

2003年度 理工学部 [定期・授業中] 試験問題				6月3日(Tue)		開始 10時40分 終了 12時10分	実施
学科目名(クラス)	担当者	対象学科・学年		解答用紙 本紙 別紙	持込	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	社工	2				
学籍番号	—	氏名		採点欄		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 []	

Fig.1 に示すような実験で、左側のパイプ内の水面を徐々に上昇させた時、右側のパイプ内に入れた砂が水とともに溢れ出したという。このときの水面高さについて、2つの方法で検討する。

以下の文中の空欄 _____ を適切な文字式または数字で埋め、正しいものに _____ をつけなさい。砂の飽和単位体積重量 γ_{sat} (kN/m³)、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、パイプの曲がりなどによる水頭損失はなく、パイプの奥行き方向は L(m) とする。なお、砂内部の水の流れはダルシーの法則 $v(z) = k_0 \cdot \left\{ -\frac{dh(z)}{dz} \right\}$ に従うものとし、 $v(z)$ (m/s) は流速、 $h(z)$ は全水頭 (m)、 k_0 (m/s、正の定数) は砂の透水係数である。

1. 左側パイプ内水面の座標 $z=z_1$ (m) のとき、パイプ内の砂が水とともに溢れ出した。このとき、砂の底面 ($z=L$ (m)) における z 方向に作用する力の釣合式を考える。

(1) 左側のパイプ内の水圧によって、砂の底面に作用する上向きの力 U (kN)、右側のパイプ内にある飽和状態の砂の自重により作用する下向きの力 W (kN) をそれぞれ γ_{sat} 、 γ_w 、 z_1 、L を用いて表しなさい。

$$U = \gamma_w \cdot (z_1 - L) \times L \times L \quad (\text{kN}), \quad 5@2+5=15$$

$$W = \gamma_{sat} \times L \times L \times L \quad (\text{kN})$$

(2) U と W を等しいとおくことにより、 z_1 を求めると下記のようになる。

$$z_1 = \left\{ \left(\frac{\gamma_{sat}}{\gamma_w} + 1 \right) \cdot L \right\} \quad (\text{m}) \quad 10$$

2. 左側パイプ内水面の座標 $z=z_2$ (m) のとき、パイプ内の砂が水とともに溢れ出した。このとき、砂の内部を流れる上向きの浸透流を考える。

(1) 水の質量保存則から砂の内部を流れる水の全水頭 $h(z)$ が満足すべき微分方程式は、下記のようになる。

$$\frac{d^2}{dz^2} \{h(z)\} = 0 \quad 5$$

(2) 砂の底面 ($z=L$ (m)) と上面 ($z=2L$ (m)) における全水頭 $h(L)$ と $h(2L)$ は、それぞれ z_2 、L を用いると次式のようになる。

$$h(L) = z_2 \quad (\text{m}), \quad 5@2=10$$

$$h(2L) = 2L \quad (\text{m})$$

(3)(2)の境界条件のもとで、(1)の微分方程式を解くと全水頭 $h(z)$ ($L < z < 2L$) の分布は次式で与えられる。

$$h(z) = 2 \cdot (z_2 - L) - \frac{z_2 - 2L}{L} \cdot z \quad (\text{m}) \quad 10$$

(4) このとき、間隙水圧 $u(z)$ ($L < z < 2L$) の分布は次式で与えられる。

$$u(z) = \gamma_w \cdot \left\{ 2(z_2 - L) - \frac{z_2 - L}{L} \cdot z \right\} \quad (\text{kN/m}^2) \quad 10$$

(5) 砂内部の z 方向垂直全応力 $\sigma(z)$ ($L < z < 2L$) の分布は次式で与えられる。

$$\sigma(z) = \gamma_{sat} \cdot (2L - z) \quad (\text{kN/m}^2) \quad 10$$

(6) 砂内部の z 方向垂直有効応力 $\sigma'(z)$ ($L < z < 2L$) をゼロとするような水面高さ z_2 (m) は次式で与えられる。

$$z_2 = \left\{ \left(\frac{\gamma_{sat}}{\gamma_w} + 1 \right) \cdot L \right\} \quad (\text{m}) \quad 10$$

3. 以上より、1,2の方法で得られる水面高さを比較すると、 $z_1 \{ < (=), > \} z_2$ である。

(1) このとき砂内部を流れる水の動水勾配(限界動水勾配) i_c は、 γ_{sat} 、 γ_w を用いると次式になる。

$$i_c = \left(\frac{\gamma_{sat}}{\gamma_w} \right) - 1 \quad 10$$

(2) 飽和状態にある砂の含水比 $w=30.0$ (%)、土粒子の比重 $G_s=2.65$ とすると、 $i_c=0.919$ となる。

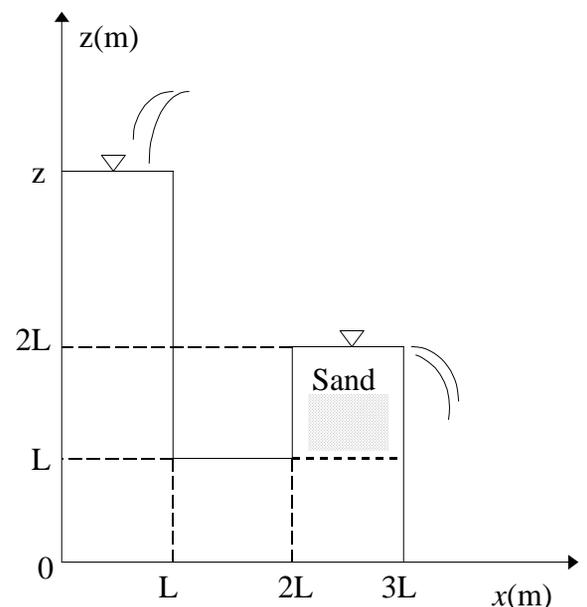


Fig.1 Upward flow test