

平成 16 年度 土質力学 I 及び演習 定期試験

平成 16 年 7 月 26 日 (月) 13:00~15:00 155 講義室・201 講義室

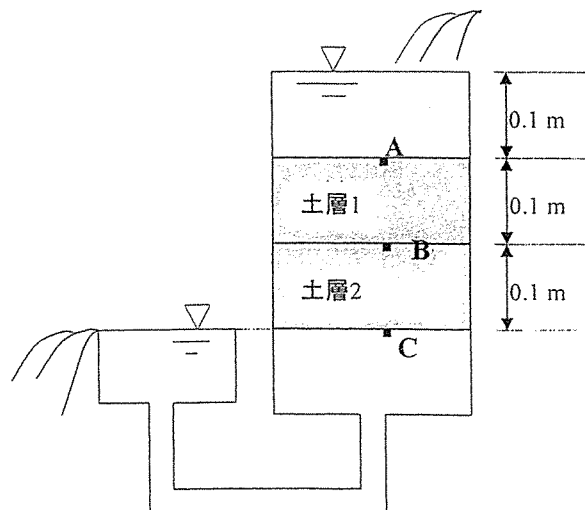
注意事項： 問題は 4 問で、解答用紙は 4 枚である。各問 1 枚の解答用紙を用い、【1】番の問題から順に解答せよ。表側に書ききれないときは、その旨明記し、その用紙の裏側に解答してもよい。持ち込みは一切不可。不正行為があった場合は、工学部の規定に従い厳正に処分する。

【1】 土の指示的性質に関して以下の問いに答えよ。

- (1) 締固め試験で用いられる締固め曲線は、含水比と乾燥密度との関係で与えられる。締固め曲線を描く際に用いられる乾燥質量密度を湿潤質量密度と含水比で表す関係式を導け。
- (2) 土のコンシステンシー限界である収縮限界、塑性限界および液性限界を説明し、その工学的な意義を示せ。

【2】 図のように定常な透水状態がある。土層 1 は透水係数 $k_1 = 1.0 \times 10^{-4}$ m/s、土層 2 は透水係数 $k_2 = 2.0 \times 10^{-4}$ m/s の土で構成されており、土層の断面積は 1.0×10^{-2} m² で、土層の最下部はフィルターで支えられている。土層はいずれも水で飽和しているものとする。以下、単位が必要なものがあれば単位も記入せよ。

- (1) 図中の A 点および C 点における全水頭の値を示せ。ただし、C 点における水平面を基準面とせよ。
- (2) 図中の B 点における全水頭を x (m) とおくと、土層 1 に作用する動水勾配 i_1 は (a)、土層 2 に作用する動水勾配 i_2 は (b) となる。また、土層 1 における流量 Q_1 は (c)、土層 2 における流量 Q_2 は (d) となる。 Q_1 と Q_2 の間には (e) が成り立つので、 x が求まる。上記文中の (a) ~ (d) を、 x を用いてそれぞれ表せ。また、(e) に適切な表現を入れよ。ただし、ダルシー則が成立すると仮定せよ。
- (3) x を求めよ。また、 Q_1 と Q_2 を求めよ。
- (4) 土層 1 および 2 を合わせた土層全体としての透水係数 k_v を求めよ。
- (5) 標高を縦軸に、水頭を横軸にとり、土層の全水頭、位置水頭、圧力水頭の分布図を描け。



【3】図1のような地盤に盛土を構築する。盛土幅が十分に広いと考え、その直下の地盤は1次元的に圧密沈下すると考えて良い。この地盤を図2のようにモデル化して考えた場合、以下の問に答えよ。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。なお、地下水位は地表面($z=18\text{m}$)にあり、どの砂層も常に静水圧状態にあると考えよ。

- (1) 盛土の構築は非常に短期間で行われ、盛土荷重は地盤に瞬間的に載荷されると考えた場合、①盛土載荷直後、および、②載荷から十分に時間が経過した後、それぞれにおける、図2中に示すA点($z=2\text{m}$)での全応力、有効応力、間隙水圧を求めよ。
- (2) 全ての粘土層が平均圧密度90%以上となるまでの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。
- (3) 地盤全体 ($0 \leq z \leq 18\text{m}$) の最終的な沈下量を求めよ。ただし、砂層の圧縮量は無視できるものとする。
- (4) Terzaghi (テルツァギ) の圧密方程式を示せ (誘導の必要はない)。ただし、式中で用いる変数、定数をすべて説明すること。
- (5) 圧密方程式は、上記(1)~(3)の粘土層の沈下解析において、具体的にどのように関係していたのか (どのように用いられていたのか) 説明せよ。

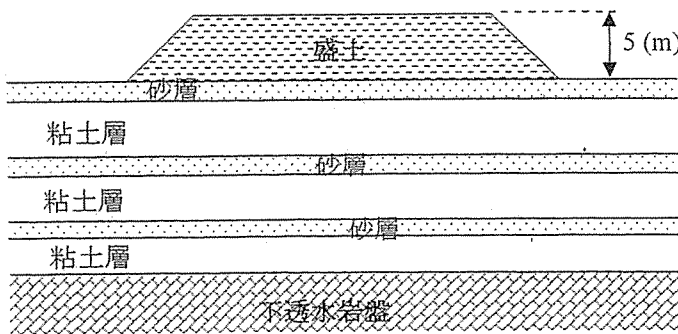


図1 実地盤の概要

盛土部： $\gamma_t = 18 \text{ (kN/m}^3\text{)}$
 粘土層： $\gamma_{sat} = 15 \text{ (kN/m}^3\text{)}$
 $c_v = 0.1 \text{ (m}^2\text{/day)}$
 $m_v = 2.0 \times 10^{-4} \text{ (m}^2\text{/kN)}$
 砂層 (砂)： $\gamma_{sat} = 20 \text{ kN/m}^3$
 地下水： $\gamma_w = 10 \text{ kN/m}^3$

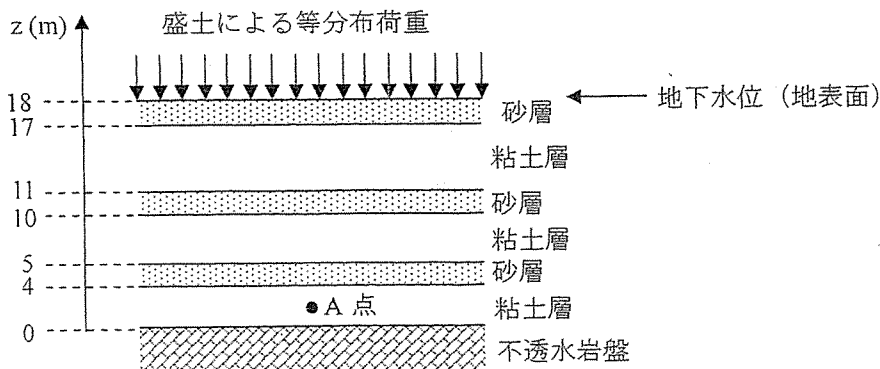


図2 モデル化した地盤

【4】飽和粘土試料を三軸圧縮試験装置内で正規圧密状態となる 500kN/m^2 まで等方圧密して、過剰間隙水圧の消散を確認した後、側圧一定条件で軸圧を増加させる方法で非排水せん断試験を実施した。この時、軸圧と過剰間隙水圧の測定値が表のように得られ、軸圧 770kN/m^2 、過剰間隙水圧 320kN/m^2 の時に破壊した。粘土の破壊に対してはモールクーロンの破壊規準が成り立つものと仮定して以下の問いに答えよ。

表 非排水三軸圧縮試験における測定値

軸圧 σ_a (kN/m^2)	過剰間隙水 圧 (kN/m^2)
500	0
560	60
620	140
680	210
740	270
770	320

- (1) この粘土の破壊時の有効応力表示のモールの応力円を描き、せん断抵抗角 ϕ' の値を求めよ ($\sin\phi'$ や $\tan\phi'$ の値のまま可)。なお、正規圧密粘土では $c'=0$ であるものとする。
- (2) この三軸圧縮試験によって破壊した粘土供試体の破壊面の方向を求めよ。なお、最大主応力面 (最大主応力が作用する面) からの角度で解答すること。また、 ϕ' の値を用いるときは \sin^{-1} や \tan^{-1} の形のままでよい。
- (3) 縦軸に q' ($=\sigma_1' - \sigma_3'$)、横軸に p' ($=\frac{\sigma_1' + 2\sigma_3'}{3}$) をとった応力面上に、非排水三軸圧縮試験中の有効応力経路を描け。また、破壊時の限界応力比 $M (=q_f' / p_f')$ の値を求めよ。

平成 16 年度 土質力学 I 及び演習 (後期) 定期試験

平成 17 年 2 月 9 日 (月) 13:00~15:00 155 講義室・207 講義室

注意事項： 問題は 4 問で、解答用紙は 4 枚である。各問 1 枚の解答用紙を用い、【1】番の問題から順に解答せよ。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もよい。各問の配点は均等である。持ち込みは一切不可。不正行為があった場合には、工学部の規定に従い厳正に処罰する。

【1】土の指示的性質に関する以下の問いに答えよ。

- (1) 飽和度, 間隙比, 含水比について説明し, 飽和度を間隙比と含水比で表す式を導け。
- (2) ある土を含水比 20% で 1000cm^3 の容器に締め固めた。その時, 土の重さは 20N であった。土の比重を 2.67 とし, 飽和度を求めよ。

【2】透水性の低い土試料の透水係数を求めるために

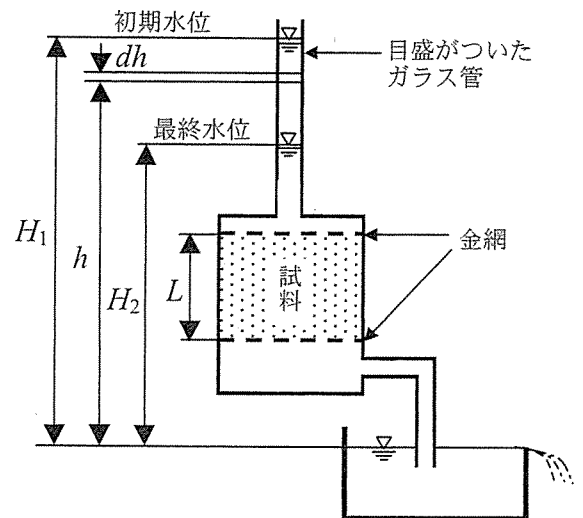
変水位透水試験を実施したい。

右図は、変水位透水試験機である。

ここで、

- a : ガラス管の断面積(cm^2)
- A : 土試料の断面積(cm^2)
- L : 土試料の長さ(cm)
- H_1 : 試験開始時の水位(cm)
- H_2 : 試験終了時の水位(cm)
- h : 試験開始から任意時間後の水位(cm)
- t : 水位が H_1 から h まで下がるのに要した時間(s)
- T : 水位が H_1 から H_2 まで下がるのに要した時間(s)

とすると、いま透水試験を始めて dt 時間だけ経過する間に、ガラス管内の水位は $-dh$ (負号は下降を示す) だけ変化したものとする。



以下の問いに答えよ。

- (1) 土試料全体平均の透水係数を k (cm/s) とすると、試料中を dt 時間内に通過した水の量を求めよ。
- (2) dt 時間でのガラス管内の水量の変化量はいくらか
- (3) 透水係数 k を計算せよ
- (4) 透水試験機にセットされた土試料が、上下半分に分かれており、それぞれの透水係数が k_1 と k_2 だとすると、 k と k_1, k_2 の関係はどのようなになるか求めよ。

【3】 図-1 に示すような、不透水岩盤上に厚さ 8m の一様な正規圧密粘土地盤がある。地下水位は地表面に一致しており、粘土地盤は完全に飽和しているとする（飽和度 $S_r = 100\%$ ）。この地盤上に一様な分布応力 $\Delta p = 90 \text{ kN/m}^2$ の载荷が行われたとしよう。一次元圧密が仮定できるものとして、この時の粘土地盤の圧密について以下の問いに答えよ。ここで、土質定数として、土粒子比重 $G_s = 2.65$ 、含水比 80% ($w = 0.8$)、圧縮指数 $C_c = 1.2$ 、圧密係数 $c_v = 1.0 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{day}$ が与えられている。また、水の単位体積重量は $\gamma_w = 10 \text{ kN/m}^3$ として解答せよ。

- (1) 圧密沈下量を計算するにあたり、粘土地盤の初期鉛直有効応力 p'_0 を求めたい。本来 p'_0 は深さ方向に増加するが、ここでは簡単のため、粘土層中央深度 ($z = 4\text{m}$) における値を当該地盤の初期有効応力と考えることとする。A 点の初期鉛直有効応力 p'_0 を計算せよ。
- (2) 载荷によって生じる粘土地盤の最終圧密沈下量を計算せよ。なお、圧密期間中 $\Delta p = 90 \text{ kN/m}^2$ は一定に保たれるものとする。必要があれば対数計算に図-2 を用いること。
- (3) この粘土地盤が圧密度 90% に達するのに要する時間を求めよ。ただし一次元圧密において圧密度 90% に対応する時間係数 T_v の値は 0.848 である。
- (4) 粘土地盤下端の不透水岩盤が、排水性の砂礫層であれば、(3) の圧密時間はどうか。

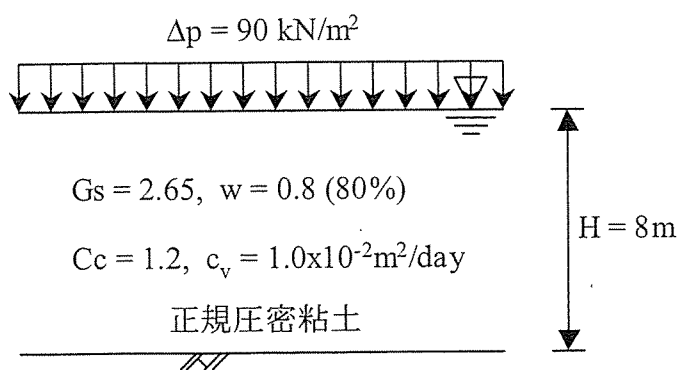


図-1 粘土地盤の諸元

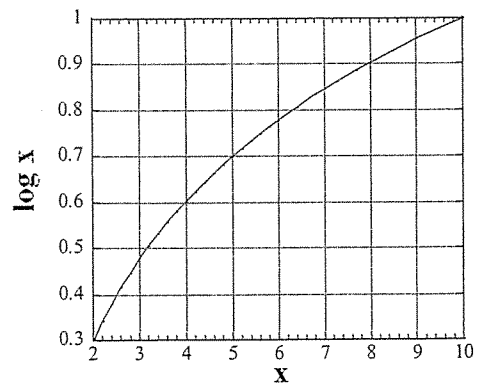
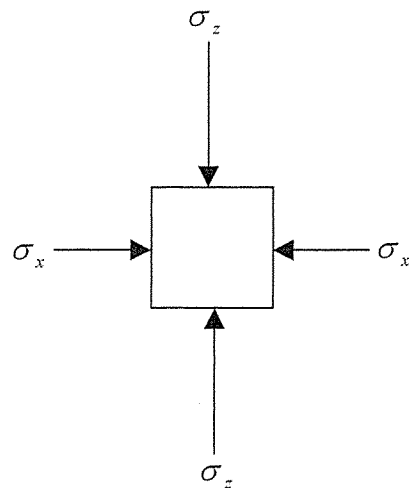


図-2 $x \sim \log x$ 関係

【4】地盤内のある地点の応力状態が、下図に示すように水平方向と鉛直方向の主応力の組み合わせで表すことができた時、せん断抵抗角（内部摩擦角）を ϕ ，粘着力を c として、以下の問に答えよ。

- (1) 鉛直方向の主応力が $\sigma_z = \sigma_a$ であり、水平方向の主応力が $\sigma_x = \sigma_b$ であった時、この地点の土は安定状態にある（破壊状態ではない）とする。垂直応力 σ を横軸，せん断応力 τ を縦軸とする座標を用いて、モール・クーロンの破壊規準を描くとともに、この時点での土の応力状態を表すモールの応力円を描け。ただし、 $\sigma_a > \sigma_b$ とする。
- (2) (1)の状態から、鉛直方向の主応力は $\sigma_z = \sigma_a$ で一定のまま、水平方向の主応力 σ_x を徐々に減少させてゆくと、やがて $\sigma_x = \sigma_c$ となった時に、この地点の土は破壊状態に至った。(1)と同様の座標を用いて、モール・クーロンの破壊規準とともに、この時点での土の応力状態を示すモールの応力円を描け。
- (3) (2)で描いたモールの応力円およびモール・クーロンの破壊規準の幾何学的な関係から、破壊状態での σ_c を、 σ_a ， ϕ および c を用いて表しなさい。
- (4) (2)の状態において、破壊規準を満たす応力状態（ σ ， τ ）を求めよ。また、その応力状態が作用する面は、水平面から何度傾いた面であるかを答えよ。



平成 17 年度 土質力学 I 及び演習 定期試験

2006 年 1 月 31 日 (火) 13:00~15:00 155 講義室・201 講義室

注意事項:

- ・ 問題は 4 問で、解答用紙は 4 枚である。各問 1 枚の解答用紙を用い、【1】番の問題から順に解答せよ。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もよい。
- ・ 各問の配点は均等である。
- ・ 持ち込みは一切不可。不正行為があった場合は、本科目の単位は認定しない。

問題 (1)

以下の文章を読んで、問いに答えよ。

土の量や状態の把握は、災害現場でその原因を調べたり復旧対応を行ったりする上で重要な事項である。ここでは、地すべりが生じて、地山の土塊 (図 1) がほぐされた状態 (図 2) を考える。ただし、地山の土塊はもともと均質であり、また、土塊は均質にほぐされたと仮定する。

地すべりを生じたもともとの土塊の全体積は、地形図や地すべり面の深さの現地調査結果から求めることができ、この現場では $1,000 \text{ m}^3$ であることがわかった (図 1)。また、過去の調査結果から、地山の土塊について土粒子密度 $\rho_s = 2.5 \text{ g/cm}^3$ (あるいは土粒子比重 $G_s = 2.5$)、乾燥密度 $\rho_d = 1.5 \text{ g/cm}^3$ がわかっている。したがって、地山土塊の間隙比 e は (a) と求まる。

この土塊は、崩壊することによってほぐされて体積が増加して $1,200 \text{ m}^3$ になった (図 2)。地すべり直後の土塊の試料を採取して含水比を測ったところ、含水比 $w = 20\%$ が得られた。したがって、ほぐされた土塊の全重量 W は (b)、湿潤密度 ρ_t は (c) と求まる。また、地すべり発生の前後で含水比は変化しなかったと仮定すると、地すべりが生じる直前の地山土塊の飽和度 S_r は (d) であったことがわかる。

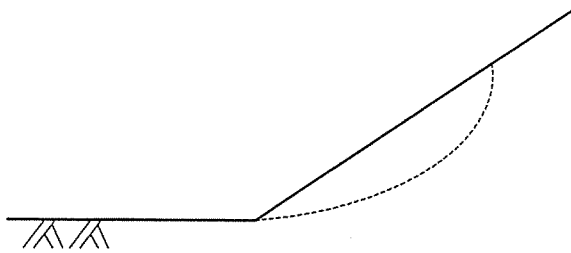


図 1 地すべり発生前

$V = 1,000 \text{ m}^3$, $\rho_s = 2.5 \text{ g/cm}^3$, $\rho_d = 1.5 \text{ g/cm}^3$,
 $e = ?$, $S_r = ?$

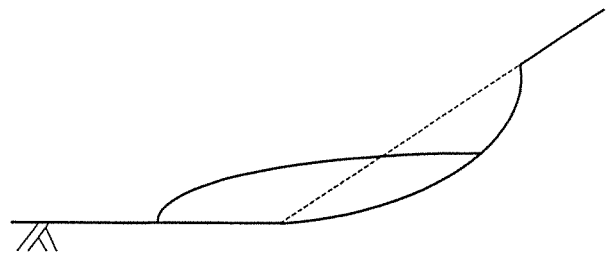


図 2 地すべり発生後

$V = 1,200 \text{ m}^3$, $w = 20\%$, $W = ?$, $\rho_t = ?$

- (1) 上の文章の (a) ~ (d) を求めよ。計算過程も示し、単位が必要なものは単位も記すこと。
- (2) この土塊を現場から撤去して別の現場で盛土に用いることになり、締固め試験を行った。締固め試験について説明せよ。

問題 (2)

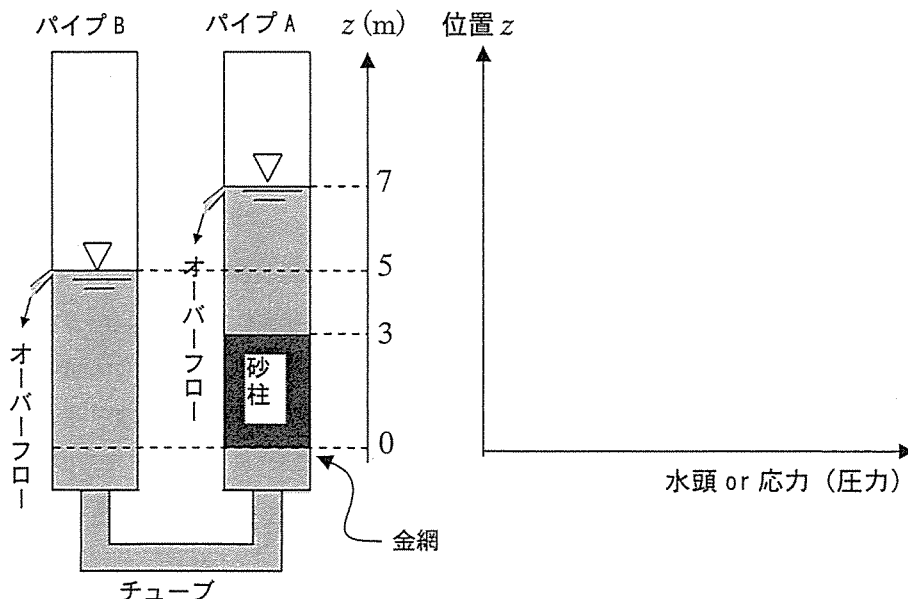
図のように長いパイプが2本あり、水頭損失のないチューブでパイプの下部どうしが連結されている。右側のパイプAの $z=0$ の位置に金網が設置してあり、その上に高さ3mの砂柱が均質一様に作製してある。なお金網の目は、水は自由に通過できるが砂粒は落ちない程度であり、金網の厚さは無視できるものとする。水の単位体積重量 γ_w を 9.8kN/m^3 、砂柱の飽和単位体積重量 γ_{sat} を 19.6kN/m^3 として、以下の問いに答えなさい。

(1) 網の位置を基準として、右側のパイプAには $z=7\text{m}$ の位置まで、左側のパイプBには $z=5\text{m}$ の位置まで水が満たされており、砂柱は完全に飽和しているものとする。また、両パイプの水位は一定に保たれているとする。

- ① 横軸に水頭、縦軸に位置 z としたグラフ上(下図参照)で、パイプA内の $0 \leq z \leq 7(\text{m})$ の範囲における、圧力水頭、位置水頭、全水頭、3つそれぞれの分布を示しなさい。グラフは答案用紙に各自フリーハンドで描くこととするが、単位ならびに境界での数値等の重要な値は、誰でも読み取れるようにグラフ上に記入すること。
- ② 横軸に応力(圧力)、縦軸に位置 z としたグラフ上(下図参照)で、パイプA内の砂柱($0 \leq z \leq 3(\text{m})$)の範囲における、全応力、有効応力、間隙水圧、3つそれぞれの分布を示しなさい。作図の際は①の注意事項を守ること。

(2) パイプAの水位は一定に保ったまま、左側のパイプBのオーバーフローの口をふさぐことによって、パイプBのみの水位をゆっくりと上昇させていくと、やがてパイプA内の砂柱にはクイックサンド現象が発生した。

- ① クイックサンドの発生原因と、クイックサンドが発生した時に砂柱は具体的にどのような挙動をするのかの2点について、知るところを述べなさい。
- ② この砂柱の限界動水勾配を求めなさい。
- ③ クイックサンドが発生する時の左側のパイプの水位を求めなさい。



問題 (3)

- 1) 図-1 に示すように、円柱土供試体を、外力として主応力を作用させることによってせん断破壊させる。 $\sigma_3=200\text{kN/m}^2$ を一定に保ち、 σ_1 を増加させて土が破壊に達したとする。土の破壊がモール・クーロンの破壊規準に従うと仮定し、粘着力 $c=0$ 、内部摩擦角（せん断抵抗角） $\phi=30^\circ$ である時、せん断破壊時の最大主応力 σ_1 の値を求めよ。
- 2) 1)において、モール・クーロンの破壊規準から予測されるせん断破壊面が最大主応力面（最大主応力が作用する面）となす角度を求めよ。

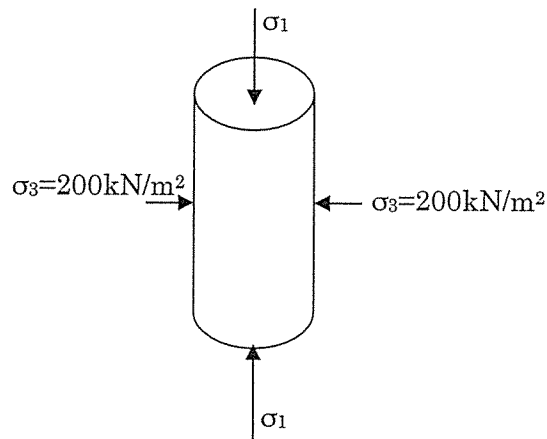


図-1

2006年度 土質力学 I 及び演習 定期試験

2007年1月23日(火) 13:00~15:00

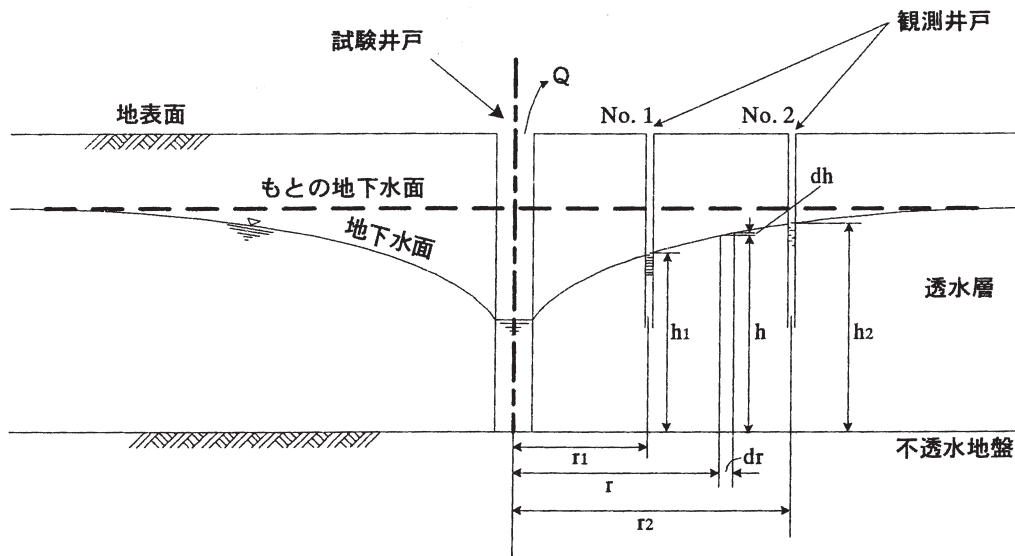
155 講義室 (2回生 A 班, 2回生 B 班)・共同 2 講義室 (2回生 C 班, 3回生以上)

注意事項: 問題は【1】~【4】の4問で, 解答用紙も4枚である。各問1枚の解答用紙を用い, 【1】番の問題から順に解答せよ。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もよい。解答用紙4枚全てに学生番号・氏名を書くこと。持ち込みは一切不可。

【1】 以下の問いに答えよ。

- (1) 土のコンシステンシー限界について述べよ。
- (2) 土を締め固めて盛土を建設した。この時使用した土の最大乾燥密度は 1.89 g/cm^3 であった。土を締め固めた場合, 締め固め土の乾燥密度の最大乾燥密度に対する比を締め固め度と呼ぶが, 上記の盛土で締め固めた土の湿潤密度は 1.87 g/cm^3 で締め固め度は 90% であった。土粒子の比重を 2.70 (土粒子の密度 = 2.70 g/cm^3) として, 締め固めた土の含水比, 間隙比と飽和度を求めよ。

【2】 下図に示すような不透水層上に堆積した均質様な透水層内に, 不透水層に達する揚水用の重力式井戸を掘り, 単位時間あたり一定量 Q の揚水を行う。図は試験井戸と観測井戸の水位が一定となったいわゆる定常状態を示している。揚水に伴う地下水の流れは試験井戸を中心とした放射状の層流となって集まってくるものと仮定する。Dupuit の仮定が成り立つものとして以下の問いに答えよ。

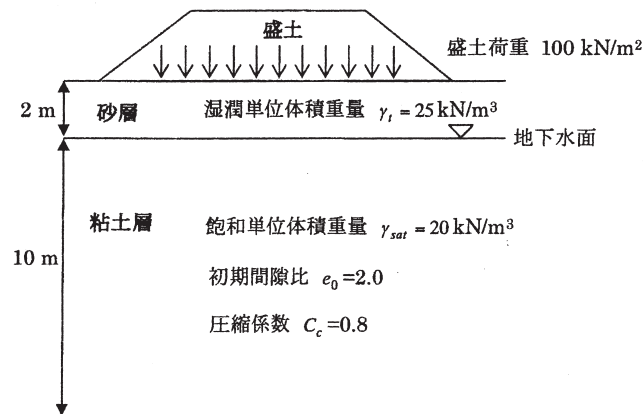


- (1) 図のように, 試験井戸から半径方向に任意の距離 r の地点における水頭は深さ z によらず一定値 h である。この時動水勾配 i を微分形で表せ。
- (2) 試験井戸から半径方向に距離 r だけ離れた地点における流量 Q は Darcy の法則 ($Q = k i A$) によって規定される。ここで, k は透水層の透水係数 (一定値), A を流入領域の面積とし, i については(1)の解を用いて, Q を r, h, k を使って表せ。
- (3) (2)を変数分離法で積分することによって解き, 境界条件 ($r = r_1$ で $h = h_1$, $r = r_2$ で $h = h_2$) を適用して揚水量 Q を k, r_1, r_2, h_1, h_2 を用いて表せ。
- (4) 実際に原位置試験で得られたデータは, 試験井戸中心からの距離 10 m の観測井戸 No.1 で基

準面（不透水層）からの水位が 19 m、距離 20 m の観測井戸 No.2 における基準面（不透水層）からの水位が 20 m であった。定常状態における試験井戸からの揚水量は $1000 \text{ cm}^3/\text{s}$ であったとすると、透水層地盤の透水係数 k はいくらになるか。計算に際し、 $\ln x = 2.3 \times \log_{10} x$ とし、 $\log_{10} 2 = 0.30$ 、 $\log_{10} 3 = 0.48$ 、 $\log_{10} 7 = 0.85$ とする。

【3】 以下の問いに答えよ。

- (1) Terzaghi (テルツァギー) の一次元圧密方程式を導け。ただし導出に用いる仮定、変数について説明すること。
- (2) 下図のような正規圧密地盤に盛土を構築する。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。また盛土幅は十分広く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。地盤を構成する土の諸元は図に示すとおりである。なお簡単のために水の単位体積重量を $\gamma_w = 10 \text{ kN/m}^3$ とする。必要があれば次の値を用いよ。 $\log_{10} 2 = 0.30$
 - 1) ①盛土構築直後と、②構築後十分に時間が経過した後、それぞれにおける砂層、粘土層内の全応力、間隙水圧、有効応力の分布図を描け。
 - 2) 粘土層中央部での有効応力の変化を代表値として用いることにより、粘土層の圧密沈下量を求めよ。



【4】 以下の問いに答えよ。

- (1) 内部摩擦角 $\phi' = 30^\circ$ 、粘着力 $c' = 50 \text{ kN/m}^2$ の飽和した土試料に対し、側圧 $\sigma_c (= \sigma_3) = 100 \text{ kN/m}^2$ 一定のもと排水条件で等方圧密三軸圧縮試験を行った。このとき、
 - (a) 軸方向応力を増やしていき、 $\sigma_1 = 200 \text{ kN/m}^2$ になったとき
 - (b) さらに σ_1 を増やして供試体が破壊に至ったとき
 の、それぞれの状態におけるモールの応力円を一つの図にまとめて描け。ただし、土の破壊はモール・クーロンの破壊規準に従うものとし、破壊包絡線も描くこと。さらに、(b)の状態における σ_1 の値と、供試体に生じると考えられる破壊面の方向を求めよ。
- (2) 以下の用語を簡潔に説明せよ。
 - (a) 有効応力
 - (b) ダイレイタンス

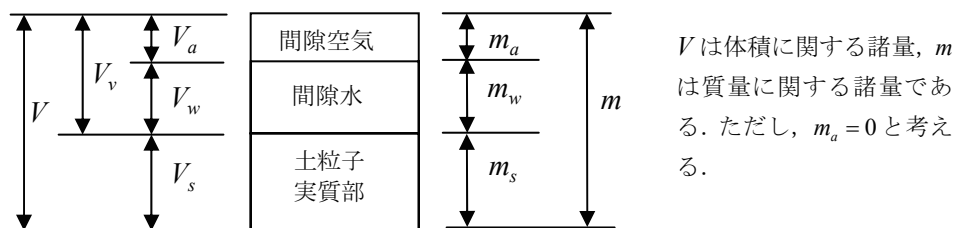
2007 年度 土質力学 I 及び演習 定期試験

2008 年 1 月 22 日 (火) 13:00~15:00 共通 155 講義室 (A 班、B 班)・共通 3 講義室 (C 班)

注意事項：

- 問題は 4 問です。解答用紙も 4 枚ありますので、4 枚全てに氏名・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】番の問題から順に解答して下さい。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。
- 持ち込みは一切不可です。
- 解答に単位が必要な場合は明記すること。

【1】 下図中に示す記号を使って、土の指示的性質に関する以下の問いに答えよ。



土の構成図および体積と質量に関する諸量

- (1) 間隙比を定義せよ。
- (2) 含水比を定義せよ。
- (3) 飽和度を定義せよ。
- (4) 間隙率を定義せよ。
- (5) 水の (質量) 密度を定義せよ。
- (6) 土粒子の (質量) 密度を定義せよ。
- (7) 土の湿潤密度を定義せよ。
- (8) 土の乾燥密度を定義せよ。

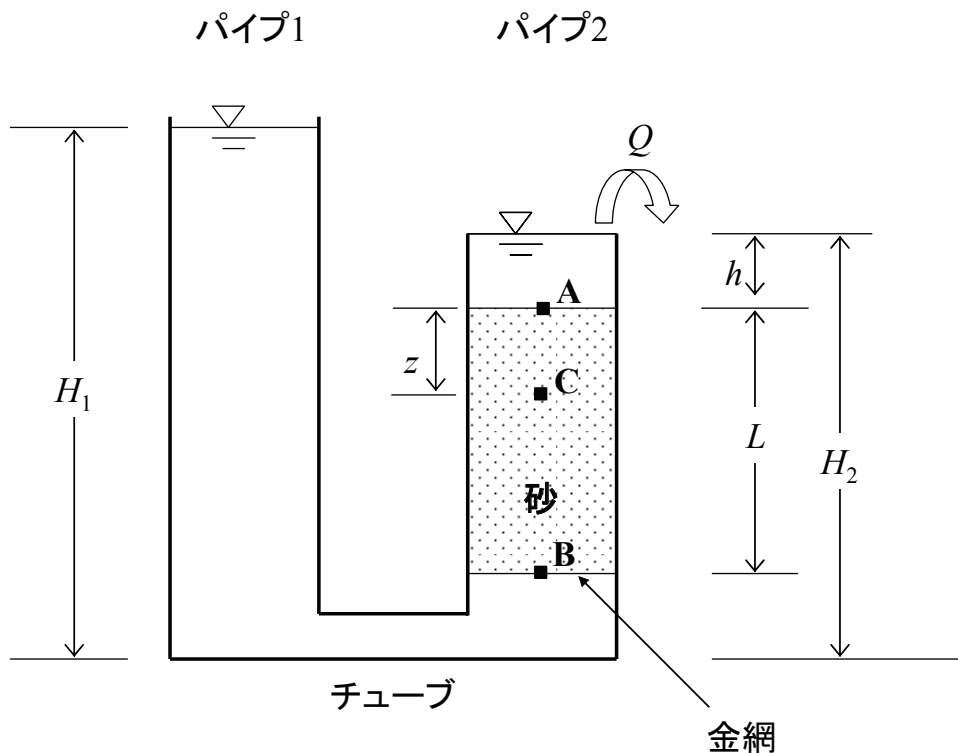
さらに、以下の問いについては、上の問題の結果も用いて解答せよ。

比重を $G_s = \rho_s / \rho_w$ (ρ_w は水の (質量) 密度, ρ_s は土粒子の (質量) 密度) として表現した場合、

- (9) 土の湿潤密度を間隙比, 飽和度, 比重, 水の (質量) 密度の関数として表せ。
- (10) 土の乾燥密度を間隙比, 比重, 水の (質量) 密度の関数として表せ。
- (11) 土の飽和単位体積重量を重力加速度 g , 間隙比, 比重, 水の (質量) 密度の関数として表せ。
- (12) 飽和度, 含水比, 間隙比, 比重の関係を示せ。
- (13) 均等係数とは何か, 簡単に説明せよ。
- (14) 塑性指数とは何か, 簡単に説明せよ。
- (15) 相対密度とは何か, 簡単に説明せよ。

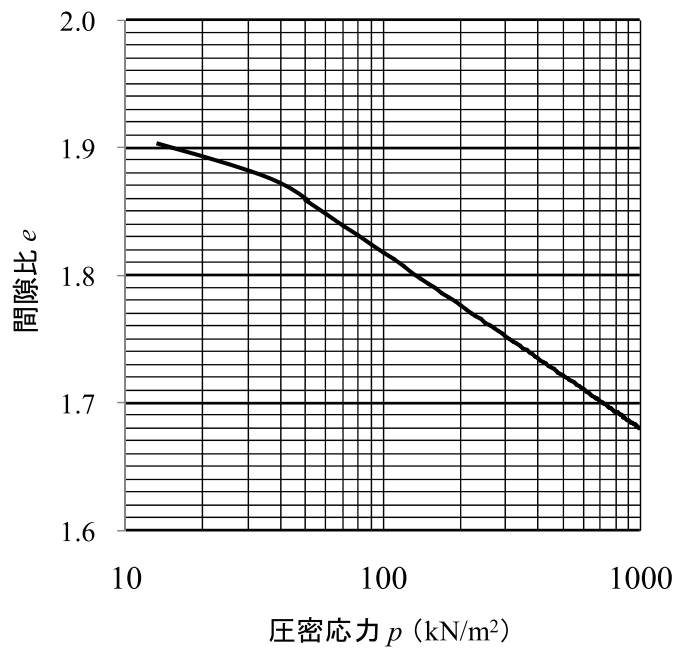
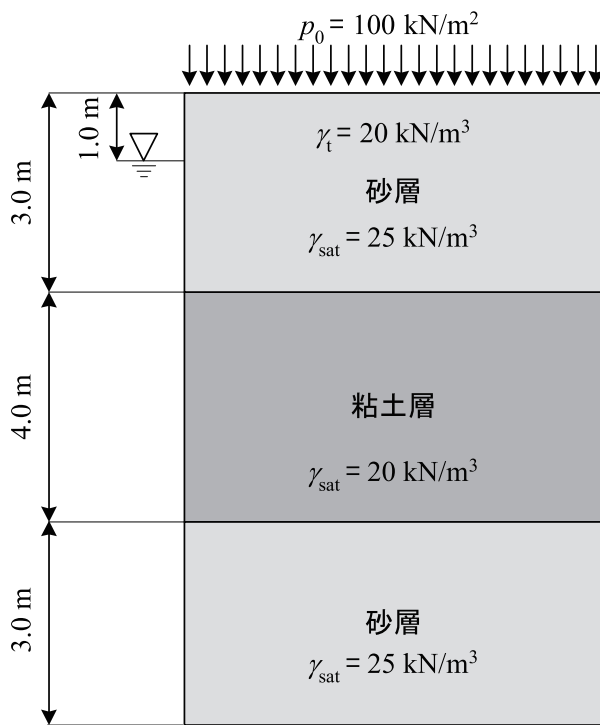
【2】 下図のように、二つのパイプをチューブでつないで、透水試験を行った。右側のパイプ2には金網が設置してあって、その上に均質で一様な砂の供試体が作製してある。金網の目は、水は自由に通過できるが砂粒は落ちない程度であり、金網の厚さは無視できるものとする。左側のパイプ1の水位は図の状態一定となるよう水を供給しており、パイプ2からは一定量 Q が越流している。パイプ2の断面積（すなわち砂供試体の断面積）を A 、水の単位体積重量を γ_w 、砂供試体の飽和単位体積重量を γ_{sat} 、パイプの底面を基準高さとするとき、以下の問いに答えよ。

- (1) 砂供試体における全水頭の分布図を描け。
- (2) A点（砂供試体の上端）およびB点（砂供試体の下端）における圧力水頭を求めよ。
- (3) B点およびC点（砂供試体の上端から z だけ深いところ）における鉛直有効応力を求めよ。
- (4) $\gamma_{sat} = 2\gamma_w$ のとき、B点の鉛直有効応力がゼロとなるための動水勾配を求めよ。
- (5) 砂供試体の透水係数を求めよ。



【3】 下の左図に示す正規圧密地盤に盛土を構築する．盛土は短期間に施工され，盛土荷重 $p_0 = 100 \text{ kN/m}^2$ が瞬時に載荷されるとするとき，以下の問いに答えよ．ここで，盛土幅は十分広く，その直下の地盤は一次元圧密するものとし，地盤の物性は図示したとおりである．また，地下水位は地表より下方 1 m にあり，水の単位体積重量 γ_w は， 10 kN/m^3 とする．ただし，沈下量の計算については粘土層中央の応力およびひずみを代表値として求めればよい．

- (1) 盛土構築前，直後，構築後十分時間が経過した時の全応力，間隙水圧，有効応力分布を地層境界の各値とともに描き，構築前および，構築後時間が十分経過したときの粘土層中央の有効応力を求めよ．
- (2) 粘土層の圧密試験結果より，下の右図の関係が得られているとき，粘土層の圧密による沈下量を求めよ．ただし，計算には下表の間隙比を用いること．
- (3) 下の右図より，圧密応力 100 kN/m^2 のとき間隙比 1.82 ，圧密応力 1000 kN/m^2 のとき間隙比 1.68 と読取ったとき，この粘土の圧縮指数 C_c を算定し，それに基づき沈下量を求めよ．ここで， $\log(17/7)$ は 0.4 とする．
- (4) 圧密係数 $C_v = 1.5 \times 10^{-3} \text{ cm}^2/\text{s}$ として圧密度 $U=0.60$ (60%) と 0.98 (98%) となる時の時間を求めよ．ただし，時間係数 T_v は簡単のため $T_v=0.3$ ($U=0.6$)， $T_v=1.5$ ($U=0.98$) とする

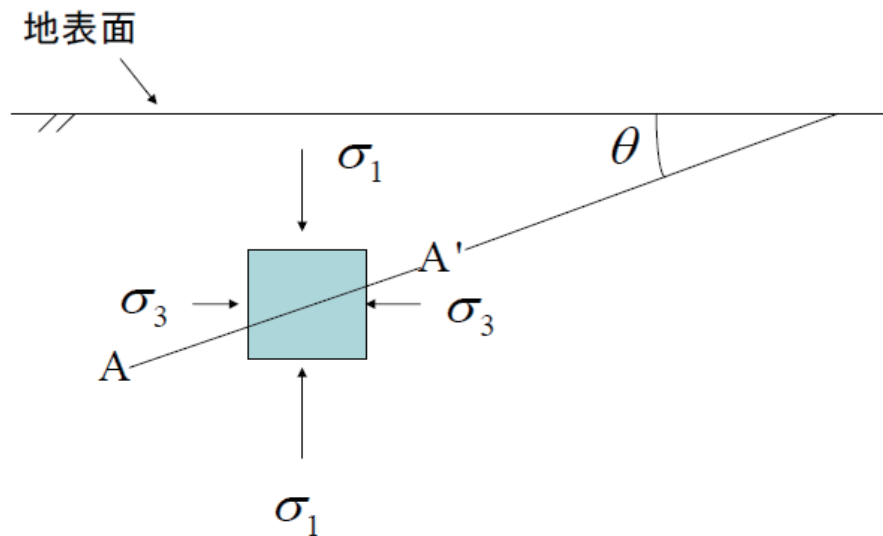


圧密応力 p (kN/m^2)	50	70	100	110	130	150	170
間隙比 e	1.86	1.84	1.82	1.81	1.80	1.79	1.79

【4】 以下の設問に答えよ。

- (1) 下図のような地盤中の要素で地表面に対して $\theta = 30^\circ$ 傾いた面 A-A'面（上面）に働くせん断応力と垂直応力を求め、この応力状態に対するモールの応力円を図示し、用極法での極を示せ。ただし、 $\sigma_1 = 100 \text{ kPa}$ 、 $\sigma_3 = 50 \text{ kPa}$ とする。また、ここでは、間隙水圧は考慮する必要はない。次に、地表面に対しての角度が θ 場合の A-A'面に働くせん断応力および垂直応力を求めよ。

地盤中の応力状態



- (2) モール-クーロンの破壊規準を主応力で表し、モールの応力円を用いて破壊規準を説明せよ。
- (3) ある土に拘束応力 $\sigma_3 = 50 \text{ kPa}$ を一定として排水三軸圧縮試験を行った。この時、最大主応力 $\sigma_1 = 150 \text{ kPa}$ で破壊した。さらに、拘束応力 $\sigma_3 = 100 \text{ kPa}$ 一定で同じ試験を行った場合、 $\sigma_1 = 300 \text{ kPa}$ で破壊した。この土の内部摩擦角と粘着力を求めよ。

2008年度 土質力学 I 及び演習 定期試験

2009年1月27日(火) 13:00~15:00 共通155講義室(A班, B班)・共通3講義室(C班)

注意事項:

- 問題は4問です。解答用紙も4枚ありますので、4枚全てに氏名・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】番の問題から順に解答して下さい。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。
- 持ち込みは一切不可です。
- 解答に単位が必要な場合は明記すること。

【1】

土取場から掘削した土を運搬して、締め固めた後の体積が $20,000 \text{ m}^3$ の盛土を建設する。土取場での土質試験の結果、自然状態の土について次の各値を得た。

湿潤密度: 1.8 t/m^3

含水比: 15%

土粒子の密度: 2.7 t/m^3 (土粒子の比重: 2.7)

塑性限界: 19%

液性限界: 32%

また締め固め試験の結果、最適含水比が 18%、そのときの最大乾燥密度は 1.80 t/m^3 であった。そこで、盛土の建設時には散水をしながら最適含水比の状態にし、最大乾燥密度の 90% の乾燥密度で盛土を施工することにした。これに関して次の設問に答えよ。

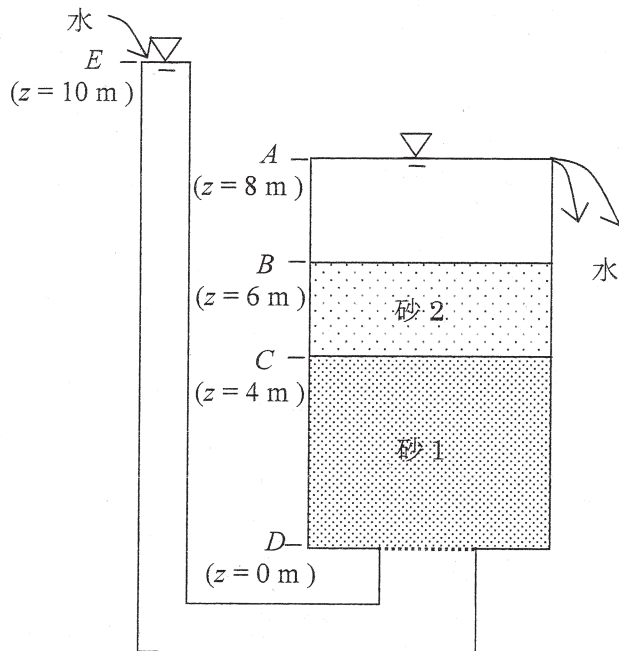
- (1) 塑性限界、液性限界を説明しなさい。また、これらから導かれるコンシステンシーを定める指数とそれの工学的な意味を説明しなさい。
- (2) 土取場における土の間隙比、間隙率、飽和度および乾燥密度を求めなさい。
- (3) 土取場から掘削して運搬する土の体積と質量を求めなさい。
- (4) 土取場の土 1 m^3 当たりの散水すべき水の量を求めなさい。
- (5) 締め固めた後の盛土の飽和度を求めなさい。

【2】

下図のような透水係数の異なる2つの砂1と砂2からなる砂柱を定常的に水が流れている。砂1の下には金網があり流れは一次元とする。この時、以下の問いに答えよ。図中の z は各点の高さを示す。

- (1) A 点、 B 点、 C 点及び D 点の高さでの全水頭、位置水頭、圧力水頭および砂柱内での水の流速を求めよ。
- (2) C 点および D 点の有効鉛直応力を求めよ。
- (3) 2つの異なる砂からなる砂柱の等価透水係数はいくらか求めよ。
- (4) E 点の水位が12 mになった時、 C 点での有効応力を求めよ。また、この砂柱では何が起こるか説明せよ。

ただし、砂1と砂2の透水係数はそれぞれ $k_1 = 4 \times 10^{-4}$ m/s、 $k_2 = 2 \times 10^{-4}$ m/sであり、砂1、砂2ともに、比重を2.65と間隙比を0.65であるとする。水の単位体積重量は 10 kN/m^3 とせよ。



【3】

図-1 に示すような不透水層上に粘土層と砂礫層が互層状に堆積した正規圧密地盤がある。地下水位は地表面に一致し、水位以深の地盤は完全に飽和しており、静水圧状態にあると仮定する。また、水の密度は $\rho_w = 1.0 \text{ g/cm}^3$ であるとして以下の問いに答えよ。なお、対数の計算については、図-2 に与えるグラフを読み取って計算に用いること。

- (1) 粘土層①の中央深さ (A 点; 深度 4 m), および粘土層②の中央深さ (B 点; 深度 10 m) における鉛直有効応力 (初期応力) $p'_0(A), p'_0(B)$ を計算せよ。
- (2) 粘土層①の A 点から採取した試料を用いた物理試験によって、粘土の土粒子密度 $\rho_s = 2.65 \text{ g/cm}^3$, 含水比 $w_n = 80\%$ が、圧密試験によって圧縮指数 $C_c = 1.20$ が得られた。粘土層①と②は同じ粘土 (同一の $e - \log p$ で表される) と仮定して、A 点, B 点における間隙比 (初期間隙比) $e_0(A), e_0(B)$ を求めよ。この地盤上に広範囲に一樣な等分布応力増分 $\Delta p = 50 \text{ kN/m}^2$ が載荷された時、この地盤の一次元圧密最終沈下量 (粘土層①の最終沈下量 + 粘土層②の最終沈下量) を計算せよ。沈下量の計算に際し、(1), (2) で求めた粘土層①, ②の中央深さにおける初期応力, 初期間隙比をそれぞれの粘土層の代表値として使用すること。また、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ものとし、載荷によって圧縮しないと考えること。
- (3) 粘土層①, ②の圧密係数を $c_v = 1.0 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{day}$ として粘土層①の圧密度が 90% (時間係数 $T_v = 0.848$) に達するのに要する日数を求めよ。またその時点で粘土層 B における時間係数 T_v の値を求めよ。

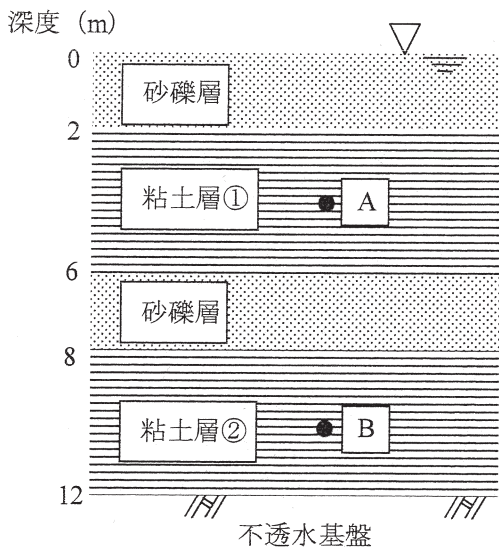


図-1 載荷を受ける地盤

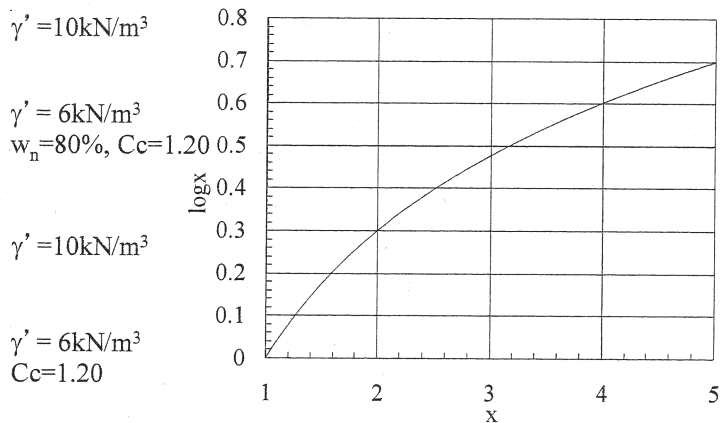
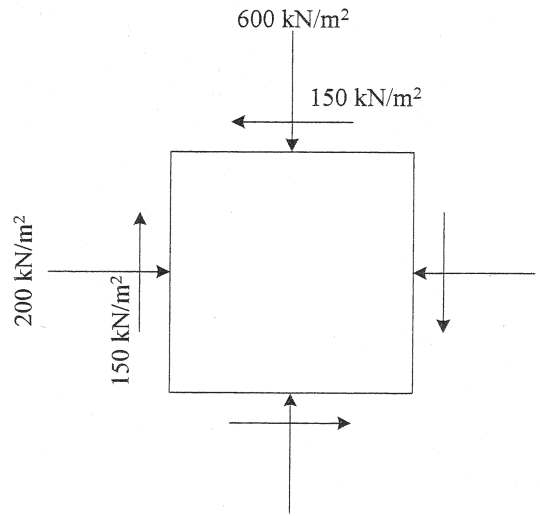


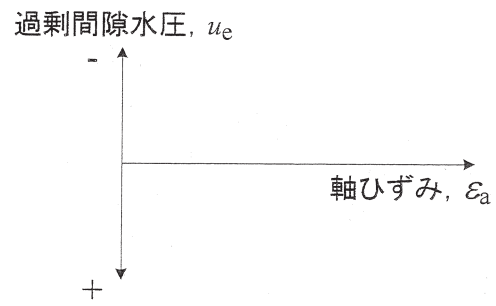
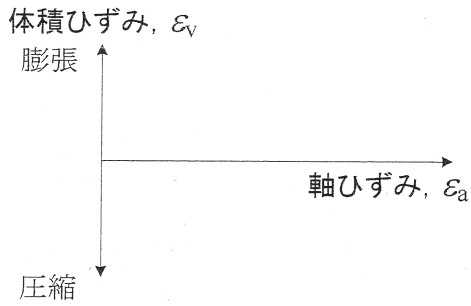
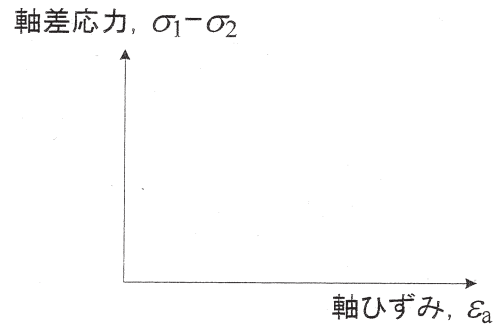
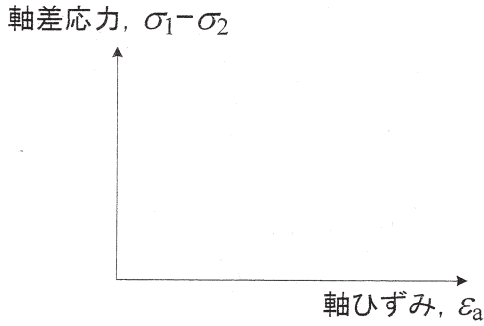
図-2 $x - \log x$ 関係

【4】以下の設問に答えよ。

(1) 右図のように土要素に応力が作用するとき、最大主応力、最小主応力を求めるとともに、用極法を用いて最大主応力面と最小主応力面の方向を図示せよ。



(2) ゆる詰めと密詰めの砂を例として、その圧密排水試験 (CD 試験) 時と圧密非排水試験 (CU 試験) 時での各砂のせん断挙動を下のグラフを用いて図示し説明せよ。



(i) CD 試験時に用いるグラフ

(ii) CU 試験時に用いるグラフ

(3) ダイレイタンシー (Dilatancy) について図示して説明せよ。

2010 年 1 月 26 日 (火) 13:00-15:00

共通 155 講義室 (A 班, B 班), 共通 3 講義室 (C 班)

注意事項:

- 問題は 4 問です。解答用紙も 4 枚あります。
4 枚全てに氏名・学生番号を記入してください。
- 各問に対して 1 枚の解答用紙を用い、【問 1】の問題から順番に解答してください。
表側に書けない場合は裏側を使ってください。一つの問題を 2 枚にわたって解答しないようにしてください。
- 持ち込みは一切不可です。電卓も使えません。
- 解答に単位が必要な場合は明記すること。

【問 1】

- (1) 次の諸量を, 土粒子の比重 G_s , 飽和度 $S_r(\%)$, 間隙比 e および水の単位体積重量 $\gamma_w(kN/m^3)$ を用いて表せ。
- 1) 土の湿潤単位体積重量 $\gamma_t(kN/m^3)$ および土の乾燥単位体積重量 $\gamma_d(kN/m^3)$
 - 2) 土の飽和単位体積重量 $\gamma_{sat}(kN/m^3)$ および水中単位体積重量 $\gamma'(kN/m^3)$
- (2) 土の湿潤単位体積重量 $\gamma_t(kN/m^3)$ と土の乾燥単位体積重量 $\gamma_d(kN/m^3)$ の関係を含水比 $w(\%)$ を用いて表せ。
- (3) 現場から土を 80 cm^3 採取し, その質量を測定したところ 120 g であった。この試料を 110 度の炉の中で乾燥させたところ, 質量は 75 g であった。土粒子の比重を 2.66 として, 次の問いに答えなさい。なお, 答えには単位を明記しなさい。水の単位体積重量は 9.8 kN/m^3 とする。
- 1) この試料の湿潤単位体積重量, 乾燥密度, 含水比, 間隙比および飽和度を求めよ。
 - 2) この試料が水を吸収して飽和したために体積が 5% 膨張した。このときの含水比と湿潤密度を求めよ。
- (4) 土のコンシステンシー限界について述べなさい。

【問2】

下図に示すようなシルト地盤上に建設されたコンクリートダムについて、以下の設問に答えよ。なお、シルト地盤の透水係数 $k = 1 \times 10^{-6} \text{ m/s}$ であり、重力加速度 $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ とする。

(1) 以下の用語について説明せよ。

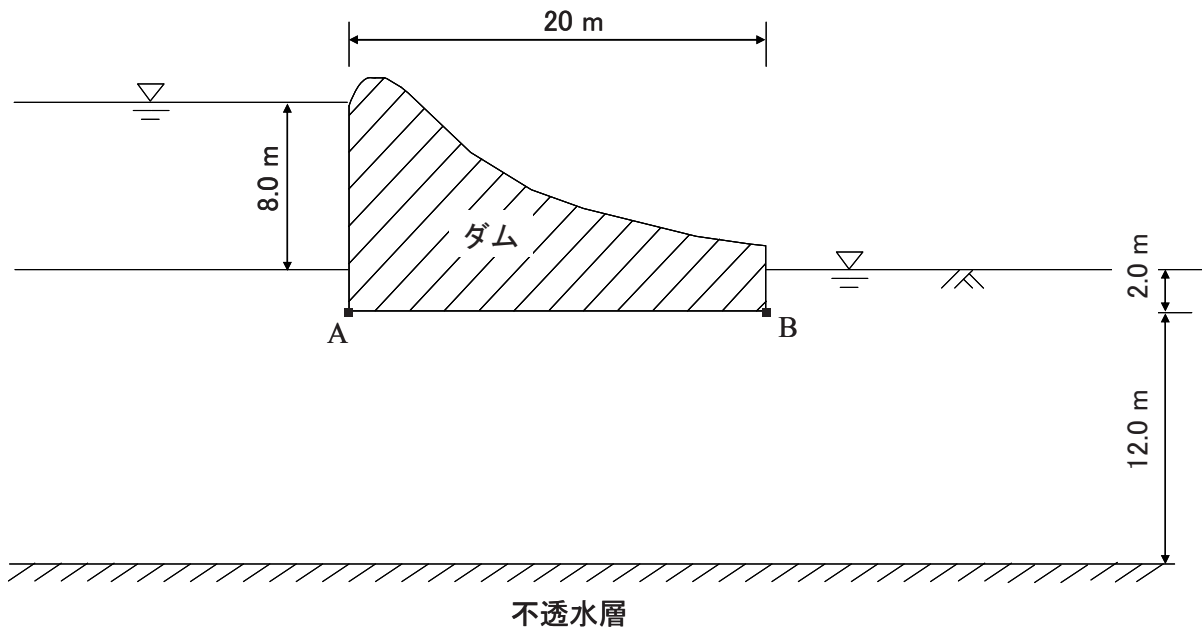
(a) 等ポテンシャル線 (b) 流線

(2) 基礎地盤内に形成される流線網を描き、A 点および B 点における水圧を求めよ。

なお、流線網を描く際に注意した点があれば、述べよ。(流線網を描くにあたって、境界の流線または境界の等ポテンシャル線から書き始めるとよい。)

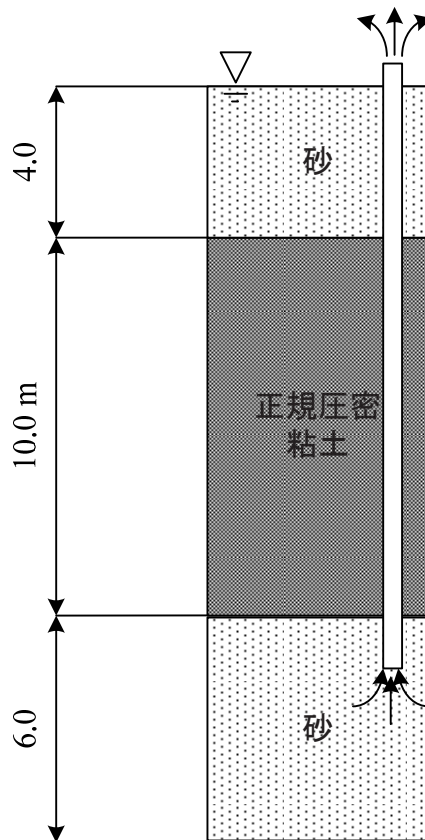
(3) ダム底面に作用する揚圧力の分布を図示せよ。

(4) 漏水流量を求めよ。



【問 3】

- (1) 圧密降伏応力，圧縮指数について， $e - \log p$ 曲線を描いて説明せよ。
- (2) 下図のように上下を砂層で挟まれた正規圧密粘土地盤がある．最下部の砂層から井戸で地下水をくみ上げたところ，最下層の砂層の間隙水圧が 80 kN/m^2 まで低下した．くみ上げ前，直後，時間が十分経過したときの間隙水圧分布（地表面から 14 m 深さまでを対象とし，各地層境界での間隙水圧値も示せ）を描け．ただし，以下の条件に注意せよ．
- ・ 上部砂層の間隙水圧は地下水くみ上げ前後で変化せず，静水圧分布を示す．
 - ・ 各土層の土粒子比重，間隙比ならびに粘土の圧縮指数は図中に示すとおりで，水の単位体積重量は 9.8 kN/m^3 とする．
- (3) 粘土層より採取した試料（厚さ 2 cm ）に対して，両面排水条件下で排水を許しながら荷重を載荷したところ，供試体の圧密が 90% 進行するのに 1 時間を要した．この粘土層の圧密が 50% 進行するのに要する日数を求めよ．ただし，圧密度 50% の時間係数 T_v は 0.197 ，圧密度 90% の時間係数 T_v は 0.848 である．



【問4】

- (1) モール・クーロンの破壊規準を主応力で表し、モールの応力円を用いてモール・クーロンの破壊規準を説明せよ。
- (2) ある土に拘束応力 $\sigma_3 = 100\text{kPa}$ を一定で排水三軸圧縮試験を行った。この時、最大主応力 $\sigma_1 = 300\text{kPa}$ で破壊した。破壊時のモールの応力円を描き、 σ_1 の方向が鉛直方向であることを考慮し、用極法での極を示せ。
- さらに、拘束応力を増やし $\sigma_3 = 200\text{kPa}$ 一定で同じ試験を行った場合、 $\sigma_1 = 600\text{kPa}$ で破壊した。この土の内部摩擦角と粘着力を求めよ。

2010 年度 土質力学 I 及び演習 定期試験

2011 年 1 月 25 日 (火) 13:00~15:00 共通 155・共通 1 講義室

注意事項：

- 問題は 4 問です。解答用紙も 4 枚ありますので、4 枚すべてに氏名・学生番号等の必要事項を記入した上で各問 1 枚の解答用紙を用い、【問題 1】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。
- 持ち込みは一切不可です。
- 解答に単位が必要な場合は明記すること。

【問題 1】土の指示的性質に関する以下の問いに答えよ。

- (1) ある土取場から 1 辺 10 cm の立方体で切り出した試料を室内に持ち帰り、その質量を測定すると 1870 g であった。次に、同じ試料について含水比試験および土粒子密度試験を行ったところ、含水比は 10%、土粒子密度は 2.7 g/cm^3 であった。水の密度を 1.0 g/cm^3 として以下の問いに答えよ。
- 1) この試料の湿潤密度、乾燥密度、間隙比、飽和度をそれぞれ求めよ。
 - 2) この土を含水比 13%となるよう調整して盛土を施工する。この時、土取場からもってきた土 $10,000 \text{ m}^3$ に加えるべき水の量を求めよ。
 - 3) 2) で含水比調整した土を均等に締め固めて乾燥密度 1.78 g/cm^3 の盛土を施工した。締め固め後の飽和度を求めよ。
- (2) 次の語句について説明せよ。必要があれば図を用いてよい。
- 1) 粒径加積曲線
 - 2) 塑性指数
 - 3) 液性指数
 - 4) 鋭敏比

【問題 2】 図-1 のような砂礫層の上の 2 層の砂地盤があるとする。川などから水の供給があるため上部砂層表面の水位は常時一定に保たれ、下部の砂礫層上部は井戸からのくみ上げにより水位は上部砂層表面より 16 m 下がっている。ただし、上部砂層の透水係数は 1×10^{-2} cm/sec、下部砂層の透水係数は 1×10^{-3} cm/sec である。この 2 層砂地盤中の全水頭の分布を求めよ。次にこのような異なる透水係数からなる 2 層の砂地盤全体の鉛直合成透水係数を求めよ。

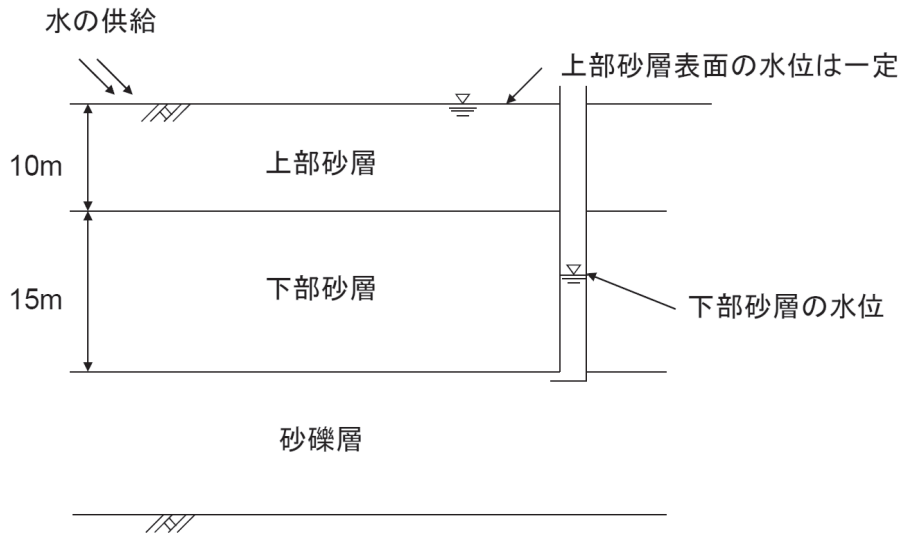


図-1

【問題 3】 図-2 に示すような不透水岩盤上に層厚 2 m の砂地盤と 6 m の粘土地盤から構成される一様な基礎地盤を考える。粘土地盤から採取した試料に対して圧密試験を実施したところ、図-3 に示すような $e - \log p$ 曲線が得られた。水の単位体積重量を $\gamma_w = 9.8 \text{ kN/m}^3$ として以下の問いに解答せよ。

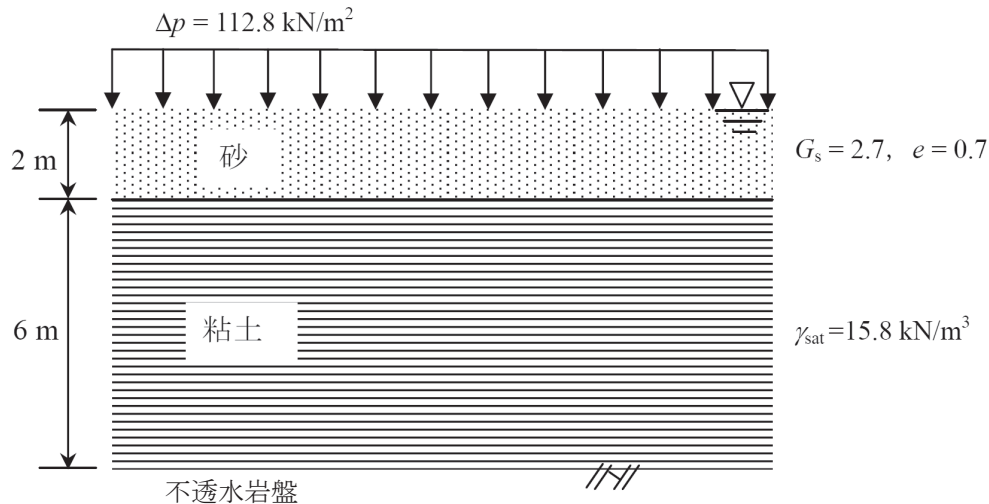


図-2 地盤モデルと土質定数

- (1) 粘土層中央（岩盤面から高さ 3 m の地点）における初期鉛直有効応力を計算せよ。この時、砂の比重は $G_s = 2.7$ 、間隙比は $e = 0.7$ 、粘土の飽和単位体積重量は $\gamma_{sat} = 15.8 \text{ kN/m}^3$ とする。また、地下水位は地表面に一致するものとする。
- (2) 図-3 のように得られた $e - \log p$ 曲線からこの粘土の圧縮指数 C_c を計算せよ。また、(1) で求めた初期応力から図-3 を用いて粘土層中央（岩盤面から高さ 3 m の地点）における粘土の初期間隙比 e_0 を読み取って求めよ。

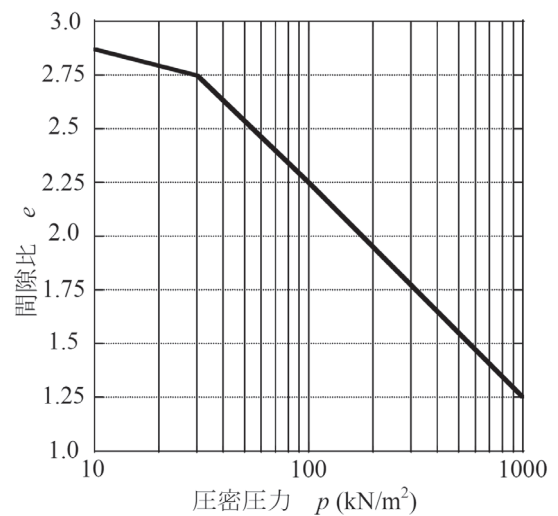
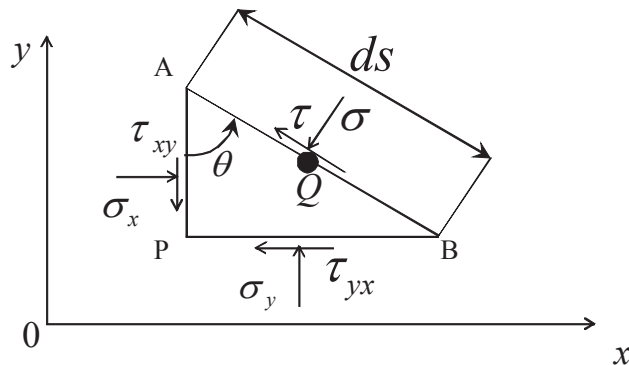


図-3 粘土の $e - \log p$ 曲線（横軸は常用対数）

- (3) この地盤に $\Delta p = 112.8 \text{ kN/m}^2$ の一様な载荷が行われた。この時の地盤の最終沈下量を計算せよ。ただし、圧縮は粘土層のみで起こると仮定し、砂層の圧縮は考えない。粘土層の圧縮を計算するにあたり、(2) で求めた C_c と粘土層中央における諸量を層全体の代表値として使用すること。計算に際して、 $\log_{10} 2 = 0.301$ 、 $\log_{10} 3 = 0.477$ 、 $\log_{10} 7 = 0.845$ を用いてもよい。
- (4) 採取試料に対する試験により、この粘土の圧密係数 $c_v = 120 \text{ cm}^2/\text{day}$ が得られた。図-2 に示す粘土層の圧密度が 90% に達するのに要する日数を計算せよ。ただし、砂層は完全排水層と仮定し、圧密度 90% に対する時間係数として $T_v = 0.848$ を用いること。

【問題 4】 以下の問いに答えよ。



(1) 上図のように微小三角形の土要素の各面に、図に示す垂直応力とせん断応力が作用しているとき、以下の問いに答えよ。ここで、面 AB は面 AP より反時計回りに θ 傾いた面であり、AB 面の長さを ds とする。

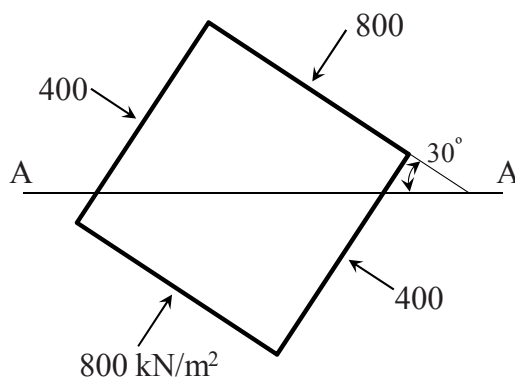
1) 面 AB 上の中点を Q とすると、モーメントの釣り合いを利用することで以下の式が得られることを示せ。

$$\tau_{xy} = \tau_{yx}$$

2) x 方向と、 y 方向の力の釣り合いから、 σ 、 τ を導け。

3) 2) で得られた結果より、最大値、最小値を示す垂直応力 σ_1 、 σ_3 が存在し、そのときの τ はゼロとなる。ここで、 τ_{xy} をゼロとして、2) で得られた結果よりモールの応力円を示す方程式を導け。

(2) 下図のように土要素に最大主応力 800 kN/m^2 、最小主応力 400 kN/m^2 が作用しているとき、最大主応力面から反時計回りに 30° 傾いた A-A 面に作用する垂直応力 σ とせん断応力 τ を計算と用極法によりそれぞれ求めよ。



2011 年度 土質力学 I 及び演習 定期試験

2012 年 1 月 24 日 (火) 13:00~15:00 共通 155・共通 3 講義室

注意事項：

- 問題は 4 問です。解答用紙も 4 枚ありますので、4 枚すべてに氏名・学生番号等の必要事項を記入した上で各問題 1 枚の解答用紙を用い、【問題 1】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。
- 持ち込みは一切不可です。
- 解答に単位が必要な場合は明記すること。

【問題 1】 土の指示的性質に関する以下の問いに答えなさい。

- (1) 土の乾燥密度 ρ_d を湿潤密度 ρ_t および含水比 w を用いて表せ。
- (2) 間隙比 e を土の土粒子密度 ρ_s および土の乾燥密度 ρ_d を用いて表せ。
- (3) 含水比 7.60%、土粒子の密度 2.60 g/cm^3 の砂地盤で、原位置での湿潤密度が 1.73 g/cm^3 である。この砂の最大、最小間隙比はそれぞれ 0.670 と 0.464 である。この砂の原位置での間隙比を求め、更に相対密度を計算せよ。
- (4) 次の用語について説明せよ。
(a) 粒径加積曲線 (b) 液性限界 (c) 塑性指数

【問題 2】 図-1 に示すような定常状態の透水試験を考える。土試料は土層 1 と土層 2 からなっており、土層 2 の下面にはメッシュが設置してある。メッシュの目は水は自由に通過できるが砂粒は落ちない程度であり、メッシュの厚さは無視できるものとする。また、土層 1 の透水係数は $k_1 = 1.0 \times 10^{-5}$ (m/s)、土層 2 の透水係数は $k_2 = 3.0 \times 10^{-5}$ (m/s) である。なお、土層 2 の下端を基準高さとせよ。

- (1) A 点（土層 1 の上端）および C 点（土層 2 の下端）における圧力水頭を求めよ。
- (2) B 点（土層 1 と土層 2 の境界）における全水頭を求めよ。
- (3) 土層 1 および土層 2 における流速をそれぞれ求めよ。
- (4) 全水頭と圧力水頭の分布図を描け。
- (5) 土層 1 と土層 2 をあわせた鉛直方向の等価透水係数を求めよ。

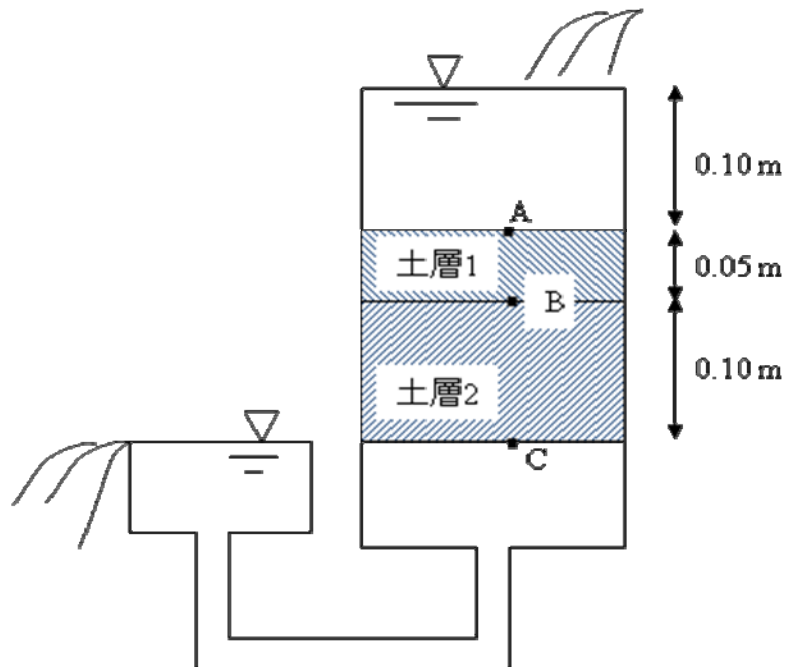


図-1 2層地盤モデルと諸元

【問題 3】 図-2 に示すように、厚さ 5 m の砂層の下に厚さ 12 m の正規圧密状態の粘土層、その下に砂礫層が堆積している地盤がある。地盤を構成する土の諸元は図-2 に示すとおりであり、地下水位は粘土層と砂層の境界にある。

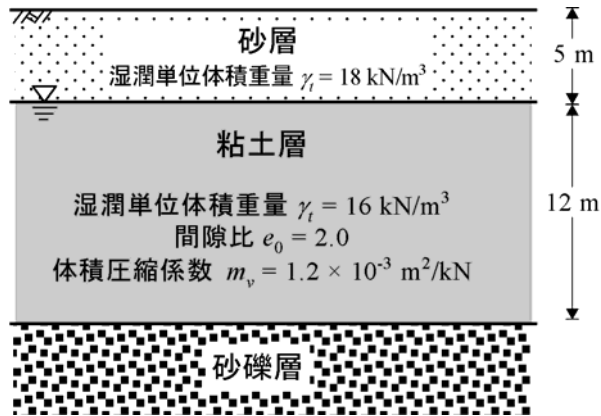


図-2 盛土による载荷を受ける地盤

この地盤上に盛土構造物を造成することになった。盛土は砂質土を高さ 5 m まで締固めて造成し、締固め土の湿潤単位体積重量は $\gamma_t = 20 \text{ kN/m}^3$ となる計画である。このとき以下の問いに答えよ。ただし、水の単位体積重量は $\gamma_w = 9.8 \text{ kN/m}^3$ とする。盛土は非常に短期間に広域に造成され、粘土層には一次元の圧密沈下が生じるとする。必要に応じて平均圧密度 $U(\%)$ と時間係数 T_v の関係を示す図-3 を用いよ。

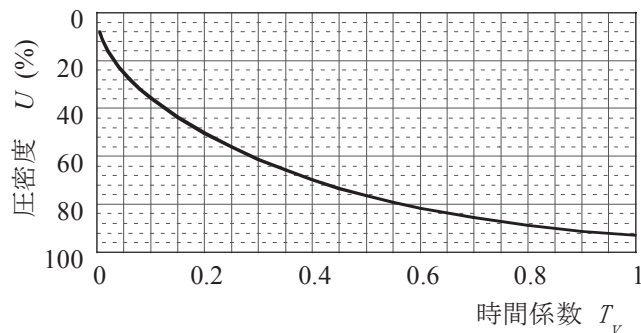


図-3 平均圧密度と時間係数の関係

- (1) ①盛土を造成する前、②盛土を造成した直後、③盛土を造成して長期間経過後における地表面から粘土層下部までの全応力、間隙水圧、有効応力の鉛直分布をそれぞれ示せ。なお、砂層と粘土層の境界、粘土層中央、粘土層と砂礫層の境界におけるそれぞれの値を分布図中に記せ。
- (2) 盛土を造成をして長期間経過した後の、この粘土層の最終圧密沈下量を算出せよ。ただし、粘土層中央における応力状態を代表値として用いてよい。
- (3) 粘土層の圧密係数が $c_v = 6.8 \text{ m}^2/\text{year}$ のとき、3年経過後の粘土層の圧密沈下量、および粘土層の平均的な間隙比を算出せよ。なお、砂層と砂礫層は完全排水層であるとする。
- (4) (2) で示した最終圧密沈下量の算出は粘土層を対象に標準圧密試験を行い、圧縮指数を求めることによって可能である。この場合、標準圧密試験結果からどのようにデータを取得、適用して最終圧密沈下量を求めるのかを説明せよ。必要に応じて図を用いてもよい。

【問題 4】 正規圧密状態の飽和粘土に対して、以下の手順にしたがって圧密非排水三軸（CU）試験を行った。

圧密過程：i) 側圧 $\sigma_3 = 200 \text{ kN/m}^2$ のもとで等方的に圧密した。

せん断過程：ii) 側圧一定、非排水条件のもとで一定のひずみ速度で軸方向に圧縮したところ、軸ひずみ ε が 5% に達したとき、軸方向応力 $\sigma_1 = 290 \text{ kN/m}^2$ となった。このとき間隙水圧は $u = 50 \text{ kN/m}^2$ であった。

iii) さらに軸ひずみを増やすと、軸ひずみ ε が 15% のとき軸方向応力 $\sigma_1 = 350 \text{ kN/m}^2$ となり供試体は破壊に至った。このとき間隙水圧は $u = 130 \text{ kN/m}^2$ であった。

このとき、以下の問いに答えよ。

- (1) せん断過程における軸差応力-軸ひずみ ($q - \varepsilon$) 関係、間隙水圧-軸ひずみ ($u - \varepsilon$) 関係の概略図を描け。なお、上に示した値を適宜用いよ。また、正規圧密土の非排水せん断時の間隙水圧の発生とダイレイタンシー特性との関係について簡単に説明せよ。
- (2) i)、ii)、iii) のそれぞれの状態における有効応力に関するモールの円（あるいは点）を、1 つの図にまとめて描け。
- (3) モール-クーロンの破壊規準が成立するとした場合、破壊包絡線を(2)の図中に描け。また内部摩擦角を ϕ' として $\sin \phi'$ を求めよ。ただし、正規圧密粘土の場合、粘着力 $c' = 0$ とみなせるとする。

2012年度 土質力学Ⅰ及び演習 定期試験

2013年1月22日(火) 13:00～15:00 共通155・共通1・共通3・W2講義室

注意事項：

- 問題は4問です。解答用紙も4枚ありますので、4枚すべてに氏名・学生番号等の必要事項を記入した上で各問題1枚の解答用紙を用い、【問題1】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。
- 持ち込みは一切不可です。不正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。

【問題1】

地震の被害を受けた河川堤防を再構築するため、締固め後の土量で50,000 m³の土が必要となった。土取り場の自然状態の土を調査した結果、含水比 $w = 15\%$ 、間隙比 $e = 0.60$ 、土粒子の比重 $G_s = 2.70$ が得られた。土取り場の土はトラックで盛土現場まで運ばれた。このトラックの積載質量は6.5 tである。堤防盛土は、トラックから排土し含水比が20%となるように水を加えて含水比調整した土を締め固めて施工した。締固め後の乾燥単位体積質量は1.80 t/m³である。

このとき以下の問いに答えよ。ただし水の単位体積質量は1.0 t/m³であるとする。

- (1) 土取り場の自然状態の土の飽和度 S_r 、湿潤単位体積質量および乾燥単位体積質量を求めよ。
- (2) 堤防盛土の施工には全部で延何台のトラックが必要か。
- (3) 盛土のため土取り場で掘削した土量は何 m³か。
- (4) 盛土で所定の含水比を得るためには何 m³の水を加えなければならないか。ただし、作業中の蒸発は無いものとする。
- (5) 盛土が堤防として機能を発揮するために、最もよい状態の盛土を造成しなければならない。そのためどのような試験が行われるか、試験の目的と方法を説明せよ。

【問題2】土中の水理に関する下記の問いに答えよ。ただし、土の供試体は飽和しており、土中の水の流れはダルシー則に従うものとする。

- (1) 図1のように、断面積 $1.0 \times 10^{-2} \text{ m}^2$ の土の試料1が透水試験装置にセットされている。土供試体の下部はメッシュにより支えられている。図に示すように供試体に水頭差を与えたところ、定常状態で流量が $2.4 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{min}$ となった。試料1の透水係数を求めよ。

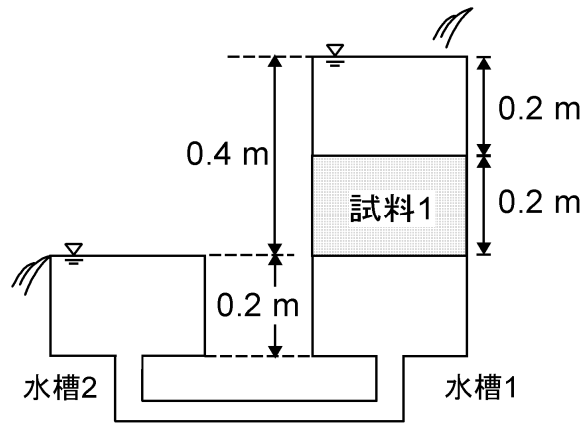


図 1

- (2) 図2のように、試料1の上に、厚さ0.1 mで透水係数 1.0×10^{-5} m/sの試料2をセットし、設問(1)と同様に水頭差を与えた。定常状態に達したときの流量を求めよ。

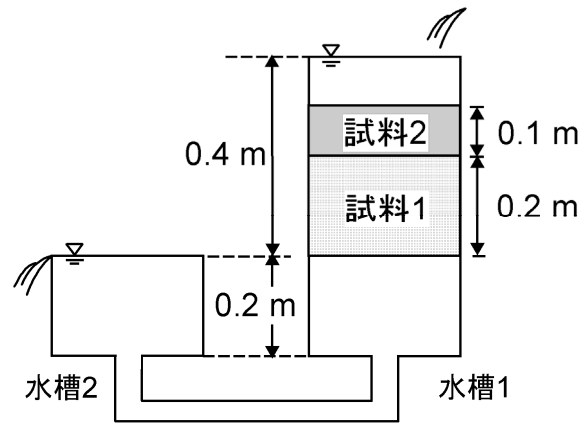


図 2

- (3) 設問(2)の透水状態について、全水頭、位置水頭、圧力水頭の分布図を描け。ただし、試料1の下部を基準高さとする。

【問題 3】

図3のように上下を砂層で挟まれた正規圧密粘土地盤がある。以下の問いに答えよ。

- (1) この地盤の地表面上に一様に $P_0 = 40 \text{ kN/m}^2$ の上載荷重を作用させたときの上載荷重の載荷前、直後、載荷後十分に時間が経過した後の粘土層中央部(地表面から5 m下方の位置)の全応力、間隙水圧、有効応力を求めよ。ただし、水の単位体積重量を 9.81 kN/m^3 とせよ。
- (2) 載荷後十分に時間が経過した後の粘土層の圧密沈下量を求めよ。ただし、応力状態は粘土層中央部の値を代表値として用い、載荷前の粘土層全体の初期間隙比 $e_0 = 2.0$ 、圧縮指数 $C_c = 1.2$ とする。ここで対数計算は以下の近似値を用いてよい。
 $\log 1.8 = 0.26, \log 2.0 = 0.30, \log 2.2 = 0.34, \log 2.4 = 0.38, \log 2.6 = 0.41, \log 2.8 = 0.45, \log 3.0 = 0.48$
- (3) 粘土層の圧密係数 $C_v = 1.5 \times 10^{-3} \text{ cm}^2/\text{s}$ であるとき、圧密度 $U = 80\%$ となる日数を求めよ。ただし、圧密度 U と時間係数 T_v の関係は次のとおりである。

$U(\%)$	10	20	30	40	50	60	70	80	90
T_v	0.008	0.031	0.071	0.126	0.197	0.287	0.403	0.567	0.848

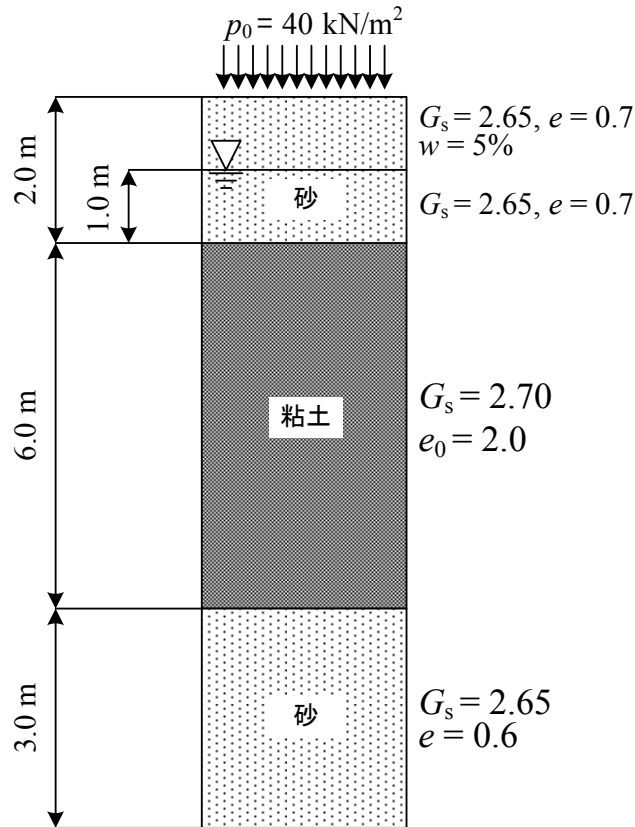


図 3

【問題 4】

- (1) 図 4 のような地盤の要素の応力状態を考える。45° 傾いた面 A-A' 面（上面）に働くせん断応力と垂直応力を求めよ。次に、この応力状態に対するモールの応力円を図示し、用極法での極を示せ。ただし、 $\sigma_{xx} = 50 \text{ kPa}$ 、 $\sigma_{yy} = 100 \text{ kPa}$ 、 $\tau = 20 \text{ kPa}$ とする。

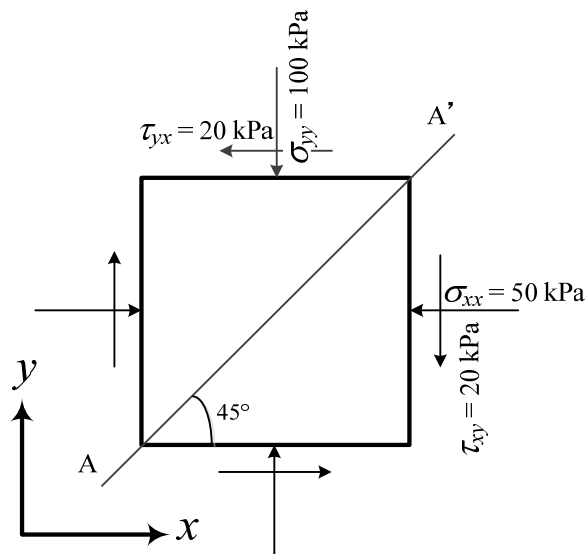


図 4

- (2) モーラークーロンの破壊規準を主応力で表し、モールの応力円を用いて破壊規準とその特徴を説明せよ