

2019年度 土質力学Ⅱ及び演習 定期試験

2019年7月24日(水) 10:00~12:00 共通1・共通155 講義室

注意事項:

- 問題は5問です。解答用紙も5枚ありますので、5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されないと共に、しかるべき対応をとります。
- 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。この粘土地盤上に一定荷重を急激に加えた後の圧密を考える。テルツアギーの一次元圧密方程式は次式で与えられる。 u は過剰間隙水圧 (= 間隙水圧 - 静水圧), c_v は圧密係数, t は時間, z は深さ方向の座標である。

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

- (a) 粘土層の上面 (地表面, $z=0$) での境界条件を示せ。
 (b) 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。
 (c) 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 として、過剰間隙水圧分布の初期値、圧密途中および圧密終了後の概略図を示せ。

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

- (d) 軟弱粘土地盤の改良工法としてサンドドレーン工法がある。この工法によって、圧密挙動がどのように変化するかを答えよ。

- (2) 図1のように、長方形 (各辺の長さは a , b) のべた基礎に等分布荷重 q が作用している。

- (a) 地盤を線形弾性体と仮定して、基礎中心直下の深さ z における鉛直応力を求めよ。なお、長方形 (各辺の長さは a , b) の等分布荷重 q によって発生する隅角部直下の深さ z における鉛直応力 σ_z は次式で求められるとする。

$$\sigma_z = qI_q(m, n) \quad m = \frac{a}{z} \quad n = \frac{b}{z} \quad (3)$$

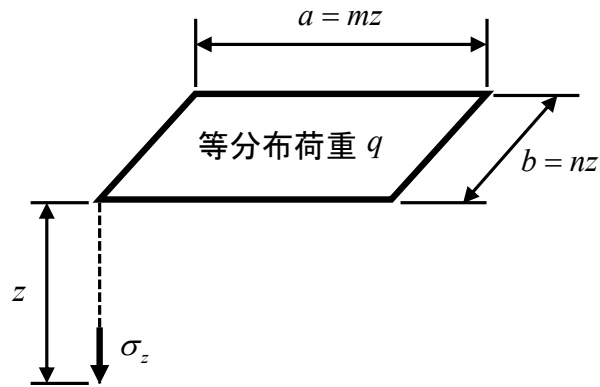


図 1

(b) 地盤は一般に弾性体ではないが、(a)のように地盤を線形弾性体と仮定して求めた解が地盤内応力の推定に有用な理由を述べよ。

【2】 土の破壊理論について、以下の問いに答えよ。

- (1) モール・クーロンの破壊規準について、主応力を用いたモール・クーロンの破壊規準を、モールの応力円を用いて誘導せよ。
- (2) ある乾燥砂に対して、その初期密度を 2 通りに変えて、側圧一定の排水三軸試験を行った。ゆるい砂と密な砂のそれぞれに対し、軸差応力および体積変化と軸方向ひずみの関係を図示せよ。
- (3) 以下の言葉を簡単に説明せよ。
 - 1) スケンプトン間の空隙係数
 - 2) 粘土の鋭敏比

【3】 擁壁の安定性に関する以下の問いに答えよ.

- (1) 水平変位を X 軸に, 土圧を Y 軸に取り, 擁壁に作用する主動土圧と受働土圧の違いを XY 平面に図示せよ.
- (2) 夏季の猛暑対策の一つとして, ある町内会が自治体の許可を得てセーリングや遊泳を目的とした人工池を造成することにした. 擁壁の寸法は図 2 に示したとおりで, 使用する鉄筋コンクリートの単位体積重量 γ が 24 kN/m^3 のとき, 点 A まわりの転倒モーメントに対する安全率を求めよ. ここで, 擁壁底面と地盤の間には摩擦力が作用しており擁壁は滑動せず, 擁壁側面は滑らかで止水処理がなされているものとする. また, 擁壁には排水設備が設置されており, 池の水位が擁壁を越流することはない.

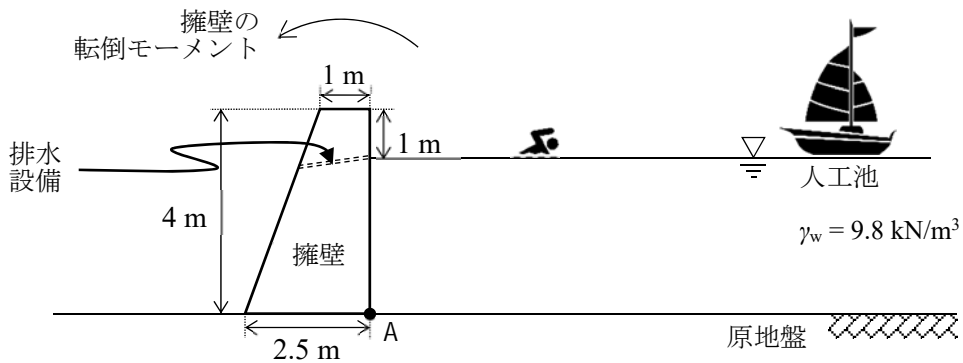


図 2

- (3) 数年後, 住宅建設用の宅地を新たに造成するため, 再度自治体の許可を得て粘着力のない砂質土を締め固めて, 図 3 のように擁壁背面の地表面が水平になるようこの人工池を埋め立てた. (2)と同様に, 擁壁側面は滑らかで背面土との間には壁面摩擦は生じず, 排水設備により水位は排水管の位置までしか上昇しない. このとき, (i)乾季, (ii)雨季における点 A まわりの転倒モーメントに対する安全率を求めよ. なお, 乾季における地下水位は, 擁壁底面より十分に深い位置にあるものとする.

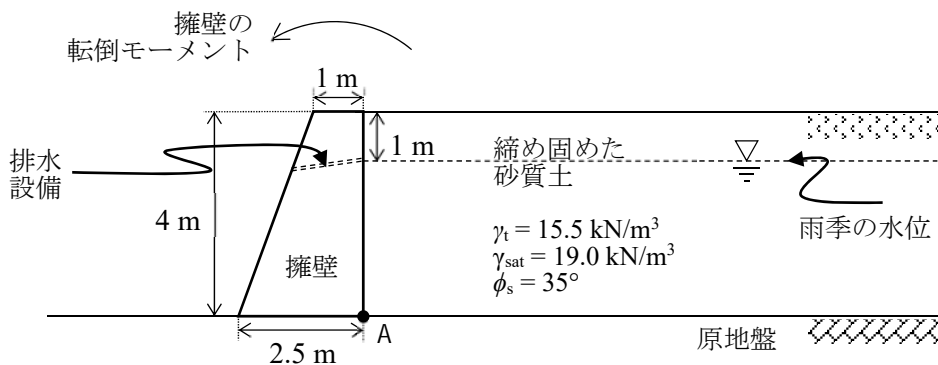


図 3

【4】 次の設問に答えなさい。

(1) 杭基礎に関する次の語句を説明せよ。必要であれば説明には図を用いても良い。

- 1) 杭基礎の支持機構
- 2) ネガティブフリクション

(2) Terzaghi による帯状基礎の極限支持力 q_u は、支持力係数 N_c , N_γ , N_q を用いて次の式で表される。なお、 c は粘着力、 γ は単位体積重量、 B は基礎幅、 D_f は基礎の根入れ深さである。

$$q_u = cN_c + \frac{1}{2}\gamma BN_\gamma + \gamma D_f N_q$$

- 1) この式を誘導するために Terzaghi が考えた破壊メカニズムを、地盤のすべり線を描いて説明せよ。
- 2) 安全率を F_s として、許容支持力 q_a を誘導せよ。

(3) 帯状基礎が図4に示すような2層の地盤中に設けられており、地下水位が地表面から深さ h_w の位置に存在している。

- (1) このとき、支持力係数 N_c , N_γ , N_q , および表中に示す地盤パラメータの記号を用いて、極限支持力 q_u の算定式を示せ。ただし、水の単位体積重量は γ_w とする。
- (2) 支持力係数 N_c , N_γ , N_q の算定に用いる地盤パラメータを表から選んで示せ。

表 1

	湿潤単位体積重量	飽和単位体積重量	粘着力	内部摩擦角
地層 1	$\gamma_t^{(1)}$	$\gamma_{sat}^{(1)}$	$c^{(1)}$	$\phi^{(1)}$
地層 2	$\gamma_t^{(2)}$	$\gamma_{sat}^{(2)}$	$c^{(2)}$	$\phi^{(2)}$

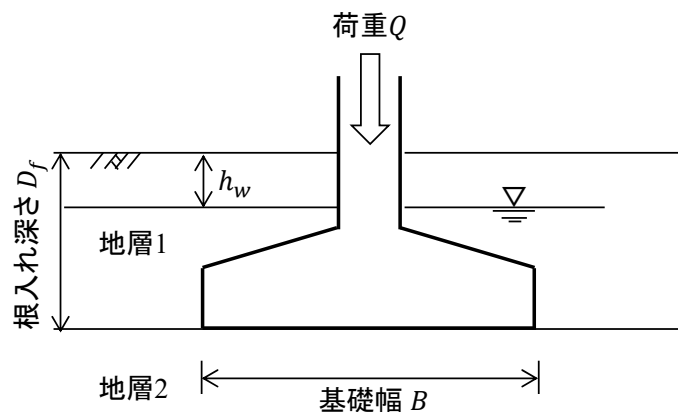


図 4

【5】 以下の問いに答えよ.

(1) 分割法を用いた斜面安定に関する以下の問いに答えよ. ただし, 地下水位は十分に低い位置にあり, 考慮する必要はないものとする.

1) 図5に示すように, すべり土塊を n 個のスライスに分割してフェレニウス法により円弧すべりに対する安定解析を行う. ここで, 円弧の中心点を O , 円弧の半径を R とし, 左から i 番目のスライスにおけるすべり面での粘着力および内部摩擦角を c_i と ϕ_i , すべり面底面の長さとその勾配を L_i と θ_i とする. また, スライスの重量を W_i , スライス左右の側面に作用する水平力を H_i と H_{i+1} , 鉛直力を V_i と V_{i+1} , スライス底面の鉛直抗力とせん断力を N_i と S_i とする. フェレニウス法では, スライスの両側面に作用する力が釣り合っていると仮定することで (スライス側方の断面力の合力はすべり面に平行に働く) と仮定してもよい, 安全率 F_s が以下の通り計算される.

$$F_s = \frac{\sum_{i=1}^n (c_i L_i + W_i \cos \theta_i \tan \phi_i)}{\sum_{i=1}^n W_i \sin \theta_i} \quad \text{式(1)}$$

以下に示す条件式を明示し, 式(1)を誘導せよ.

- i 番目のスライスにおけるスライス底部に垂直な方向の力の釣り合い式
- i 番目のスライスでの破壊条件式 (すべり条件式)
- すべり土塊全体に対する O 点回りのモーメントの釣り合い式

2) 震度法を用いて地震が発生した際の斜面安定を考える. 震度法とは, 地盤を剛体と考え, 地盤に働く加速度に考えている領域の土の質量をかけた慣性力を静的な釣り合い式に考慮する方法である. ここでは, 鉛直方向の地震動の影響は無視できるほど小さいとして, 水平方向の地震動のみを考慮する. g を重力加速度, α を地盤に働く加速度, $k_h (= \alpha/g)$ を水平震度係数として, i 番目のスライスに $k_h \cdot W_i$ の地震力が水平方向に作用するとした場合の, フェレニウス法による斜面の安全率 F_s を示せ.

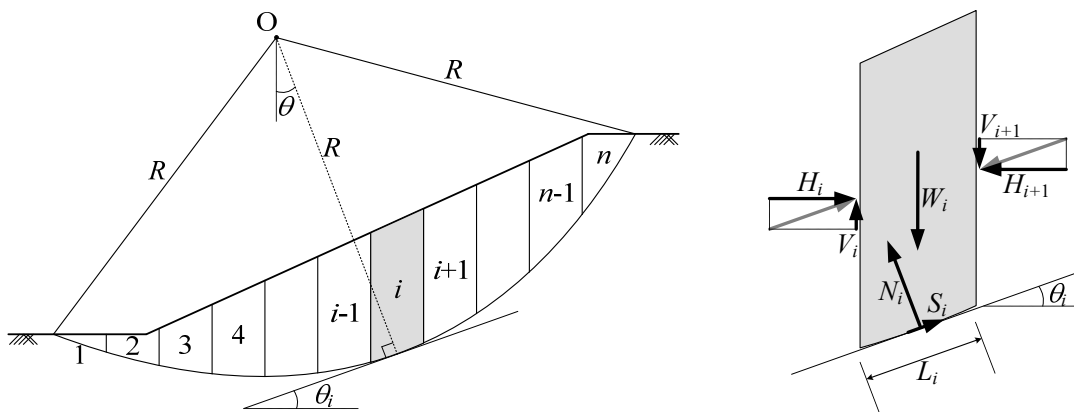


図5

(2) 地盤の液状化に関する以下の問いに答えよ。

- 1) 地震時の地盤の液状化について、土のダイレイタンスー特性を踏まえて説明せよ。必要があれば図を用いてもよい。
- 2) 地盤の液状化に関する以下の用語について説明せよ。必要があれば図を用いてもよい。
 - a) 液状化強度曲線
 - b) 液状化安全率