

2020 年度 土質力学Ⅰ及び演習 期末試験（レポート試験）

2021 年 1 月 26 日（火）解答時間 13:00～15:00, 提出締切 15:15

注意事項：

- 問題は 4 問です。解答するレポート用紙は何枚使っても構いませんが、問題【1】から【4】の各問題で解答用紙を分け、また各問題の解答用紙の冒頭に氏名、学生番号を記入してください。
- ひとつの問題を複数枚に渡って解答しても構いませんが、同じページに複数の問題を解答しないようにしてください。
- 15:00 に解答をやめ、15:15 までに解答用紙を PandA から提出してください。
- 解答用紙はできるだけ一つのファイルで提出してください。複数のファイルで提出する場合は順番に気を付けてください。
- 提出期限を過ぎたものは理由に関わらず受け取らないので、余裕をもって提出してください。
- 試験中は講義資料等を見ても構いませんが、時間配分には十分に留意してください。
- 他者の答案と類似するものについては、後日口頭試験を行い、理解度を確認することがあります。
- 解答に単位が必要な場合は明記してください。
- 定規、関数電卓を使用してもかまいません。

【1】

- (1) 図 1 を用いて以下の式が成り立つことを説明せよ。 e は間隙比, S_r は飽和度, w は含水比, G_s は土粒子の比重である。はじめに解答用紙に図 1 を描き、それを用いて説明せよ。数式の展開のみによる解答は加点しない。

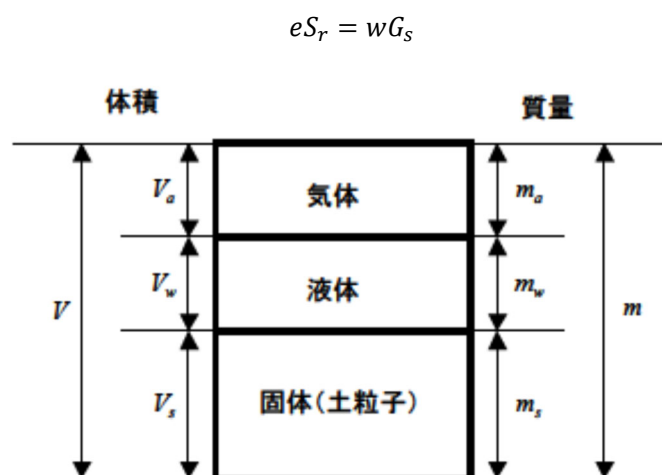


図 1

- (2) 図 2 の砂層を考える。地下水位の深度 z は z_1 である。地下水位以浅の湿潤単位体積重量は γ_t 、地下水位以深の飽和単位体積重量は γ_{sat} 、水の単位体積重量は γ_w とする。

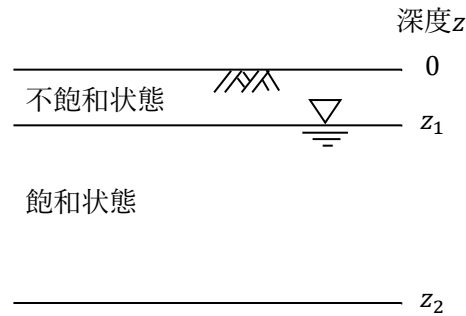


図 2

- (a) 鉛直全応力，間隙水圧，鉛直有効応力の深度分布図を描け。縦軸は深度 $0 \sim z_2$ とし，深度 0 ， z_1 ， z_2 においてはこれらの値を与えられた記号を用いて示せ。
- (b) 地下水位以浅は不飽和状態にある。一般に不飽和状態ではサクシオン（負の間隙水圧）が作用している。この理由を述べよ。
- (c) 一般に(a)では不飽和状態のサクシオンを考慮しない。この理由として考えられることを述べよ。
- (3) 粒度の良い土（均等係数の大きい土）と悪い土（均等係数の小さい土）について，それぞれの粒径加積曲線および締固め曲線を模式的に描け。模式図では縦軸および横軸の名称を示すこと。

【2】

2-1. 土中の水の流れに関する以下の設問に答えよ. なお, 土中の水の流れは定常状態で, 土は飽和しており, 飽和土中の水の流れはダルシー則に従うとする.

- (1) 2種類の土試料を図3のように設置し, 一定の水位で透水を行った. Soil 1, Soil 2の透水係数がそれぞれ $4.0 \times 10^{-4} \text{ m/s}$, $1.0 \times 10^{-4} \text{ m/s}$ であるとき, 点 A, 点 C における位置水頭, 圧力水頭, 全水頭を求めよ. なお, 図中に示すように装置の下端を基準面とする.

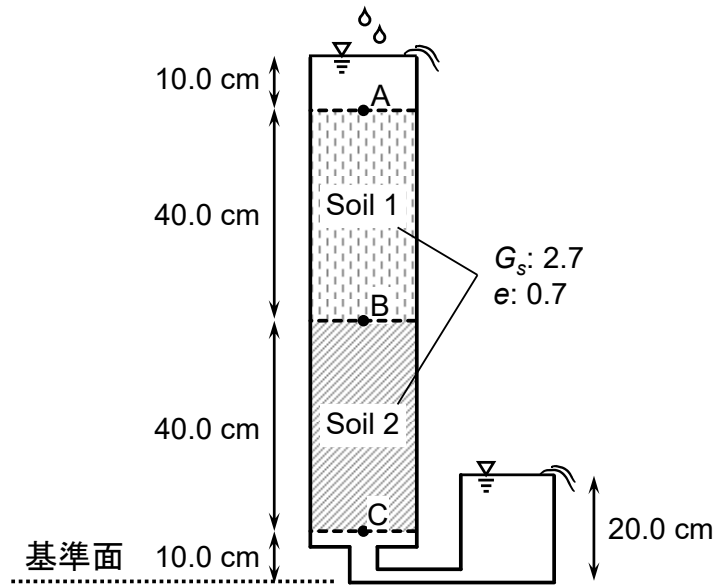


図 3

- (2) 図中の点 AB 間の動水勾配 i_1 と点 BC 間の動水勾配 i_2 の間に成り立つ関係を示せ.
- (3) 土中の流速を求めよ.
- (4) 基準面から高さ 100 cm (装置上端) までの全水頭, 位置水頭, 圧力水頭の分布を図示せよ. また, 点 B における有効応力を求めよ. 水の単位体積重量は 9.8 kN/m^3 とする.

2-2. 一般的な成層地盤における, 鉛直方向と水平方向の等価透水係数の大小関係を議論するとともに, そのような関係となる理由を 3 行程度で述べよ.

【3】

図4のような地盤上に盛土を構築する。盛土の構築は非常に短期間で行われ、盛土により一様な荷重 100 kN/m^2 が瞬時に載荷されると考える。また、盛土幅は粘土層厚に対して十分に広いとし、その直下の地盤は一次元的に圧密沈下すると考えてよい。このとき、以下の問いに答えよ。なお、各砂礫層では載荷に伴う過剰間隙水圧は発生せず直ちに排水すると考えてよい。また、地下水位は地表面にあるとし、水の単位体積重量は 9.8 kN/m^3 とする。地盤に関する各種の定数は図中に示したものを使用せよ。

- (1) ①盛土載荷直後、②圧密中、③十分に時間が経過した後、それぞれにおける地盤内 ($0 \leq z \leq 14 \text{ m}$) の間隙水圧（静水圧と過剰間隙水圧を合わせた全水圧）の分布図（概略図でよい）を描け。
- (2) ①盛土載荷直後、および、③十分に時間が経過した後、それぞれにおける図4中に示すA点 ($z = 12 \text{ m}$) での全応力、有効応力、間隙水圧を求めよ。
- (3) すべての粘土層が平均圧密度90%以上となるのに必要な最短の時間を求めよ。ただし、平均圧密度90%に対応する時間係数は $T_v = 0.848$ である。
- (4) 地盤全体の最終的な沈下量を求めよ。ただし、砂礫層の圧縮量は無視できるものとする。
- (5) Terzaghi の一次元圧密方程式を示せ（誘導の必要はない）。また、この圧密方程式は上の(1)および(3)を考える際にどのように関係していたのか（どのように用いられたのか）、説明せよ。

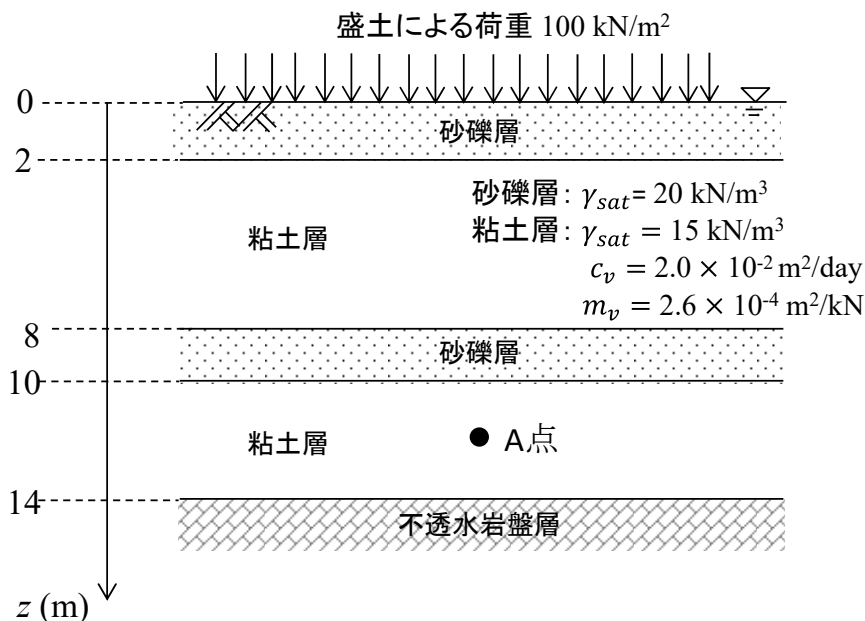


図4

【4】

(1) 砂と粘土のせん断試験に関する以下の問いに答えよ。

- 1) 密な砂とゆるい砂の排水三軸圧縮時のせん断挙動について、予想される実験結果を図5に示すグラフに描き、「ダイレイタンスー」という用語を用いて説明せよ。ただし、密な砂とゆるい砂の実験結果を同じグラフに描くこと。

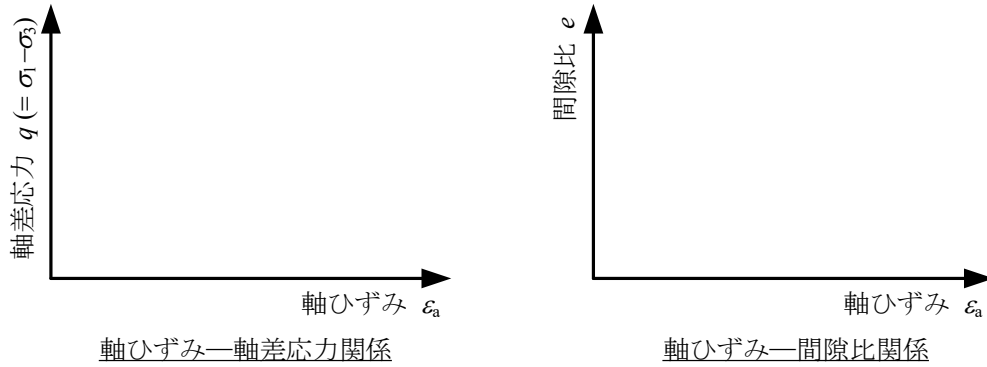


図 5

- 2) 自然堆積粘土に対して一軸圧縮試験を実施する。乱されていない試料とよく練り返した試料に対して実験を行った場合、どのような実験結果が得られるか図を用いて説明せよ。また、実験から得られる鋭敏比について説明せよ。

(2) 斜面内の土の安定に関する以下の問いに答えよ、

図6に示す斜面内の土の要素(2次元)を考える。この斜面は乾燥した砂で構成されており、地下水位は十分に低い位置にある。

- 1) 土の要素に作用する応力が $\sigma_x = 90 \text{ kN/m}^2$, $\sigma_y = 150 \text{ kN/m}^2$, $\tau_{xy} = \tau_{yx} = 30 \text{ kN/m}^2$ のとき、モールの応力円を用いて最大および最小主応力を求めよ。また、水平方向と最大主応力面のなす角 α を求めよ。
- 2) この地盤をサンプリングして室内で圧密非排水三軸試験を実施したところ、側圧 $\sigma_3 = 280 \text{ kN/m}^2$, 軸圧 $\sigma_1 = 680 \text{ kN/m}^2$, 間隙水圧 $u = 80 \text{ kN/m}^2$ で破壊が生じた。 $c' = 0$ とみなせる場合、 ϕ の値を求めよ。
- 3) 1)の状態から降雨により地盤内の地下水位が上昇し、土の要素が完全に飽和した。このとき、間隙水圧 u がいくらになるとこの点で破壊が生じるか答えよ。ただし、地下水の上昇により全応力は変化しないとする。

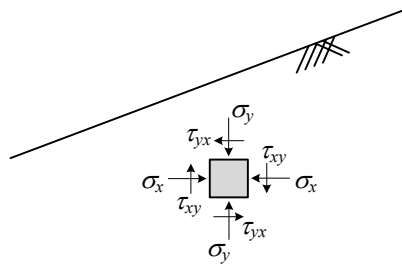


図 6