

2019年度 土質力学Ⅰ及び演習 定期試験

2020年1月28日(火) 13:00～15:00 共通1・共通155 講義室

注意事項：

- 問題は4問です。解答用紙は4枚ありますので、4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下さい。
- 各問の配点は均等です。
- 筆記用具に加えて、関数電卓、定規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) 土取り場から掘削した土を用いて、締固め後の体積が $50,000 \text{ m}^3$ の盛土を建設する。土取り場の土を調査した結果、自然状態の土について次の値を得た。

湿潤密度： $1.80 \text{ t/m}^3 (\text{g/cm}^3)$ 含水比：13.0% 土粒子の比重：2.70

また、締固め試験より次の値を得た。

最大乾燥密度： $1.90 \text{ t/m}^3 (\text{g/cm}^3)$ 最適含水比：15.0%

上の締固め試験の結果より、盛土建設時には散水をしながら最適含水比の状態に調整し、最大乾燥密度の90.0%の乾燥密度（締固め度90.0%）で盛土を施工することにした。

このとき以下の問いに答えよ。ただし、水の密度は $1.00 \text{ t/m}^3 (\text{g/cm}^3)$ とする。

- 1) 土取り場における自然状態の土の間隙比、飽和度、および乾燥密度を求めよ。
- 2) 土取り場から掘削する自然状態の土の質量と体積を求めよ。
- 3) 土取り場における自然状態の土 1 m^3 に散水すべき水の質量を求めよ。
- 4) 締固め後の盛土の飽和度を求めよ。

(2) 次の語句について図を用いて簡単に説明せよ。

- 1) 粒径加積曲線
- 2) 塑性図
- 3) 締固め曲線

【2】 土中の水の流れに関する以下の設問に答えよ。なお、いずれの設問においても、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) 図1に示すように土試料 Soil 1 を用いて定水位透水試験を行ったときの流量 Q_1 を求めよ。なお、事前の土質試験により Soil 1 の透水係数は $k_1 = 3.0 \times 10^{-4}$ m/s であることがわかっている。また、土試料の断面積は 1.0×10^{-2} m² で、最下部はフィルターで支えられている。
- (2) 縦軸に標高を、横軸に水頭をとり、(1) に示した定常状態のときの全水頭、位置水頭、圧力水頭の分布図を描け。ただし、Soil 1 の底部を位置水頭の基準面とせよ。

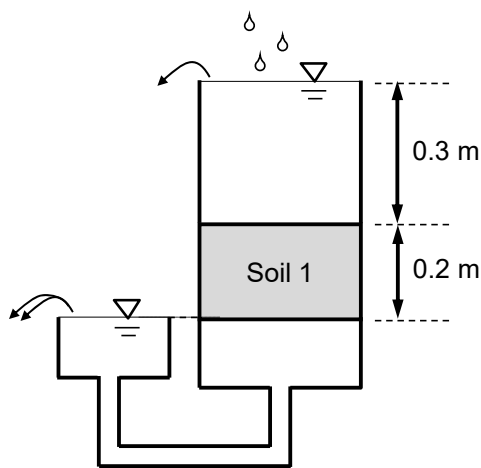


図1

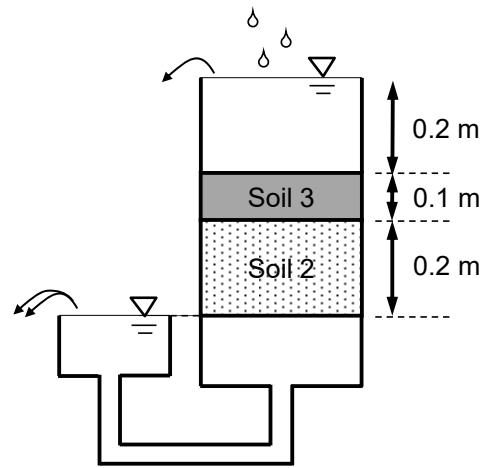


図2

次に、同じ透水試験装置を用いて Soil 2 と Soil 3 を図2のように配置して定水位透水試験を行ったところ、流量 Q_2 が、(1)で得られた Q_1 と等しくなった。なお、事前の土質試験により Soil 2 の透水係数は $k_2 = 6.0 \times 10^{-4}$ m/s であることがわかっているが、Soil 3 の透水係数 k_3 はわかっていない。土試料の断面積は 1.0×10^{-2} m² である。

- (3) 図2の状態では Soil 2 と Soil 3 を一つの層とみなしたときの、鉛直方向の等価透水係数 k_v の値を求めよ。
- (4) Soil 3 の透水係数 k_3 の値を求めよ。
- (5) Soil 2 と Soil 3 の境界部分の圧力水頭の値を求めよ。

【3】 以下の問いに答えよ。

図3のように地下水面が地表から3mに位置し、不透水の岩盤の上に砂層と粘土層で構成される地盤がある。砂層および粘土層の厚さは、それぞれ6mと10mである。鉛直深さ方向に z 軸をとり、鉛直1次元で考える。深さ3mから6mの砂層の全応力分布 σ は、

$$\text{砂層： } \sigma = \boxed{\text{(a)}} z + \boxed{\text{(b)}} \quad (3 \leq z \leq 6)$$

となり、また、粘土層に作用する全応力 σ は、

$$\text{粘土層： } \sigma = \boxed{\text{(c)}} z + \boxed{\text{(d)}} \quad (6 \leq z \leq 16)$$

となる。間隙水圧分布 u は、 $\boxed{\text{(e)}}$ 分布となっており、

$$\text{間隙水圧： } u = \boxed{\text{(f)}} z + \boxed{\text{(g)}} \quad (3 \leq z \leq 16)$$

となる。したがって、有効応力 σ' は、

$$\text{砂層： } \sigma' = \boxed{\text{(h)}} z + \boxed{\text{(i)}} \quad (3 \leq z \leq 6)$$

$$\text{粘土層： } \sigma' = \boxed{\text{(j)}} z + \boxed{\text{(k)}} \quad (6 \leq z \leq 16)$$

となる。

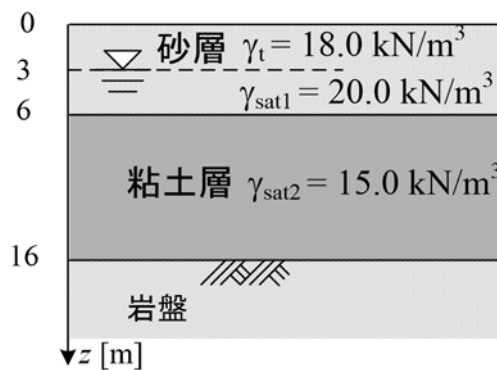


図3

この地盤に $\gamma_t = 18.0 \text{ kN/m}^3$ の土で高さ4mの盛土を構築する。盛土の構築は瞬時に行われるとし、以下の問いに答えよ。

- (1) 文中の $\boxed{\text{(a)}}$ ~ $\boxed{\text{(k)}}$ を、 $\gamma_t, \gamma_{sat1}, \gamma_{sat2}, \gamma_w$ を用いて埋めよ。ただし、 $\boxed{\text{(e)}}$ は適切な用語を記せ。
- (2) $\gamma_{sat1} = 20.0 \text{ kN/m}^3, \gamma_{sat2} = 15.0 \text{ kN/m}^3, \gamma_w = 9.81 \text{ kN/m}^3$ とすると、盛土構築直後の砂層および粘土層の有効応力分布 σ' を z を用いた式でそれぞれ示せ。
- (3) (2)の条件を用いて、盛土構築後十分時間が経過（圧密が完了）した時の地表面から岩盤までの全応力、間隙水圧、有効応力分布を図示せよ。なお、図中には、地表面、地下水面、砂層と粘土層の境界および岩盤境界での全応力、間隙水圧、有効応力の値を記せ。
- (4) 粘土層の圧密係数 C_v を $1.55 \times 10^{-3} \text{ cm}^2/\text{s}$ とすると、表1を用いて1年後の圧密度を求めよ。ただし、盛土の施工過程は考慮に入れない。

表1 平均圧密度と時間係数の関係

U (%)	T_v	U (%)	T_v	U (%)	T_v	U (%)	T_v
0	0.000	25	0.049	50	0.197	75	0.477
5	0.002	30	0.071	55	0.239	80	0.567
10	0.008	35	0.096	60	0.286	85	0.684
15	0.018	40	0.126	65	0.340	90	0.848
20	0.031	45	0.159	70	0.403	95	1.129
						100	∞

- (5) 盛土構築前の粘土層からサンプリングした粘土で圧密試験を行ったところ、圧密降伏応力 p_c が $1.40 \times 10^2 \text{ kN/m}^2$ 、圧縮指数 C_c が 2.00×10^{-1} 、膨潤指数 C_s が 2.00×10^{-2} であった。盛土構築前および盛土構築後十分時間が経過した時、粘土層の圧密沈下量を予測せよ。ただし、盛土構築前の粘土の初期間隙比は、深さに関係なく 0.80 とする。

【4】以下の問いに答えよ。

- (1) 現地盤から透水性の高いシルト質土を採取し、図4に示すような円柱供試体に成形し、三軸セル内で拘束圧 $\sigma_3 = 100 \text{ kN/m}^2$ の下で十分等方圧密させた後、軸方向の応力を増大させることによって拘束圧一定条件で三軸排水せん断試験を実施したところ、 $\sigma_1 = 500 \text{ kN/m}^2$ で最大主応力面から $\alpha_f = 60^\circ$ の面に沿って破壊した。この時、以下の問いに答えよ。

- 1) 供試体が破壊した時点におけるモールの応力円を描き、破壊面に作用している垂直応力 σ_f とせん断応力 τ_f を求めよ。
- 2) 土の破壊に対し、モール・クーロンの破壊規準が成り立つものと仮定して、試験に用いたシルト質土の粘着力 c' とせん断抵抗角 ϕ' を求めよ ((1)で描いた図に破壊線を入れて、図中に c' と ϕ' を記載しておくこと)。
- 3) この供試体における最大せん断応力 τ_{\max} と最大せん断応力面の位置 (最大主応力面からの角度) を求めよ。

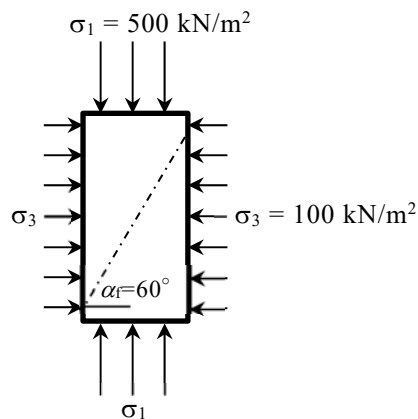


図 4

- (2) 以下の語句について説明せよ (模式図を用いてもよい)。

- 1) ダイレイタンスー
- 2) 鋭敏比