

2020 年度 土質力学Ⅱ 及び演習 中間試験（レポート試験）

2020 年 6 月 10 日（水）解答時間 8:45～10:15, 提出締切 10:30

注意事項：

- 10:15 に解答をやめ、10:30 までに解答用紙を PandA から提出すること。
- 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、余裕をもって提出すること。
- 試験中は講義資料等を見ても構わないが、時間配分には十分に留意すること
- 他者の答案と類似するものについては、後日口頭試問を行い、理解度を確認することがある。
- 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) Terzaghi の一次元圧密理論では、圧密に要する時間は圧密層厚および排水端までの距離（排水距離）に大きく影響される。そこで、圧密層厚 H で片面排水の場合と、圧密層厚 $2H$ で両面排水の場合には、圧密にかかる時間が同じになる理由を説明しなさい。

(2) 地盤内応力に関する下記の問いに答えよ。

(2-1) 地盤は一般に弾性体でないが、半無限線形弾性体に対して求めた Boussinesq の応力解が地盤内応力の推定に有用な理由を述べよ。

(2-2) 図-1 に示すように、半無限線形弾性地盤の表面に中庭のある口の字型の建物が建設され、その重さが 100 kN/m^2 であるとする。このとき、中庭中央 A 点の直下 10 m における建物荷重による鉛直応力増分を求めよ。ただし、辺長が B, L の長方形等分布荷重 p が半無限線形弾性地盤の表面に作用した場合、隅角点直下の点で生じる鉛直応力は式(1)で表されるとし、解を求めるにあたり、図-2 を用いてもよい。

$$\sigma_z = I_z \cdot p = \frac{1}{2\pi} \left[\frac{mn(2 + m^2 + n^2)}{(1^2 + m^2)(1^2 + n^2)\sqrt{1^2 + m^2 + n^2}} + \sin^{-1} \frac{mn}{\sqrt{1^2 + m^2}\sqrt{1^2 + n^2}} \right] \cdot p \quad \text{式(1)}$$

(2-3) 図-3 に示すように、半無限線形弾性地盤の表面に等分布帯状荷重 p が作用したときは、荷重の両端を通る円周上で主応力の大きさが等しく、最大主応力の方向が点 D と点 A を結ぶ直線の方角となることを示せ。なお、この円周上における応力は次の通り式(2)～(4)で表せるものとする。

$$\sigma_x = \frac{p}{\pi} \{(\theta_2 - \theta_1) - \sin(\theta_2 - \theta_1) \cos(\theta_2 + \theta_1)\} = \frac{p}{\pi} (2\beta - \sin 2\beta \cos 2\alpha) \quad \text{式(2)}$$

$$\sigma_z = \frac{p}{\pi} \{(\theta_2 - \theta_1) + \sin(\theta_2 - \theta_1) \cos(\theta_2 + \theta_1)\} = \frac{p}{\pi} (2\beta + \sin 2\beta \cos 2\alpha) \quad \text{式(3)}$$

$$\tau_{xz} = \frac{p}{\pi} \sin(\theta_2 + \theta_1) \sin(\theta_2 - \theta_1) = \frac{p}{\pi} \sin 2\alpha \sin 2\beta \quad \text{式(4)}$$

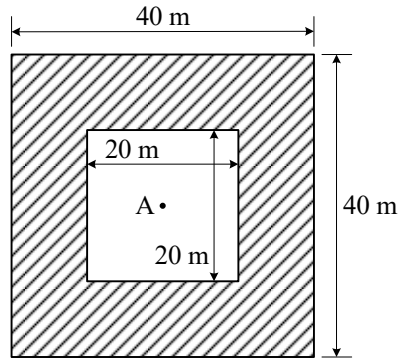


図-1 中庭を有する建物

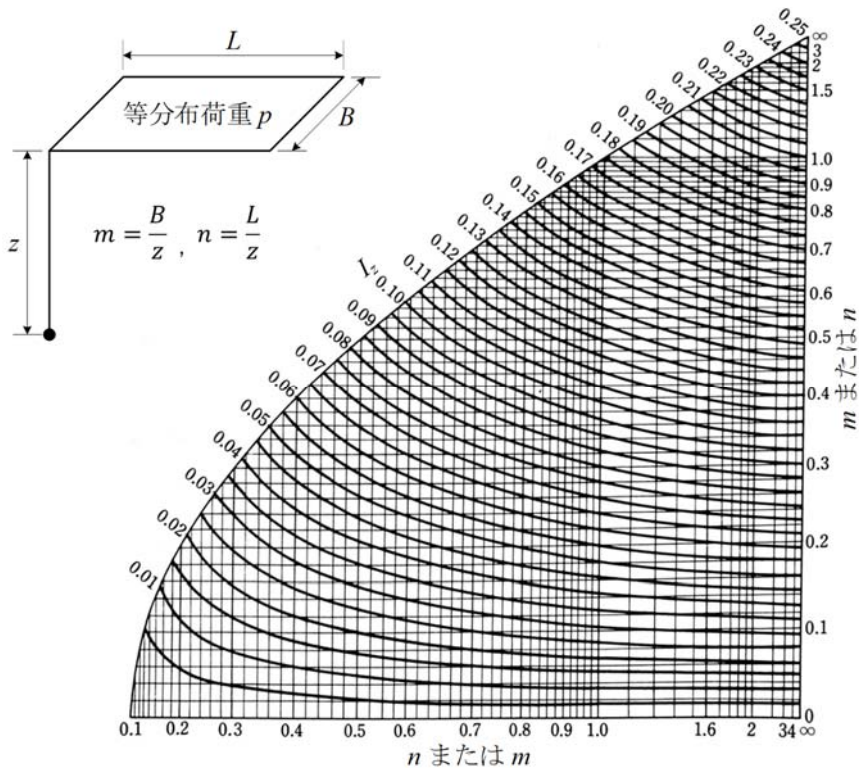


図-2 長方形等分布荷重による影響値 I_z

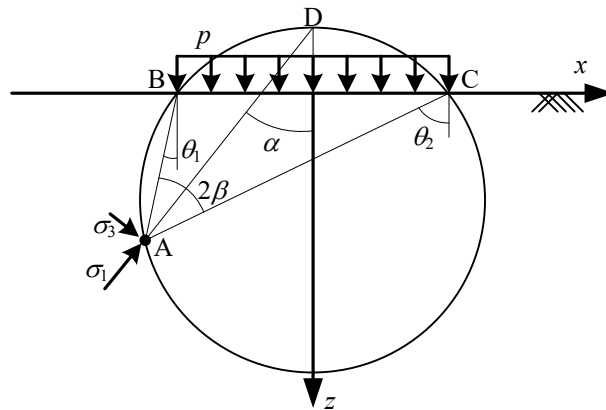


図-3 半無限線形弾性地盤の表面に作用する等分布帯状荷重と主応力の大きさが等しくなる円

【2】 飽和状態にある正規圧密粘土（粘着力 $c' = 0$ と仮定）を平均有効応力 p'_o まで等方圧密した後、側圧一定で圧密非排水三軸圧縮試験(CU試験)を行った。2つの試料を用いて、 p'_o が 200 kN/m^2

(Test1) および 300 kN/m^2 (Test2) の条件での実験結果として、図-4 に示す $p'-q$ 平面に描いた有効応力径路を得た。ここで、 σ_1 は最大主応力、 σ_3 は最小主応力、 σ'_1 は最大有効主応力、 σ'_3 は最小有効主応力、 p_f は破壊時の平均全応力である。

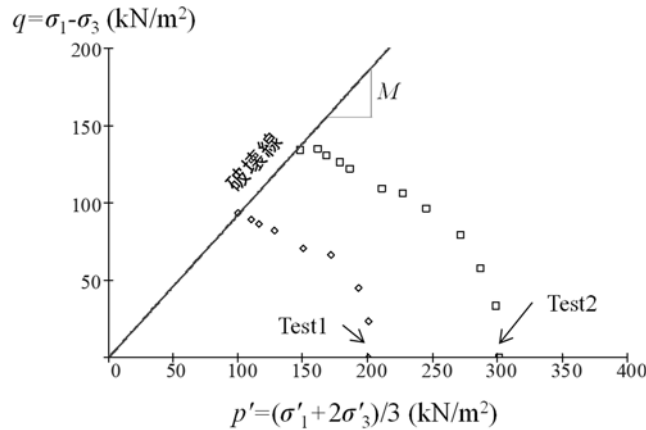


図-4

それぞれ実験の破壊時に求めた平均有効応力 p'_f および軸差応力 q_f は、表-1 のとおりであった。

表-1

Test	p'_o (kN/m ²)	p'_f (kN/m ²)	q_f (kN/m ²)
1	200	99	93
2	300	147	134

なお、各試験に用いた試料の特性は全て同じであると仮定し、実験結果に基づいて、以下の問いに答えよ。

- (1) 破壊時に発生する間隙水圧 u_f を計算し、破壊時のスケンプトンの間隙圧係数 A_f の平均値を求めよ。
- (2) 実験結果に基づいて、破壊線の勾配（破壊応力比） M の平均値を計算せよ。
- (3) 三軸圧縮試験での破壊時の有効応力状態をモールの応力円て図示せよ。また、 $p'-q$ 平面の破壊線の勾配（破壊応力比） M と内部摩擦角 ϕ' との関係式を導け。さらに、内部摩擦角 ϕ' の平均値を計算せよ。
- (4) 上記の結果に基づいて、この正規圧密粘土の非排水せん断強度 c_u による強度増加率 (c_u / p'_o) の平均値を決定せよ。
- (5) 同じ試料を用いて等方圧密 $p'_o = 400 \text{ kN/m}^2$ で同じような条件で CU 試験を実施したとして、全応力径路、有効応力径路と破壊線との関係を $p-q$ 平面 ($q = \sigma_1 - \sigma_3, p = (\sigma_1 + 2\sigma_3) / 3$) に描け。また、推定される $M, p'_o, p'_f, p_f, q_f, u_f$ の値を図中に記入せよ。

【3】以下の問いに答えよ。

- (1) 図-5のような高さ H (裏込め土の内部摩擦角 ϕ , 粘着力 c , 単位体積重量 γ) の擁壁を考える。擁壁の変位 (δ) を横軸に, 土圧を縦軸にとって, 擁壁に作用する代表的な3種類の土圧を明記して図示せよ。変位の方法は下図を参照すること。
- (2) 擁壁が図中左側 (δ_-) の方向に変位する時の, 擁壁に作用する土圧をクーロン土圧の考え方で求めたい。ただし, 裏込め土の粘着力 c はゼロで, 擁壁は滑らかで裏込め土との間には摩擦がないと仮定する。図に示すような土楔に作用する力の連力図を記述せよ。連力図を構成する力に適切な記号をつけ, それぞれの力の説明も明記すること。
- (3) (2)に示したクーロン土圧の考え方で, 擁壁が図中左側 (δ_-) の方向変位する時の, 擁壁に作用する土圧の求め方を簡単に説明せよ。
- (4) 裏込め土の地盤条件を再度実験で確認したところ, 粘着力 c がゼロではないことが分かった。そこで, 擁壁が右側に移動するとき (δ_+) に作用する土圧を, ランキン土圧の考え方をを用いて求め, 高さ H の擁壁に作用する土圧の分布形状を図示せよ。ただし, この場合は擁壁と裏込め土との間の摩擦は無視してよく, 地下水位も十分に深いものとする。
- (5) 擁壁背面の地下水位が地表面に上昇した場合と地下水位が擁壁底面にある場合の主働土圧合力 (土圧と水圧の合力) の大小関係を, 土圧と水圧の違いに着目して説明せよ。ただし水の単位体積重量は γ_w とする。

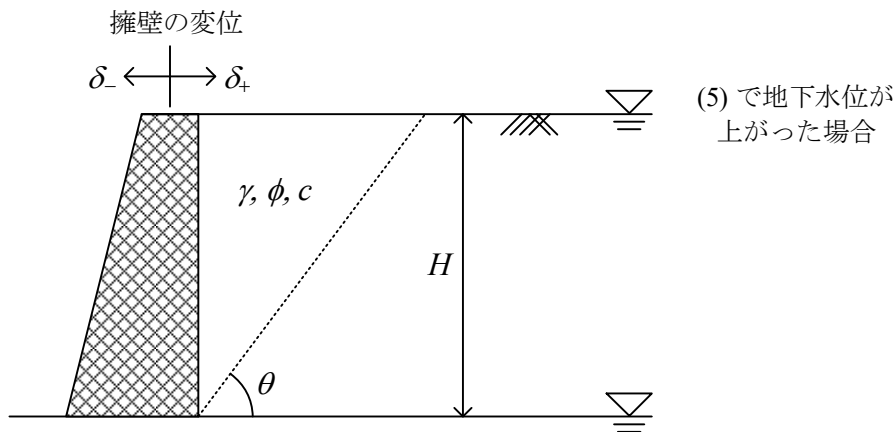


図-5