CORRIGÉ EXAMEN MÉCANIQUE DES SOLS 3AL

19/02/19

EXO 1 : 6 points

Definitions : $\rho = \frac{M}{V}$ $\rho_d = \frac{M_s}{V}$

1) la masse volumique totale $\rightarrow \rho = \frac{M}{V} = \frac{773{,}1\,g}{405\,cm^3} = 1{,}909\, g/cm^3 = \underline{\mathbf{1909}}\ kg/m^3$ 1,2

la masse volumique du sol sec $\rho_d = \frac{M_s}{V} = \frac{697{,}2\,g}{405\,cm^3} = 1{,}721\, g/cm^3 = \underline{\mathbf{1721}}\ kg/m^3$ 1,2

2) Le poids volumique total : $\gamma = \rho\, g = 1909(9{,}81)\ m/s^2 \times \frac{1\,kN}{10^3\,N} = \underline{18{,}73\, kN/m^3}$ 1,2

3) La teneur en eau : $w = \left(\frac{\gamma}{\gamma_d} - 1\right) = \left(\frac{\rho}{\rho_d} - 1\right) = \frac{1{,}909}{1{,}721} - 1 = 0{,}109 = \underline{10{,}9\,\%}$ 1,2

4) L'indice des vides :

$$e = \frac{\gamma_s}{\gamma_d} - 1 = \frac{\rho_s/g}{\rho_d/g} - 1 = \frac{\rho_s}{\rho_d} - 1$$

$$e = \frac{2{,}65\, g/cm^3}{1{,}721\, g/cm^3} - 1 = \underline{0{,}54} \quad 1{,}2$$

5) La porosité : $n = \frac{e}{1+e} = \frac{0{,}54}{1+0{,}54} = \underline{0{,}351} = 35{,}1\,\%$ 1,2

6) Degré de Saturation : $\gamma_h = \frac{S_r \cdot e \cdot \gamma_w + \gamma_s}{1+e} \Rightarrow S_r = \frac{\gamma_h(1+e) - \gamma_s}{e \cdot \gamma_w}$

$$S_r = \frac{1}{e}\left(\frac{\gamma_h}{\gamma_w}(1+e) - \frac{\gamma_s}{\gamma_w}\right) = \frac{1}{e}\left(\frac{\gamma_h}{\gamma_w} \cdot \frac{\gamma_s}{\gamma_d} - \frac{\gamma_s}{\gamma_w}\right)$$

$$S_r = \frac{\gamma_s}{e}\left(\frac{\gamma_h}{\gamma_w\,\gamma_d} - \frac{1}{\gamma_w}\right) \quad \text{par ailleurs} \quad S_r = \frac{w}{\gamma_w}\left(\frac{1}{\frac{1}{\gamma_d} - \frac{1}{\gamma_s}}\right)$$

$$= \frac{w}{\gamma_w}\left(\frac{\gamma_d \cdot \gamma_s}{\gamma_s - \gamma_d}\right) = w\left(\frac{\gamma_s}{\gamma_w}\right)\left(\frac{\gamma_d}{\gamma_s - \gamma_d}\right) = w\, G_s \frac{1}{\left(\frac{\gamma_s}{\gamma_d} - 1\right)}$$

$$\boxed{S_r = \frac{w\, G_s}{e}} \qquad S_r = \frac{0{,}109 \cdot 2{,}65}{0{,}54} = 0{,}535 = \underline{53{,}5\,\%} \quad 1$$

CORRIGÉ MÉCANIQUE DES SOLS 3AL

19/02/19

EXO N°2 : - On choisit la cote zéro au niveau du point E
- Les cotes (Z m) de tous les points sont determinées simplement avec Z orienté vers le haut
- les pressions d'eau en A et E sont nulles.
- la pression d'eau en B depend de la profondeur ici 2m donc $U = 2 \cdot 10 = 20$ kPa
- Les charges hydrauliques sont calculées à partir de $h = \frac{U}{\gamma_w} + Z$ la charge hydraulique au point D est la même qu'au point E car il n'y a pas de pertes de charges entre ces deux points On a donc $h_D = h_E = 0$
- Il reste à déterminer la pressions d'eau en D par $U = \gamma_w (h - Z)$

Points	Cote Z en m	Pression d'eau kPa	Charge hydraulique (m)
A	7	0	7
B	5	20	7
C	3,5	/	/
D	2	-20	0
E	0	0	0

13×0,5=6,5

Pour le point C il n'est pas possible de calculer la charge hydraulique car il manque une donnée. On sait que le debit entre B et C est le même qu'entre C et D : $Q_{BC} = Q_{CD}$. La section est differente entre BC et CD donc les vitesses $\left(\frac{Q}{S}\right)$ egalement :
Comme on connait les sections S_{BC} et S_{CD} on peut ecrire que la vitesse d'ecoulement entre C et D est 5 fois plus grande que la vitesse d'ecoulement entre B et C. On ecrit la loi de DARCY entre chacun de ces points il vient donc :

$$5k \cdot \frac{h_B - h_C}{L_{BC}} = k \frac{h_C - h_D}{L_{CD}} \quad (v = k i)$$ 1,5

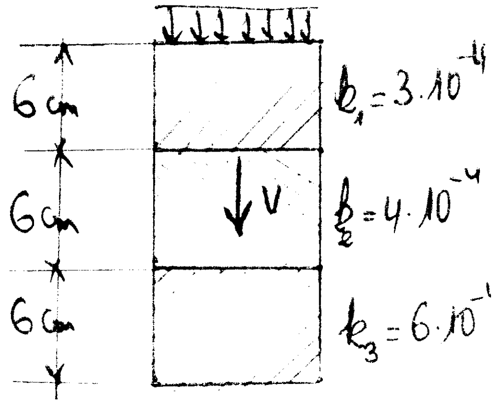
En resolvant cette equation avec h_B et h_D connus on extrait $h_C = \frac{35}{6} = 5$
Il reste à determiner la pression d'eau en C par l'equation $U = \gamma_w (h - z)$

$U_C = 23{,}33$ kPa

CORRIGÉ MÉCANIQUE DES SOLS 3AL

19/02/19

EXO N°3 : 4 points



Puisque l'échantillon est hétérogène et se compose de trois parties distinguées le coefficient de perméabilité équivalent dans le cas d'un écoulement verticale est donné par la formule :

$$k_v = \frac{\sum h_i}{\sum\left(\frac{h_i}{k_i}\right)} = \frac{h_1+h_2+h_3}{\left(\frac{h_1}{k_1}+\frac{h_2}{k_2}+\frac{h_3}{k_3}\right)} = \frac{6+6+6}{\frac{1}{10^{-4}}\left(\frac{6}{3}+\frac{6}{4}+\frac{6}{6}\right)} = 4.10^{-4} \text{ cm/s} \quad (2$$

Le coefficient de perméabilité dans un perméamètre à charge variable, est donné par la formule :

$$k_v = \frac{2{,}3\, a.L}{A(t_2-t_1)} .\log\frac{h_1}{h_2}$$

d'où le temps nécessaire à un abaissement de niveau est

$$\Delta t = \frac{2{,}3\, aL}{A \cdot k_v}\log\frac{h_1}{h_2} = \frac{2{,}3 . 2 . 18}{22 . 4 . 10^{-4}}\log\frac{25}{10} = \underline{3744 \text{ s}} \quad (2$$