

2002年度 理工学部 [定期・授業中] 試験問題				7月 29日 (Mon)		開始 13時 00分 実施 終了 14時 30分
学科目名 (クラス)	担当者	対象学科・学年		解答用紙 (本紙) 持込 別紙	この欄に指示がない場合は、持込を全て不許可とします。	1. 全て不許可 2. 全て許可 3. 一部許可 教科書・ノート(自筆・コピー)・参考書(電卓・ポケコン・辞書) その他 []
土質力学 A	赤木	社工	2			
学籍番号	—	氏名		採点欄		

Fig.1 に示すような深さまで井戸が掘削された海底多層地盤内の土中の応力状態と圧密、浸透現象について、以下の文中の空欄を適切な文字または文字式で埋め、正しい方に をつけなさい。なお、土の飽和単位体積重量、透水係数は図中に示すとおりであり、水の単位体積重量 γ_w (kN/m³) である。座標軸は図に示すようにとり、位置水頭の基準は x 軸とする。また、水の流れは z 軸方向のみに生じ、地盤の奥行き方向の厚さを 1(m) とする。なお、砂層 A, C は沈下しないものとする。

水の流れはダルシーの法則 $v(z) = k(z) \cdot i(z) = k(z) \cdot \left\{ -\frac{dh(z)}{dz} \right\}$ に従うものとし、 $v(z)$ (m/s) は流速、 $h(z)$ は全水頭 (m)、 $k(z)$ は透水係数、 $i(z)$ は動水勾配である。なお、各地層の透水係数 $k(z)$ は $k_A = k_C = 100k_B$ 、粘土層 B の z 方向垂直有効応力増加量 $\sigma'_v(z)$ と垂直ひずみ $\epsilon_v(z)$ の関係は、 $\epsilon_v(z) = m_v \cdot \sigma'_v(z)$ (m_v (m²/kN): 体積圧縮係数、正の定数) である。

1. 井戸内の水位がともに $z=3D$ (m) であった。その後、海底面上に土砂を投入して等分布荷重 p (kN/m²) を作用させた。(Fig.1(a)参照)

(1) p を作用させた直後には粘土層 B からの水の出入りはないので、粘土層 B 内部の間隙水圧分布を z の関数で表すと、 $u_B(z) = \gamma_w \cdot (3D - z) + \Delta p$ (kN/m²)、 z 方向垂直有効応力分布も同様にして、

$$\sigma'_v(z) = (\gamma_A - \gamma_w) \cdot D + (\gamma_B - \gamma_w)(D - z) \text{ (kN/m}^2\text{) である。}$$

(2) このとき、粘土層 B 内部の全水頭分布 $h_B(z) = 3D + \frac{\Delta p}{\gamma_w}$ (m) である。一方、砂層 A, C 内部の全水頭分布 $h_A(z) = 3D$ (m)、 $h_C(z) = 3D$ (m) である。したがって、粘土層 B の上端 ($z=D$) と下端 ($z=0$) における動水勾配 $i_B(D) = +\infty$ 、 $i_B(0) = -\infty$ である。この結果、粘土層 B 上端には z 軸 { 正方向, 負方向 }、下端には z 軸 { 正方向, 負方向 } の水の流れが発生し、粘土層 B の圧密現象が発生する。

(3) 圧密終了後における粘土層 B 内部の垂直有効応力の増加量 $\sigma'_v(z) = \Delta p$ (kN/m²) なので、粘土層 B の沈下量 $S_1 = D/2$ (m) とするためには、 $p = 1/(2 \cdot m_v)$ (kN/m²) が必要である。

2. 粘土層 B の沈下終了後に井戸内の水をポンプで汲み上げ水位を $z=2D$ (m) に低下させて、十分長い時間が経過した。(Fig.1(b)参照)

(1) 水理境界条件は、下記のとおりである。なお、 $h_A(z)$ 、 $h_B(z)$ 、 $v_A(z)$ 、 $v_B(z)$ は、各々地層 A、B 内の全水頭分布、流速を表している。

a) 点 P を含む水平面: $h_A(3D/2) = 3D$ (m), b) 点 Q を含む水平面: $h_A(D/2) = h_B(D/2)$, 流速 $v_A(D/2) = v_B(D/2)$

c) 点 R を含む水平面: $h_B(0) = 2D$ (m)

(2) 上記の水理境界条件のもとで、1 次元浸透を表す微分方程式を解くと、下記ようになる。

$$h_A(z) = \frac{1}{51}Z + \frac{101}{34}D \quad (D/2 \leq z \leq 3D/2), \quad h_B(z) = \frac{100}{51}Z + 2D \quad (0 \leq z \leq D/2)$$

(3) 粘土層 B 内部の間隙水圧分布を z の関数で表すと $u_B(z) = \gamma_w \cdot \left(\frac{49}{51}Z + 2D \right)$ (kN/m²)、1. の圧密終了後と比較し

た z 方向垂直有効応力増加量の分布も同様にして $\sigma'_v(z) = \gamma_w \cdot \left(D - \frac{100}{51}Z \right)$ (kN/m²) である。

(4) このとき、粘土層 B の圧密沈下量 $S_2 = m_v \cdot \gamma_w \cdot \frac{13}{51}D^2$ (m) である。

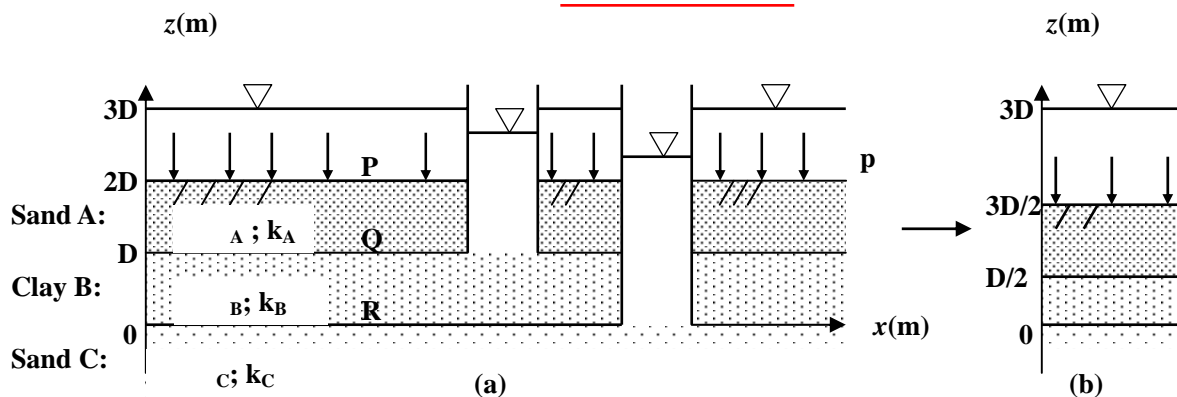


Fig.1