حركة المياه الجوفية

تذكر:

علاقة دارسي:

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

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

مسألة عن حلول حمب 165

المسألة الثانية:

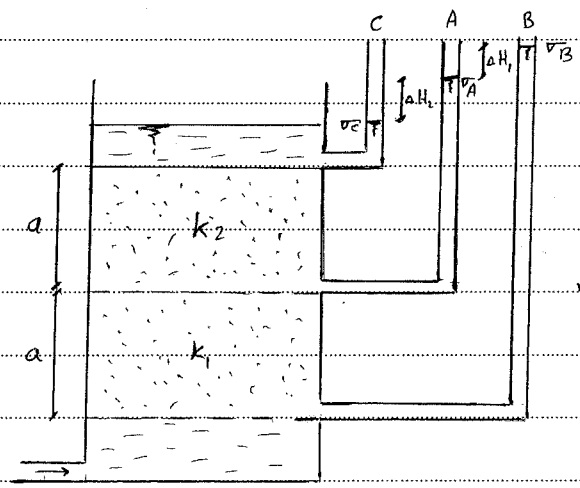
وضعت في الجهاز المبين بالشكل عينتان مختلفتان من التربة.
يسمح للمياه بالتدفق عبر جهاز بتغذية ثابتة مقدارها $Q = 10\ cm^3$
فإذا كان قطر الجهاز الداخلي $D = 25\ cm$ و $a = 0.5\ m$
ومعامل التربة للعينة الأولى $k_1 = 5 \times 10^{-5}\ m/s$
ومعامل التربة للعينة الثانية $k_2 = 5 \times 10^{-4}\ m/s$
وكان ارتفاع الماء في الأنبوب البزومتري $h_c = 10\ m$

المطلوب:

حساب ارتفاع الماء في الأنابيب البزومترية A, B

مكتبة عباقرة الهندسة المدنية

الحل :



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

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

مسار الحل :

معلوم واحد من مناسيب الأنابيب

البيزومترية المطلوب حسابها استنادًا

نأخذ دارسي بين C و A ← A

نأخذ دارسي بين A و B ← B

① نطبق دارسي بين A و C :

$$Q = k_2 \cdot \frac{\Delta H_2}{a} \cdot A$$

$$10 \times 10^{-6} = 5 \times 10^{-4} \times \frac{\Delta H_2}{0.5} \times \pi \frac{0.25^2}{4}$$

$$\Delta H_2 = \nabla A - \nabla C$$

ومن هذه العلاقة نجد ∇A

$$\Delta H_2 = 0.2 \text{ m}$$

$$0.2 = \nabla A - \nabla C$$

$$0.2 = \nabla A - 10$$

$$\nabla A = 10 + 0.2$$

$$\boxed{\nabla A = 10.2 \text{ m}}$$

② نطبق دارسي بين A و B :

$$Q = k_1 \times \frac{\Delta H_1}{a} \times A$$

$$10 \times 10^{-6} = 5 \times 10^{-5} \times \frac{\Delta H_1}{0.5} \times \frac{\pi\, 0.25^2}{4}$$

ومنه :

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

$$\Delta H_1 = \nabla B - \nabla A$$

$$2 = \nabla B - 10.2$$

$$\boxed{\nabla B = 12.2 \text{ m}}$$

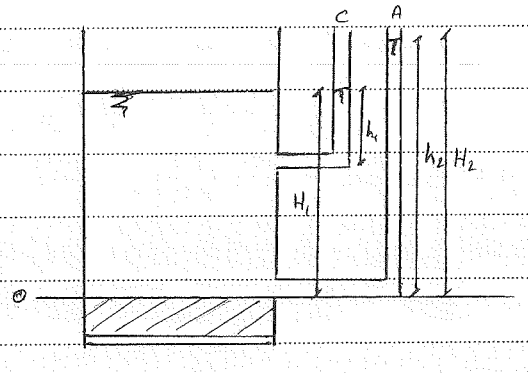
هذه المسألة وردت بالامتحان بشكل آخر

حيث تغيرت نكتتان أساسيتان فيها

نكتة ① : لم يعط العبارة بشكل مباشر

بل أعطى الحجم المار خلال دقيقة واحدة

حيث $Q = \frac{V \to m^3}{t \to sec}$



نكتة ② : أعطيت h_2 و h_1

أي أعطي الضاغط وليس المانع

عند A كما في المسألة السابقة

هنا نأخذ سطح المقارنة بداية

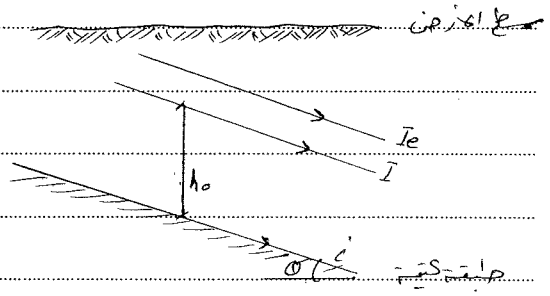
(كما في الشكل) فيكون :

$$\Delta H = H_2 - H_1 = h_2 - (h_1 + a)$$

من أنواع الجريانات الجوفية :

① الجريان الجوفي المنتظم :

يكون الجريان الجوفي منتظم عندما يكون السطح العلوي للطبقة الجوفية موازي لقاع الجريان.
(أي خط الجريان تكون متوازية فيما بينها وتوازي الطبقة الكتيمة)



i : ميل الطبقة الكتيمة
I_e : ميل خط الطاقة
I : الميل الهيدروليكي
(ميل خط الضاغط البيزومتري)

$\Rightarrow$ عندما الجريان منتظم $\Rightarrow i = I = I_e$
I_e منطبق على I ويمكن رسم أحدهما بالرسم فقط للتوضيح

من الشكل : $I_e = I = i = \sin\theta$

حيث θ زاوية ميل الطبقة الكتيمة (قاع الجريان)

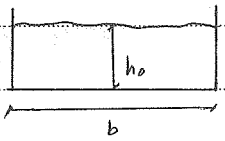
ملاحظة : θ صغيرة لذا نعتبر $\sin\theta \simeq \tan\theta$

$$u = k \cdot I$$

$$\boxed{u = k \cdot i}$$ علاقة دارسي في الجريان الجوفي المنتظم

$$Q = k \cdot i \cdot w$$

حيث w : مساحة المقطع العرضي



$$w = b \cdot h_o$$

$$\Rightarrow Q = k \cdot i \cdot h_o \cdot b$$

ولكننا في الجريان الجوفي المنتظم نتعامل مع مفهوم الغزارة النوعية

العلاقة المحسوبة في الجريانات الجوفية المنتظمة

$$\boxed{q = \frac{Q}{b} = k \cdot i \cdot h_o}$$

مثال محلول ص١١٥ :

جريان جوفي منتظم عمق النظامي $h_o = 3m$

احسب الغزارة في واحدة العرض إذا كان ميل القاع $i = 0.001$

ومعامل نفاذية التربة $k = 0.005 cm/s$ ، $q = ?$

الحل :

تطبيق مباشر للقانون :

$$q = \frac{Q}{b} = k \cdot i \cdot h_o$$

$$k = 0.005 \times 10^{-2} \ m/s$$

$$q = 0.005 \times 10^{-2} \times 0.001 \times 3$$

$$= 15 \times 10^{-8} \ m^3/s.m'$$

↓

بالتر الطرف

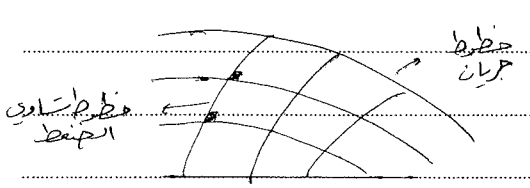
هام :

يرجى الانتباه للواحدات حيث يكتسب علامة الجواب بدون واحدة.

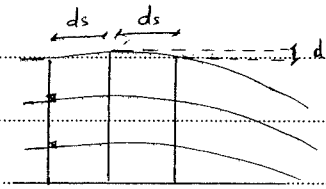
② الجريان الجوفي الغير منتظم : (علاقة ديبوي)

إن علاقة دارسي تأخذ سرعة محلية ويمكننا أن نعتبر مسائلنا التربة متجانسة فإن السرعة المحلية تساوي تقريباً السرعة الوسطية $V \simeq u$

أما ديبوي تأخذ سرعة وسطية حيث اظهر ديبوي من علاقة دارسي وطورها بعد وضع افتراضات معينة في الجريان.



شبكة جريان



مقطع افتراضي حسب ديبوي

حيث ديبوي افترض هذه المقاطع شاقولية

والمسافات بينها متساوية

وذلك ليصل لنتيجة تساوي بين السرعة المحلية مع السرعة الوسطية $V \simeq u$

$$V = -k \frac{dH}{ds}$$

dH : الضياع في الشحوب بين مقطعين متتاليين

ds : المسافة بين مقطعين متتاليين

الفرق بين دارسي وديبوي :

1- دارسي يعطي سرعات محلية أما ديبوي سرعات وسطية.

2- دارسي تستخدم في جميع أنواع الجريانات أما ديبوي تستخدم فقط في الجريان الجوفي غير المنتظم والمتغير تدريجياً (بطيء) ويمكن استخدامه في الجريان المنتظم.

شكل المعادلة العامة هي:

$$Q = k\left(i - \frac{dH}{ds}\right) w$$

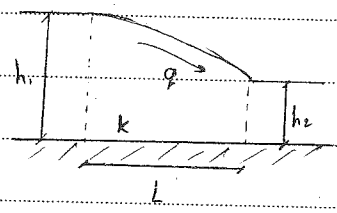
فإن حدودها من أجل $i > 0$

$i < 0$

$i = 0$

* من أجل الميل الحرج $i = 0$ وهنا:

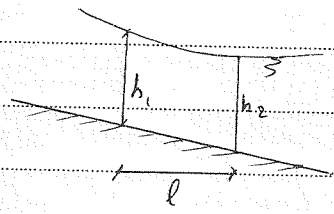
$$q = \frac{h_1^2 - h_2^2}{2L} \cdot k$$



$i = 0$

* من أجل الميل الموجب $i > 0$ وهنا:

$$l_{1-2} = \frac{h_0}{i}\left[(\eta_2 - \eta_1) + 2.3 \log\left(\frac{\eta_2 - 1}{\eta_1 - 1}\right)\right]$$



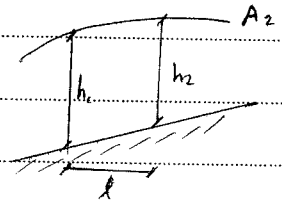
$$\eta_1 = \frac{h_1}{h_0}$$

$$\eta_2 = \frac{h_2}{h_0}$$

$q = k \cdot h_0 \cdot i$ عندما h_0 فما لو كان الجريان منتظم وغير ذلك من العلاقات

* من أجل الميل السالب $i < 0$ وجدنا :

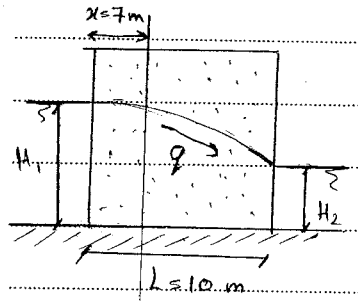
$$l_{x_2} = \frac{h'_0}{i'} \left[(\eta_1 - \eta_2) + 2.3 \log \left(\frac{1+\eta_2}{1+\eta_1} \right) \right]$$



$$\eta_1 = \frac{h_1}{h'_0}$$

$$\eta_2 = \frac{h_2}{h'_0}$$

مدك على الميل السفلي (مسألة دورة) ⚠ مفكرة.



① احسب قيمة الغزارة q المتسربة خلال واجهة السد من الناحية اليسرى بالشكل.

علماً أن طول الستارة $L = 10\ m$

معامل نفاذية التربة $k = 0.01\ cm/s$

$H_1 = 10\ m$

$H_2 = 5\ m$

② احسب ارتفاع الماء عند المقطع الذي يبعد عن بداية الستارة $7\ m$

الحل :

① $$q = \frac{h_1^2 - h_2^2}{2L} \cdot k$$

$$q = \frac{10^2 - 5^2}{2 \times 10} \times 0.01 \times 10^{-2}$$

$$= 3.75 \times 10^{-4}\ m^3/s.m'$$

② x في العلاقة هي عن زاوية الاستارة وبالتالي:

$$x = 10 - 7 = 3 \text{ m}$$

نضع $h_1 = h$

$$q = \frac{h^2 - h_2^2}{2x} \cdot k$$

$$h = \sqrt{h_2^2 + \frac{2q}{k} x}$$

نعوض: $q = \frac{h_1^2 - h_2^2}{2L} \cdot k$

$$h = \sqrt{h_2^2 + (h_1^2 - h_2^2)\frac{x}{L}}$$

x عن زاوية الاستارة

العلاقة العامة لرسم خط الانسياب (الرشح) من أعلى مدى

ملاحظة:

خط الانسياب ناتج عن الخاصية الشعرية

وهو أعلى من خط الرشح ويكن مبدأياً تحت نقطة

$$h = \sqrt{5^2 + (10^2 - 5^2) \times \frac{3}{10}}$$

$$h = 6.89 \text{ m}$$

- نوصي الدكتورة أن المحاضرة التالية سوف تكون أمتداد مع المثل العملي والواجب وتسليم الوظائف يكون في نهاية كل محاضرة وسوف المحل في المكتب هنا.
- سيتم إرفاق ملحوظات إضافية مع هذه المحاضرة.

انتهت المحاضرة