

2017年度 土質力学Ⅱ及び演習 定期試験

2017年7月26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しません。
- 解答に単位が必要な場合は明記すること。

【1】粘土地盤の圧密等に関する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。

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

- 1) 式(1)において、時間係数 $T = \frac{C_v t}{H^2}$ と無次元化深さ $Z = \frac{z}{H}$ を用いた圧密方程式を示せ。
- 2) 粘土層の上面 (地表面, $z = 0$) での境界条件を示せ。
- 3) 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。
- 4) 1)の圧密方程式の解を変数分離できるとして次式の形で与える。これを基に、粘土層の上面と下面での境界条件より、式(1)の圧密方程式の一般解を求めよ。なお、初期条件はここでは与えないので、未定係数を残した形でよい。

$$u(Z, T) = S(Z)W(T) \quad (2)$$

- (2) 粘土地盤の地表面に図-1 に示す三角形の分布荷重を載荷するとき、地表面から深さ z にある点 A に生じる鉛直応力 σ_z は a/z の関数 I_q を用いて次式で与えられる。この関数を用いて、図-2 に示す台形状の分布荷重を載荷するとき、地表面から深さ z にある点 B に生じる鉛直応力 σ_z を示せ。ただし、粘土地盤は線形弾性体とする。

$$\sigma_z = I_q \left(\frac{a}{z} \right) q \quad (3)$$

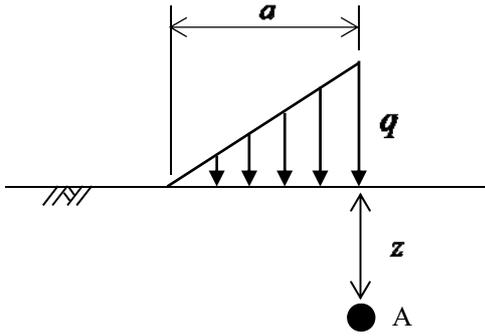


図-1

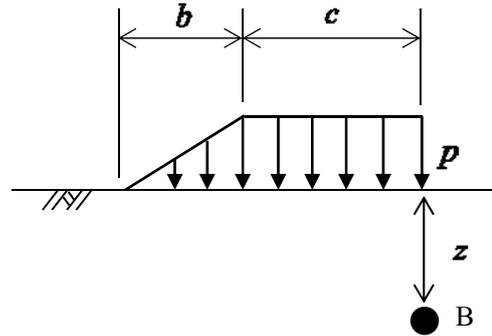


図-2

【2】 土の強度に関する以下の問いに答えよ。なお、解答に際しては、途中の計算過程もすべて示さない。

- (1) 飽和粘土を用いて非圧密-非排水三軸圧縮試験を行い、破壊時について次の結果を得た。このとき、3つの試験について破壊時のモールの円を描き、図中にモール・クーロンの破壊規準を描いてせん断強度定数 c_u および ϕ_u を求めなさい。

拘束圧 (kPa)	200	400	600
軸差応力 (kPa)	220	220	220

- (2) モール・クーロンの破壊規準が成立するとした場合、ある有効拘束圧 σ'_3 で三軸圧縮試験を行ったときの破壊時の軸差応力を推定する式 $q = f(\sigma'_3, c', \phi')$ を示しなさい。式の導出過程もすべて示すこと。

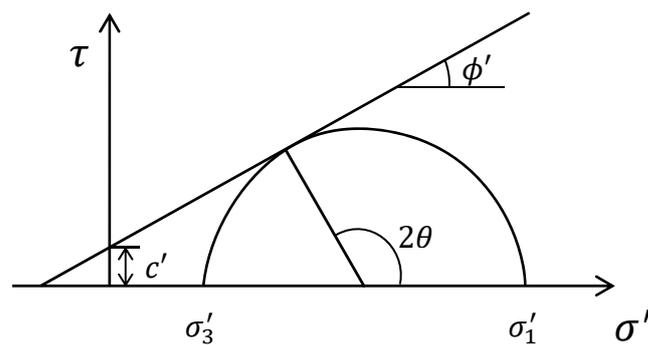


図-3

- (3) 三軸試験によって得られる強度定数は、試験条件を変えることで様々な地盤の安定問題の予測に用いられる。短期的な安定問題の予測には、どのような条件下での三軸試験結果が用いられるか、またその理由について簡単に説明せよ。

【3】 図-4 に示すように片方の側壁が回転する擁壁の模型実験を考える。奥行き方向は紙面に平行な一対の壁面が存在して剛な土槽となっており、壁体 AB は回転支点（ヒンジ）A で回転する。なお、壁面及び土槽内側は滑らかなフィルムで覆われており摩擦は無視できるとする。

まず、土槽内に壁体 AB を垂直に保ちながら、内部摩擦角 ϕ をもつ単位体積重量 γ の乾燥土を深さ t まで充填した。次に、壁体 AB の上端の中央部に水平方向にワイヤを取り付け、滑車 E を通して質量 m の重りに連結した（図-4 の BEF）。壁体 AB は、壁面に作用する土圧とワイヤの張力とのバランスにより土槽の内側あるいは外側へゆっくり回転する。重りによる荷重が主働土圧あるいは受働土圧によって許容される限界値を超えると、土は破壊して壁体が大きく動いた。

壁体の質量、ヒンジの摩擦、土と土槽および壁との摩擦の影響は無視できるとし、以下の設問に答えよ。

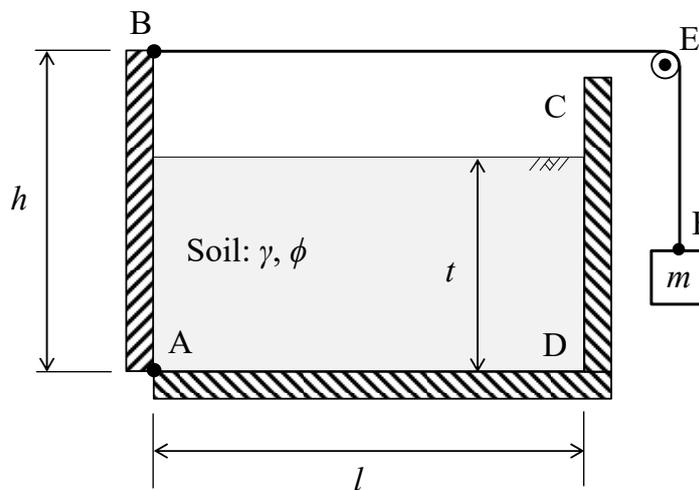


図-4

- (1) この実験が壁面 CD の境界による影響を受けないためには、底面 AD の長さ l は十分に大きくとらなければならない。クーロンの土圧理論に基づいて、粘着力のない土において生じるくさび型のすべり面が壁面 CD に達しないために必要な長さ l を、 t および ϕ を用いて表せ。
- (2) 単位体積重量 γ および摩擦角 ϕ が未知の粘着力のない土を用いて実験を行い、壁体 AB を安定させることができる重りの質量 m の極限值を得たところ、最小質量は 0.4 kg、最大質量は 5.0 kg であることが分かった。ここで、壁体 AB の高さ h は 0.30 m、土の厚さ t は 0.20 m、奥行き方向の土槽の長さ b は 0.25 m である。このとき、ランキンの土圧理論に基づいて γ と ϕ を求めよ。ただし、重力加速度 $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ とする。

【4】 以下の設問に答えよ。

(1) 帯状基礎が図-5 に示す 2 層の地盤中に設けられているとする時、以下の設問に答えよ。

- 1) Terzaghi の支持力公式に基づき、支持力係数 (N_c , N_γ , N_q) および図-5 中に示す地盤パラメータの記号を用いて、極限支持力 q_d の算定式を示せ。なお、このとき地下水位は十分に地中深いところにあると仮定せよ。
- 2) 1) に示した極限支持力 q_d の式に、安全率 SF を導入して許容支持力 q_a を誘導せよ。

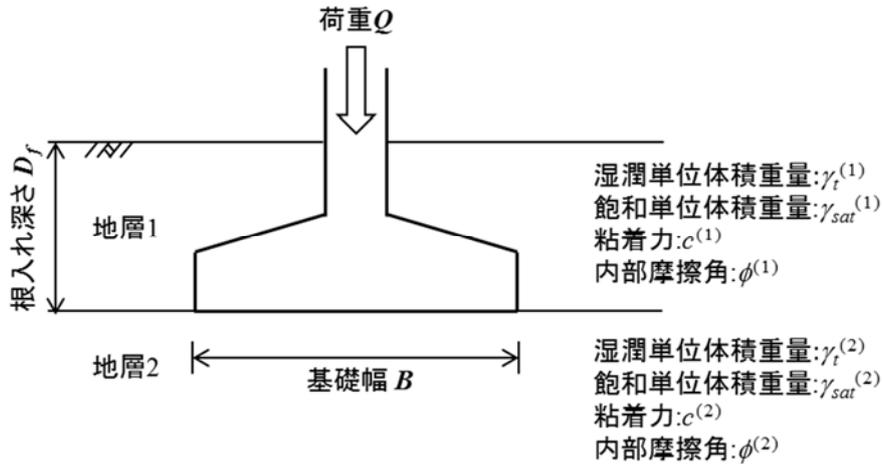


図-5

- 3) 図-6 に示すように、図-5 に示す状態から地下水位が地表面から深さ h_w の位置まで上昇したとする。支持力係数 (N_c , N_γ , N_q)、および図-6 中に示す地盤パラメータの記号を用いて、この条件での極限支持力 q_d の算定式を示せ。ただし、水の単位体積重量は γ_w として標記せよ。

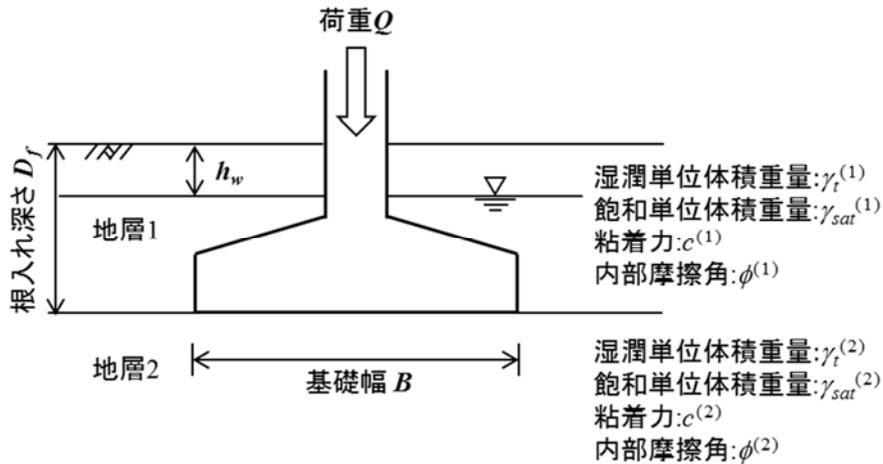


図-6

(2) 以下の用語について図を用いて説明せよ。

- 1) 全般せん断破壊および局部せん断破壊
- 2) 浅い基礎および深い基礎
- 3) ネガティブフリクション

【5】以下の問いに答えよ。

(1) 水平面からの仰角が 60° の急斜面を対象としてその安定性を調査することとなった。測量によって斜面の天端までの高さを測定したところ、 4.8 m であった。次に、斜面を構成する地盤から乱さない試料を採取し、室内土質試験を実施して、湿潤単位体積重量 $\gamma=15.0\text{ kN/m}^3$ 、粘着力 $c=18\text{ kN/m}^2$ 、せん断抵抗角 $\phi=0^\circ$ を得た。図-7 に示す安定係数図表を用いてこの斜面の安定性を評価する。

- 1) 深さ係数 $n_d=1$ としてこの斜面の限界高さ H_c を求めよ。
- 2) 1)を利用してこの斜面の崩壊に対する安全率 F を計算せよ。

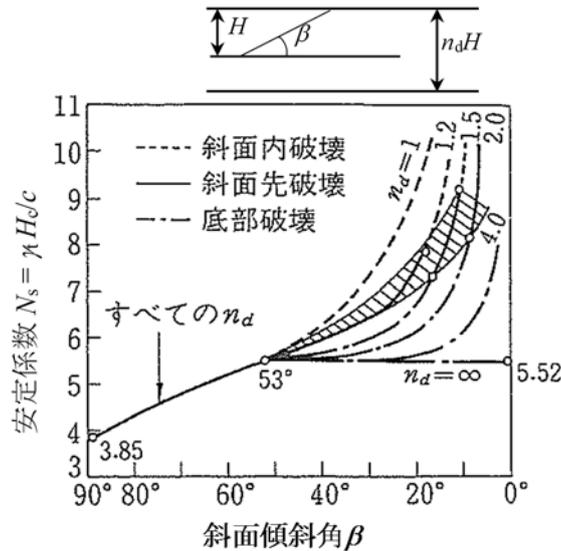


図-7

(2) 砂質地盤の液状化検討を行う。今対象とする地盤は地表から連続した砂質土で、地下水位は地表面下 1 m にあり、調査の結果、 $\gamma=17.6\text{ kN/m}^3$ 、 $\gamma_{\text{sat}}=19.3\text{ kN/m}^3$ であることがわかっている。この砂質地盤から採取した乱さない試料を用いて非排水繰返し三軸試験を行い、液状化強度比 $R_L = (\tau/\sigma'_v) = 0.30$ が得られたとする。重力加速度 $g=9.8\text{ m/s}^2$ 、水の単位体積重量を $\gamma_w=9.8\text{ kN/m}^3$ として以下の間に答えよ。

- 1) 地表面下 5 m 地点における鉛直全応力と鉛直有効応力を計算せよ。
- 2) 地震によって地表面最大加速度 $\alpha_{\text{max}}=1.96\text{ m/s}^2$ が作用したとき深さ 5 m 地点において液状化が発生するかどうかを F_L 法に基づいて判定せよ。せん断応力比 L を求めるにあたり、深さ方向の低減を $r_d=1-0.015z$ (z は地表面からの深さ) を考慮すること。
- 3) 地下水位低下工法を用いて当該地盤の水位を 1 m 低下させ、地表面から 2 m とした。この時、深さ 5 m 地点で液状化を発生させるために必要な地表面最大加速度 α_{max} を計算せよ。
- 4) 地下水位を低下させるのは液状化対策の1つであるが、これ以外の液状化対策工を2つあげ、その内容を簡単に説明せよ。