

2017年度 土質力学 I 及び演習 定期試験

2018年1月30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て下さい。1枚目に問題【1】、2枚目に問題【2】、3枚目に問題【3】、4枚目に問題【4】を解答して下さい。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。
- 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。
- 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) 高速道路の盛土を建設するにあたり、土取り場の土を用いて下図に示すような試験盛土を行うこととなった。試験盛土は乾燥密度 $\rho_d = 1.8 \text{ g/cm}^3$ で構築するものとし、底面と上面はいずれも水平に位置した長方形で、その寸法は底面が $A = 16.0 \text{ m}$, $B = 20.0 \text{ m}$, 上面が $a = 4.0 \text{ m}$, $b = 8.0 \text{ m}$, 高さが $h = 3.0 \text{ m}$ である。また、土取り場では、土粒子密度 $\rho_s = 2.7 \text{ g/cm}^3$ (土粒子比重 $G_s = 2.7$)、含水比 $w = 15\%$ 、湿潤密度 $\rho_t = 2.0 \text{ g/cm}^3$ である。このとき、以下の諸量を求めよ。水の密度は $\rho_w = 1.0 \text{ g/cm}^3$ とする。

- 1) 土取り場での土の乾燥密度
- 2) 試験盛土での土の間隙比
- 3) 試験盛土での土の飽和度
- 4) 試験盛土の乾燥質量
- 5) 土取り場で採取すべき土の総質量

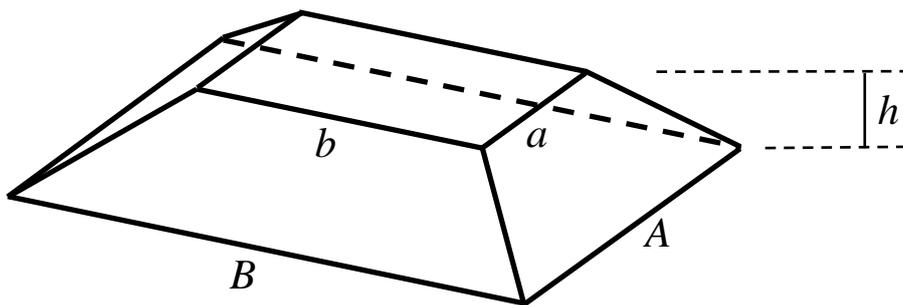


図1

- (2) 土質力学に関する以下の用語を説明せよ。

- 1) 最適含水比
- 2) コンシステンシー

【2】 下図に示すような無限斜面内の浸透流を考える（縮尺は正確ではない）．地盤の構成は，不透水性の岩盤層の上に，湿潤密度 1730 kg/m^3 で透水係数が $5.3 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ の砂層が存在しているとする．このとき以下の問いに答えよ．

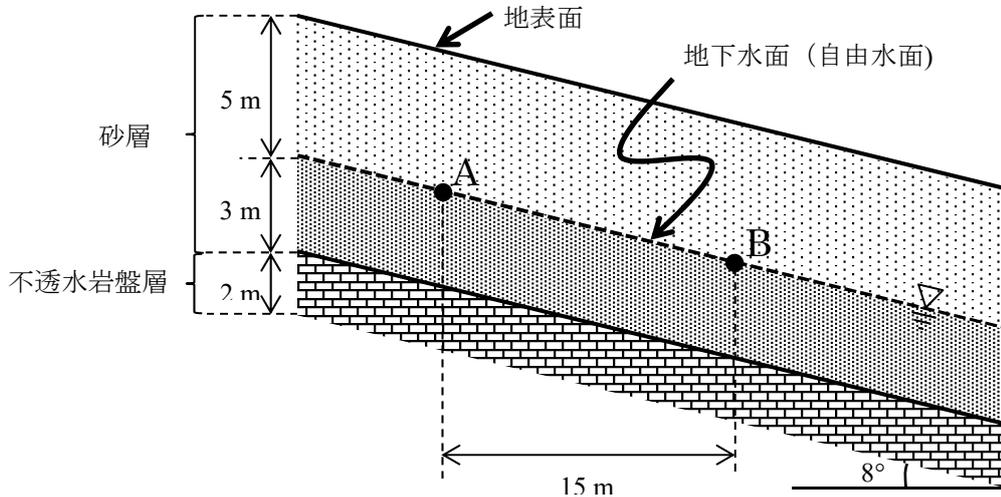


図 2

- (1) この斜面内の浸透流の流線網の概略図を描きなさい．（解答用紙に図 2 の概略図を描き，流線網を書き入れること．）
- (2) 図中の点 A および点 B はいずれも地下水面の高さにあり，水平方向に 15m 離れている．この 2 点間の全水頭差を求めよ．
- (3) 単位奥行き当たり，1 日当たりの水の流量を求めよ．
- (4) その後の調査により，実際の水の流量は(3)で求めた値にはなっておらず，単位奥行き当たり $1.20 \text{ m}^3/\text{day}$ であることが分かった．そのため，砂層の調査ボーリングを行ったところ，砂層は単一の層ではなく，平行な二つの層から成ることが判明した．いずれの層も水平面からの傾きは地表面および不透水岩盤層と同じく 8° であり，上部の砂層は下部の砂層の 3 倍の層厚であった（つまり上部の砂層は地表面から深さ 6m まで存在し，下部の砂層はその下に厚さ 2m で存在した）．また，以前の調査で得られていた透水係数 $5.3 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ は上部の砂層のものであることが判明した．
このとき，地下水面の位置は変化しないとして，下部の砂層（不透水岩盤のすぐ上の層）の透水係数を求めよ．

【3】下図のように地下水面が地表面に位置し、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 4 m と 10 m である。鉛直深さ方向に z 軸をとり、鉛直 1 次元で考える。

砂層の全応力 σ の分布は、砂の飽和単位体積重量 γ_{sat1} と z により

$$\text{砂層：}\sigma = \boxed{\text{①}} \quad (0 \leq z \leq 4)$$

となり、また、粘土層に作用する全応力 σ は、粘土の飽和単位体積重量 γ_{sat2} を用いると、

$$\text{粘土層：}\sigma = \boxed{\text{②}} \quad (4 \leq z \leq 14)$$

となる。間隙水圧分布 u は、 $\boxed{\text{③}}$ 分布となっている。水の密度 ρ_w 、重力加速度 g とすると、

$$\text{間隙水圧：}u = \boxed{\text{④}} \quad (0 \leq z \leq 14)$$

となる。したがって、有効応力 σ' は、

$$\text{砂層：}\sigma' = \boxed{\text{⑤}} \quad (0 \leq z \leq 4)$$

$$\text{粘土層：}\sigma' = \boxed{\text{⑥}} \quad (4 \leq z \leq 14)$$

となる。

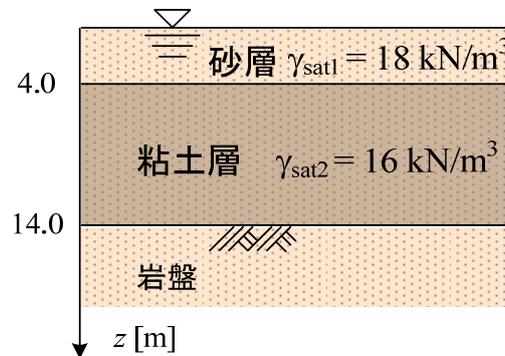


図 3

この地盤に $\gamma_t = 16.0 \text{ kN/m}^3$ の土で高さ 5 m 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 $\boxed{\text{①}}$ ~ $\boxed{\text{⑥}}$ を z , γ_{sat1} , γ_{sat2} , ρ_w , g を用いて埋めよ。ただし、 $\boxed{\text{③}}$ は適切な用語を記せ。
- (2) $\gamma_{sat1} = 18.0 \text{ kN/m}^3$, $\gamma_{sat2} = 16.0 \text{ kN/m}^3$, $\rho_w = 1.0 \text{ g/cm}^3$, $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ とすると、盛土構築直後の砂層および粘土層の有効応力 σ' の分布を 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 ($0 \leq z \leq 14$) 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、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) 盛土構築から十分時間が経過した後の粘土層の有効応力の増加量 $\Delta\sigma'$ を求め、粘土層の圧密終了後の圧縮変形量を求めよ。ただし、粘土層の体積圧縮係数 m_v は $1.0 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{kN}$ とする。
- (5) この粘土層の透水係数 k は $1.0 \times 10^{-7} \text{ m/s}$ である。また盛土構築から t 時間経過した時の圧縮変形量は $4.8 \times 10^{-2} \text{ m}$ であった。圧密度と時間係数に関する下の表を参照し、この圧縮変形量の発生に要する時間 t [日] を求めよ。

圧密度 %	40	50	60	70	80	90
時間係数	0.126	0.197	0.287	0.403	0.567	0.848

【4】以下の問いに答えよ。ただし、土の破壊はモールクーロンの破壊規準に従って生じるとする。

(1) 密な飽和シルト質砂を対象に、側圧 σ_3 で圧密排水三軸圧縮試験（CD試験）を行ったところ、軸圧 σ_1 に達したところで破壊が生じた。

- 1) 破壊面上に生じる垂直応力 σ_n 、せん断応力 τ 、最大主応力面からみた破壊面の方向を、 σ_1 、 σ_3 およびこのシルト質砂の強度定数（粘着力 c 、内部摩擦角 ϕ ）を用いて表せ。
- 2) (σ_n, τ) が破壊規準線上の点であることを利用して、モールクーロンの破壊規準を主応力値である σ_1 、 σ_3 、および強度定数 c 、 ϕ を用いて表示せよ。
- 3) 試験の結果、次表のような結果を得た。このシルト質砂の c 、 ϕ を求めよ。

試験ケース	A	B	C
σ_3 (kN/m ²)	50	100	150
σ_1 (kN/m ²)	172	344	516

- 4) シルト質砂のような比較的透水性の低い試料を対象に CD 試験を行うとき、試験条件の設定に際して留意すべき点を説明しなさい。

(2) 飽和した正規圧密粘土を対象に、側圧 σ_3 で圧密非排水三軸圧縮試験（ \overline{CU} 試験）を行ったところ、主応力差（軸差応力）の最大値が $(\sigma_1 - \sigma_3)_{\max}$ となった。

- 1) せん断過程における軸差応力－軸ひずみ関係、過剰間隙水圧－軸ひずみ関係の概形を図示せよ。なお、図中には過剰間隙水圧の正負を明示すること。
- 2) 複数の側圧 σ_3 に対して得られた $(\sigma_1 - \sigma_3)_{\max}$ から全応力に関する強度定数 c 、 ϕ と有効応力に関する強度定数 c' 、 ϕ' を求めたところ、 $c > c'$ 、 $\phi < \phi'$ となった。この理由を説明しなさい。