

2015 年度 土質力学 II 及び演習 定期試験

2015 年 7 月 29 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。
- 筆記用具に加えて、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。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】以下の問いに答えよ。

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。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。

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

この方程式の境界条件は、粘土層の上面（地表面）を $z = 0$ 、粘土層の下面（不透水性の岩盤の上面）を $z = H$ とするとき、粘土層の上面 ($z = 0$) では、

$$z = 0 \text{ の時 : } u = 0 \quad (2)$$

また、粘土層の下面 ($z = H$) では、不透水の条件、すなわち、ダルシーの法則において、流量がゼロとなる条件から、以下で与えられる。

$$z = H \text{ の時 : } \frac{\partial u}{\partial z} = 0 \quad (3)$$

- 1) 荷重を急激に加えた直後の過剰間隙水圧を $u = u_0$ とする時、これを初期条件とし、式(1)の圧密方程式の解を、境界条件式(2)(3)の条件の下で求めよ。
- 2) 圧密を促進する軟弱地盤の改良工法にサンドドレーン工法がある。この工法は、どのような原理により圧密を促進するのかについて答えよ。

3) 粘土地盤の地表面に図-1 に示す分布荷重を載荷する時、地表面から深さ z にある C 点に生じる鉛直応力 σ_z は、 a/z , b/z の関数 $I_q\left(\frac{a}{z}, \frac{b}{z}\right)$ として次式で与えられる。

$$\sigma_z = I_q\left(\frac{a}{z}, \frac{b}{z}\right) \cdot q \quad (4)$$

この時、式(4)の関数を用いて、地表面から深さ z にある A 点、B 点に生じる鉛直応力 σ_z を、それぞれ、関数 I_q を使って答えよ。ただし、粘土地盤は線形弾性的な挙動をするものとする。

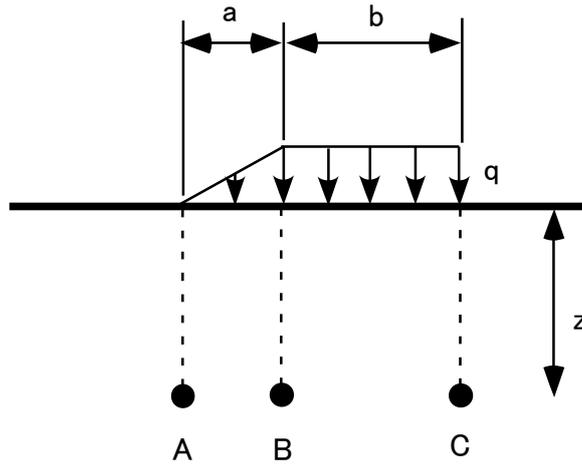


図-1

【2】以下の語句を簡単に説明せよ。なお、図や式などを用いて良い。

- 1) モール・クーロンの破壊規準
- 2) 土のダイレイタンス
- 3) 土の鋭敏比
- 4) 土の強度増加率
- 5) スケンプトンの間隙圧係数 A

【3】以下の問いに答えよ。

1) 摩擦角 ϕ を持つ乾燥した粘着力を有さない土を支える滑らかな擁壁に対して、ランキン土圧理論の適用を考える。図-2 に示すように、地表面が水平で、鉛直面に作用する主働土圧 σ_3 と水平面に作用する鉛直応力 σ_1 がある。破壊時の応力状態 σ_1 と σ_3 は、C 点を中心とするモールの応力円（図-4 を参照）の D 点で破壊線に接することになる。ここで、 $p=OC$ は平均応力、 $q=CD$ は偏差応力である。摩擦角 ϕ で表される主働土圧係数 σ_3/σ_1 の式を求めよ。

2) 図-3 に示すように、地表面が水平面となす角 i ($i < \phi$) で傾斜している場合を考える。傾斜面に平行な方向に作用する主働土圧 σ_i と水平面となす角 i の傾斜面に作用する鉛直応力 σ_v がある。破壊時の応力状態 σ_i と σ_v は、それぞれの働く面に垂直でないので、主応力とならない。鉛直応力 σ_v の成分は、傾斜面に垂直な応力 s_v および水平なせん断応力 t_v として、モールの応力円上の点 A によって表示される（図-4 を参照）。一方、主働土圧 σ_i の成分は、傾斜面に垂直な応力 s_i および水平なせん断応力 t_i として、モールの応力円上の点 B' によって表示される。直線の長さ $OB=OB'$ は、傾斜面に平行な線 OA を引き、モールの応力円との交点 B を求めることで得られる。なお、点 F は線分 AB を半割している。摩擦角 ϕ 並びに傾斜角 i で表される主働土圧係数 σ_i/σ_v の式を求めよ。

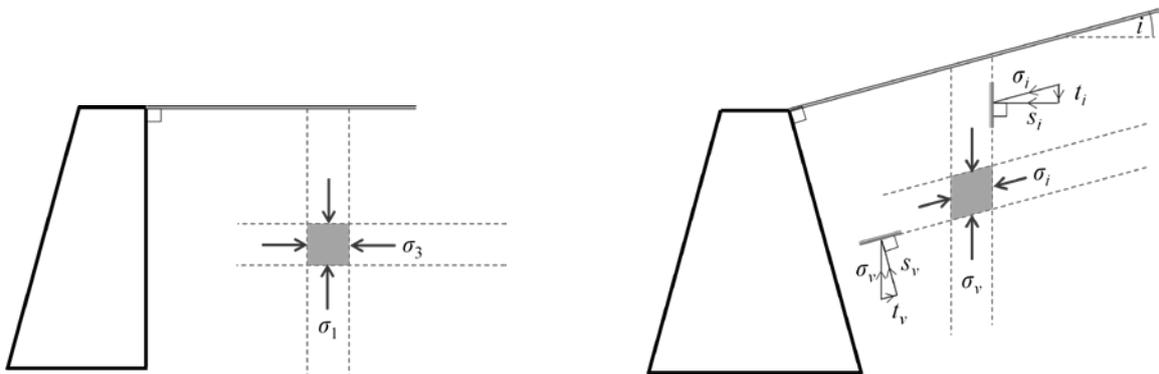


図-2

図-3

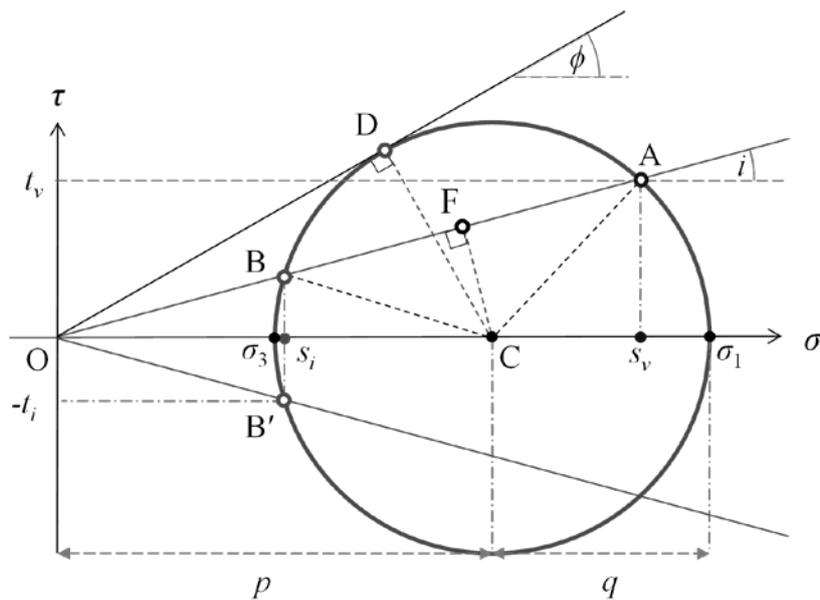


図-4

【4】以下の問いに答えよ。

1) 図-5 に示すように、風化層の中にすべり面をもつ長大斜面の安定問題を考える。この斜面では降雨の浸透により風化層内の深度 z_0 に地下水面が存在する。ただし、流線は地表面に平行であると仮定する。地表面からすべり面までの鉛直深度を H ，斜面の傾斜角を β ，地下水位以浅の土の単位体積重量を γ_t ，地下水位以深の土の単位体積重量を γ_{sat} ，粘着力を c' ，内部摩擦角を ϕ' ，水の単位体積重量を γ_w とする。以下の問いに答えよ。

(1) この斜面のすべりに対する安全率を求めよ。ただし以下の応力，条件式を明示すること。

- ・すべり面に垂直な応力 σ ，すべり面に平行なせん断応力 τ
- ・すべり面に作用する間隙水圧 u
- ・すべり面に垂直な有効応力 σ'
- ・モール・クーロンの破壊規準

(2) 地下水位がちょうど地表面に一致したとき斜面がすべったとする。このときのすべり面までの深さ（限界深さ H_c ）を求めよ。

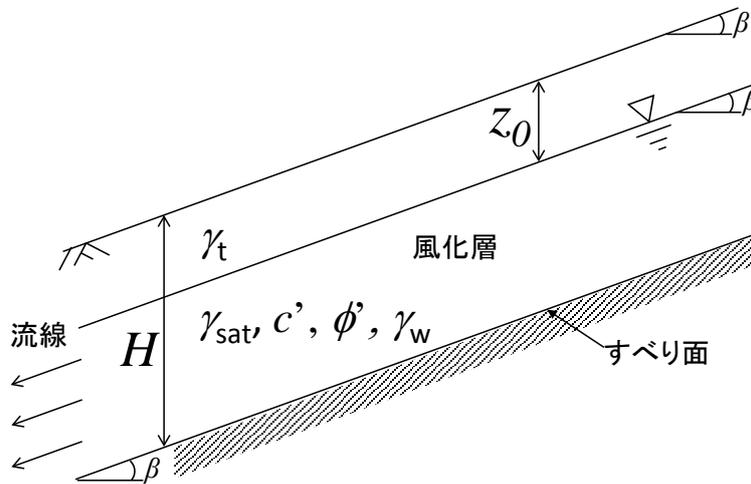


図-5

2) 高速道路盛土を建設するにあたり、地形図を元に調べたところ、当該地点がちょうど旧河道上に位置することがわかった。また、当該地点周辺はたびたび地震被害に見舞われているものとする。設計に先立ち標準貫入試験による地盤調査を実施したところ、図-6のようなN値の深度分布図が得られた。

(1) N値とは何か，説明せよ。また，N値の大小と地盤密度との関係を定性的に述べよ。

(2) 当該地点の地形や地震履歴，また図-6に示す標準貫入試験結果から，液状化発生の可能性についてわかることを述べよ。

(3) 液状化安全率の定義式は下記のとおり， R_L ：液状化強度比と L ：発生せん断応力比の比で表される。 R_L と L がどのように導かれるか説明せよ。

$$\text{液状化安全率} : F_L = \frac{R_L}{L}$$

(4) 調査の結果，液状化の可能性が指摘されたため盛土下部の地盤に対策工を施すことになった。特に盛土に対して有効と考えられる液状化被害に対する対策の原理と，それに基づく工法を3つ挙げよ。

| 深度 (m) | 土質区分 | 相対密度 | N 値 |
|--------|---------|-------|-----|
| 1 | 細砂 | 非常に緩い | 4 |
| 2 | | | 8 |
| 3 | | | 10 |
| 4 | | | 12 |
| 5 | 細砂 | 緩い | 7 |
| 6 | | | 3 |
| 7 | | | 5 |
| 8 | | | 12 |
| 9 | | | 18 |
| 10 | | | 7 |
| 11 | | | 12 |
| 12 | | | 9 |
| 13 | 細砂 | 密なく中位 | 24 |
| 14 | | | 34 |
| 15 | | | 35 |
| 16 | | | 35 |
| 17 | | | 40 |
| 18 | | | 34 |
| 19 | シルト質細砂 | 中位 | 25 |
| 20 | | | 27 |
| 21 | | | 29 |
| 22 | | | 29 |
| 23 | | | 27 |
| 24 | | | 34 |
| 25 | | | 16 |
| 26 | | | 37 |
| 27 | | | 11 |
| 28 | シルト混じり砂 | 緩い | 6 |
| 29 | | | 26 |
| 30 | | | 13 |

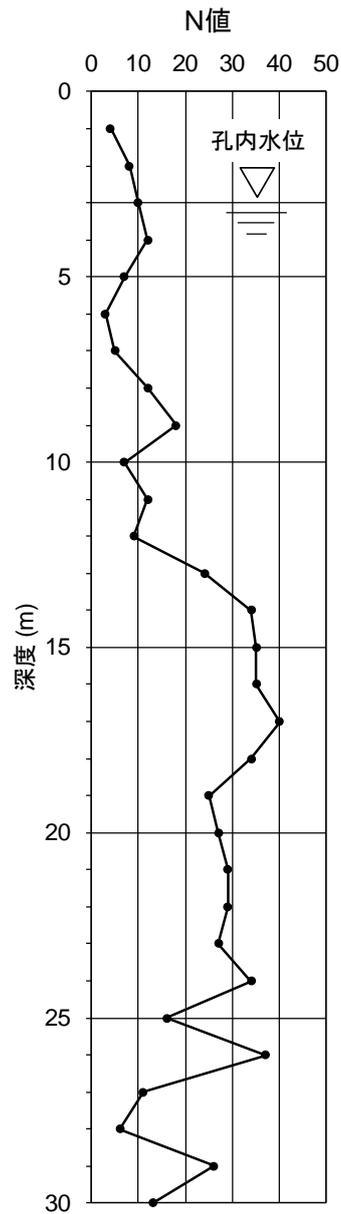


図-6

【5】以下の問いに答えよ。

1) 以下の用語について図を用いて説明せよ。

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

2) 帯状基礎が図-7 に示す均質な地盤に設置されているとする時、以下の設問に答えよ。

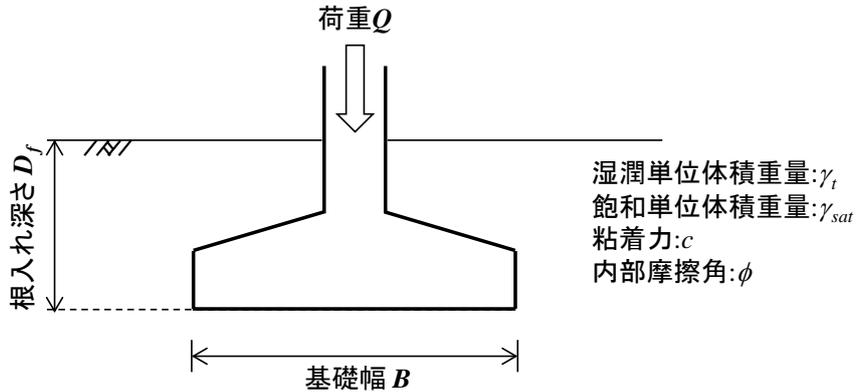


図-7

(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-7 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地中深いところであると仮定せよ。

(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。

3) 帯状基礎が図-8 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。

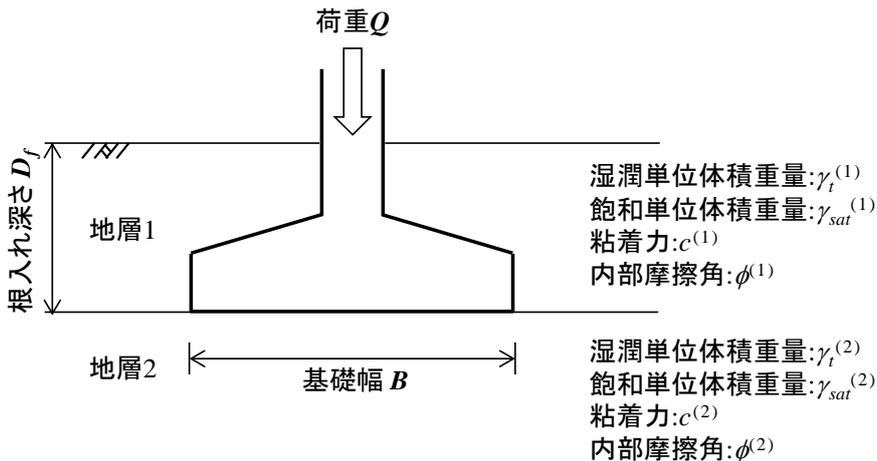


図-8

(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-8 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、このとき地下水位が十分地中深いところにあると仮定せよ。

- (2) 図-9 に示すように、図-8 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-9 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。

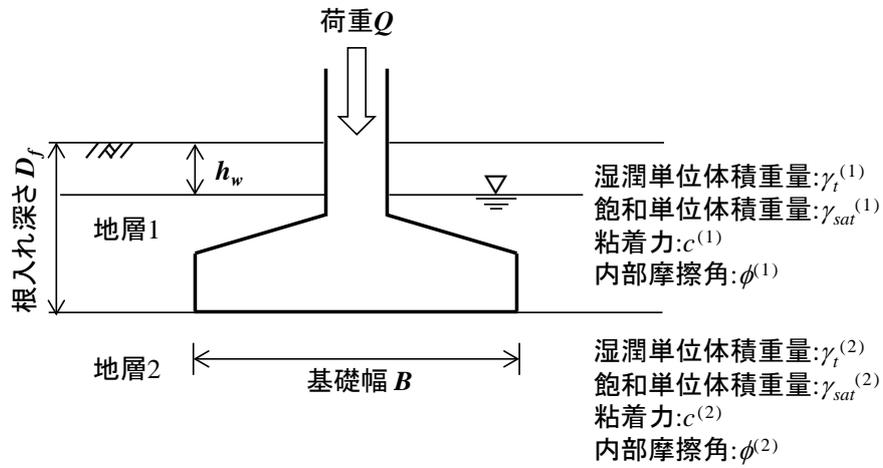


図-9