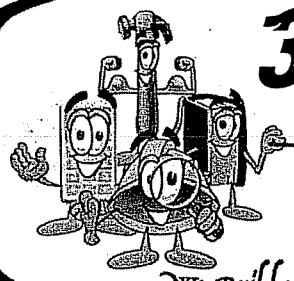


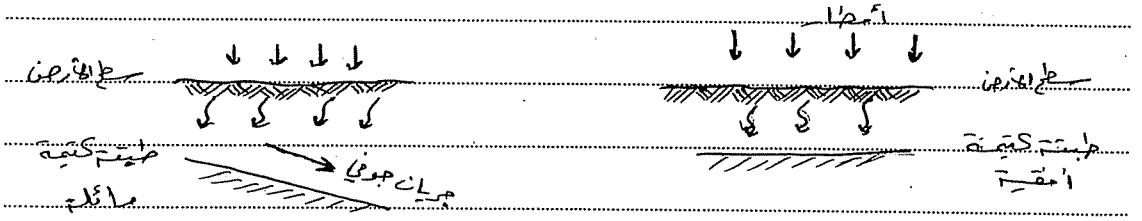
طبيعة ولية (3)
- عملي -
محاضرة (1)

الدكتور: عبير علي
عدد الصفحات: 11
التاريخ: 1/10/2013
عباقرة الهندسة المدنية

حركة المياه الجوفية

مقدمة:

المياه الجوفية: هي المياه التي تتسرب عبر طبقات التربة إلى أن تصادف طبقة كتيمة داخل الأرض فتتجمع فيكون وتتكون مياه جوفية - أكثر إذا كانت الطبقة الكتيمة أفقية أما إذا كانت مائلة تتكون مياه جوفية جارية تشبه الجريانات السطحية بتأثير الوزن الذاتي للماء

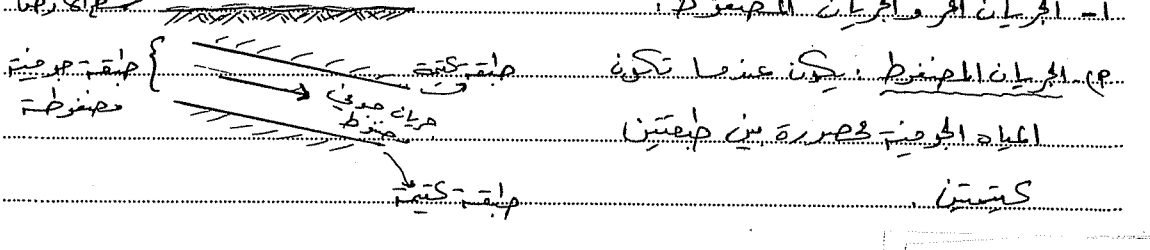


تتميز حركة المياه الجوفية بأنها بطيئة جداً لأنها تجري بين مسامات التربة وكلما صغرت الفراغات تبطئ الجزيئات أكثر بسبب وجود احتكاك كبير كما تتميز بأن مقطع العرض عريض جداً وهذا أيضاً من أسباب بطء الحركة

تصنيف الجريانات الجوفية:

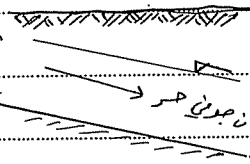
1- الجريان الحر والجريان المضغوط:

أ) الجريان المضغوط: يكون عندما تكون المياه الجوفية محصورة بين طبقتين كتيمتين.



https://www.facebook.com/groups/Civil.Genuieses

ب- الجريان الحر: عندما تكون المياه الجوفية على الأرض



السطح العلوي للمياه الجوفية حر وهو خاضع للضغط الجوي.

(أي عندما تكون المياه فوق طبقة كثيفة واحدة)

w.t: water table

س/ كيف تتغذى المياه الجوفية في تحت سطح الأرض؟

الجواب: لأن التربة تحوي فراغات تتسرب عبرها الهواء الجوي إلى داخلها وتحتوي ضغط جوي على المياه الجوفية.

ج- الجريان الصفحي والجريان المضطرب:

المطر هي عدد رينولدز تختلف قيمته حسب نوع الجريان

حيث أن $Re < 1$ جريان صفحي

$Re \geq 10$ جريان مضطرب

وبينهما مرحلة انتقالية

وبشكل عام الجريانات الجوفية هي جريانات صفحية

حيث أن $Re = \frac{D \cdot V}{\nu}$

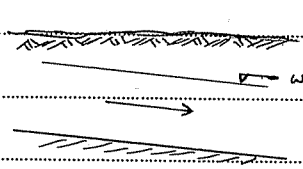
V: سرعة المياه الجوفية وهي بمعنى جداً مناسب لرقم Re والتالي Re صغيرة غالباً تكون أصغر من 1

الاحتمالات معدومة في أن تكون سرعات كبيرة والأنسب للفوهة الخشنة فتكون السرعة عندها كبيرة نسبياً وبالتالي يمكن أن يكون $Re > 10$

ويكون الجريان مضطرب.

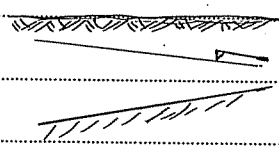
3- الجريان المنتظم والجريان غير المنتظم:

يكون الجريان منتظم عندما يكون السطح العلوي للمياه الجوفية موازياً للطبقة الكتيمة



سيكون الجريان غير منتظم في حالتين:

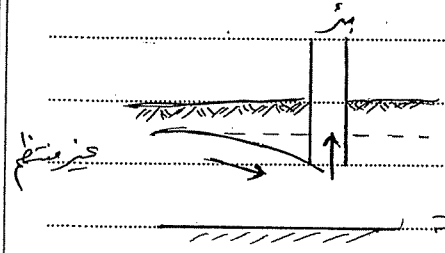
1) عندما يكون ميل الطبقة الكتيمة ميل عكسي



2) عندما يوجد أمام جفر مثبت

عندما يتغير المياه منسوب من المنسوب

الأصلي إلى منسوب الضخ



دراسة حركة المياه الجوفية:

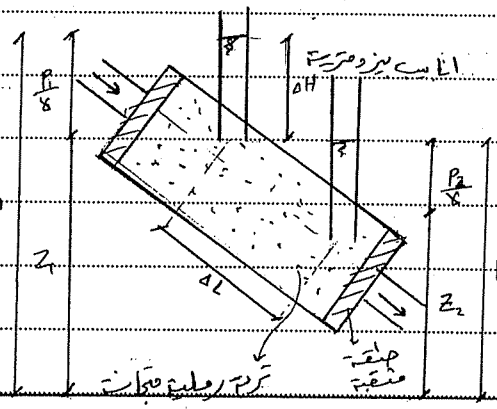
جريان دارسي:

عبارة عن اسطوانة دائرية يملؤها

عينة رملية متجانسة.

ومدخل ومخرج للماء مزودين بمقياسين

مثقبين يكل منهما المدخل والمخرج.



دون حدوث أي دوامات.

الاضافة إلى أنابيب شبه شعرية

التجربة: بأن يضخ الماء كي تتساوى الفقد ان الداخل والخارج

في كل عينة جزئية مشبعة تحت الوسط

1- تثبت ΔL ← لاحظ سرعة الجريان u تناسب طردي مع ΔH

تذكرة:

$$\Delta H = H_1 - H_2$$

$$H_1 = \frac{P_1}{\gamma} + Z_1 + \frac{V_1^2}{2g}$$ (نهملها)

$$H_2 = \frac{P_2}{\gamma} + Z_2 + \frac{V_2^2}{2g}$$ (نهملها)

2- تثبت ΔH ← لاحظ سرعة الجريان u تناسب عكسي مع ΔL

وبالنتيجة:

$$u = k \frac{\Delta H}{\Delta L}$$

حيث: k معامل النفاذية أو الرشح m/sec

$I = \frac{\Delta H}{\Delta L}$ الميل الهيدروليكي

لدينا:

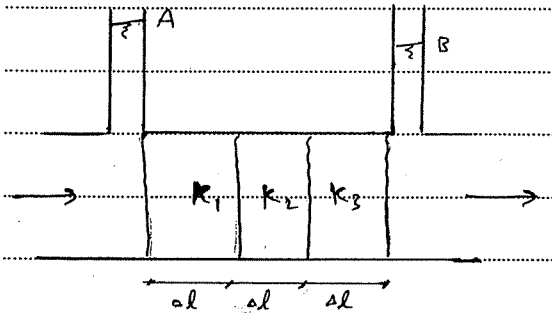
$$Q = u A$$

إذاً:

$$Q = k \frac{\Delta H}{\Delta L} \cdot A$$

مسائل :

مسألة غير محلولة ص 165 : هامة كثيراً ما تأتي بالامتحان



وضع في أنبوب أفقي مستطيل دائري قطره d = 20 cm ثلاث عينات ترابية كما في الشكل.

معاملات النفاذية لكل :

$K_1 = 6 \times 10^{-3}$ m/sec

$K_2 = 5 \times 10^{-4}$ m/sec

$K_3 = 4 \times 10^{-5}$ m/sec

إذا كان طول العينات واحد متر أي $\Delta l = 1 m$

ومنسوب المياه في الأنابيب البيزومترية $A = 17.6 m$

$B = 16.6 m$

المطلوب :

حساب الغزارة المارة في الأنبوب Q ؟

ملاحظة : يجب الانتباه إلى أن k لصخرة أي المفروض قليلة

وبالتالي يجب أن يكون قيمة السرعة لصخرة

$$u = k \frac{\Delta H}{\Delta L}$$

$$Q = u \cdot A$$

الحل :

طريقة 1 : حساب k الوسطي أو الكافي

$$k_0 = \frac{\Sigma l_i}{\Sigma \frac{l_i}{k_i}}$$

لدينا : $\Delta L = 3\ m$ كما

$\Delta H = \nabla A - \nabla B = 17.6 - 16.6 = 1\ m$

$$K_o = \frac{3}{\left(\frac{1}{6\times10^{-3}} + \frac{1}{5\times10^{-4}} + \frac{1}{4\times10^{-5}}\right)} = 0.00011\ m/sec$$

$$u = 0.00011 \times \frac{1}{3} = 3.7\times10^{-5}\ m/sec$$

$$Q = 3.7\times10^{-5} \times \frac{\pi\ 0.2^2}{4} = 1.16\times10^{-6}\ m^3/sec$$

مثال 2 : ستتم إذا طلب حساب المواجهات في العينات

$\Delta H_1, \Delta H_2, \Delta H_3$ ؟

$\Delta H = \nabla A - \nabla B = 17.6 - 16.6 = 1\ m$

من ناحية أخرى :

$$\boxed{\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3} \quad *$$

وحسب دارسي :

$$u = K \frac{\Delta H}{\Delta L}$$

إذا =

$$\boxed{\Delta H_i = \frac{u_i\ \Delta l_i}{k_i}}$$

Δl_i طول العينة

$$\Delta H_1 = \frac{u_1\ \Delta l_1}{k_1}$$

$$\Delta H_2 = \frac{u_2\ \Delta l_2}{k_2}$$

$$\Delta H_3 = \frac{u_3\ \Delta l_3}{k_3}$$

بتعويض في * :

$$\Delta H = \frac{u_1\ \Delta l_1}{k_1} + \frac{u_2\ \Delta l_2}{k_2} + \frac{u_3\ \Delta l_3}{k_3}$$

https://www.facebook.com/groups/Civil.Genuieses مكتبة عباقرة الهندسة المدنية

بما أن الغزارة ثابتة والمقطع العرضي ثابت ⇐ $u_1 = u_2 = u_3$

$\Delta l_1 = \Delta l_2 = \Delta l_3 = 1\ m$

$\Delta H = 1\ m$

بعوض مع أطراف u و Δl عامل مشترك :

$$I = u \cdot \Delta l \left(\frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} + \frac{1}{k_3} \right)$$

$$1 = u \cdot 1 \left(\frac{1}{6 \times 10^{-3}} + \frac{1}{5 \times 10^{-4}} + \frac{1}{4 \times 10^{-5}} \right)$$

$$u = 3.7 \times 10^{-5}\ m/sec$$

$$Q = u \cdot A = 3.7 \times 10^{-5} \times \frac{\pi\ 0.2^2}{4} = 1.16 \times 10^{-6}\ m^3/sec$$

مسألة طارحة :

انبوب دائري مقطعه ثابت

يحوي على عينتين للتربة حيث

$k_1 = 10^{-4}\ m/sec$

$k_2 = 2 \times 10^{-4}\ m/sec$

الانبوب مائل عن الأفقي بزاوية $\alpha = 30°$

$h_1 = 3m$ $\quad h_2 = 2m$

$l_1 = 2m$ $\quad l_2 = 1m$

والمطلوب :

1- حساب مناعات الطاقة على كل عينة ورسم خط الضاغط البيزومتري على طول الانبوب

2- حساب السرعة الوسطية للجريان ضمن العينات

اطلب :

Q ثابت $\Leftarrow$ $Q_1 = Q_2$

$u_1 \cdot A_1 = u_2 \cdot A_2$

وبما أن المقطع ثابت والمقطع ثابت $A_1 = A_2$

إذاً $u_1 = u_2$

$$K_1 \frac{\Delta H_1}{\Delta l_1} = K \frac{\Delta H_2}{\Delta l_2}$$

$$10^{-4} \times \frac{\Delta H_1}{2} = 2 \times 10^{-4} \frac{\Delta H_2}{1}$$

$$\boxed{\Delta H_1 = 4 \Delta H_2} \quad (1)$$

المنحنى على المتانة :

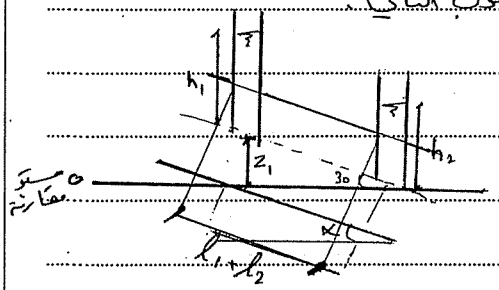
$$\Delta H = H_1 - H_2$$

$\Delta H =$

$$\boxed{\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2} \quad (2)$$

نجد ΔH الكلية حسب برنولي .

نأخذ منسوب مقارنة عند أسفل الأنبوب الثاني .



$z_2 = 0$

$z_1 = (l_1 + l_2) \sin\alpha$

$= (2+1) \sin 30$

$= 1.5\ m$

بالنسبة للبئر 1:

$$H_1 = \frac{P_1}{\gamma} + Z_1$$

$$= 3 + 1.5 = 4.5 \text{ m}$$

بالنسبة للبئر 2:

$$H_2 = \frac{P_2}{\gamma} + Z_2$$

$$= 2 + 0 = 2 \text{ m}$$

$$\Delta H = 4.5 - 2 = 2.5 \text{ m} \quad (3)$$

بتعويض (1) و (3) في (2):

$$\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2$$

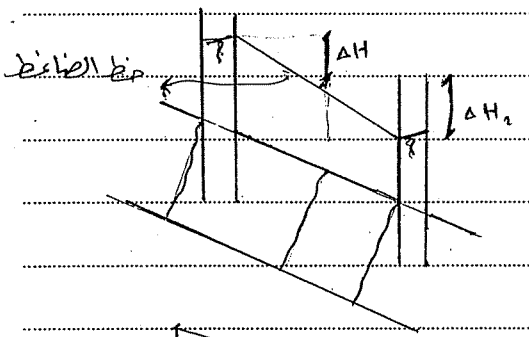
$$2.5 = 4\Delta H_2 + \Delta H_2$$

$$2.5 = 5\Delta H_2$$

$$\Delta H_2 = 0.5 \text{ m}$$

$$\Rightarrow \Delta H_1 = 2 \text{ m}$$

رسم خط الضاغط الپيزومتري:

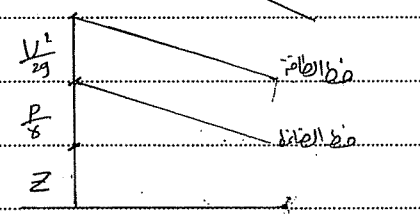


ملاحظة:

لو طلب رسم خط خط الطاقة

مع رسم خط الضاغط فإن

طريقة الرسم هي:



الإثبات: خط الطاقة ناتج عن $Z + \frac{P}{\gamma} + \frac{V^2}{2g}$

خط الضاغط $Z + \frac{P}{\gamma}$

وبالتالي الفرق بين الخطين

المطلب الثاني:

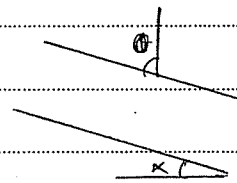
حساب السرعة الوسطية:

حسب دارسي: $u_2 = u_1 = k_1 \frac{\Delta H_1}{\Delta l_1}$

ملاحظة: على حسب طريقة $u_2 = u_1 = 10^{-4} \times \frac{2}{2}$

الأستاذ $u = 10^{-4}$ m/sec

ملاحظة: لو أعطيت زاوية θ زاوية الانزياح عندها نعمل



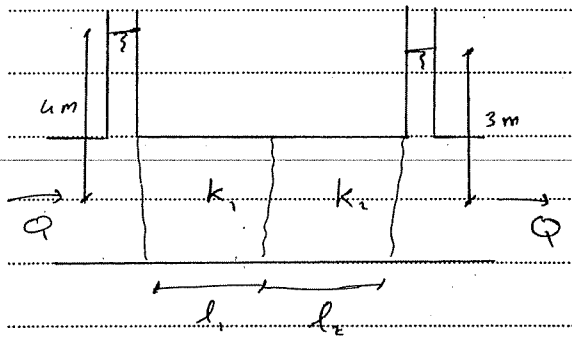
نضرب بـ $\cos\theta$

أو نستنتج الطبقة α ونأخذ الـ $\sin$

وذلك حسب Z

واجب Homework

مسألة:



توضع عينات متجانستان من التربة في أنبوب دائري قطره 25 cm

إذا كان $l_1 = l_2 = 1$ m

$k_1 = 0.01$ cm/sec

$k_2 = 0.005$ cm/sec } أشباه خزف

المطلوب:

رسم خط الضغط الهيدروليكي وحساب الغزارة

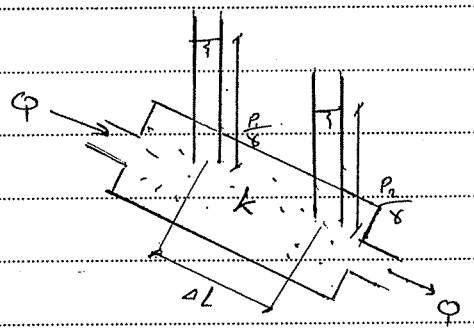
تتمة الوظيفة :

مسألة ② :

باستخدام انبوب دارسي المطلوب :

كمية الغزارة المارة في العينة

اذا كانت :



$k = 0.008$ cm/sec

زاوية ميلان الأنبوب عن الأفق $\alpha = 30°$

$D = 0.2$ m

$\frac{P_1}{\gamma} = 3.1$ m

$\frac{P_2}{\gamma} = 3$ m

$\Delta L = 1$ m طول العينة المدروسة