

No. <u>1</u> / <u>1</u> (No.通し番号/全問題用紙枚数)		[定期・授業中]		試験問題		7 月 27 日 (Fri.)		開始 11 時 00 分 終了 12 時 30 分 実施	
学 科 目 名 (ク ラ ス)		担 当 者		対象学科・学年		解 答 用 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。	
土質力学 A		赤木		土木 2		本紙 持込		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) → 参考書 (電卓・ポケコン・辞書) その他 []	
学籍番号		氏名		採点欄					

Fig.1 に示す砂(Sand1, Sand2), 粘土(Clay1, Clay2), 不透水性岩盤(Rock)の互層地盤の挙動について, 以下の文中の空欄 _____ を適切な文字式で埋め, { } 内の正しいものを○で囲みなさい。砂(Sand1, Sand2)と粘土(Clay1, Clay2)中の水の流れはダルシーの法則に従い, z 方向の流速 $v(z)=k(z)\{-dh(z)/dz\}$ であり, $h(z)$ は全水頭, 透水係数 $k(z)$ はそれぞれ k_s, k_c (m/s) (>0 , 一定) とする。また, 砂(Sand1, Sand2)と粘土(Clay1, Clay2)の構成則は, フックの法則 $\Delta \varepsilon(z)=m_v \Delta \sigma'(z)$ に従うものとし, 体積圧縮係数 m_v はそれぞれ $m_s=0, m_c$ (m^2/kN) (>0 , 一定) とする。

地盤内には 2 本の井戸 A, B がある間隔で, A は砂(Sand1), B は砂(Sand2)内の地下水のみを汲み上げるように造られている。なお, 地盤内の粘土(Clay1, Clay2)と砂(Sand1, Sand2)の飽和単位体積重量はそれぞれ γ_c, γ_s (kN/m^3), 水の単位体積重量 γ_w (kN/m^3) 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。

1. 初期状態では, 井戸 A, B 内の水位, 粘土(Clay1, Clay2)内の水位が, すべて地表面に一致していた。

- 16 (1) 粘土(Clay1)内の任意の点 $P(x, z)$ ($3D < z < 4D$) における全水頭 $h_P = \underline{4D}$ (m), z 方向垂直全応力 $\sigma_P = \underline{\gamma_c \cdot (4D - Z)}$ (kN/m^2), 間隙水圧 $u_P = \underline{\gamma_w \cdot (4D - Z)}$ (kN/m^2), z 方向垂直有効応力 $\sigma'_P = \underline{(\gamma_c - \gamma_w) \cdot (4D - Z)}$ (kN/m^2) である。
また, 粘土(Clay2)内の任意の点 $Q(x, z)$ ($D < z < 2D$) における全水頭 $h_Q = \underline{4D}$ (m), z 方向垂直全応力 $\sigma_Q = \underline{\gamma_c D + \gamma_s D + \gamma_c \cdot (2D - Z)}$ (kN/m^2), 間隙水圧 $u_Q = \underline{\gamma_w \cdot (4D - Z)}$ (kN/m^2), z 方向垂直有効応力 $\sigma'_Q = \underline{(\gamma_c - \gamma_w) \cdot D + (\gamma_s - \gamma_w) \cdot D + (\gamma_c - \gamma_w) \cdot (2D - Z)}$ (kN/m^2) である。

2. 井戸 A 内の水をポンプで汲み上げて, 水位を $z_A = 4D - d$ (m) ($0 < d < D$) に低下させた。なお, 井戸 B, 粘土(Clay1, Clay2)内の地下水位は周辺地盤から十分水が供給されて地表面に一致したままであった。

- 18 (1) 井戸 A 内の水を汲み上げた直後での各地層の境界面 ($z=D, 2D, 3D$) における, 地下水の全水頭 $h(z)$ の勾配 $dh(z)/dz$, 流速 $v(z)$, その向きはそれぞれ次のようになる。

18 $z=D: dh(z)/dz|_{z=D} = \underline{0}, v(D) = \underline{0}$ (m/s), z 軸 {正方向, 負方向, 流れなし}
 $z=2D: dh(z)/dz|_{z=2D} = \underline{-\infty}, v(2D) = \underline{+\infty}$ (m/s), z 軸 {正方向, 負方向, 流れなし}
 $z=3D: dh(z)/dz|_{z=3D} = \underline{+\infty}, v(3D) = \underline{-\infty}$ (m/s), z 軸 {正方向, 負方向, 流れなし}

(2) 井戸 A 内の水を十分長い時間汲み上げた結果, 各地層内の全水頭 $h(z)$ の分布は徐々に変化し, 最終的な定常状態に到達した。このとき, 地層内地下水の全水頭 $h(z)$ の勾配 $dh(z)/dz$, 流速 $v(z)$, その向きはそれぞれ次のようになる。なお, この間の各地層厚さの変化はないものとする。

24 $0 < z < D: dh(z)/dz|_{0 < z < D} = \underline{0}, v(z) = \underline{0}$ (m/s), z 軸 {正方向, 負方向, 流れなし}
 $D < z < 2D: dh(z)/dz|_{D < z < 2D} = \underline{-d/D}, v(z) = \underline{k_c \cdot (d/D)}$ (m/s), z 軸 {正方向, 負方向, 流れなし}
 $2D < z < 3D: dh(z)/dz|_{2D < z < 3D} = \underline{0}, v(z) = \underline{0}$ (m/s), z 軸 {正方向, 負方向, 流れなし}
 $3D < z < 4D: dh(z)/dz|_{3D < z < 4D} = \underline{d/D}, v(z) = \underline{-k_c \cdot (d/D)}$ (m/s), z 軸 {正方向, 負方向, 流れなし}

3. 井戸 A 内の水位を $z_A = 4D - d$ (m) ($0 < d < D$) に低下させたまま, 井戸 B 内の水もポンプで汲み上げて, 水位を $z_B = 4D - d$ (m) ($0 < d < D$) に低下させた。なお, この間も粘土(Clay1, Clay2)内の地下水位は周辺地盤から十分水が供給されて地表面に一致したままであった。

(1) 井戸 B 内の水を十分長い時間汲み上げた結果, 各地層内の全水頭 $h(z)$ の分布は徐々に変化し, 最終的な定常状態に到達した。このとき, 地層内地下水の全水頭 $h(z)$ の勾配 $dh(z)/dz$, 流速 $v(z)$, その向きはそれぞれ次のようになる。なお, この間の各地層厚さの変化はないものとする。

24 $0 < z < D: dh(z)/dz|_{0 < z < D} = \underline{0}, v(z) = \underline{0}$ (m/s), z 軸 {正方向, 負方向, 流れなし}
 $D < z < 2D: dh(z)/dz|_{D < z < 2D} = \underline{0}, v(z) = \underline{0}$ (m/s), z 軸 {正方向, 負方向, 流れなし}
 $2D < z < 3D: dh(z)/dz|_{2D < z < 3D} = \underline{0}, v(z) = \underline{0}$ (m/s), z 軸 {正方向, 負方向, 流れなし}
 $3D < z < 4D: dh(z)/dz|_{3D < z < 4D} = \underline{d/D}, v(z) = \underline{-k_c \cdot (d/D)}$ (m/s), z 軸 {正方向, 負方向, 流れなし}

(2) このとき, 粘土(Clay1)内任意の点 $P(x, z)$ ($3D < z < 4D$) における全水頭 $h_P = \underline{(d/D)Z + 4(D - d)}$ (m), z 方向垂直全応力 $\sigma_P = \underline{\gamma_c \cdot (4D - Z)}$ (kN/m^2), 間隙水圧 $u_P = \underline{\gamma_w \{(d/D - 1)Z + 4(D - d)\}}$ (kN/m^2), z 方向垂直有効応力 $\sigma'_P = \underline{\gamma_c \cdot (4D - Z) - \gamma_w \{(d/D - 1)Z + 4(D - d)\}}$ (kN/m^2) である。

- 18 また, 粘土(Clay2)内の任意の点 $Q(x, z)$ ($D < z < 2D$) における全水頭 $h_Q = \underline{4D - d}$ (m), z 方向垂直全応力 $\sigma_Q = \underline{\gamma_c D + \gamma_s D + \gamma_c \cdot (2D - Z)}$ (kN/m^2), 間隙水圧 $u_Q = \underline{\gamma_w \cdot (4D - d - Z)}$ (kN/m^2), z 方向垂直有効応力 $\sigma'_Q = \underline{\gamma_c D + \gamma_s D + \gamma_c \cdot (2D - Z) - \gamma_w (4D - d - Z)}$ (kN/m^2) である。

4. 以上のようにして求められた 1(1) と 3(2) の粘土内の点 P, Q における垂直有効応力の変化量を用いて, 井戸 A, B による地下水汲み上げによる砂及び粘土(Clay1, Clay2)の圧密によって生じる地表面沈下量 $S = \underline{(3/2)m_c \cdot \gamma_w \cdot d \cdot D}$ (m) である。

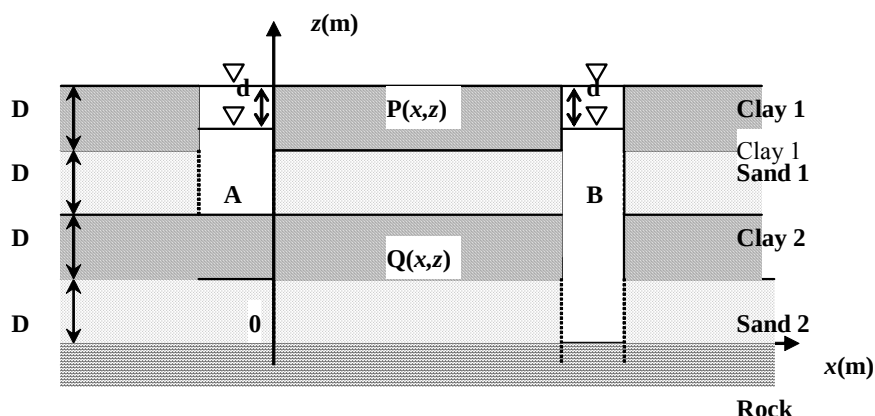


Fig.1