深さ9mの地点から粘土試料をサンプリングした。粘土地盤は完全に飽和しており、深さ9mの有効土被り圧(σ'_v)は図の通り両地盤で同じである。両採取試料に対して、圧密試験、並びに一軸圧縮試験を行い、図-2(2),(3)に示す圧密圧力(p)-間隙比(e)関係(e - $\log p$ 関係)と軸応力(σ_s)-軸ひずみ(ϵ_s)関係を得た。以下の問いに答えよ。(20)

(1) A粘土、B粘土のおおよその過圧密比はいくらか？

(2) 図-4の粘土-1、粘土-2のうちどちらが粘土-Bか。また、その理由は？

(3) 粘土A、粘土-Bのうちどちらが堆積年代が古いと考えられるか？また、その理由は？

(4) 粘土-1の割線弾性係数(E_{50})はいくらか？

(5) 粘土-2に対する非圧密-非排水(UU)せん断試験から得られる c_u 、 ϕ_u はそれぞれいくらになるか？

図-2(1) 地点A、Bにおける粘土層と深さ9m地点の鉛直有効土下部圧 σ'_v

(1) $\sigma'_v = 80 \text{ kPa}$ 、図より圧密降伏応力(最大先行圧密圧力) p_c は、粘土-Aが 300 kPa 、粘土-Bが 80 kPa 程度従って、粘土-A:OCR ~ 3.7 粘土-B:OCR ~ 1.0

(2) 粘土-2: 理由、粘土-Aは e - $\log p$ 関係で圧密降伏応力後、急激は間隙比の減少している。これは発達した骨格構造(セメンテーション等)が、圧縮によって破壊したことを示しており、応力-ひずみ関係が脆性的であることが予測される。ピーク応力後、極端に軸差応力が減少した粘土-1がこれに対応し、それがない粘土2は堆積年代が新しい正規圧密粘土。

(3) 上記の通り。粘土Aが過圧密粘土であり、堆積年代が粘土Bより古い。

$$(4) \quad E_{50} = \frac{q_u/2}{q_u/2 \text{の時の軸ひずみ}} = \frac{25}{0.015} = 1670 \text{ kPa}$$

(5) 飽和粘土の非圧密・非排水試験では、セル圧の上昇による体積変化はない。従って、有効応力の変化、それによる強度の変化もなし。 σ を上げて強度 τ_f は上昇せず、 $\phi_u = 0$ 。

一方、粘土-1の $q_u = 80 \text{ kPa}$ 、従って、 $c_u = q_u/2 = 40 \text{ kPa}$

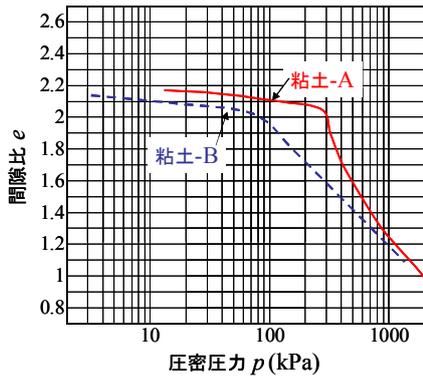


図-2(2) A地点、B地点の粘土(z=8m)のe-logp関係

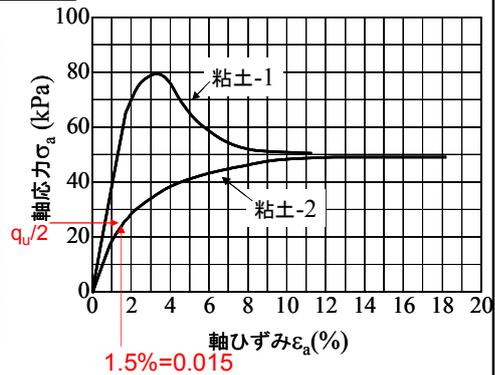


図-2(3) 2地点の粘土の一軸圧縮試験より得られた軸ひずみ-軸応力関係

5. 等方正規圧密および限界状態線が以下の式で与えられる粘土試料がある。

限界状態線: $v = e + 1 = 2.9 - 0.15 \ln p'$, $q' = 1.4 p'$ 等方正規圧密線: $v = 3.00 - 0.15 \ln p'$, $q' = 0$

この粘土資料の図3に示すようなA, B二つの初期状態について、以下の問いに答えよ。

ここでA点は等方正規圧密線上の $p' = 200 \text{ kPa}$ の点、B点はA点と比体積が同じで $p' = 50 \text{ kPa}$ の点(20)

- (1) A, Bから三軸排水せん縮断試験をした場合、最大軸差応力(q'_f)はいくらになるか。
- (2) その時の間隙比はそれぞれいくらか？
- (3) A, Bから三軸非排水圧縮せん断をする時、非排水せん断強度はそれぞれいくらになるか。
- (4) この時のAの破壊時間隙水圧係数(A_r)はいくらになるか。

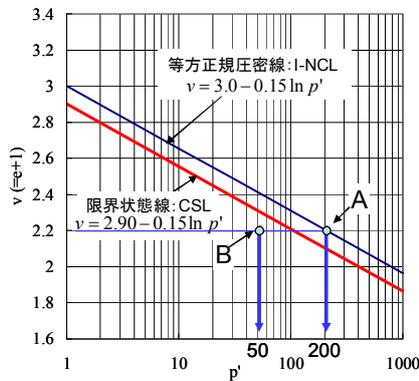


図-3(1) 限界状態線と等方正規圧密曲線のv-p'関係

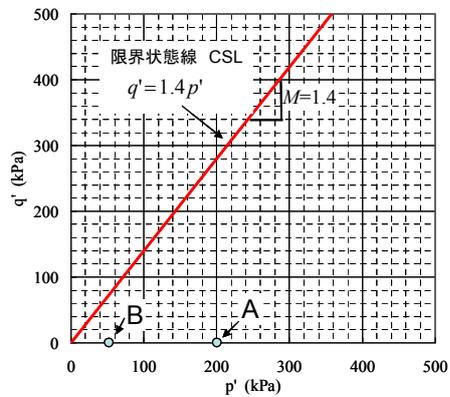


図-3(2) p'-q'面の限界状態線

- (1) A点からの三軸排水圧縮試験の応力パスは、図2(2)のA点(200,0)から傾き $q'/p' = 3$ の直線となる。破壊点軸差応力は、この直線とCSL($q' = Mp'$)の交点の q' 。

$$p' = 200 + \frac{q'}{3} \text{を} q' = 1.4p' \text{に代入}$$

$$3p' = 600 + 1.4p' \Rightarrow p' = \frac{600}{1.6} = 375kPa \Rightarrow q = Mp' = 525kPa \quad \text{B: } 50kPa \text{はこの} 1/4 \\ \Rightarrow p' = 94kPa, q = 131kPa$$

- (2) 上記 p' を $v = e + 1 = 2.9 - 0.15 \ln p'$ に代入。 $A \Rightarrow e = 1.017$ $B \Rightarrow e = 1.225$

- (3) $p' = 200kPa$ における正規圧密線上の間隙比 e は

$$v = 3.00 - 0.15 \ln(200) = 2.205$$

この間隙比におけるCSLの p' は

$$p_f' = \exp\left(\frac{\Gamma - v}{\lambda}\right) = \exp\left(\frac{2.90 - 2.205}{0.2}\right) = 103kPa$$

$$\therefore q_f' = Mp' = 1.03 \times 1.4 = 143kPa, \therefore c_u = \frac{q_f'}{2} = 72kPa$$

A,Bとも間隙比が同じであるので非排水強度は同じとなる。

$$\Delta u_f = p - p'$$

- (4) 破壊時の過剰間隙水圧は Δu_f は
 $p_f' = p_i + \Delta p = 200 + (\Delta\sigma_1 + 2\Delta\sigma_3)/3 = 200 + q_f'/3 = 248kPa \therefore \Delta u = 248 - 103 = 145kPa$
 $A_f = \Delta u / (\Delta\sigma_1 - \Delta\sigma_3) = \Delta u / q_f' = 145/143 = 1.01$

6. 砂地盤の液状化対策を1つ挙げ、なぜその対策が有効かを含めてその工法について簡単に説明せよ。(10)

例えば:

締め固め工法

土を締め固めることにより、密にし、せん断に伴うダイレイタンスーを負(体積圧縮)から正(体積膨張)に変え、繰り返しせん断により発生する過剰間隙水圧の上昇を抑える。(SCP、サンドコンパクションパイル工法、動圧密工法、バイプロフォローテーション工法)