

平成 15 年度 土質力学 I 及び演習 定期試験

平成 15 年 7 月 28 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。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。

【1】

あるアースフィルダム現場で、完成後の盛土の乾燥密度は 1.8 t/m^3 とする必要がある。この土の土粒子密度は 2.7 t/m^3 であり、締固め試験結果から得られる最適含水比は 15% であったが、締固めの管理は 15% 以上の含水比となるようにして施工した。以下の各問に答えなさい。

- (1) 何故、最適含水比である 15% より大きい含水比で、締固めを管理する必要があるのかを解説しなさい。
- (2) 実際の締固めを行ったところ、盛土の平均含水比は 18% であった。作成された盛土全体の湿潤密度、間隙比、飽和度を求めなさい。ただし盛土の平均の乾燥密度は 1.8 t/m^3 が得られたものとする。
- (3) さらに、湛水試験を行ったところ盛土が完全に水没してしまって飽和度が 100% になったとする。この時の土全体の密度と含水比はそれぞれいくらかになるか。

【2】

室内透水試験には定水位透水試験と変水位透水試験がある。

- (1) それぞれの試験について原理がわかるような模式図を示して説明し、透水係数 k をどのようにして求めるのかについて記述せよ。
- (2) それぞれの試験について、どのような場合にどちらの試験法を採用するのかについて主たる基準を述べよ。

【3】

図 1 のように上下の砂層に挟まれた正規圧密粘土地盤があり、最下層の砂層の地下水は静水圧となっている。この下部の砂層から図 2 に示すように井戸で地下水を大量に汲み上げたため、その砂層の間隙水圧は $z = 14 \text{ m}$ の上端部において 40 kN/m^2 になるまで急激に低下した。上部の砂層には常に水が供給されているために、上部の砂層の間隙水圧は地下水汲み上げ前後で変化せず静水圧のままである。また、地盤内の間隙水圧は水平方向に一様（深さが同じならばどこでも同じ間隙水圧）である。簡単のために水の単位体積重量を $\gamma_w = 10 \text{ kN/m}^3$ として以下の問いに答えよ。

- (1) ①汲み上げ直後、②汲み上げ続けて下部の砂層の上端部 ($z = 14 \text{ m}$) の間隙水圧が 40 kN/m^2 に維持されたまま十分に時間が経過した時、の 2 つの状態を想定して、 $z = 0 \sim 14 \text{ m}$ の範囲の地盤内における全応力、有効応力、間隙水圧の深さ方向の分布を図示せよ。
- (2) このような地下水の汲み上げ方をすると地盤沈下を引き起こすことになるが、汲み上げ続け

て十分に時間が経過した時の粘土地盤の圧密沈下量を求めよ。ただし、圧密沈下量の算定は、粘土地盤の中間の深さ($z = 9 \text{ m}$)での有効応力の変動量と粘土地盤の体積圧縮係数 $m_v = 2 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{kN}$ を用いよ。

- (3) (2)で求められた圧密沈下量に到達するまでに、実際はかなりの時間を要する。そのため、Terzaghi の一次元圧密理論を用いて、圧密時間の予測を試みる。
Terzaghi の一次元圧密方程式を示すとともに、簡単のため、粘土地盤の上端を新たに $z = 0 \text{ m}$ と定義し直した時のこの圧密問題の $z = 0 \text{ m}$ および 10 m (粘土層の上端と下端)での境界条件、および $t = 0 \text{ s}$ における初期条件を示せ。ただし、圧密方程式を誘導する必要はないが、式中に用いた係数の説明はせよ。
- (4) (3)の圧密解析の結果、平均圧密度 $U = 90\%$ に達する時の時間係数が $T_v = 0.848$ であることがわかった。粘土地盤の圧密係数を $c_v = 0.0424 \text{ m}^2/\text{day}$ として、粘土地盤の圧密沈下量が最終的な沈下量の 90% に達するまでの時間を求めよ。
- (5) 地盤沈下が深刻であったため、地下水の汲み上げをやめた。それから十分に時間が経過すると、地盤内の全応力、有効応力、間隙水圧の深さ方向の分布は、地下水を汲み上げる前と全く同じまでに戻った。それに伴い、地下水汲み上げによって引き起こされた沈下は止まり、逆にわずかに回復(すなわち隆起)する傾向が見られた。しかし、その際の隆起量は、それまでの沈下量に比べてごく僅かであり、決して元の粘土層の厚さには戻らなかった。戻らない理由を粘土の圧密現象の観点から簡潔に述べよ。
- (6) この地盤上に構造物を建設することを想定し、建設の際に新たに発生する地盤中の任意の点における鉛直方向の地盤内応力を Boussinesq (ブシネスク) の弾性解を用いて推定したい。実際の地盤もこの地盤のように、異なる地盤材料が層状に堆積していることが多いが、鉛直方向の地盤内応力を Boussinesq の弾性解を用いて推定する際に、このように複雑な地層構成をしていることが推定の結果に影響を及ぼすか、あるいは及ぼさないか、どちらであるか理由を付けて簡潔に述べよ。

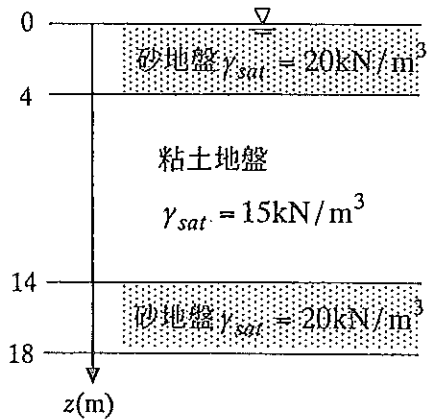


図 1

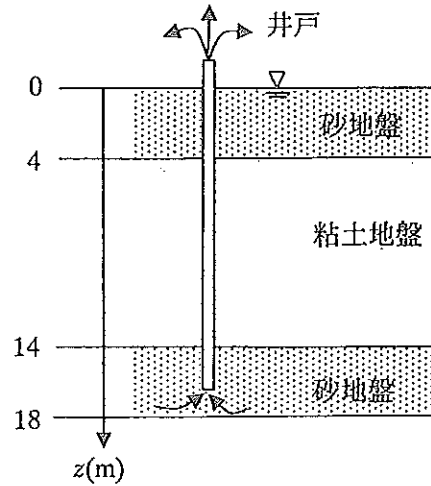


図 2

【4】

内部摩擦角 $\phi' = 30$ 度、粘着力 $c' = 0$ の土材料に対して、側圧 100 kPa 一定の条件下で三軸排水試験を行った。この時の破壊時の軸圧を求めよ。この排水試験の有効応力経路を $p'-q$ 面 ($q = \sigma_1 - \sigma_3$, $p' = (\sigma_1 + 2\sigma_3)/3$) にえがき、破壊時の軸差応力 q 、平均応力 p' を示せ。また、モール・クーロンの破壊規準を満たしている面の主応力に対する角度は何度となるか示せ。