

2018年度 土質力学Ⅱ及び演習 中間試験

2018年5月30日(水) 8:45~10:15 共通1・共通155 講義室

注意事項:

- 問題は3問です。解答用紙も3枚ありますので、3枚すべてに氏名・学生番号等必要事項を記入した上で各問1枚の解答用紙を用い、【1】の問題から順に解答してください。表側に書ききれないときはその旨明記し、その用紙の裏側に解答してください。
- 各問の配点は均等です。
- 関数電卓の持ち込みは可能です。ただし、プログラム機能、携帯電話等の電卓機能の使用は一切不可です。その他、不正行為があった場合は本科目の単位は認定しません。
- 解答に単位が必要な場合は明記すること。

【1】以下の問いに答えよ。

- (1) 不透水性の岩盤上に層厚 H の飽和した粘土層が堆積している。なお、地下水面は地表面と一致しているものとする。この粘土地盤上に荷重を急激に加えた後の圧密過程を、テルツアギーの一次元圧密方程式に基づいて解析する。過剰間隙水圧 (= 間隙水圧 - 静水圧) を u 、圧密係数を C_v 、時間を t 、深さ方向の座標を z とした時、圧密方程式は次式で与えられる。

$$\frac{\partial u}{\partial t} = C_v \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \quad (1)$$

- (a) 以下の仮定と条件式を用いて式(1)を誘導せよ。

① ダルシーの法則 $v = ki = -\frac{k}{\gamma_w} \frac{\partial u}{\partial z}$ (v : 流量流速, k : 透水係数, γ_w : 水の単位体積重量)

② 間隙水の連続式 $\frac{\partial v}{\partial z} = \frac{\partial \varepsilon}{\partial t}$ (ε : 土のひずみ)

③ 有効応力とひずみの関係 $d\varepsilon = m_v d\sigma'$ (m_v : 体積圧縮係数, σ' : 有効応力)

④ 全応力一定の条件 $\frac{\partial \sigma}{\partial t} = \frac{\partial \sigma'}{\partial t} + \frac{\partial u}{\partial t} = 0$ (σ : 全応力)

- (b) 粘土層の上面 (地表面, $z=0$) での境界条件を示せ。
 (c) 粘土層の下面 (不透水性の岩盤の上面, $z=H$) での境界条件を示せ。
 (d) 初期過剰間隙水圧が深さによらず一定値 u_0 のとき、圧密方程式の解は次式で与えられる。横軸を過剰間隙水圧 u 、縦軸を深さ z とし、次式の概略図を描き、過剰間隙水圧分布の時間変化を説明せよ。

$$u = \sum_{m=0}^{\infty} \left[\frac{2u_0}{M} \sin\left(\frac{M}{H}z\right) \exp(-M^2 T_v) \right] \quad M = \frac{2m+1}{2}\pi, \quad T_v = \frac{C_v t}{H^2} \quad (2)$$

(2) 8m×4m のべた基礎に等分布荷重 100kN/m² が作用している。地盤を線形弾性体と仮定して、基礎中心直下 2m における地中鉛直応力を求めよ。なお、長方形の等分布荷重 q によって発生する隅角部直下の地盤中の鉛直応力は次式で求められる。また、影響値 I_q は図 1 から求めてもよい。

$$\sigma_z = qI_q(m,n) = \frac{q}{2\pi} \left[\frac{mn(m^2 + n^2 + 2)}{(m^2 + 1)(n^2 + 1)\sqrt{m^2 + n^2 + 1}} + \sin^{-1} \left(\frac{mn}{\sqrt{m^2 + 1}\sqrt{n^2 + 1}} \right) \right] \quad m = \frac{a}{z} \quad n = \frac{b}{z} \quad (3)$$

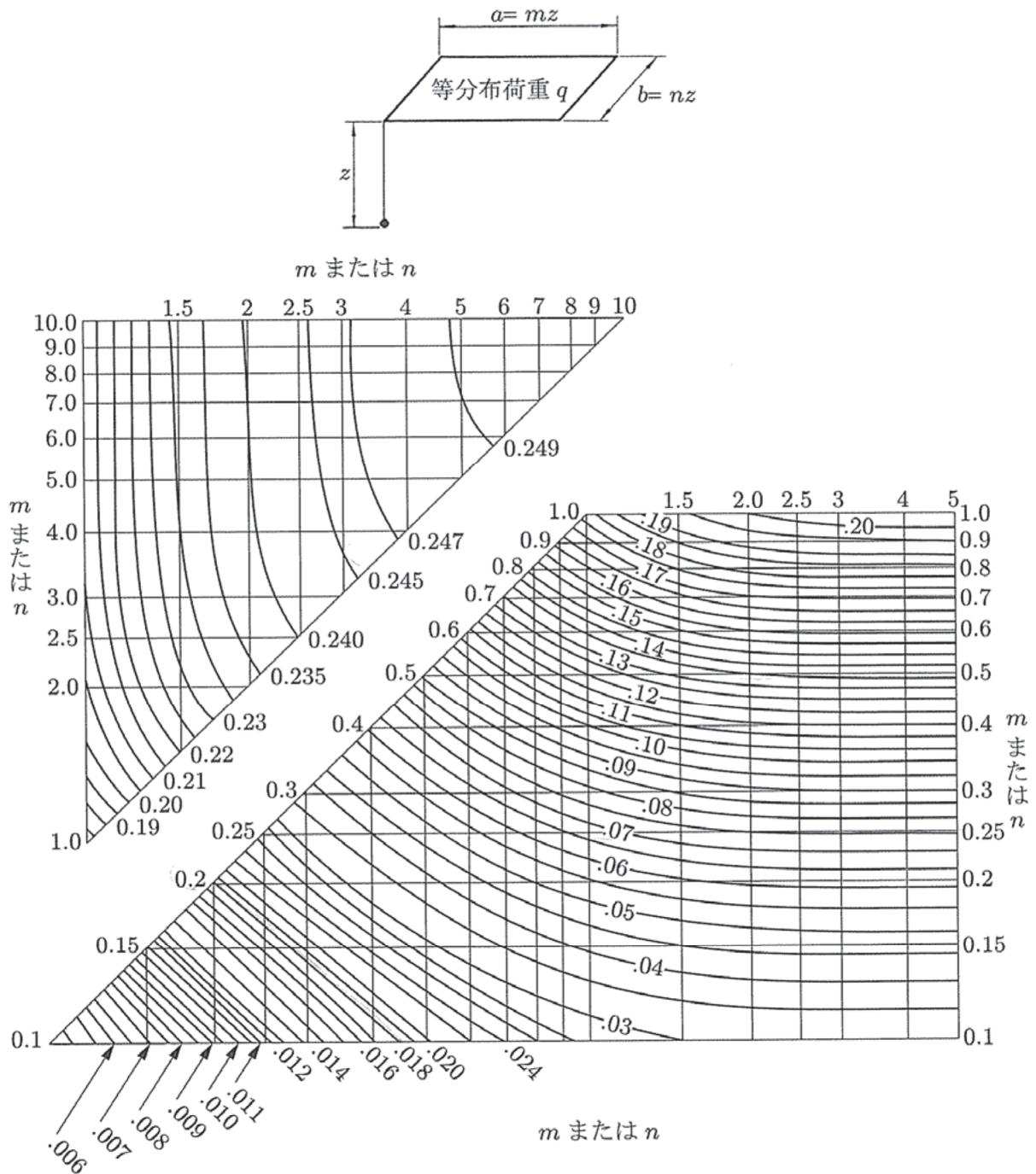


図 1 影響値 I_q

【2】 飽和状態にある正規圧密粘土の地盤からサンプリングした試料を用いて、一軸圧縮試験を行った。破壊時に伴う応力状態（全応力・有効応力）と間隙水圧については、図2に示すモールの応力円で表現している。なお、図中で使用している記号を次のように定義する。

- τ せん断応力
- σ, σ' 垂直応力（全応力，有効応力）
- σ'_f, τ_f 破壊面上の垂直有効応力，せん断応力
- $\sigma_{1f}, \sigma'_{1f}$ 破壊時の最大主応力（全応力，有効応力）
- $\sigma_{3f}, \sigma'_{3f}$ 破壊時の最小主応力（全応力，有効応力）
- ϕ', c' 内部摩擦角，粘着力
- q_u 一軸圧縮強度
- $u_f, \Delta u_f$ 破壊時の間隙水圧，過剰間隙水圧
- u_o せん断前の間隙水圧

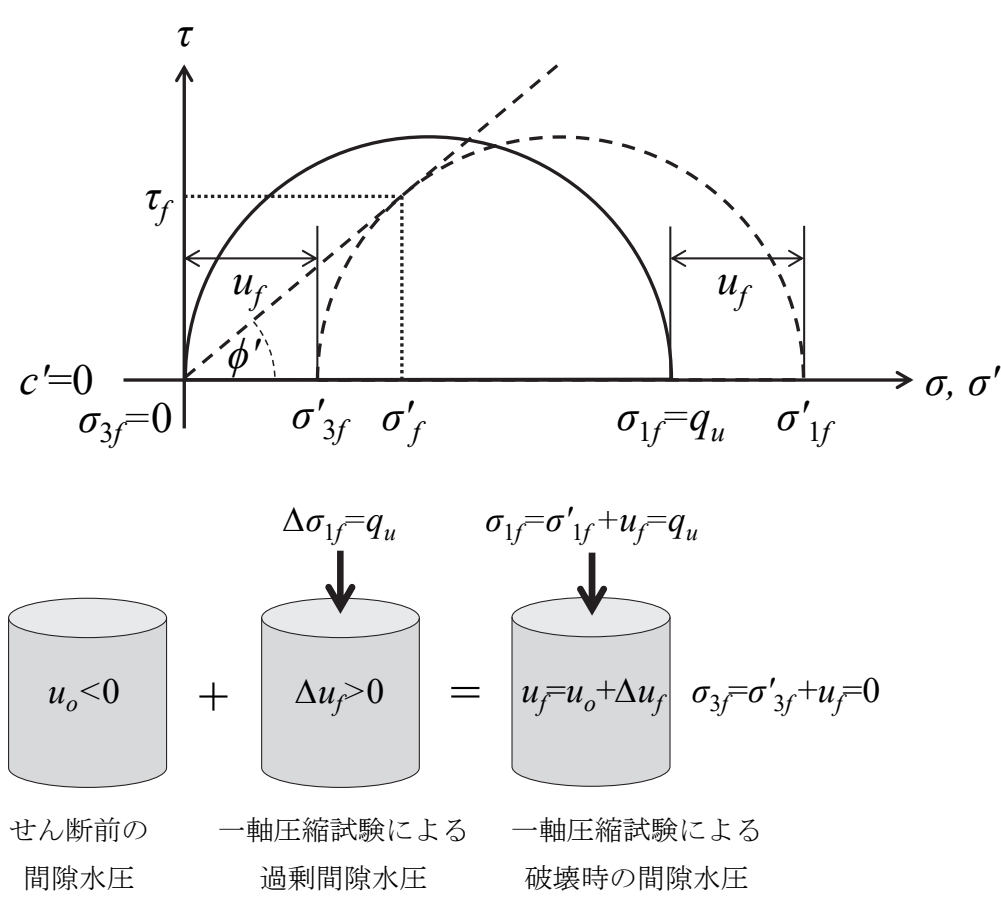


図2

ここでは、一軸圧縮試験では通常測定することができない間隙水圧の変化について考える。モール・クーロンの破壊規準が成立するとし、以下の問いに答えよ。

- (1) 得られた一軸圧縮強度 q_u が 160 kPa であった。 $c'=0$, $\phi'=30^\circ$ である試料として、破壊時の間隙水圧 u_f を計算せよ。
- (2) そのときの破壊面上の垂直有効応力 σ'_f 、垂直全応力 σ_f およびせん断応力 τ_f を求めよ。
- (3) 間隙水圧 u_f は、せん断前の間隙水圧 u_o と破壊時の過剰間隙水圧 Δu_f の組み合わせと考える ($u_f = u_o + \Delta u_f$)。破壊時におけるスケンプトン間隙圧係数 $A_f = \Delta u_f / (\sigma_1 - \sigma_3) = 0.7$ とするとき、 u_o を計算せよ。
- (4) せん断前の間隙水圧 u_o が負の値にならないように、同じ試料に対して非圧密非排水 (UU) 三軸圧縮試験を一定側圧 200 kPa の条件で実施したとして、非排水せん断強度 c_u を求めよ。
- (5) (1) で初期状態においてせん断前の間隙水圧 u_o が負となる理由を説明せよ。

【3】 図3のような擁壁を考える。ただし、裏込め土の粘着力 c' はゼロで、擁壁は摩擦がなく滑らかであり、地下水位は十分に深く裏込め土の間隙水圧はゼロと仮定する。以下の問いに答えよ。

- (1) 以下について簡潔に説明せよ。
 - (a) 静止土圧係数と内部摩擦角 ϕ' の経験的な関係式
 - (b) 擁壁の安定性を検討する際の3つの項目
- (2) 擁壁の変位 δ を横軸に、土圧係数を縦軸にとって、擁壁に作用する代表的な3種類の土圧係数を明記して図示せよ。変位の方向は図3を参照すること。
- (3) 擁壁に作用する土圧をクーロン土圧の考え方で求める。図3に示す土くさびの重量を W 、仮想破壊面に垂直な抗力を N 、平行な摩擦抵抗を T 、擁壁に働く土圧合力を P とする。以下の2つの場合について、土くさびに作用する連力図を示すと共に、土圧合力 P を W, θ, ϕ' を用いて表せ。
 - (a) 擁壁が図中左側 (δ_-) の方向に変位する場合
 - (b) 擁壁が図中右側 (δ_+) の方向に変位する場合
- (4) (3)で表した P から、擁壁に作用する土圧合力を決定する方法を(a)(b)それぞれについて簡単に説明せよ。
- (5) 裏込め土の地盤条件を再度実験で確認したところ、粘着力 c' がゼロではないことが分かった。そこで、擁壁が図中左側 (δ_-) の方向に変位する場合について、擁壁に作用する土圧をランキン土圧の考え方で求める。
 - (a) 裏込め土の表面から深さ z の位置で壁面に作用する土圧を求めよ。
 - (b) 破壊面の方向を求めよ。
 - (c) 壁面に作用する土圧分布を正確に示せ。

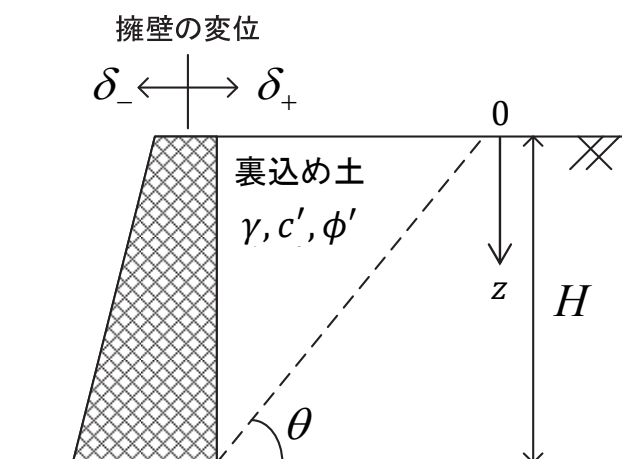


図3