بسم الله الرحمن الرحيم

المحاضرة رقم (1)

Definition.

Soil Mechanics

it is part of geotechnical Engimeering concerning with the application of mechanics of the soil properties. (complex material)

* Soil is a nitrogeneuss material (non homogenious) غير متجانس
* Soil mechanics is art rather than science.
* We study Soil as a construction material.

- أي مشروع في الهندسة المدنية تدخل في التربة.

* Engineering properties of soil such as ... (origin, grain size distribution, permeability, compressibility, bearing capacity)

* Rock weathering Soil

- تختلف التربة حسب عامل العزل

→ Residual Soil ناعمة في الأعلى وكلما نزلت تتحول تصبح أخشن

→ Transported soil (التربة المنقولة)

1. Glacial Soil (dreft) → عامل ناقل الجليد
2. ALluvial Soil (Alluvium) → عامل ناقل الماء الجاري
3. Lacystrine soil (نتيجة تبخر ماء حاوي أملاح (بحيرات)) → ناعمة جداً
4. marine Soil → في البحار أو قريباً من البحار
5. Aeoliom Soil → منطقة فيها رياح
6. Colluvial Soil → بفعل الجاذبية

Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

* Grain size distribution

G: Gravel (الحصمة المكسرة الحجارة الصغيرة وبعض الرمل)
S: Sand
M: Silt
C: Clay

عندما نقول (Grain size) نقصد أكبر حجم (max size) يحتويه (max size particle).

وضع عدة تصنيفات للتربة حسب الغرض من استخدامها.
نحن هنا الذي يهمنا التصنيف الهندسي.

The main classification system.

- (AASHTO)
  American Association of State Highway and Transportation Officials.

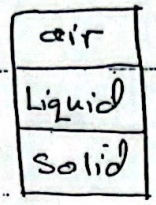
- (USCS): Unified Soil Classification System.
  يصلح لأي مشروع غير مشاريع الطرق.

AASHTO	G	S	M	C
(mm)	76.2 - 2	(2 - 0,075)	(0,075 - 0,002)	< 0,002
	3" - 10#	10# 200#		

USCS	G	S	M and C
	76.2 - 4.75	4.75 - 0,075	< 0,075
		4# 200#	200#

Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

Soil is 3-phase material. (Block diagram)

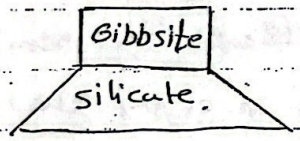


solid consist of
- organic materials (Humugenious)
- clay minerals.

clay minerals
- kaolinite
- Illite
- montmorillonite - montoline

لا تنزل لتحت تصفر الحبيبات فتزداد المساحة السطحية ↓

كل clay minerals لها وحدة بناء تقسيمها هي صفيحة من السيليكا وأخرى من

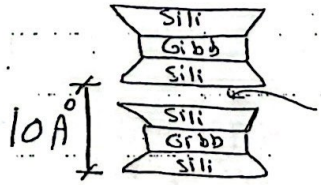


* Kaolinite

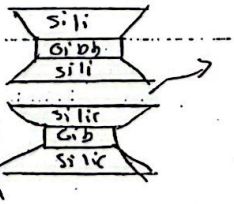
7.2A° أنغستروم
طول الوحدة 7.2 أنغستروم

إيلة هيدروجينية من قوى الروابط

* Illite



* montorline



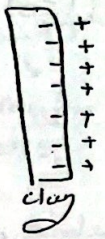
أخطر نوع هو montorline حيث الروابط ضعيفة ونسبة الـ clay and silt كبيرة.
← شحنات سالبة كبيرة ← يزداد دخول جزيئات الماء ← يزداد الحجم (انتفاخ)

Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

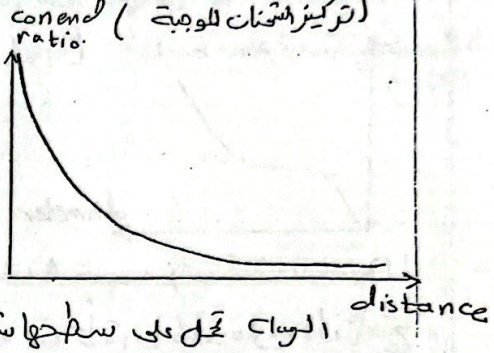
Wednesday clay minerals 4/12/2015

* clay minerals give aplastic property for the soil.
(قابلية التشكيل)

Soil dry



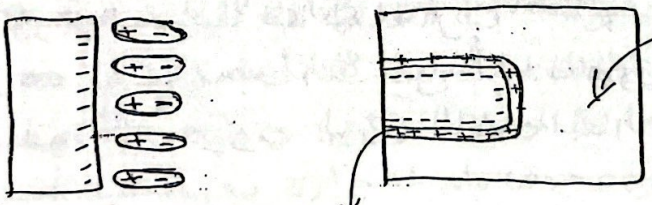
Exchangable ions
K, Ca, Na, ...



الوسط محمل على سطحها شحنات سالبة.
لما تكون جاهة يجذب الشحنات الموجبة، يعني يكون تركيز للشحنات الموجبة على السطح، كلما ابتعدت عن السطح يقل تركيز الأيونات الموجبة فيقل التجاذب.

Wet Soil

اذا أضفت ماء، الماء دايبول ← الشحنات دايبول يعني لا تتجمع الشحنات الموجبة في جهة والسالبة في جهة



الماء الموجود هنا يسمى (adsorbed water) يعني ماء ممسوك في سطح طبقة الـ clay بقوة كبيرة، وتكون اللزوجة له أعلى من الماء الطبيعي

مثلاً هيك، لو مسكت تراب أحمر جاف مش راح تقدر تشكله لأنه يكون متعادل، أما لو وضعت عليه ماء يصير سهل التشكيل

The presence of clay minerals give the soil the plastic properties.

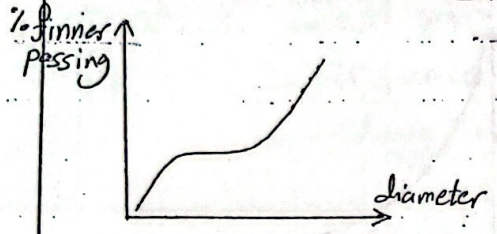
Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

Mechanical Analysis of Soil.

→ making Grain size Distribution (تدرج الحبيبي)

1* Sieve Analysis. use for Grain size 7 9075mm (#200

* كلما زاد الـ max size تحتاج عينة أكبر لفحصها.
* يجب اختيار عينة تمثل كل التربة.



خطوات عمل التجربة.

١. تجفيف العينة بالفرن، لكي أتخلص من تأثير الماء على النتائج؛ فيصبح عندي مرجع ثابت. ثم نوزن العينة وتسمى وزن جاف قبل الغسيل

٢. أحياناً تكون التربة على شكل كتل (لا يمكن تنخيلها) لذلك نفككها باستخدام المطرقة المطاطية (Rubber mallet)

وكذلك

٣. نضع العينة على منخل #200 ونغسلها باستخدام تيار ماء خفيف فتخرج الحبيبات التي أصغر من #200.

الجزء المتبقي بعد الغسيل نأخذه ~~ونوزنه~~ ونجففه بالفرن ثم توزنه فيكون الوزن الجاف بعد الغسيل.

1000gm

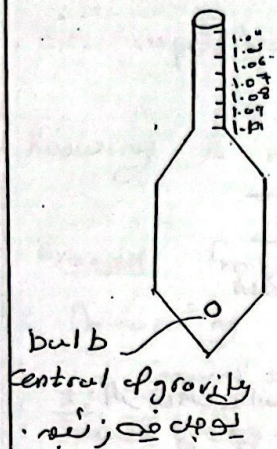
assum oven dry before wash = 1000 gm.

oven dry after wash = 600 gm.

Pan. وذا 400gm مرت من منخل # 200 نضيفها الى الكمية التي على

Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

2) Hydromitar Analysis. (wet Analysis)
use for particle size < 0,075 (#200)



هذا الجهاز يشبه ميزان الحرارة.
اذا غمرته في محلول سوف يطفو
يطفو لحدّ معين، الرقم الذي تقرأه يعطيك
الكثافة النوعية في المنطقة التي حول (central of gravity)
يعتمد على مبدأ (stock's law)

+ غالباً نستخدم عينة #200 كتلة 50gm جافة وجبت وحارة من منخل #200

* تضيف عامل مساعد (Hexameta phosphate) بنسبة 4% يعني لو استخدمت محلول 1 لتر تحتاج 40 غرام من العامل المساعد.
هدف العامل المساعد تفكيك عينات التربة.

+ خطوات عمل التجربة.
1. تحضر المحلول الملحوي الذي فيه عامل مساعد بنسبة 4%
2. تحضر العينة الجافة (oven dry) ونوزنها وغالباً نأخذ عينة 50gm
3. تنقع العينة في المحلول الملحي لمدة 8 ساعات.
4. نسكب المادة (العينة) مع المحلول الملحي في مخبار مدرّج ثم نضيف ماء حتى اللتر
5. نضع المخبار المدرّج في حوض ماء له حرارة معينة، لكن تأخذ حرارة ثابتة.
6. نحرّك المخبار المدرّج حتى يصبح كامل العينة معلقة في الماء.
7. نضع الهيدروميتر في المخبار المدرّج ونأخذ القراءات خلال فترات زمنية.
* في البداية تكون القراءات متقاربة (خلال فترات زمنية متقاربة).
أقصر تأخذ قراءات خلال فترات زمنية قصيرة حيث تتغير القراءة بشكل سريع وذلك لأن عملية الترسيب تكون سريعة في البداية ثم بعدين نباعد القراءات حتى يصبح كل 10 دقائق وتستمر حتى 24 ساعة
وخلال هذه الفترات نضع الهيدروميتر في مخبار فيه ماء في نفس الوقت حتى لا تلتصق حبيبات التربة في سطح الهيدروميتر.
وبعد 24 ساعة نأخذ القراءة النهائية

Time	Reading
15 sec	1.04
30 sec	1.025
⋮	⋮

Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

Stock's Low (sedimentation)

$$V = \frac{\gamma_{solid} - \gamma_{water}}{18\eta} D^2_{diameter}$$

سرعة الترسيب

(بتاع لزوجة السائل)

$$D = \sqrt{\frac{18\eta}{\gamma_s - \gamma_w}} = \sqrt{\frac{18\eta}{G.S\,\gamma_w - \gamma_w}}$$

$V = \frac{L}{t}$ ... t: الزمن الذي استغرقه الجسم ثبت وقوا هذا الرقم وهو تراكمي

* Corrections: 1. Zero correction.
2. Temperetune correction.
3. miniscuse correction.

Zero correction

وضع العينة في محلول ملحي يسبب زيادة الكثافة يعني الهيدروميتر يرتفع لأعلى ← فتزداد قراءته (قراءة أعلى من الحقيقية) ← هذا الفرق بنا نطرحه من القراءة

كيف نحدد مقدار هذا الفرق:

نحضر مخبارين مدرجين واحد فيه ماء لوحده وآخر فيه ماء وملح، ونقيس الهيدروميتر في المخبارين ونقيس الفرق في القراءتين.

Temperetune correction standard Temp 20°C

اذا زادت الحرارة تقل الكثافة ← ينزل الهيدروميتر ← تقرأ قراءة أقل من الحقيقية ← هذا الفرق نضيفه للقراءة

miniscus correction (ظاهرة توتر السطح)

هناك خاصية اذا مسكت انبوب زجاج وغمسته في الماء بيعمل (surface Tension) نضع الهيدروميتر في ماء صافي، ونقرأ القراءتين الحقيقية (العلوية) والسفلية في الواقع نأخذ القراءة العلوية ~~نأخذ~~ نكون الحقيقية هي العلوية والسفلية في الفرق، ~~وتطرح~~ القراءة (القسمة)

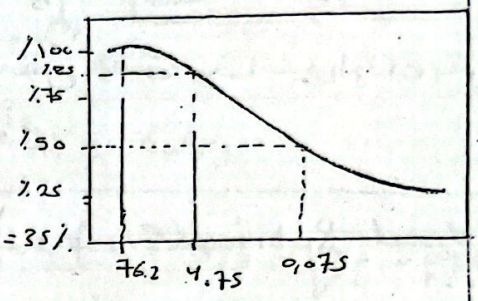
Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

Saturday — The importance of Mechanical Analysis — 8/2/2015

The importance of Mechanical Analysis of soil :-

1) Knowing % of each fraction of soil (G, S, M, C)

example: from the graph and According USCS → G = (76.2 - 4.75)
→ Gravel = 100 - 85 = 15 % of soil
Sand (4.75 - 0.075) → sand = 85 - 50 = 35%
and so in ...



2) We can calculate some parameters, required for classification of ~~coarse~~ grained soil (gravel and sand)
⇒ gravel and sand → Granular
⇒ silt and clay → fine.
لما نقول coarse soil يعني الطبقية coarse وفيكون فيها fine

→ * The parameters :-

1. effective size (diameter) (D_{10}) diameter corresponding to 10% finner
هو القطر المقابل لـ 10% طيب يعني مثلاً 10% أنعم منه

2. Uniformity coefficient (C_u) معامل التجانس
$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

3. Coefficient of gradation (concavity) (C_c)
$$C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} * D_{60}}$$

* well graded , a) For Gravel $C_u > 4$, $1 \le C_c \le 3$
b) For sand $C_u > 6$, $1 \le C_c \le 3$

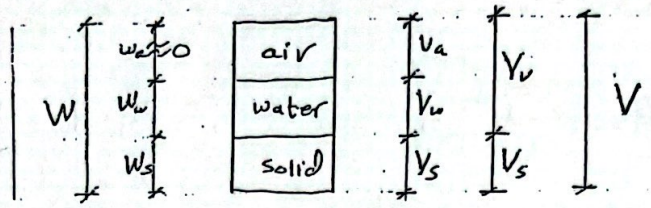
* Poorly Graded
* Gap Graded

هي مفهوم الجيد الجيد بحيث يكون عندي well graded عشان فيه كل الحجوم.
لكن هيا أ أو ب فيها فراغات حتة بس يكون زي فلتر أو مزيج أحجام كبيرة ونفس الحجم عشان يمرر الماء. (Poorly)

Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

Weight - Volume Relation ship

* Block-Diagram.



← وزن العينة الصلبة وحجمها ثابت لنفس العينة بينما حجم الفراغات يتغير طبقاً الفراغات يكون فيها ماء وهواء

---

* Void Ratio, $(e) = \frac{V_v}{V_s}$ يعبر عنه بالأعشار.

لا يمكن تكون صفر، ويمكن تكون أكبر من 1

* porosity, $(n) = \frac{V_v}{V} \times 100\%$ $0 < n < 100\%$

* Water content (moisture), $(w) = \frac{W_w}{W_s} \times 100\%$

* Degree of saturation, $(S_r) = \frac{V_w}{V_v} \times 100\%$

* Unit weight, $(\gamma) = \gamma_{total} = \gamma_{bulk} = \gamma_{moitur} = \frac{W_t}{V_t}$

* Specific gravity of Solid $(G.S) = \frac{\gamma_s}{\gamma_w}$

الكثافة النوعية وزن حجم معين من المادة الى وزن نفس الحجم من الماء

$\gamma_w = 9.81\ kN/m^3 = 62.4\ lb/ft^3$

* $\gamma_s = \frac{W_s}{V_s}$ (يعني الـ unitweight للـ solid).

* mass specific gravity $(G.m) = \frac{\gamma}{\gamma_w}$ ← كتلة الكثافة النوعية لكل العينة.

* air content$(a) = \frac{V_a}{V_{tot}} \times 100\%$

* ~~γ~~ $= \gamma_{dry} = \frac{W_s}{V}$

* $S.e = w\ G.S$

Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

→ Relationship between (e), (n)

$$e = \frac{V_v}{V_s} = \frac{V_v}{V - V_v} = \frac{V_v/V}{V/V - V_v/V} = \frac{n}{1-n}$$

$$n = \frac{V_v}{V} = \frac{V_v}{V_v + V_s} = \frac{V_v/V_s}{V_v/V_s + V_s/V_s} = \frac{e}{1+e}$$

→ Relationship between γ, w, γ_{dry}

$$\gamma = \frac{W}{V} = \frac{W_s + W_w}{V} = \frac{W_s\left[1 + \frac{W_w}{W_s}\right]}{V} = \frac{W_s}{V}\left[1 + \frac{W_w}{W_s}\right]$$

$$\Rightarrow \gamma = \gamma_{dry}\,[1 + w\%]$$

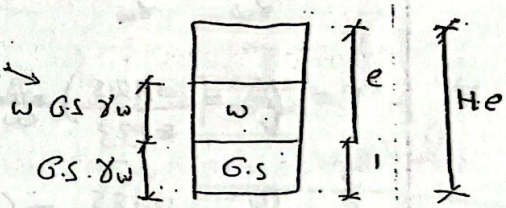
→ Relationship between γ, e, w, G.S

if you know $w\%$, e and G.S, Find γ

~~$\gamma = \frac{W_s +}{}$~~

$$\gamma = \gamma_{dry}\,[1 + w\%]$$

$w = \frac{W_w}{W_s}$ →



$$\gamma = \frac{W_s}{V}\,[1 + w\%]$$

assume $V_s = 1$ $\Rightarrow e = \frac{V_w}{V_s} = \frac{V_v}{1} \Rightarrow V_v = e \rightarrow V = 1 + e$

$$G.S = \frac{\gamma_s}{\gamma_w} = \frac{W_s/V_s}{\gamma_w} = \frac{W_s/1}{\gamma_w} \Rightarrow W_s = G.S\,\gamma_w$$

$$\Rightarrow \gamma = \frac{G.S\,\gamma_w}{1+e}\,[1 + w\%] = \gamma_{sat}$$

For saturated soil → $S_r = \frac{V_w}{V_v} \times 100\%$

$$\Rightarrow \gamma_w = \frac{W_w}{V_w} \Rightarrow V_w = \frac{W_w}{\gamma_w} = \frac{w\,G.S\,\gamma_w}{\gamma_w} = w\,G.S$$

$$\Rightarrow S_r = \frac{w\,G.S}{e}$$

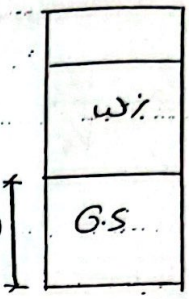
Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

monday

if you knowing the value of $n, w, G.S$

Find γ?

assume $V=1 \Rightarrow n=\frac{V_v}{V}=\frac{V_v}{1} \Rightarrow V_v=n$



$$\gamma = \gamma_{dry}[1+w] = \frac{W_s}{V}[1+w]$$

but $G.S = \frac{\gamma_s}{\gamma_w} = \frac{W_s/1-n}{\gamma_w} \Rightarrow W_s = G.S\ \gamma_w (1-n)$

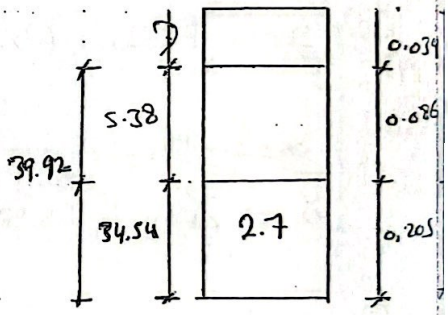
$$\rightarrow \gamma = \frac{G.S\ \gamma_w (1-n)[1+w]}{1}$$

monday

EX// a moisture soil sample has a volume of $0.33\ ft^3$ and weight 39.92 lb. The oven dry is 34.54 lb. $G.S = 2.7$ Find the following :-

1. n, e, S_r, w
2. what is the amount of water required to satu

1. $G.S = \frac{\gamma_s}{\gamma_w} = \frac{W_s/V_s}{\gamma_w} \Rightarrow V_s = \frac{W_s}{G.S\ \gamma_w}$



- $n = \frac{V_v}{V} = \frac{0.125}{0.33} \times 100\% = 37.9\%$
- $e = \frac{V_v}{V_s} = \frac{0.125}{0.205} = 0.61$
- $S_r = \frac{V_w}{V_v} = \frac{0.086}{0.125} = 68.8\%$
- $w = \frac{W_w}{W_s} = \frac{5.38}{34.54} \times 100\% = 15.58\%$

2. we must add $0.039\ ft^3$ water to saturate 0,33

$0.039\ ft^3$ water $\rightarrow$ $0.33\ ft^3$

?? $\rightarrow$ $2\ ft^3$

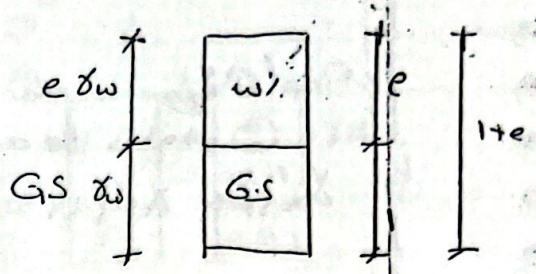
so we must add $0.235\ ft^3$ water to satura $2\ ft^3$ sample.

يمكن الوصول لحالة الاشباع من اضافة $0.235\ ft^3$ ماء لعينة حجمها $2\ ft^3$

Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

X// Show that $\gamma_{sat} = \frac{e}{\omega}\left(\frac{1+\omega}{1+e}\right)\gamma_w$?

Because the soil is Saturated
→ 2-phase Block-diagram



assume $V_s = 1$

$\rightarrow e = \frac{V_w}{V_s} = \frac{V_w}{1} \rightarrow V_w = e$

$\rightarrow G.S = \frac{\gamma_s}{\gamma_w} = \frac{W_s/V_s}{\gamma_w} \Rightarrow W_s = G.S\ \gamma_w$

$\rightarrow W_w = V_w\ \gamma_w = e\gamma_w$

$\rightarrow w\% = \frac{W_w}{W_s} = \frac{e\gamma_w}{G.S\ \gamma_w} = \frac{e}{G.S} \rightarrow G.S = \frac{e}{\omega}$

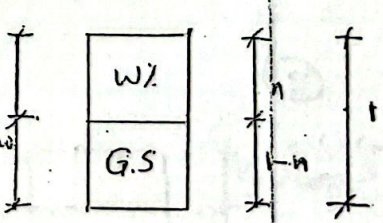
$\gamma_{sat} = \frac{W}{V} = \frac{e\gamma_w + G.S\ \gamma_w}{1+e} = \frac{(e+G.S)}{1+e}\gamma_w$

but $G.S = \frac{e}{\omega}$

$\Rightarrow \gamma_{sat} = \frac{(e+\frac{e}{\omega})}{1+e}\gamma_w = \frac{e}{\omega}\left(\frac{1+\omega}{1+e}\right)\gamma_w$ wanted.

// Show that $\gamma_{sat} = n\gamma_w + \gamma_d$

assume $V = 1 \rightarrow V_v = V_w = n$



$\gamma_{sat} = \frac{W_w}{V} = \frac{W_w + W_s}{V} = \frac{W_w}{1} + \frac{W_s}{V}$

$= n\gamma_w + \gamma_{dry}$ wanted

Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

EX// a sample of soil have $\gamma_{mois} = 19.2\ KN/m^3$

$G.S = 2.69$

$w = 9.8\ \%$

Find ① γ_{dry} ② S_r : ?

③ what is the amount of water required to saturate (1

① $\gamma_{moist} = \gamma_d (1+w)$

$\Rightarrow \gamma_d = \dfrac{\gamma_{moist}}{(1+w)} = \dfrac{19.2}{(1+0.098)} = 17.49\ KN/m^3$

19.2 | 1.71 | 17.49

9.8	0.17
2.69	0.66

② $S.r = \dfrac{V_w}{V_v}$

assume total value $1\ m^3$

$\rightarrow \gamma_{mois} = \dfrac{W}{V} = \dfrac{W}{1} = 19.2 \Rightarrow W = 19.2\ KN$

$W = W_s + W_w = W_s + 0.098 W_s = 19.2$ KN

$\Rightarrow W_s = 17.49\ KN$

$W_w = 1.71\ KN$

$\rightarrow V_w = \dfrac{W_w}{\gamma_w} = \dfrac{1.71}{9.81} = 0.17\ m^3$

$\rightarrow V_s = \dfrac{W_s}{G.S\ \gamma_w} = \dfrac{17.49}{(2.69)(9.81)} = 0.66\ m^3$

$S.r = \dfrac{V_w}{V_v} = \dfrac{0.17}{0.34} \times 100\ \% = 50\ \%$

③

Scanned with CamScanner

STUDENTS-HUB.com

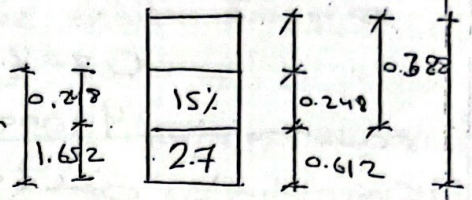
// a sample of soil has $w = 15\%$

$\rho = 1.9\ gm/cm^3$

$G.S = 2.7$

Find S_r ?

$\rho = \frac{M}{V}$



assume $V = 1 \rightarrow \rho = M = 1.9\ gm$

$M = M_s + M_w = M_s + 0.15 M_s = 1.9$

$\Rightarrow M_s = 1.652\ gm$

$M_w = 1.9 - 1.652 = 0.248$

$V_w = \frac{M_w}{\rho_w} = \frac{0.248}{1} = 0.248$

$V_s = \frac{M_s}{G_s \rho_w} = \frac{1.652}{(2.7)(1)} = 0.612$

$S_r = \frac{0.248}{0.388} = 63.9\%$

XII a sample of soil have - moisture Mass = 21.67 gm

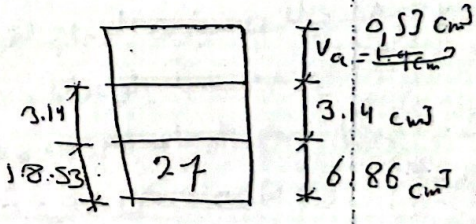
- oven dry Mass = 18.53 gm
- G.S = 2.7
- air content = 5%

Find void ratio.

M_s = oven dry Mass

M_w = moist Mass − oven dry Mass = 3.14

air content $= \frac{V_a}{V_a + 6.86 + 3.14} = 0.05$



$V_a = 0.53\ cm^3$

$e = \frac{V_v}{V_s} = \frac{3.14 + 0.53}{6.86} = 0.53$

Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

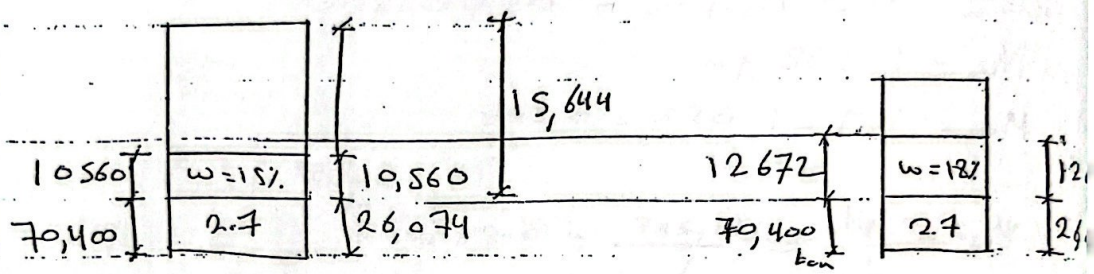
C.10% < 11

EX//

Borrow site	Construction site
$e = 0.6$	$\rho_d = 1.76$ ton/m³
$w = 15\%$	$w = 18\%$
$V = ??$	$V = 40{,}000$ m³

$G.S = 2.7$

خ الموقع (الإنشائي) i متاج 40,000 m³ من التربة ب مواصفات معينة
لكن تتوفر في الـ (Borrow site) تربة بمواصفات مختلفة
ا حسب ا حجم ا لازم ا حفر من Borrow site



$e = \frac{V_v}{V_s} \Rightarrow V_v = e\,V_s = 15644$

$\rho_d = \frac{W_s}{V} \rightarrow$

$V_{Borrow} = 41718$ m³

$G.S = \frac{\rho_s}{\rho_w} = \frac{W_s/V_s}{1}$

Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

chapter Three

Relative Density (Dr %)

الكثافة النسبية

* it is used to express the insitu Losseness or Densseel of granuler soil

* $$D_r = \frac{e_{max} - e}{e_{max} - e_{min}} = \left[\frac{\gamma_d - \gamma_{d\,min}}{\gamma_{d\,max} - \gamma_{d\,min}}\right]\left(\frac{\gamma_{d\,max}}{\gamma_d}\right)$$

→ e_{max} = max void ratio → $\gamma_{d\,min}$ (اقل كثافة (حجم اكبر)) → Loo set مفككة

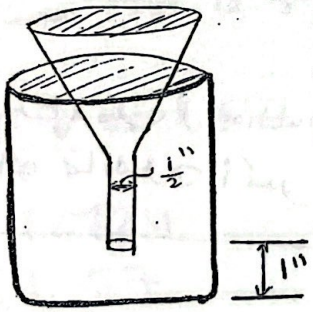
→ e_{min} = min void ratio → $\gamma_{d\,max}$ (هي اكبر كثافة (حجم اقل)) → denset متماسكة

حالات خاصة تجريبية

→ e = in situ void ratio.

Measure $\gamma_{d\,min}$

* لو أحضرت عينة من الرمل وقلت بدّي أجيب γ_{min} فتبع الخطوات التالية.



حجم الوعاء $0.1\,ft^3$ حسب المواصفات

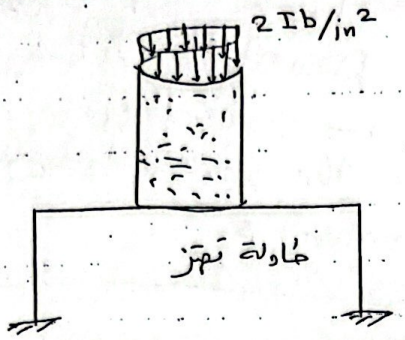
1. نجفف العينة في الفرن.
2. نعبي العينة في وعاء (mold) خاص باستخدام مخفان خاص. حتى يمتلئ. ونراعي أن مسافة السقوط 1 انش.
3. بعد ذلك نوزن الوعاء لنعرف وزن الرمل الذي عبأ الوعاء.

طبعًا حجم الوعاء معروف وبالتالي حجم الرمل معروف $= 0.1\,ft^3$ وبالتالي يمكن معرفة الكثافة.

$$\Rightarrow \gamma_{d_{min}} \cong \frac{W_s}{V} = \frac{W_s}{0.1\,ft^3}$$

Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

Measure $\gamma_{d\,max}$



ي الوعاء ثم نؤثر عليه بقوة
زة عليه بشكل منتظم.

نشغل طاولة الاهتزاز
لمدة 8 دقائق
بمعدل 3600 cycle/min

ت هذا الاهتزاز يعني كامل الفراغات.
هذلك نأخذ ارتفاع العينة في الوعاء، قطر الوعاء معروف
فنحسب حجم العينة ← بأقل فراغات ممكنة.
ثم نوزن العينة ~~فيتة~~ فبالتالي يمكن حساب الكثافة العظمى

$$\gamma_{d\,max} = \frac{W_s}{V}$$

Dr %	Discription of the soil
0-15 %	Very loose (مفككة جداً)
15-50 %	Loose
50-70 %	Medium
70-85 %	Dense (متماسكة، مدمكة)
85-100 %	Very Dense

كلما عملت دمك (compaction) أكثر تقل e ← فتحصل على Dr أكبر
فالتالي تماسك أكبر.

Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

14/2/2015

X// An uncompacted (loose) sand fill has a depth of 2 m.

$D_r = 40\%$, $e_{max} = 0.9$, $e_{min} = 0.46$, $G_s = 2.65$

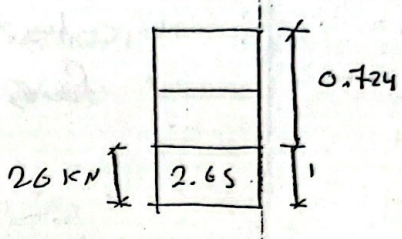
Find 1. γ_d

2. if D_r become 75 %, what is decrease in thickness?

Solution: if $\gamma_{mois} = 19\ kN/m^3$ → what is w%

① $D_r = \frac{e_{max} - e}{e_{max} - e_{min}}$

$0.4 = \frac{0.9 - e}{0.9 - 0.46} \Rightarrow e = 0.724$



assume $V_s = 1$ → $V_v = e = 0.724$

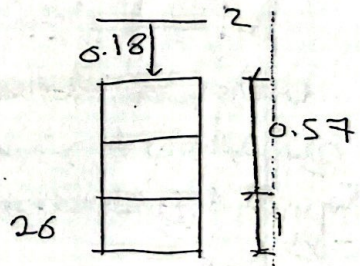
$W_s = (G_s)(\gamma_w)(V_s) = (2.65)(9.81)(1) = 26\ kN$

$\Rightarrow \gamma_d = \frac{W_s}{V} = \frac{26}{1.724} = 15.08\ kN/m^3$

② when $D_r = 0.75 = \frac{0.9 - e}{0.9 - 0.46}$ →

$\rightarrow e = 0.59$

$\rightarrow V = 1.57$



1.724 ⟶ 2 m thickness

1.57 ⟶ ?? thickness

thickness will become 1.82 kN

which mean 0.18 m decrease in thickness

③ $\gamma_{mois} = \gamma_d(1+w) = 16.56(1+w) = 19$

$\gamma_d = \frac{W_s}{(V)_{new}} = \frac{26}{1.57} = 16.56\ kN/m^3$

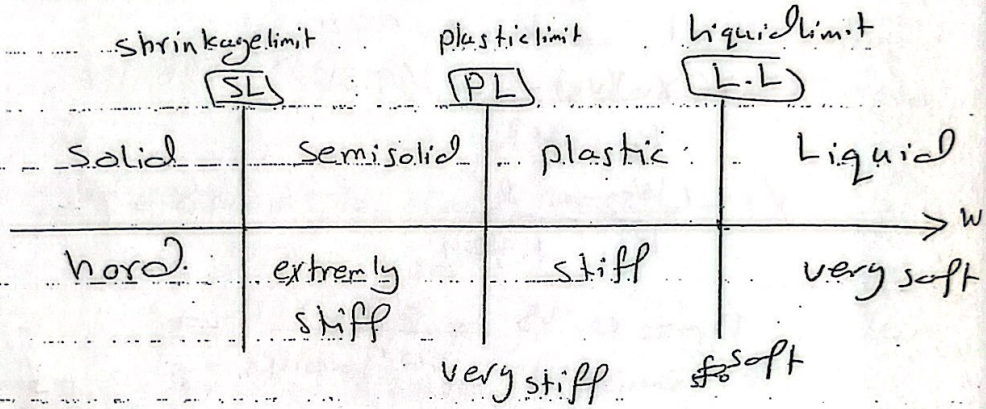
$\Rightarrow w = 14.7\%$.

Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

Consistancy of soil

هي الحالة التي تتواجد فيها التربة حسب نسبة الماء التي تكون موجودة في التربة.

In 1900 Atterberg developed a method to describe consistancy of fines grained soil with varying of w. Depending on the moisture contant soil behavior can be devided four basic states.



S.L : هي نسبة الماء التي اذا أضفنا ينتقل من الصلابة إلى

P.L : هي نسبة الماء التي إذا أضفنا تنتقل من الحالة البلاستيكية

L.L : هي نسبة الماء التي إذا أضفنا تتحول من البلاستيك إلى السائل

وجود الماء يضعف التربة

consistency limit = Atterberg limits

التربة لها خاصية الـ plasticity : امكانية تشكيل التربة عند اضافة الماء دون ان تتكسر

clay minerals ← soil can be remolded without crumble when water is added.

طبعاً هذه الـ limits نجربها من خلال التجارب

Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

* Liquid Limit :- (درجة السيولة)
w% required to close $\frac{1}{2}$" grove along the bottom at 25 blows.

* العالم casagrande وضع تجربة لحساب L.L باستخدام جهاز سمي باسمه

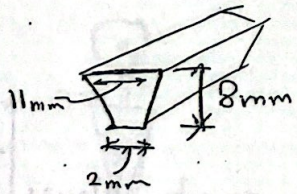
1. نحضر عينة ونجففها باستخدام الهواء واذا اضطررت أستخدم الفرن بشرط ألا تزيد حرارته عن 60°C .
السبب انه اذا جففنا على حرارة عالية → قد يجف الماء الذي داخل حبات التربة
↙ فيتجمد بعض المواد داخل التربة
وهذا بدوره يؤثر على مواصفات التربة

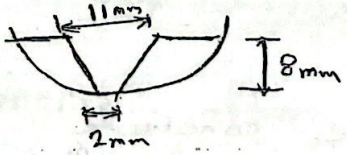
2. تنخل العينة على منخل #40 وناخذ الماء الذي تعلق #40
نأخذ المواد الناعمة لأنها هي التي تتحكم بالدور الأعظم في LL

3. نعير جهاز casagrande بحيث يكون ارتفاع الصحن 8mm ← اذا قرب صون الفرن عالي
↙ اذا بعيد صون الفرن منخفض

4. نخلط العينة بالماء ونراعي أن تكون قليلة في البداية حتى تصبح مثل العجينة ونضعها في الصحن بسماكة 8mm .

5. ثم تعمل شق باستخدام سكين خاص





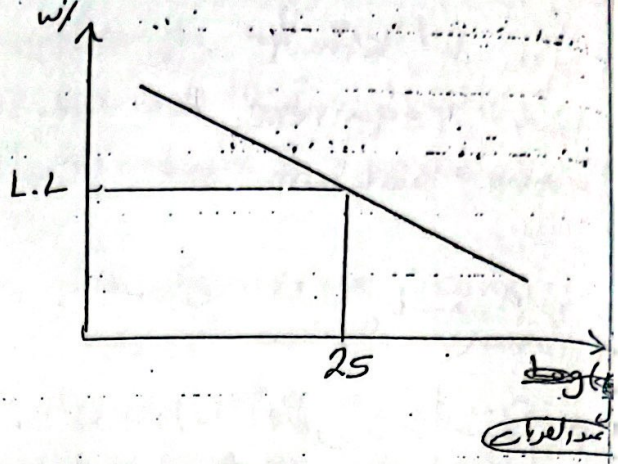
6. ثم نضرب بمعدل لا يزيد عن 25 ضربة/دقيقة
او 2 ضربة/ثانية
ثم نحسب عدد الضربات اللازمة لاغلاق الشق
في البداية تكون الضربة كبيرة حيث كلما زادت نسبة الماء قلت عدد الضربات
اذا بلغ عدد الضربات فوق الاربعين او اقل من 5 مرات أستثنيه

7. في كل مرة مطرح ما سكرين الشق اعملها بالكين واسقطها في وعاء معروف وزنه ومن ثم أوزنها ...

8. نضع العينات في الفرن في اليوم الثاني نوزنها ونجد الفرق بين الوزنين فيكون وزن الماء ومن ثم نقسمه على الوزن الجاف فيعطينا w% $\frac{W_w}{W_s}$

Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

عدد الضربات	w%
35	55%
27	75%
15	80%



أراعي في التجربة أن عدد الضربات بين 20-30 ضربة

اذا اختلفت بشكل ملفت مفروض الأرقام تطلع على نفس الخط

L.L تختلف من تجربة لأخرى.

casegrand تستخدم في الترعة وفي أمريكا.

اذا كان عندي فترة ممكن تعمل تجربة واحدة فقط بيش أن عدد الضربات (20-30)

$$L.L = W_n \left(\frac{N}{25}\right)^{0.121}$$

W_n = نسبة الماء عند N من الضربات

* Casegrande conclude that each blows in L.L is corresponding to shear strength of 1g/cm² (0.1 kN/m²)

يعني كل ضربة حتى يخلص الشد تقابل 1غم/سم² او 0.1 كيلونيوتن/م².

لو كان عدد الضربات لانهيار الشد 30 ضربة ← القوة = 30 × 0.1 = 3 كيلونيوتن/م²

لما أكون على L.L تكون قوة التربة = 25 × 0.1 = 2.5 كيلونيوتن/م²

عام لما تكون التربة قوتها أقل من 25 كيلونيوتن تكون التربة ضعيفة.

زيادة الماء يعني قلت عدد الضربات ← تربة أضعف

Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

monday 16/2/2015

* **Plastic Limit :-** (درجة اللدونة)

w% at which the soil when rolled into threads of $(\frac{1}{8}")$ (3mm) diameter is crumble. تتكسر

معدل الـ (rolling) = (80-90) لفة / دقيقة.

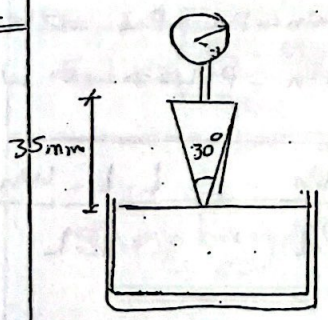
نستمر باللف حتى تظهر التشققات على 3 ملم.

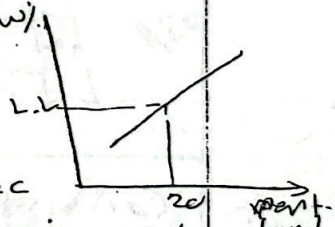
* خطوات حساب (P.L)

- نجهز عينة مجففة في الهواء أو على حرارة 60°C .
- ننخل العينة على منخل #40 ونأخذ المار.
- نضيف كمية من الماء تكون قليلة في البداية
- نعمل كرة صغيرة ونتدحرجها على لوح زجاجي ونلاحظ متى تظهر التشققات كي لا يمتص الماء.
- نكرر الخطوة السابقة حتى تظهر التشققات عندما يكون القطر 3 ملم.
- نوزن العينة قبل التجفيف وبعد التجفيف في الفرن ونحسب نسبة الماء.

في أمريكا واوروبا وآسيا يستخدمون طريقة: fall cone method

وزن الخروط 80gm



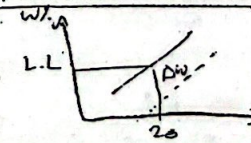


pentration after 5 sec

~~L.L = w% at which the~~ L.L = w% content corresponding to pentration of (20 mm after 5 sec)

نسبة محتوى الماء التي عندها يغوص الخروط في الرمل 20mm بعد ثواني

P.L = L.L − 4.2 Δw



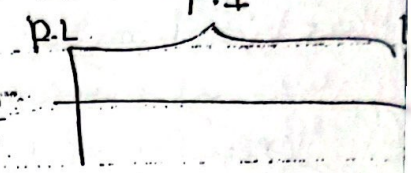
تعريف وزن الخروط = 0.78 نيوتن بعد ثواني

* الطريقة الثانية (الخروط) أكثر دقة بسبب قلة تأثر نتائجها بالعنصر البشري

Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

* plasticity index (P.I) : معامل اللدونة

هو الفرق الرياضي بين P.L, L.L



يمثل المجال الذي تكون فيه المادة في حالة plastic

كل ما قلت P.I تكون التربة أحسن.

P.I %	0	1-5	5-10	10-20	20-40	> 40
Discription	non-plastic	slightly plastic	Low plastic	Medium	high	Very hi

لو جينا نركار محاور حل مشروع يتماسك عشان الرمل له plasticity عالية.

---

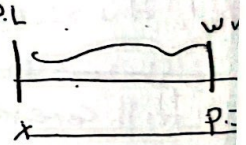
plasticity ... هي خاصية تشكل التربة بسبب وجود clay mineral and water.

---

* Liquidity index (L.I) $= \frac{W_n - P.L}{P.I}$

W_n ← متغيرة وهي تعبر عن نسبة الماء الطبيعية بدون إضافات.

من خلال معرفة L.I يمكن معرفة حالة التربة وقوتها.



ex// L.I = 1 ⟶ liquid state. ($W_n - P.L = P.I \Rightarrow$

L.I = 0 ⟶ plastic state. ($W_n - P.L = 0 \Rightarrow$

---

* Consisty index (C.I) $= \frac{L.L - W_n}{L.L - P.I} = \frac{L.L - W}{P.L}$

ex// C.I = 0 ⟶ Liquid stat

Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

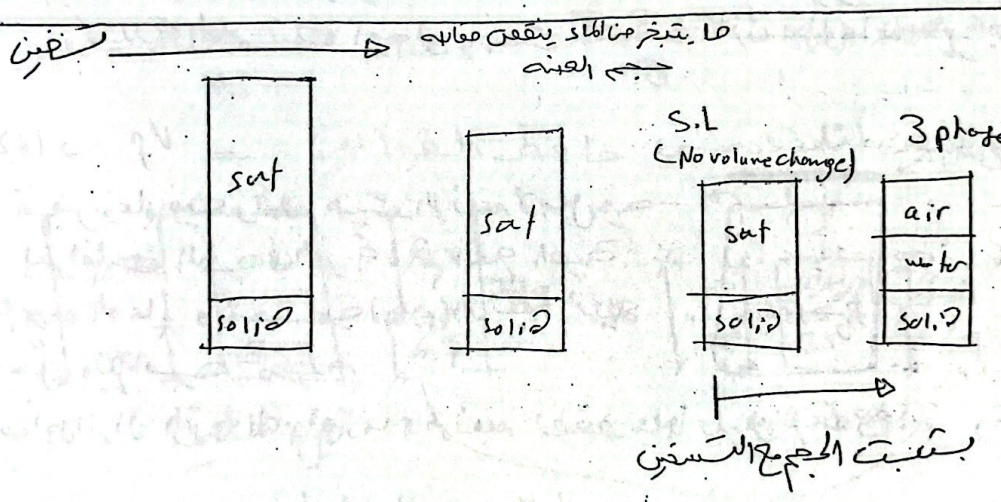
wednesday 18/2/2015

* **shrinkage limit :-** (درجة الصلابة)
نسبة الماء التي تتقلص من الصلب الى شبه الصلب.

→ * w/. at which no volume change happen even the water content decrease.

→ * w/. just sufficient to fill the voids when the soil at the minimum volume.

→ * smallest water content at which soil can be completly saturated.



$$S.L = \left(\frac{m_1 - m_2}{m_2}\right) \times 100\% - \left(\frac{V_i - V_f}{m_2}\right) \rho_w \times 100\%$$

* $\text{Shrinkage ratio } (S.R) = \frac{m_2}{V_f \rho_w} = \frac{\rho_d}{\rho_w}$

* $\text{Volumetric shrinkage} = \frac{V_1 - V_d}{V_d} = \frac{V_i - V_f}{V_f} \times 100\%$

* $G.S = \frac{1}{\frac{1}{S.R} - \frac{S.L}{100}}$

مثلاً S.L = 20٪
$\frac{1}{S.R} - \frac{20}{100}$ نعوض

Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

...ات إيجاد الـ Shrinkage limit

...ف العينة في الهواء أو على حرارة 60°.

...ل العينة على منخل #40 ونأخذ المار.

...ط العينة بالماء ونحضر وعاء فارغ حجمه ووزنه معروف.

...بي العينة في الوعاء ونوزنه.

m_1 : وزن العينة التي في الوعاء.

V_i : حجم العينة التي في الوعاء (حجم الوعاء)

...ف نضع الوعاء مع العينة في الفرن ونجففها..

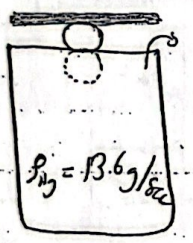
m_2 : وزن العينة بعد التجفيف (oven dry weight)

V_f : حجم العينة بعد التجفيف

طبعاً العينة بعد التجفيف تقلص حجمها وأخذ شكلاً غير هندسي.
وكذلك الحجم ثبت أي لو وضعت العينة في الفرن أسبوعاً لن يتغير حجمها.

...إيجاد V_f =

...خضر وعاء فيه زئبق حيث الزئبقة لا يدخل في
...فراغات التي في التربة، ثم نضع العينة
في الوعاء ونلاحظ كمية (حجم) الزئبقة التي
حلّ التراب محلّه.



من أجل انزال التربة الى داخل ماء الزئبقة نضغط عليها بلوح زجاجي.

...نلف العينة بالشمع أو الواكس ثم نوزن العينة مع الغلاف ونطرح من هذا الوزن وزن التربة الجافة فيكون وزن الشمع
وبما أن كثافة الشمع معروفة يمكن حساب حجم الشمع المغلف العينة.
ثم نسقط العينة في وعاء فائض مدرج ونقرأ الزيادة في حجم الماء فيكون ذلك الفرق هو حجم العينة مع الشمع.
نطرح منه حجم الشمع فيكون حجم العينة (V_f).

Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

X// Saturated Soil sample has a volume of (18.9 cm^3) and mass of (30.2 gm).
on oven drying the mass, reduced to (18gm) and the volume to (9.9 cm^3)
Find S.L . G.S , S.R

solution

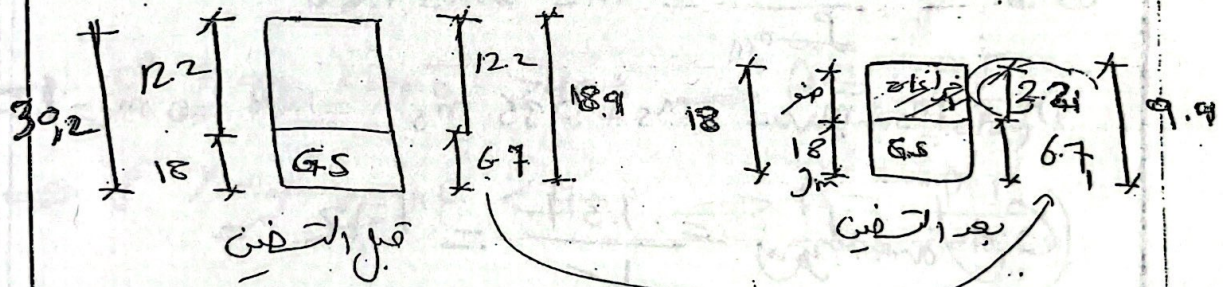
$V_i = 18.9\ cm^3$ $V_f = 9.9\ cm^3$.

$m_1 = 30.2\ gm$ $m_2 = 18\ gm$.

$$S.L = \frac{m_1 - m_2}{m_2} \times 100 - \frac{V_1 - V_f}{m_2} \times 100$$

$$= \frac{30.2 - 18}{18} \times 100 - \frac{18.9 - 9.9}{18} \times (1) \times 100 = 17.78\%$$

افترض انك مش حافظ القوانين.



S.L هي كمية الماء التي تحيّل الهواء في هذه

$$S.L = \frac{3.2\ gm\ water}{18\ g\ solid} \times 100\% = 17.8\ \%$$

$$S.R = \frac{\rho_s}{\rho_w} = \frac{18/9.9}{1} \times 100\% = 181.8\ \%$$

$$G.S = \frac{\rho_s}{\rho_w} = \frac{18/6.7}{(1)} = 2.69$$

Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

EX// mass specific gravity of saturated sample is (1.86) , $w\% = 36\%$

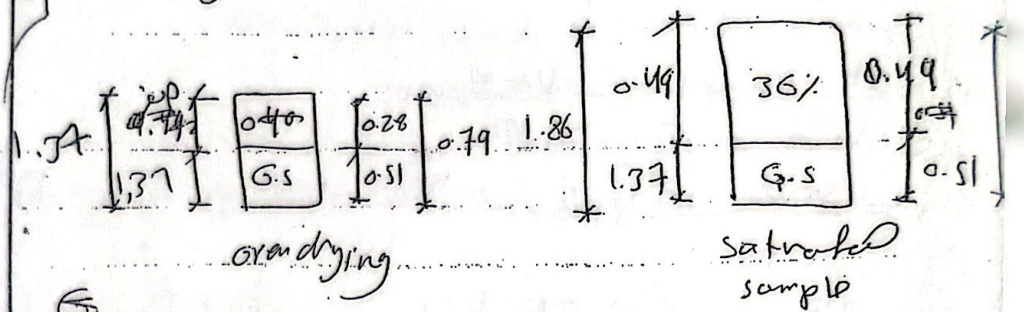
on over drying, mass specific gravity drop to 1.72,

Caclulate G.S, S.L

solution

$(G.m)_{sat} = 1.86$ $(w\%)_{sat} = 36\%$

$(G.m)_{oven\,dry} = 1.72$



oven drying

saturated sample

G

$G.m = \frac{m/v}{\rho_w}$ (1) $= m = G_m = 1.86$

$m = m_s + m_w = m_s + 0.36\, m_s = 1.86 \Rightarrow m_s = 1.$

$(G.m)_{oven\,drying} = \frac{1.37}{V} = 1.72$

$V = \frac{1.37}{1.72} = 0.79$

B $G_S = \frac{1.37/0.51}{1} = 2.69$

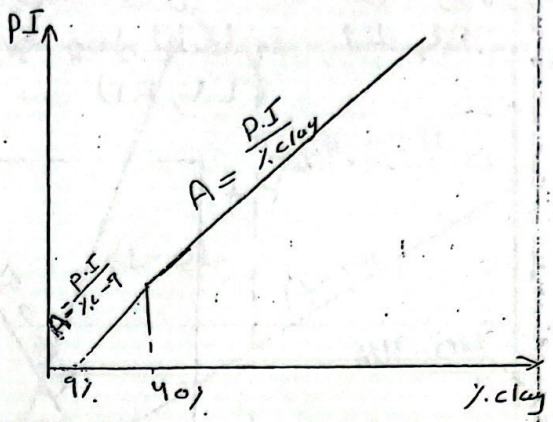
$S.L = \frac{0.28}{1.37} = 20.44\%$

Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

monday Activity of the soil. 23/2/2015

Activity:
used to identify of swelling potential of the soil.

$A \leq 0.7 \longrightarrow$ in active.
$0.7 < A \leq 1.2 \longrightarrow$ normal.
$A > 1.2 \longrightarrow$ active.



Skempton observed that P.I is linearly vired with the percent of clay.

* سبب الخواص البلاستيكية للتربة هو وجود الـ clay minerals و تعتمد شدة الخواص البلاستيكية على نوع الـ clay minerals

if %.clay weight $> 40\% \Longrightarrow A = \frac{P.I}{\%.clay}$

if %.clay weight $< 40\% \Longrightarrow A = \frac{P.I}{\%.clay - 9\%}$

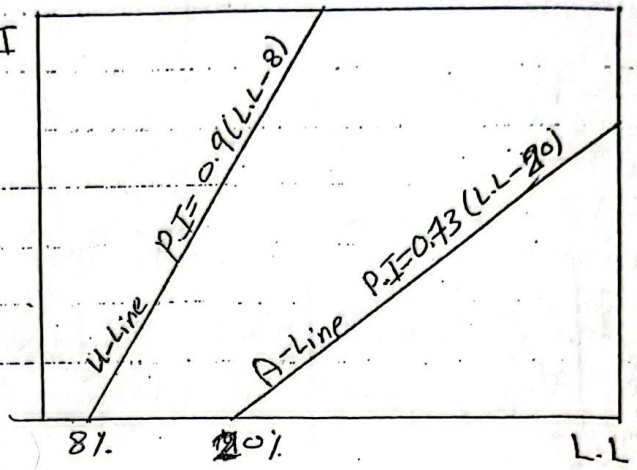
لما تكون التربة Active ← يعني عندك مشكلة بدك تحكيها
يعني هناك مرونة للتربة مع الانتفاخ
الحلول ← تخلط التربة مع مواد نافية مثل الاسمنت.
← ما يكون هناك التصاق كبير بين القاعدة والتربة.
← اذا كانت الطبقة التي مسببة المشكلة صغيرة ازيلها.

* التغير في نسبة الماء يسبب مشاكل ← تعمل حركة في التربة
واذا استطعت أن تحافظ على نسبة ماء ثابتة فهذا أفضل
* كلما نزلت لأسفل في الأرض تتثبت نسبة الماء في التربة.
← هذا اذا بدي ابني بيت حوالي المنزل ارتفاعه حوالي 0.1 متر نزيل 0.5 متر من
متر من التربة بعد ما نضع رصفة حيث لو نزل ماء وانتفخت
التربة، بيدفع الانتفاخ داخل الحجارة ولا يؤثر على السور

Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

Plasticity chart

عبارة عن علاقة توصل لها العالم Casegrande من خلال التجربة (impirical)
حيث أخذ عينة كبيرة من التربة وعمل لها تجارب L.L, P.L
ليوجد من خلالها علاقة خطية بين (P.I, L.L)



impiricol chart ← silt and clay ← غالباً تكون مع بعضها في الطبيعة.

U-Line

يمثل أعلى العلاقة بين P.L, L.L حيث أي نتيجة تنتج معك يجب أن تكون تحت هذا الخط

U-line

the upper Limit of the relation ship of P.I with

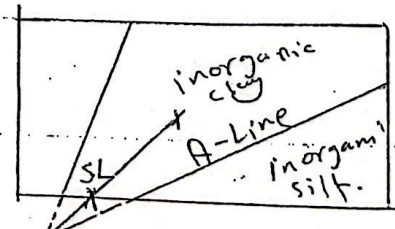
Ex// P.L = 40 %

P.I = 28 % according U-line

if P.I = 35 % from the expirement → something

A-line

it is an impirical line seperate (organic clay and inorg and inorganic silt

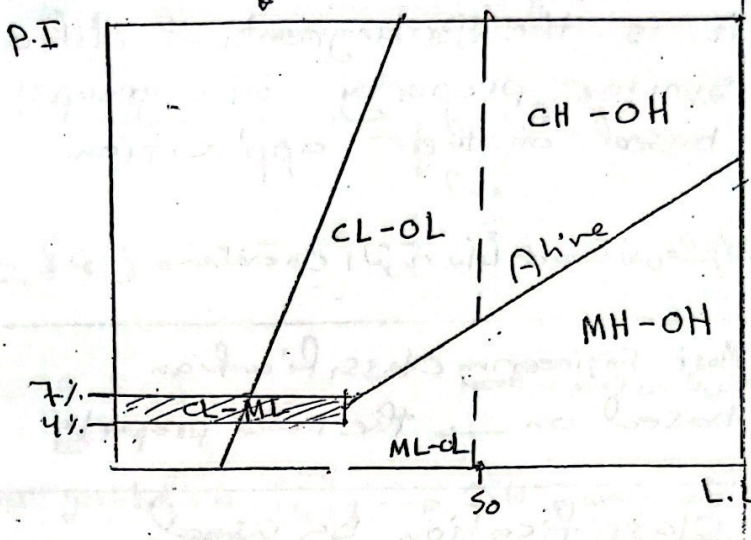


Plasticity chart يمكن من خلال
ايجاد قيمة تقريبية لـ Shrinkage limit
حيث أن الخط بين U-line, A-line
واحد فيها كل من P.I, L.L
وأيضاً من تقاطع الاثنين والنقطة
وكان ما يتقطع عند L.L عدد

Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

Plasticity chart

used to classify the fine grained soil in (USCS)



CH-OH

inorganic clay with heigh plasticity
or organic clay with heigh plasticity.

MH-OH

inorganic silt with heigh compressibility (المضغوطية)
or organic silt with heigh compressibility

CL-OL

inorganic clay with low plasticity.
or organic clay with low plasticity.

ML-OL

inorganic silt with low compressibility.
or organic silt with low compressibility.

CL-ML

inorganic clay with low plasticity.
and organic silt with low compressibility.

* اذا كان P.I بين (4% و 7%) فيكون التصنيف الوصيد الذي يكون خليط بين الاثنين

Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

wednesday — Soil classification — 25/2

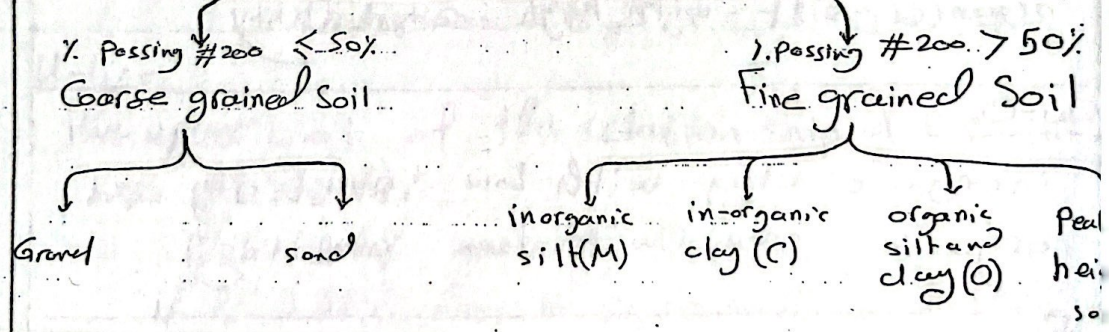
* it is the Arrangment of different soil with similar property into groups and subgroups based on their application.

هو عبارة عن ترتيب لأنواع مختلفة من التربة بناءاً على خصائص مشتركة بينها.

Most Engineering classification
based on → the index property and grain size.

* Classification by used
  - AASHTO : خاص بمشاريع الطرق
  - USCS : (أغلبي مدروس غير الطرق)

Unified Soil Classification system
USCS

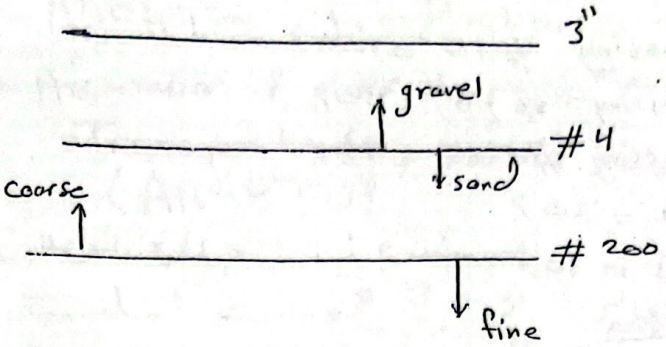


* % Passing #200 sieve > 50% → fine soil
  - clay
  - silt
  classified by using plasticity cha

* % passing #200 sieve < 50% → Coarse soil
  - Gravel
  - Sand.

* if most fracture of coarse part is retained on #4
  → Gravel

Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com



* For coarse - soil

→ if % passing #200 ≤ 50% (well or poorly graded تقريبًا)

- G → well graded → $C_u > 4$, $1 \le C_c \le 3$ → GW → well graded gravel
  poorly graded (لا يحقق الشروط) → GP → poorly graded gravel
- S → well graded $C_u > 6$, $1 \le C_c \le 3$ → SW → well graded sand
  poorly graded (لا يحقق الشروط) → SP → poorly graded sand

→ if % passing #200 ≥ 12% (هنا أصبح تأثير المواد الناعمة كبير فتحدث عن المواد الناعمة في التسمية)

- GC → clayey gravel
  GM → silty gravel
- SC → clayey sand
  SM → silty sand

} plasticity chart

→ if % Passing #200 between (5% – 12%)

dowel sympol → يعني فتحدث عن التوزيع ونوع المواد الناعمة (graded: W, P ; C, M)

GW – GC well graded gravel and clayey gravel وهكذا

→ if % of other coarse fraction is greater than 15% (لازم نذكر النوع الآخر من العينة الخشنة إذا كانت نسبته أكبر من 15%)

ex// G = 70% , S = 20% , well graded , clayey

→ GW – GC

well graded gravel and clayey gravel with sand.

Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

EX// % passing #10 = 100%
% passing #40 = 80%
% passing #200 = 58%
L.L = 30%
P.I = 10%

Solution
% passing #200 ≥ 50% → fine soil
From chart (Plisticity chart)
→ CL - OL ... ~~clay~~ inorganic clay with Low pl
or inorganic clay with Low pla

EX// % passing #4 = 100%
% passing #200 = 8%
$D_{10} = 0,085$ mm
$D_{30} = 0,12$ mm
$D_{60} = 0,135$ mm
L.L = 30%
P.L = 22%

Solution
% passing #200 < 50% → Coarse soil
% passing #4 = 100% → sand

$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} = 1.59 < 4$, $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{60} \times D_{10}} = 1.25$
P.I = 8%
→ SP - SC ... poorly graded sand and clayey sand

EX// % passing #200 = 61%
L.L = 26 , P.L = 20

solution
% passing #200 > 50% fine
P.I = 6% $4 < P.I < 7$ double
→ CL - ML
inorganic clay with low plasticity
and inorganic silt with low compressibility.

STUDENTS-HUB.com
Scanned with CamScanner

saturday AASHTO Classification. 28/2/2015

American Association of state Highway and Transportation officials.

(AASHTO)

يستخدم لتصنيف الطرق والمواصلات

* يقسم التربة الى 7 مجموعات اساسية

(A-1), (A-2), (A-3), (A-4), (A-5), (A-6), (A-7)

وهذه المجموعات تقسم لقسمين

1. Granual Soil (Coarse) ---- % passing #200 sieve ≤ 35% .... (A-1, A-2, A-3)

2. Fine grained Soil .... % passing #200 sieve ≥ 35% .... (A-4, A-5, A-6, A-7)

* To classify a soil ⟶ the tested data are applied from Left to right by elimination (الاستبعاد) process.
the first group from Left into which the data fit is the right classification.

نبدأ بالفحص من اليسار لليمين.
أول مجموعة تنطبق عليها المواصفات نأخذها ولا نفحص غيرها

نسجل على يمين التصنيف ما يسمى بـ Group index (معامل المجموعة) أو رقم المجموعة
مثلاً A-1-a(0) أو A-5(0.1) ..

$$G.I = (F-35)\underbrace{[0.2 + 0.005(L.L-40)]}_{\text{Partial GI from L.L}} + \underbrace{0.01(F-15)(P.I-10)}_{\text{Partial GI from P.I}}$$

F: نسبة المرور من الرقم 200
L.L: Liquid limit
P.I: Plasticity index

* كل ما اتجهنا لليمين نصبح نوعية المواد أسوأ من ناحية الهندسة
A-3 : Fine sand ⟶ don't have plasticity properties

Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

if boulder are encountered (...عندي نسبة محجوزة
... 3"

... لا يحسب من ضمن التربة ، لكن نسجل انه يوجد هذا الحجم في العينة

* if G.I = سالب ⟶ نعتبره صفر

⊕ it is rounded to the nirest whole no.

-5 ⊕ ⟶ 0
4.6 ⟶ 5
4.4 ⟶ 4
4.5 ⟶ 5

* There is no upper limit for the group ind...
... ممكن يكون 40 ، 90 ، 120 ، ...

... كلما زادت F ⟵ يزيد
... كلما زادت L.L ⟵ يزيد.
... كلما زادت P.I ⟵ يزيد

... كلما زادت قيمة G.I تصبح التربة أسوء.

* For soil
A-1-a
A-1-b
A-2-4
A-2-5
A-3
} G.I = صفر

For soil
A-2-6
A-2-7
} G.I = 0.01(F-15)...

Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

For soil

A-7-5
A-7-6 } أسوء أنواع التربة

ممنوع استخدامها في معظم الحالات مثل الطرق
إلا في البلاطة طحم ...
أحتاجها أحياناً عندما أحتاج مواد ناعمة لسد الفراغات.

A-7-5 if P.I $\leq$ (L.L - 30)

A-7-6 if P.I $>$ (L.L - 30)

EX// % passing #10 = 100 % L.L = 30
% passing #40 = 80 % P.I = 10
% passing #200 = 58 %

→ A-4 (3)
silty soil, fair to use in subgrade

EX// % passing #200 = 95 %
L.L = 60 , P.I = 40

P.I $>$ (L.L - 30)

A-7-6 (42), clayey soil, poor to use in subgrade

EX// % Passing #10 = 83 %
% Passing #40 = 48 % L.L = 20
% passing #200 = 20 % P.L = 15
P.I = 5

A-1-b (0) , stone fragments, gruel or sand
Excellent use in subgrade

Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

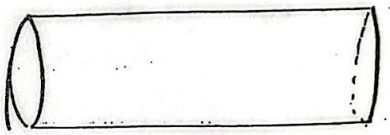
monday Soil Compaction and Soil stabilization 2/3

عندما نعمل دمك للتربة فإن
- الكثافة تزيد.
- قوة التحمل تزيد.
- إمكانية دخول الماء تقل.
- مقدار الهبوط يقل.

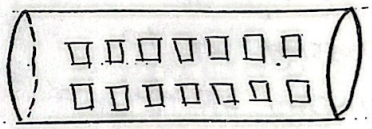
هدف الدمك هو تقليل الفراغات.

* Types of rollers

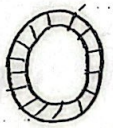
1. Smooth wheel roller
معدة عادية (وزن + اهتزاز)



2. Sheep foot roller
معدة قدم الغنم، يكون على محيط الاسطوانة نتوءات بارزة



3. rubber-tiered roller



عجلات مطاطية فيها هواء مضغوط

4. Vibratory roller.

اختيار المعدة المناسبة يعتمد على نوع التربة.

* Degree of compaction is measured by dry density of the soil (γ_d)

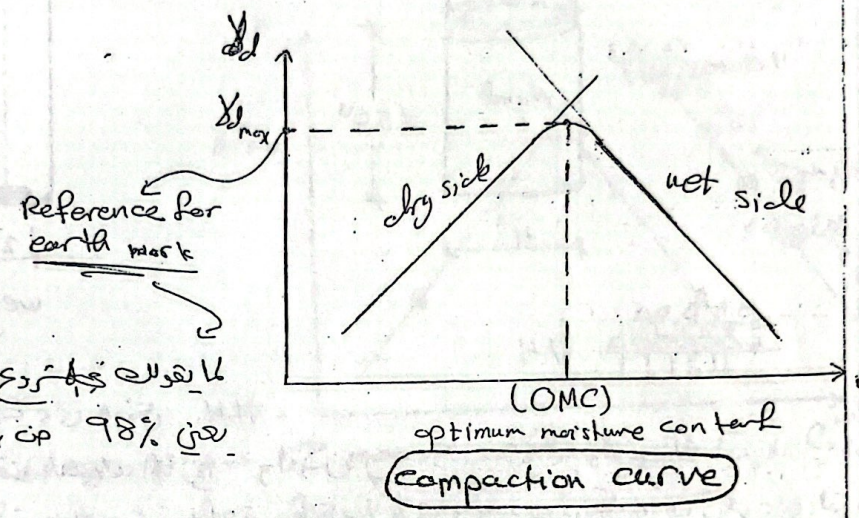
الذي له (γ_d) أكبر يكون أفضل وأشد دمكاً (compaction)

الدمك يخرج الماء، حيث الماء يملأ فجوات التربة مما يسهل انزلاقها على بعضها البعض وهذا يشكل مثل شحمة تسهل عملية الدمك بينما اذا بتعمل دمك للتربة وهي جافة، بس على الفاضي فقط راح تكسر الجزيئات.

Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

* water works as softening (Lubricating) agent on the soil particles.

← اذا وضفت ماء بنسبة 2% تجف ان γ_d زادت.
← اذا وضفت ماء بنسبة 4% تجف ان γ_d زادت أكثر
← تستمر الزيادة لحد معين. ثم تبدأ γ_d بالنقصان مع زيادة (زيادة الماء)



Compaction curve

γ_d 98% يعني بالمقول خلص بدي $\gamma_{d\,max}$ 98%

* اذا بيتحقق $w\% = OMC$ و $\gamma_d = \gamma_{d\,max}$ هيدا شيء مثالي.

* في الواقع صعب تحقق الشرطان السابقات بشكل دقيق.
لكن يفضل ان اكون قرب dry side قرب (OMC)
← اذا كان عندي silty soil أو Cohesive soil يفضل ان اكون في dry side لكن قرب OMC.

عند الـ OMC تحقق أكبر كثافة بأقل مجهود

$$\text{degree of compaction} = \frac{\gamma_{d\,on\,site}}{\gamma_{d\,max}} \times 100\%$$

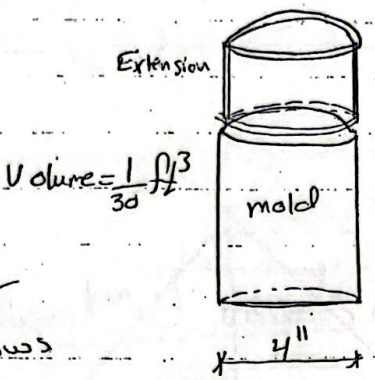
How to find $\gamma_{d\,max}$??

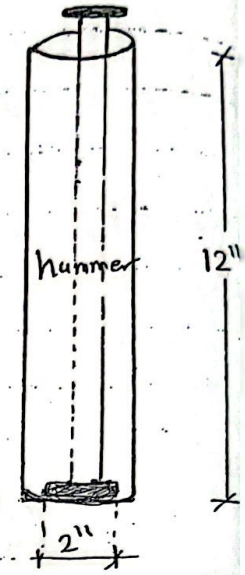
by proctor Test.

Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

* Proctor Test.

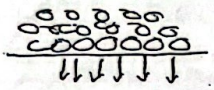
- standard proctor Test.





3 layer
25 blows

weight = 5.5



ننخل العينة على منخل #4.

نأخذ جزء من العينة الماره ولتكن 5000gm بحيث تكون كافية لعينة الـ mold

نضيف نسبة الماء في البداية ولتكن 2%، يجب أن يكون موزع على التربة.

نعبئ الـ mold بالعينة بثلاث طبقات وكل طبقة نضربها بالـ hammer 12" 25 ضربة. بحيث يكون الضرب عن طريق رفع المطرقة ارتفاع 12" ونسقطها سقوط حر.

نراعي أن الطبقة الأخيرة فيها زيادة نزيلها بعصا تنتوي من الضرب.

عند إزالة الطبقة الزائدة قد يظهر بعض النتوءات، نرتش على هذه النتوءات بالزاوية الماء لمنخل #4 ونضربه بالمطرقة ضرباً خفيفاً.

نخرج العينة من الـ mold ونفكها ونأخذ جزءاً منها ونضعها في علبة معروف وزنها ← نوزن العينة...

ثم نجففها بالفرن ← في اليوم التالي نخرج العينة من الفرن ونوزنها.

نحسب w% طبعاً γ معطى حيث $\gamma = \frac{W_{wet}}{Volume}$

نحسب γ_d

$$\gamma_d = \frac{\gamma}{1+w\%}$$

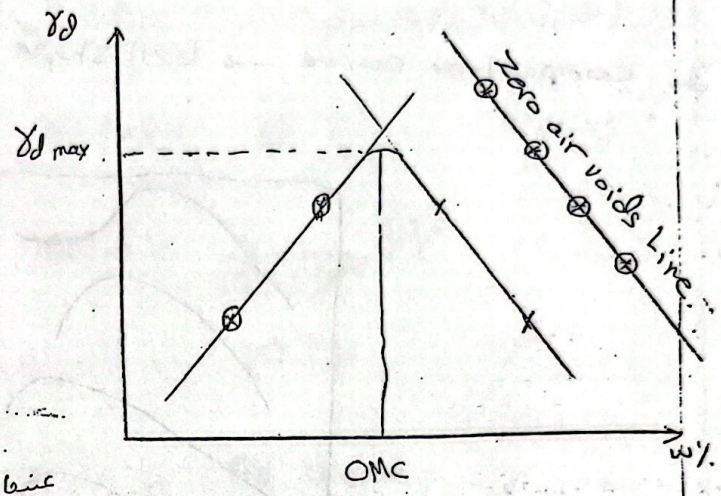
Trial	γ	w%	γ_d
1			
2			
3			
4			

Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

. wet side ← نقطتين في ال ← نحتاج على الأقل أربع نقاط

. dry side ← نقطتين في ال

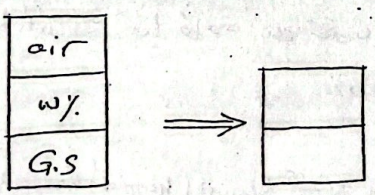
وكلما كانت عدد التجارب أكبر تكون النتائج أكثر دقة



عندما نعمل دبك حتى تخرج جميع الهواء

* max theoretical dry density ($\gamma_{d\,zero}$)

zero air weight يعني



Zero air voids line

يقع دائماً على يمين وأعلى ال compaction curve ولا يقطعه

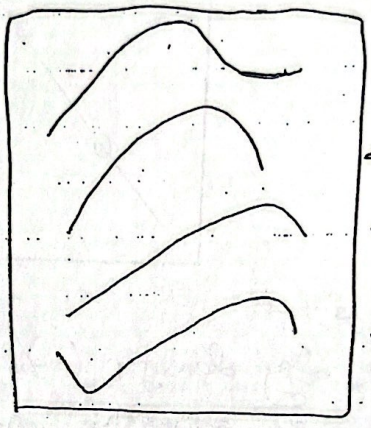
$$\gamma_{d\,zero\ air} = \frac{\gamma_w}{w + \frac{1}{G.S}}$$ show that

Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

wednesday 4/3/

Factors affecting Compaction :

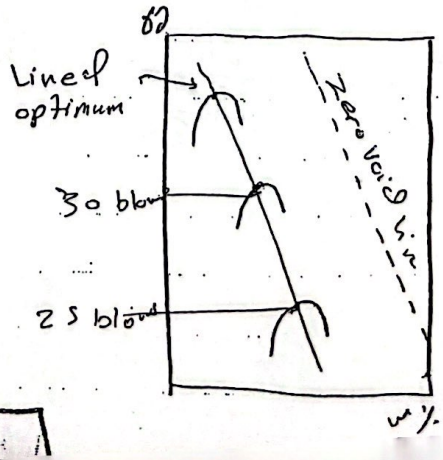
1. water content (w%).
2. Type of the soil, for example → grained size distribut
   → shape of particles.
   → amount of clay miner
3. compaction curve → bell shape شكل الجرس.



4. Energy : أقل (γ_{max}) كل ما استخدمنا طاقة أكبر تكون
و w% أقل.

$$E = \frac{(\#\text{ of Layers})(\#\text{ of blows})(\text{hammer weight})(\text{ارتفاع السقوط})}{\text{Volume of mold}}$$

$$= \frac{(3)(25)(5.5)(1\text{ft})}{1/30} \quad (1\text{ft} = 12'') = 12{,}375 \text{ lb.ft/ft}$$



Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

طبعاً التجربة السابقة كانت قبل 50 سنة .
اليوم وسائل الدمك تطورت ← ممكن أحصل دمك في الموقع أعلى من المختبر ،

لمواكبة هذا التطور تم تعديل المعايير لـ Proctor

Modified Proctor Test (مستخدم الآن في معظم المختبرات)

→ use material passing # $\frac{3}{4}$" sieving

→ Volume of mold = $\frac{1}{13.33}$ ft^3

→ hummer weight = 10 lb

→ # of blows = 56 blows

→ # of Layers = 5 Layers

→ height of drop = 18" = 1.5 ft

$$E = \frac{(5)(56)(10)(1.5)}{1/13.33} = 55{,}986 \ lb.ft/ft^3$$

Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

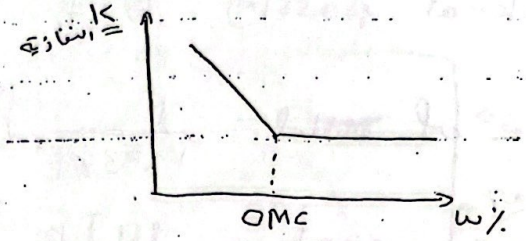
Effect of compaction on cohesive soil pro

clay تربة رئيسية

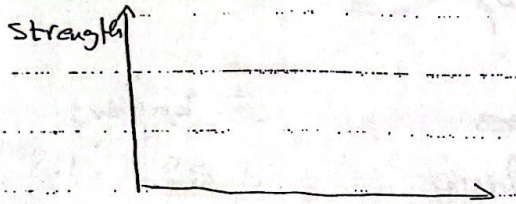
1) structure:

flocculent structure ——compaction——→ dispersed structure

2) Permeability: (decreases)



3) Strength: Compaction increase strength



* Field Compaction:

- Organic material: (O.C) organic content

كلما زادت (O.C) ← تقل k فيلتصق ويحبس هذه الجزيئات العضوية بين التربة سيئة ← تزيد OMC

- If O.C > 10% ← نرفض هذه التربة

* How to find O.C??

$$O.C = \frac{W_1 - W_2}{W_1} * 100\%$$

تجفف ← 105° ← 24hrs ← W_1

تحرق ← 440° ← 4hrs ← W_2 (نرفع الحرارة)

يقضي وتخرج المادة العضوية

Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

Saturday Field Compaction. 7/3/2015

* Specification

For the earthwork Degree of compaction 790/.

* Degree of compaction (R) = $\frac{\gamma_d \text{ field}}{\gamma_{d\,max}}$

Dr = 81% ⟶ Dense (مدموكة بشكل جيد)

R = 80 + 0,2Dr

Finding γ_d field.

Then Subsitute in $R = \frac{\gamma_d \text{ field}}{\gamma_{d\,max}}$

كل 200 م2 30 متر لازم تعمل عينة على الأقل.

نختار منطقة تمثل معظم الطريق.

يعني حتى ترجع تتوقف من أول منطقة

ولا توخذ من أسود منطقة

مثلاً طريق كلها جيدة وفيه عندك منطقة صغيرة ٢م٢

سيئة ما بتفحص هذه المنطقة عشان أكيد راح تسقط

فيه الفحص وإنما تفحص من منطقة أخرى وتوخذ

لدمك هذه المنطقة بشكل جيد.

← أسباب سقوط عينة الفحص:

١. عدم الدمك بشكل جيد.

٢. عدم وضع ماء كافي.

إذا رسبت عينة ← و ←

← مثلاً إذا الفرق ±٣٪ حول OMC ← يعني فيه داخل التربة بشكل جيد.

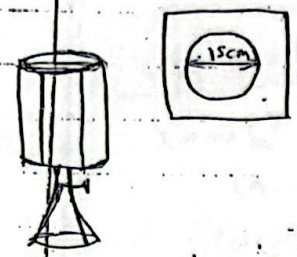
إذا الفرق ±٧٪ بعيد عن OMC ← يعني حتى واضح ماء كافي.

* العمل في الموقع يكون على طبقات، كل طبقة (٢٥ - ٢٥) سم ← ثم تفحص وهكذا كل طبقة

Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

Finding Soil Field

1 Sand cone method.



- نحضر الوعاء المليئ بالرمل ونوزنه الرمل الذي فيه (W_1)
- نحفر حفرة في الموقع فتحة المخروط.
- المواد التي نخرجها من الحفرة نضعها في كيس بلاستيكي وأغلقه بحيث أمنع خروج الماء من التربة
- عمق الحفرة (h) يكون حسب سمك الطبقة المراد فحصها.
- وأنت تخرج التربة من الحفرة احرص ألا يفتح شيء فيها
- وإذا طلع معك حجر كبير (3"-4") الذي لا نريده في الحفرة حيث لا وزنه ولا حجمه يدخل في الحسابات.
- وإذا طلع الحجر كبير كثير نختار حفرة أخرى لأن الفحص سوف يسقط.
- نأخذ العينة التي في الكيس ونوزنها
- نجفف العينة في الفرن ثم نوزنها
- نحسب w_3

- لحساب حجم الحفرة نفتح صمام الوعاء لملأ الحفرة بالرمل (حجم الحفرة = حجم الرمل) بحيث نفتح الصمام حتى تمتلئ الحفرة والمخروط ويتوقف نزول الرمل ← نوزن الباقي (W_2) في الوعاء (W_2) لمعرفة وزن الرمل الذي عبأ الحفرة والمخروط

$$\text{Weight of sand in (hall + cone)} = W_1 - W_2$$

ثم نطرح منه وزن الرمل الذي عبأ المخروط.

لحساب وزن الرمل الذي يملأ المخروط (Calibration of the cone) معايرة المخروط

- نعبئ الوعاء من جديد
- نثبت الوعاء ونفتح الصمام حتى ينزل الرمل في المخروط ونوزن الباقي W_2

$$\text{weight of the sand in the cone} = W_1 - W_2$$

لحساب كثافة الرمل ← نعبئ الوعاء من جديد W_1.

- نحضر أسطوانة حجمها معروف.
- نفتح صمام الوعاء حتى تمتلئ الأسطوانة والمخروط ونحسب الوزن المتبقي W_2

$$\text{weight (cylinder + cone)} = W_1 - W_2 \rightarrow W_{cone\,sand} \rightarrow W_{cylinder\,sand}$$

الحجم ← السطح ← الأسطوانة

كثافة الرمل

Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

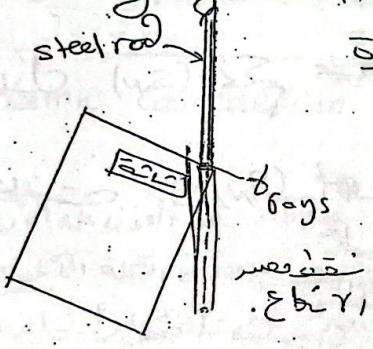
بعد ما تكون للمختبر نوزن العينة التي أخرجناها من الحفرة
ثم نجففها ← ونحسب الـ Wet

* Rubber Ballon method

طريقة لإيجاد حجم الحفرة.
بحيث تنفخ بالونا جلدا مدان
الحفرة، ثم تملأه بالماء
ونحسب حجم الماء فيكون حجم الحفرة

لكن هذه الطريقة ليست دقيقة

* Neuclear guage method.



تستخدم في الشارع كبيرة
عندما تريد نتيجة سريعة
وفورية مثل المطارات
هذه الطريقة مستخدمة مثل
السعوديات

* نعمل حفرة فتحة بسيخ حديد في الأرض ونفتح مصدر الاشعاع
نوعه هذه الفتحة ← يعطيك Dwet , W%

او ممكن ما نعمل فتحة، بحيث نجعل مصدر الاشعاع يلامس الطبقة
ويعطيك W% , Dwet

لكن الطريقة السابقة أكثر دقة حيث هنا يعطيك قراءة سطح الطبقة فقط

* تحذيرات:
1. لا تقف خلف الجهاز.
2. لا تستعمل الجهاز الا عند الضرورة.
3. عليك لبس لباس خاص ويكون عليك شرحة تقيس ما يمتصه الجسم من

Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

monday
9/3/2015

جامعة الأزهر ١٤٤٦هـ

* Grain size distribution of the backfill (ردم): is an important factor control rate of densification

compaction : هو عبارة عن عملية يتم عن طريقه التخلص من الهواء

المادة التي فيها أحجام مختلفة تكون عالية الكثافة أقل.

* suitability NO. $(S_N) = 1.7 \sqrt{\frac{3}{(D_{50})^2} + \frac{1}{(D_{20})^2} + \frac{1}{(D_{10})^2}}$

* من خلال (S_N) نحكم على نوعية الردم من ناحية التدرج

* كلما كانت (S_N) أكبر تكون التربة أنعم ← وبالتالي أسوء.

S_N	Rating as back fill (ردم)
0-10	Excellent
10-20	Good
20-30	fair
30-50	Poor
750	unsuitable

EX// $D_{10} = 0.11\,mm$, $D_{20} = 0.19\,mm$, $D_{50} = 1.3\,mm$

$$S_N = 1.7 \sqrt{\frac{3}{(1.3)^2} + \frac{1}{(0.19)^2} + \frac{1}{(0.11)^2}} = 18$$

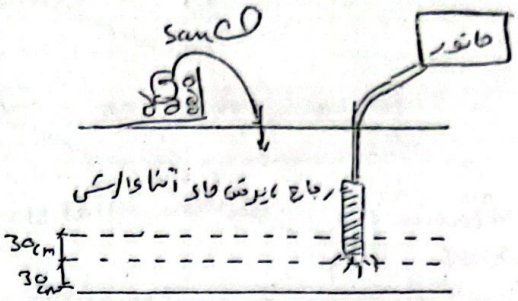
∴ Good Back fill.

Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

Special Compaction Techniques (method)

1 Vibro flotation: (for granular (coarse) soil)

بدنا نحسن خصائص هذه المنطقة.
هذه الطريقة التقليدية، بس بتكلفة



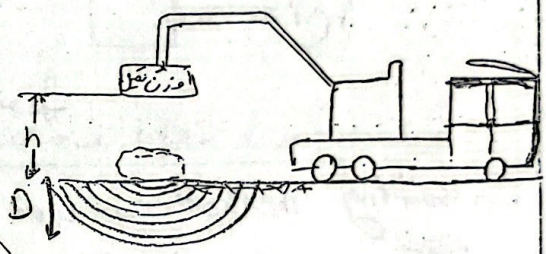
مبدأ العمل نفس مبدأ عمل رجاج الباطون حيث يتم اضافة الحصى على شكل طبقات، كل طبقة سماكتها 30 سم.

من خاصية الرمل أنه يصبح (aquifer) محمّل بالماء حيث الاهتزاز يخلط مع الماء يحوّل الرمل إلى Liquid مما يسهل دمكه، ثم الماء ينفذ للطبقات السفلى.

---

2 Dynamic Compaction (for granular (coarse) soil).

عندما نسقط الوزن على الأرض.
تصدم هذه الكتلة الكبيرة بالتربة وتحدث اهتزازاً يساعد على عبيه وهل الحصى



$$D = \frac{1}{2}\sqrt{\text{Weight} * \text{height}}$$

عمق الدمك

EX// $W = 10$ ton , $h = 10$ m , Find depth of dense

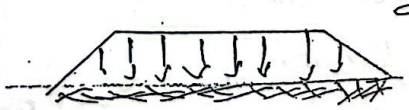
$$D = \frac{1}{2}\sqrt{W \cdot h} = \frac{1}{2}\sqrt{10 * 10} = 5\text{m}$$

---

3 Preloading (for fine Soil)

التربة الناعمة تعاني من مشكلة التريبج (consolidation)، وهذه الظاهرة مرتبطة بالزمن

← قبل ما نبني فوق التربة أو أنا خلال فترة معينة
بدي بعتمد المقدار والزمن على مقدار التريبج
الذي نريد الوصول إليه.
بعيني فوق التربة تريبج.
← الهبوط (التريبج) يستمر إلى الأبد.



Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

④ Compaction by Dewatering . (مناسب لكل أنواع التربة

حركة الماء الذي يتم بين تحميله حبات التربة

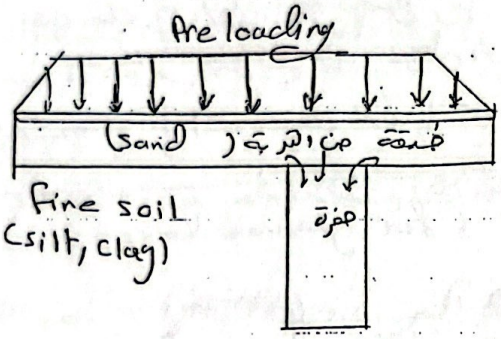
وضغط تحت يحدث

Mutral stress (u) . وذلك تحل التربة الماء الذي فيها

effective stress

← بسحب الماء يسبب ضغط إضافي على حبيبات التربة ← فيزداد العمل

⑤ Pre loading using sand plan ket and sand drain



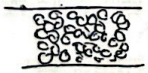
تعمل على تصريح عملية predoading الـ

وأيضا تسريع عملية خروج الماء من هذه الطبقة.

ويتجمع الماء في الحفرة.

← هذا الأسلوب يسرّع الهبوط.

⑥ Grouting method → lime, cement, (2-6)% of dry حقن



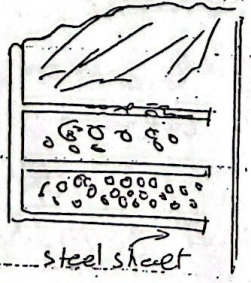
نخلطها بالمنت أو

← في حقن هذا المواد في التربة فتعمل على تحسين خواص التربة

← أحياناً تعمل هذه المواد على الرطبة (slurry) ثم تحقنها في المنطقة التي نريد معالجتها.

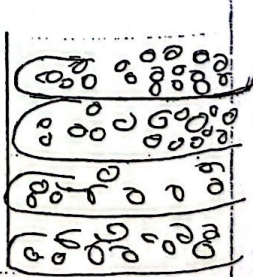
ويكون الحقن تحت الضغط الذي بدوره يضغطها ويحملها تتغلغل في التربة.

⑦ Geotextile material. (earth reinforcement



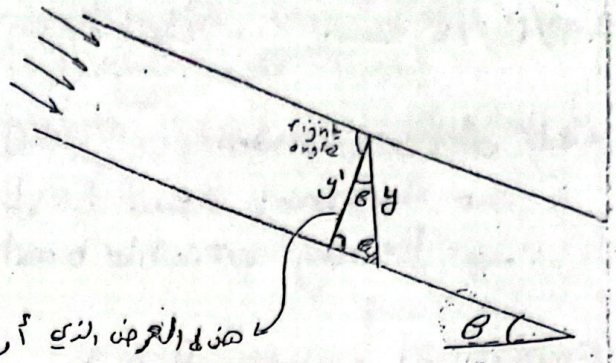
نجعل طبقات وبينهم طبقة واقية تمنع شبكة حديد او نايلون.

هذا يسبب احتكال يمنع انهيار التربة



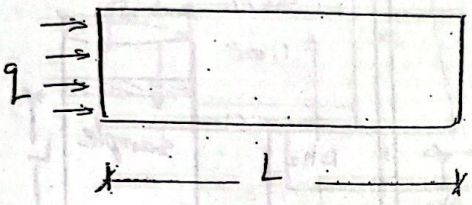
Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

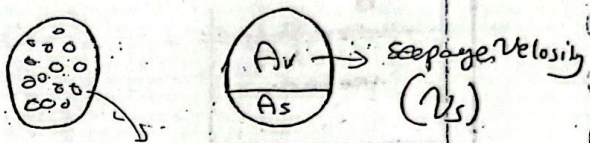
$y' = y \cos\theta$.



هذا العرض الذي أريده

~~assume~~ y





حجم الماء يكون محتبساً من خلال الفراغات.

$$q = v\,A = v_s\,A_v$$

(v: discharge velocity, A: gross area, v_s: seepage velocity, A_v: void area)

$$= v\,(A_v + A_s) = v_s\,A_v$$

$$\rightarrow v_s = v\,\frac{(A_v + A_s)}{A_v} \cdot \frac{L}{L} = \frac{v(V_v + V_s)}{(V_v)}$$

$$= \frac{v(V_v/V_s + V_s/V_s)}{(V_v/V_s)} = v\,\frac{(e+1)}{e}$$

$$\rightarrow v_s = v\,\frac{(e+1)}{e} = \frac{v}{n}$$

always $n < 1 \Rightarrow v_s > v$

Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

Determination of (K) البند ٤/٣/١٥ ج

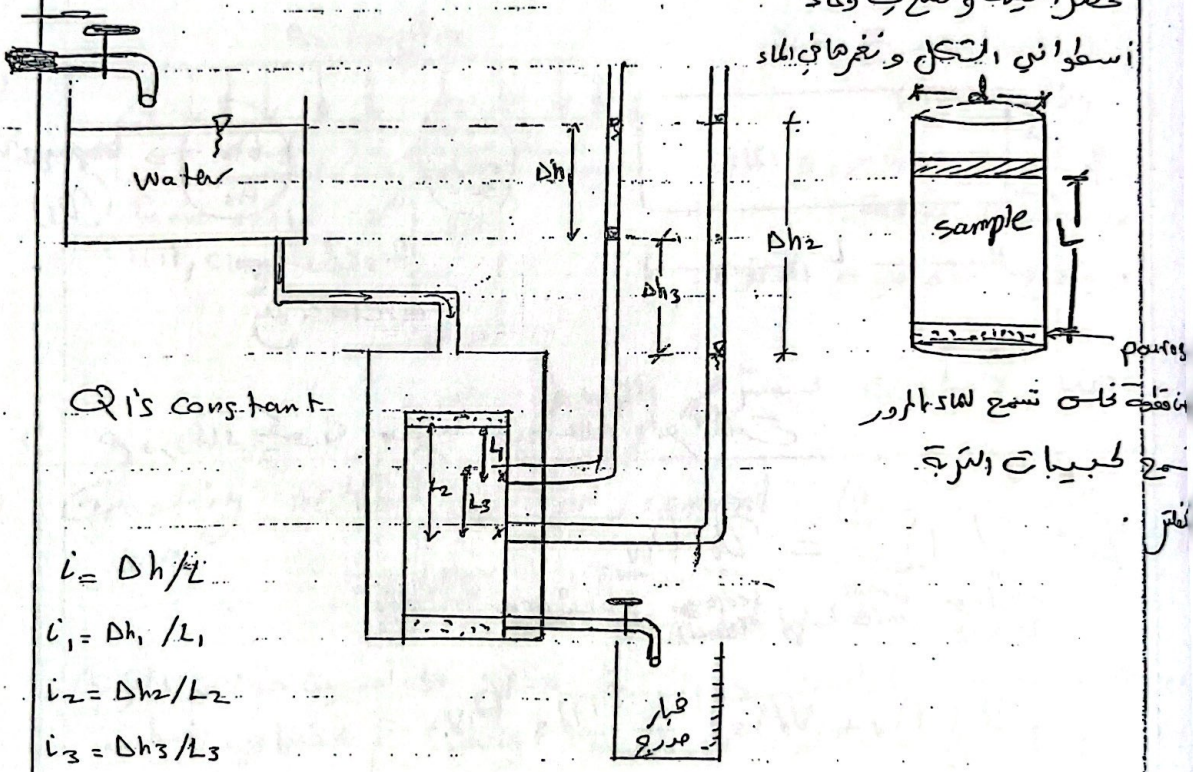
→ Lab determination : من خلال على التجارب في المختبر

- → constant head test.
- → falling variable test

→ Empirical relation for K

Constant head test اختبار التربة الخشنة

نحضر العينة ونضعها في وعاء أسطواني الشكل ونغمرها في الماء



منفذة خاص تسمح للماء المرور ومنع حبيبات التربة.

Q is constant

$i = \Delta h / L$

$i_1 = \Delta h_1 / L_1$

$i_2 = \Delta h_2 / L_2$

$i_3 = \Delta h_3 / L_3$

خلال البداية تكون قراءة البيزومتر نفس قراءة الخزان المغذي بمفتاح الحنفية المغلق سوف يقل تحسب الوقت اللازم حتى يصل لحالة الثبات (steady state flow) التي تثبت عندما جميع القراءات

$$Q = vAt \rightarrow = (ki)At = k\left(\frac{\Delta h}{L}\right)At$$

$$\rightarrow K_{T^\circ} = \frac{QL}{\Delta h A T}$$

$$\rightarrow K_{20^\circ C} = \frac{\eta_{T^\circ}}{\eta_{T20^\circ}} * K_{T^\circ}$$

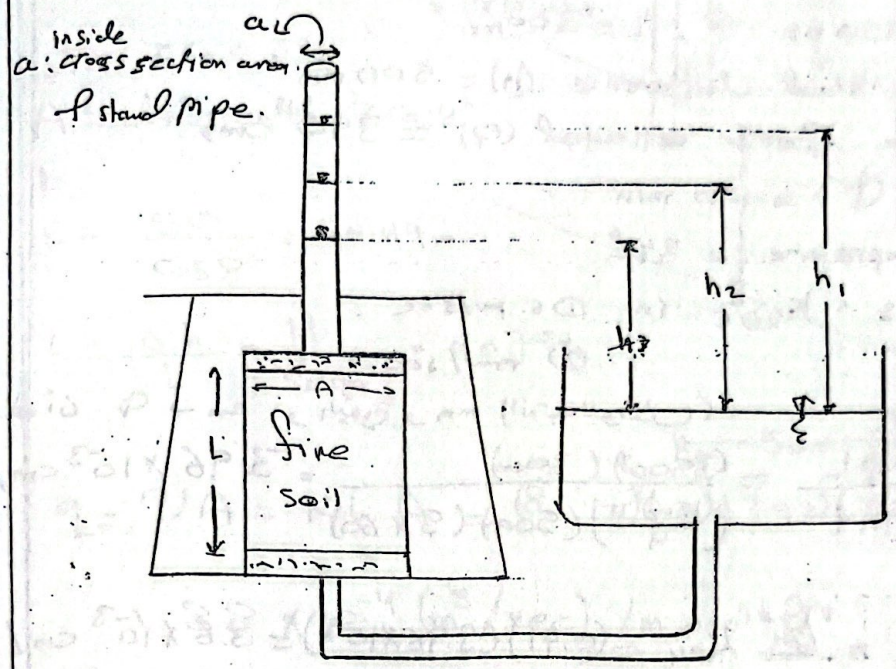
table 7.2

Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

Variable head Test

(falling head Test) المناسبة للتربة الناعمة

طريقة تفسير النتيجة نفس طريقة const. head test



Q is variable and h is variable

$$dQ = a\,dh \quad \text{---(1)}$$

$$dq = v\,a\,dt$$

$$K = 2.303 \frac{aL}{At} \log\left(\frac{h_1}{h_2}\right)$$

where,

L: length of the sample

A: cross section area of the sample

a: internal cross section area of the stand pipe

t: time of flowing

Scanned with CamScanner

STUDENTS-HUB.com

محاضرة ١٠ / ٣/ ١٧ الاثنين

Examples.

EX// result of constant head test are as following.

$d = 150$ mm , $L = 300$ mm

const. head difference $(h) = 500$ mm

Volume of water collected $(Q) = 350$ cm^3

Time $(t) = 5$ min

Tempreture $= 24^\circ C$

what is $K_{20^\circ C}$ in ① cm/sec.

② mm/sec.

Solution (لاحظ أن Q بـ cm و الباقي بـ mm (انتبه للوحدات)

$$K = \frac{QL}{Aht} = \frac{(350\ cm^3)(30\ cm)}{\left(\frac{(15\ cm)^2 \pi}{4}\right)(50\ cm)(5*60)} = 3.96 \times 10^{-3}\ cm/s$$

① $$K_{20^\circ C} = \frac{\eta_{24^\circ}}{\eta_{20^\circ}} K_{24} = (0.91)(3.96*10^{-3}) = 3.6 \times 10^{-3}\ cm/s$$

② $$K_{20^\circ C} = 3.6 \times 10^{-2}\ mm/sec.$$

EX// Results of falling head test are as following

$A = 1200\ mm^2 = 12\ cm^2$

$L = 150$ mm

$a = 50\ mm^2 = 0.5\ cm^2$

at $t = 0$ ⟶ head difference $(h_1) = 400$ mm

at $t = 5$ min ⟶ head difference $(h_2) = 200$ mm

what is K in (cm/sec) ??

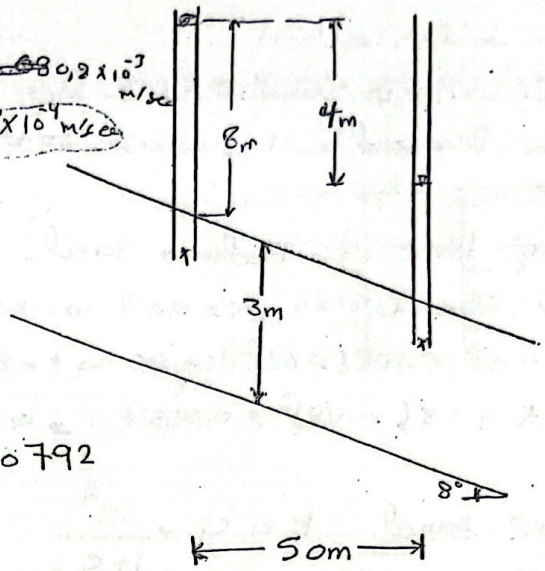
$$K = 2.303 \frac{(a)(L)}{(A)(t)} \log\left(\frac{h_1}{h_2}\right)$$

$$= 2.303 \frac{(50)(150)}{(1200)(5\times60)} \log\left(\frac{400}{200}\right) = 1.44 \times 10^{-2}\ mm/sec$$

$$= 2.303 \frac{(0.5)(15)}{(12)(5\times60)} \log\left(\frac{40}{20}\right) = 1.44 \times 10^{-3}\ cm/sec$$

Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

Ex// find q ?? in m^3/sec /m width.



$K = 0.08$ cm/sec $= 8 \times 10^{-4}$ m/sec

$d = 3\cos 8°$

$A = d \times 1\text{m width} = 3\cos 8°$

$L = \frac{50}{\cos 8°} = 50.49\text{m}$

$i = \frac{\Delta h}{L} = \frac{4}{50.49} = 0.0792$

$q = VA = Ki\,A = (8 \times 10^{-4})(0.0792)(3\cos 8°)$

1.88×10^{-4} (m^3/sec) /m width

Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

Empirical relations for (k)

D_{10} → (mm) unit
k → (cm/sec) unit

1. For uniform sand ⇒ $K = C D_{10}^2$, $C = (1 - 1.5)$
   For fine sand $C = 1$, coarse sand $C = 1.5$,

2. For Fine to medium sand → $K = 1.4\, e^2\, K_{0.85}$ (e: void ratio)
   EX// when $e = 0.62$, $K = 9.03$ → find K when $e = 0.48$
   → $9.03 = 1.4 (0.62)^2 K_{0.85}$ → $K_{0.85} = 0.0557$ cm/sec → نواتج التفاعل
   $K = 1.4 (0.48)^2 * 0.0557 = 0.01798$ cm/sec

3. For sand $K = C_1 * \frac{e^3}{1+e}$

4. For normally consolidated clay $K = C_3 * \frac{e^n}{1+e}$
   يقصد به الطين الذي يتعرض الآن لأكبر ضغط خبره التاريخ
   أما الطين الذي تعرض لضغط أكبر عبر الزمان فيسمى (over consolidated clay).

EX//

e	K
1.1	0.302×10^{-7}
0.9	0.12×10^{-7}
0.75	K

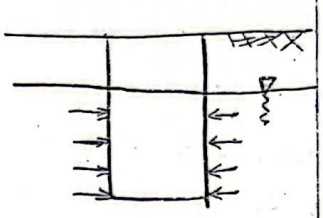
by solving two equations we can find that
$n = 5.1$, $C_3 = 0.39 \times 10^{-7}$
→ $K = 5.138 \times 10^{-9}$

Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

- Finding K in the field.

نقوم على حفر حفر في الموقع و نراقب كيف يتجمع الماء فيها

Test well.



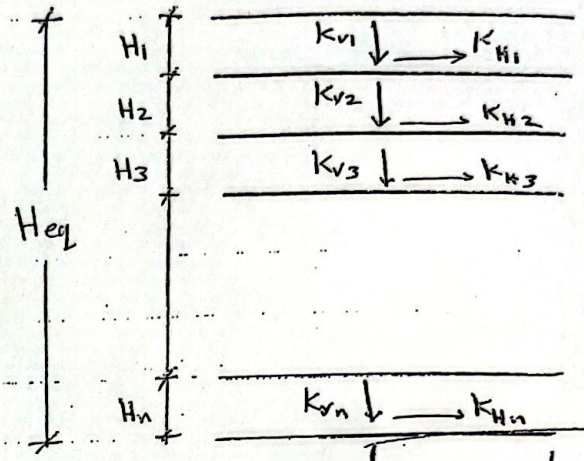
Scanned with CamScanner

STUDENTS-HUB.com

Equivalent permeability in isotropic stratified

isotropic → $k_v = k_H$

stratified → على شكل طبقات



⊛ Vertical flow

$Q = q_1 = q_2 = q_3$ = constant for all layers

$k_{v_1} = k_{H_1}$

$k_{v_2} = k_{H_2}$

$k_{v_3} = k_{H_3}$

$$q_1 = q_2 = q_3 = q_n = q_{eq} = (k_{eq})(i_{eq})(A)$$

→ $k_1 i_1 A = k_2 i_2 A = k_n i_n A$

→ k_i = constant for all layers

→ velocity (v) is same for all layers.

كما كانت k ثوابت، الكمية الوحيدة اللي فيها متغيرات هي i

وبما أن الفرض أنه كل الطبقات (الأربعة) لهم مساحة متساوية $A_1 = A_2$ وكمان الطاقة مختلفة i_1, i_2 يبقى السرعة لازم تكون ثابتة

$$K_{v\,eq} = \frac{H \text{ (محاذية جميع الطبقات)}}{\frac{H_1}{K_{v_1}} + \frac{H_2}{K_{v_2}} + \cdots + \frac{H_n}{K_{v_n}}}$$

⊛ Horizontal flow (يسري في طبقة واحدة فقط)

q is variable

$$K_{H\,eq} = \frac{1}{H}\left(K_{H_1} H_1 + K_{H_2} H_2 + \cdots + K_{H_n} H_n\right)$$

$$i_{eq} = i_1 = i_2 = i_3 = i_n$$

$$q_{eq} = K_{H\,eq} \cdot i_{eq} \cdot A$$

Scanned with CamScanner

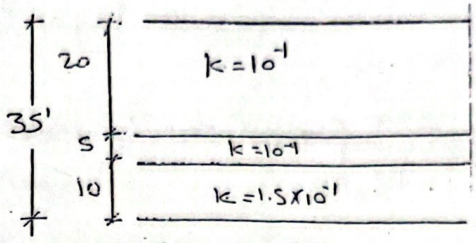
STUDENTS-HUB.com

wed 18/3/2015

ample//

Layer	thickness	k (ft/min)
1	20	10^{-1}
2	5	10^{-4}
3	10	1.5×10^{-1}

Find K_{Heq}, K_{veq} ??



Solution

$$K_{Heq} = \frac{1}{35}\left(20 \times 10^{-1} + 5 \times 10^{-4} + 10 \times 1.5 \times 10^{-1}\right) = 0.1 \text{ ft/min}$$

$$K_{veq} = \frac{35}{\left(\frac{20}{10^{-1}}\right) + \left(\frac{5}{10^{-4}}\right) + \left(\frac{10}{1.5 \times 10^{-1}}\right)} = 6.96 \times 10^{-4} \text{ ft/min}$$

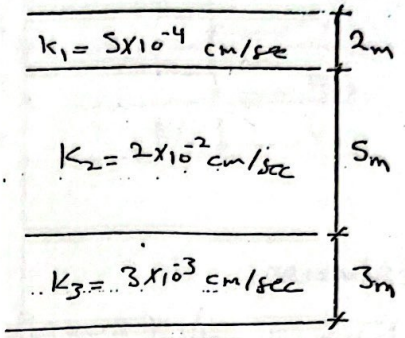
$$\frac{K_{Heq}}{K_{veq}} = \frac{0.1}{6.96 \times 10^{-4}} \cong 144$$

يعني سرعة الماء في الاتجاه الأفقي أعلى من سرعة الماء في الاتجاه العمودي بـ 144 ضعف

Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

Ex Knowing that $i = 0.3$ for horizontal flow

a. find horizontal and vertical flow ...
b. for horizontal flow find the discharge and discharge ve
c. for vertical flow, find Hydraulic gradient and head loss in each Layer??



(a) $K_{Heq} = \frac{1}{10}\left[2\times5\times10^{-4} + 5\times2\times10^{-2} + 3\times3\times10^{-3}\right]$

$= 0.011$ cm/sec

$K_{veq} = \frac{10}{\left(\frac{2}{5\times10^{-4}} + \frac{5}{2\times10^{-2}} + \frac{3}{3\times10^{-3}}\right)}$

$= 1.9\times10^{-3}$ cm/sec

$\frac{K_{Heq}}{K_{veq}} = \frac{0.011}{1.9\times10^{-3}} = 5.8$

(b) $i_1 = i_2 = i_3 = i_{eq} = 0.3$

$q = K_{Heq}\, i_{eq}\, A = (0.011 \text{ cm/sec})(0.3)(1000\text{cm} \times 1\text{cm}) = 3.3 \text{ cm}^3\text{/sec}$

$v_1 = K_1 i = 5\times10^{-4} \times 0.3 = 1.5\times10^{-4}$ cm/sec $\rightarrow q_1 = 1.5\times10^{-4}$ [illegible]

$v_2 = k_2 i = 2\times10^{-2} \times 0.3 = .6\times10^{-3}$ cm/sec

$v_3 = k_3 i = 3\times10^{-3} \times 0.3 = 9\times10^{-4}$ cm/sec

(c) $i = 0.3 = \frac{\Delta h}{L} = \frac{\Delta h}{1000\text{cm}} \Rightarrow \Delta h = 300$ cm

يعني مجموع ما ضاع في جميع الطبقات يساوي 300cm

⇒ cont.

Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

$v_1 = v_2 = v_3 = v_{eq} = K_{eq}\, i_{eq} = (1.9 \times 10^{-3})(0.3) = 5.7 \times 10^{-4}$ m/s

$v_1 = K\, i_1 = (5 \times 10^{-4})\, i_1 = 5.7 \times 10^{-4} \rightarrow i_1 = 1.14$

$v_2 = K_2\, i_2 = (2 \times 10^{-2})\, i_2 = 5.7 \times 10^{-4} \rightarrow i_2 = 0.0285$

$v_3 = K_3\, i_3 = (3 \times 10^{-3})\, i_3 = 5.7 \times 10^{-4} \rightarrow i_3 = 0.19$

$\rightarrow i = \frac{\Delta h}{L}$

$\Rightarrow \Delta h_1 = i_1 L_1 = 1.14 \times 200\,cm = 228\,cm$ (بعني فقدت 228 في هذه الطبقة)

$\Delta h_2 = i_2 L_2 = 0.0285 \times 500\,cm = 14.25\,cm$

$\Delta h_3 = i_3 L_3 = 0.19 \times 300\,cm = 57\,cm$

نلاحظ انه مشى 2m فقدت 228cm

كل مشى 5m فقدت فقط 14.25cm وذلك لأن النفاذية خصوصية الطبقة أكبر

بعني لابد أن يفقد الأكثر في هذه الطبقة.

$\Delta h_{eq} = 300\,cm$

$\Delta h_1 + \Delta h_2 + \Delta h_3 = 300\,cm$

Scanned with CamScanner

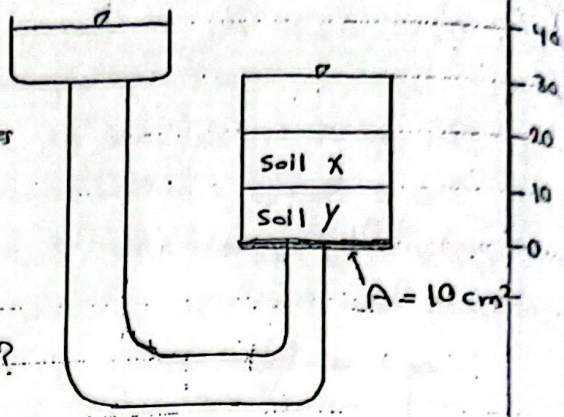
STUDENTS-HUB.com

EX//

For Soil(X) $K_x = 4 \times 10^{-3}$ cm/s

head loss in soil(y) ... is (9) times of head loss in soil (X)

~~$\Delta h = 10$ cm~~



a.) what is the type of flow ?

b.) what is K_y ??

c.) Find discharge (Q) per hour?

d.) To what elevation water will rize in piezometer to insetred in soil (Y) at elevation (5cm)

Solution

a.) The type of flow is vertical flow, because it flow thro. many Layers and perpicular to the layers.

b.) في بداية طالما أن الطاقة المفقودة في y أكبر من الطاقة المفقودة في x
يعني أن النفاذية لـ y أصغر من النفاذية لـ x.

$\Delta h = \Delta h_x + \Delta h_y$, $\Delta h = 40 - 30 = 10$cm

$10\text{cm} = \Delta h_x + 9(\Delta h_x)$

$\rightarrow \Delta h_x = 1\text{cm} \rightarrow i_x = \frac{\Delta h_x}{L_x} = \frac{1\text{cm}}{10\text{cm}} = 0.1$

$\rightarrow \Delta h_y = 9\text{cm} \rightarrow i_y = \frac{\Delta h_y}{L_y} = \frac{9\text{cm}}{10\text{cm}} = 0.9$

$\rightarrow v_x = v_y$

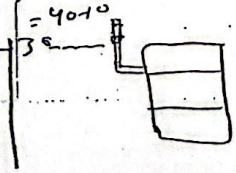
$(K_x)(i_x) = (K_y)(i_y)$

$(4 \times 10^{-3})(0.1) = K_y (0.9) \Rightarrow \boxed{K_y = 4.44 \times 10^{-4} \text{ cm/sec}}$

c.) $q_x = (K_x)(i_x)(A) = (4 \times 10^{-3})(0.1)(10) = 4 \times 10^{-3}$ cm³/sec /cm

$q_y = (K_y)(i_y)(A) = (4.44 \times 10^{-4})(0.9)(10) = 4 \times 10^{-3}$ cm³/sec /c

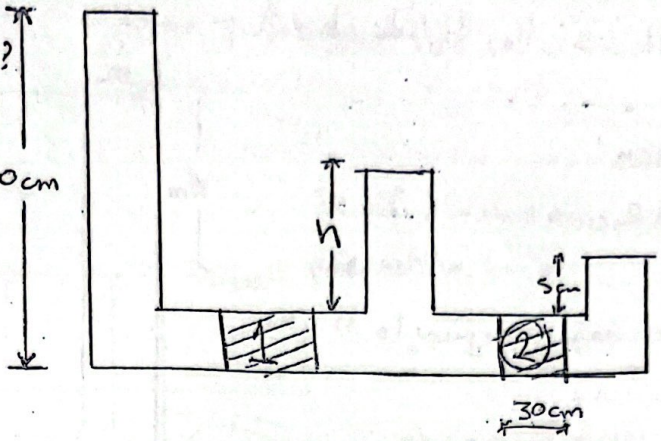
d.) Elevation $= 40 - (0.9)(5) = 35.5$ cm



Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

X//

a.) what is type of flow?
b.) what is h?
c.) what is Q?
d.) what is head loss in each layer?



$K_1 = 2 \times 10^{-2}$ cm/s $K_2 = 7 \times 10^{-3}$ cm/s

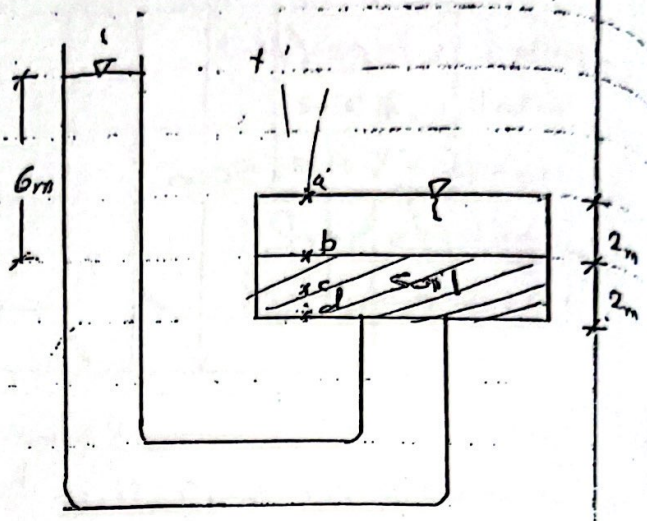
$A_1 = 25\ cm^2$ $A_2 = 25\ cm^2$

Solution

vertical flow (يمر بوحدة طبقات و بكل عدد من الطبقات)

طبعاً فاقد من خلال مرور الماء في طبقتي الرمل 45cm

Ex// what is h_a, h_b, h_c, h_d?



Solution

نلاحظ أنه عند عمق 2m خواص التربة

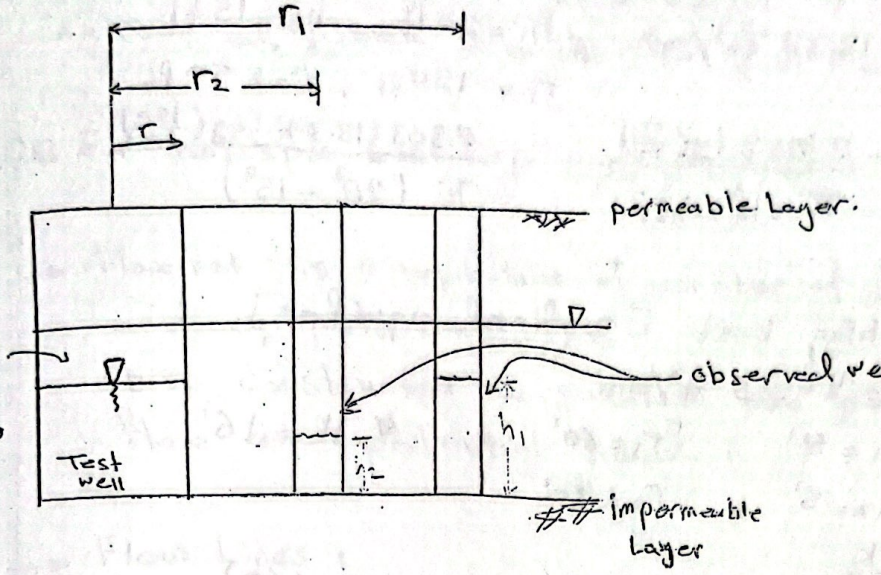
فقد 4m

يعني كل ما يمشي 1m نفقد 2m.

Scanned with CamScanner

STUDENTS-HUB.com

K in the field from pumbing wells

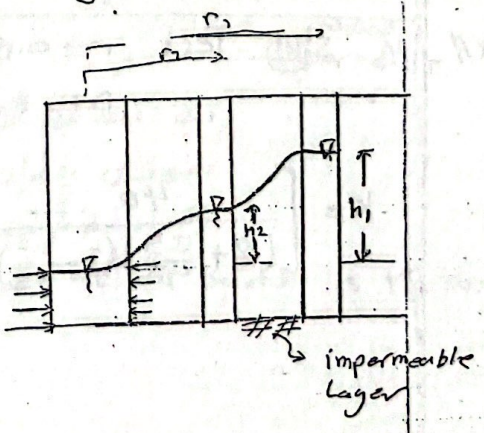


نقوم بعمل حفرة ومراقبة كيف يتجمع الماء في هذه الحفرة.
وتكون فيه الآبار التي يكون فيها منسوب المياه الجوفية قريب.
أما الآبار فهي التي يكون فيها منسوب المياه الجوفية بعيد.
← نحفر حفرة ونزوّدها بالماء.
عندما نصل إلى (steady stak flow) حيث تكون كمية الماء التي تضخ تساوي كمية الماء التي تدخل.
وعندما يثبت منسوب المياه في كل حفرة على مستوى معين

$$K = \frac{2.303\, q\, Log(\frac{r_1}{r_2})}{\pi (h_1^2 - h_2^2)}$$

K in the field from pumbing wells [confined aquifer]

$$K = \frac{q\, Log(\frac{r_1}{r_2})}{2.727\, H (h_1 - h_2}$$



Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

EX// Pumbing test in permeable Lager uder by impreious Lager.

$q = 13.37\ ft^3/min$, $h_1 = 20\ ft$, $h_2 = 15\ ft$

$r_1 = 150\ ft$, $r_2 = 50\ ft$

$$K = \frac{2.303\, q \log\left(\frac{r_1}{r_2}\right)}{\pi (h_1^2 - h_2^2)} = \frac{2.303 (13.37) \log\left(\frac{150}{50}\right)}{\pi (20^2 - 15^2)} = 0.026$$

EX// Pumbing test [confined aquifer]

$q = 4653\ ft^3/min$

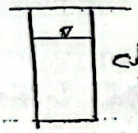
$h_1 = 8'$, $r_1 = 60'$, $H = 16'$

$h_2 = 5'$, $r_2 = 30'$

Find K

$$K = \frac{q \log\left(\frac{r_1}{r_2}\right)}{2.727\, H [h_1 - h_2]} = \frac{4653 \log\left(\frac{60}{30}\right)}{2.727 (16)(8-5)} = 10.7\ ft^3$$

الطريقة التقليدية

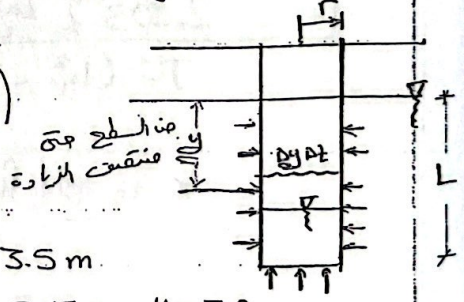


تقوم بوضع الماء في الحفرة و نتركها فترة زمنية طويلة حتى تصبح (Saturated)

ثم نحفر حفرة و نملأها بالماء و نراقب الانخفاض.

K from one auger hole → (slug Test.)

$$K = \left[\frac{40}{\left(2 + \frac{L}{r}\right)\left(2 - \frac{y}{L}\right)}\right]\left(\frac{r}{y}\right)\left(\frac{\Delta y}{\Delta t}\right)$$



EX// In slug Test $r = 0.15\ m$, $L = 3.5\ m$

$\Delta t = 8\ min$, $\Delta y = 0.45\ m$, $y = 3.2$

$$K = \left[\frac{40}{\left(2 + \frac{3.5}{0.15}\right)\left(2 - \frac{3.2}{3.5}\right)}\right]\left(\frac{0.15}{3.2}\right)\left(\frac{0.45}{8}\right) = 2.24 \times 10^{-3}$$

Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

Saturday
21/3/2015

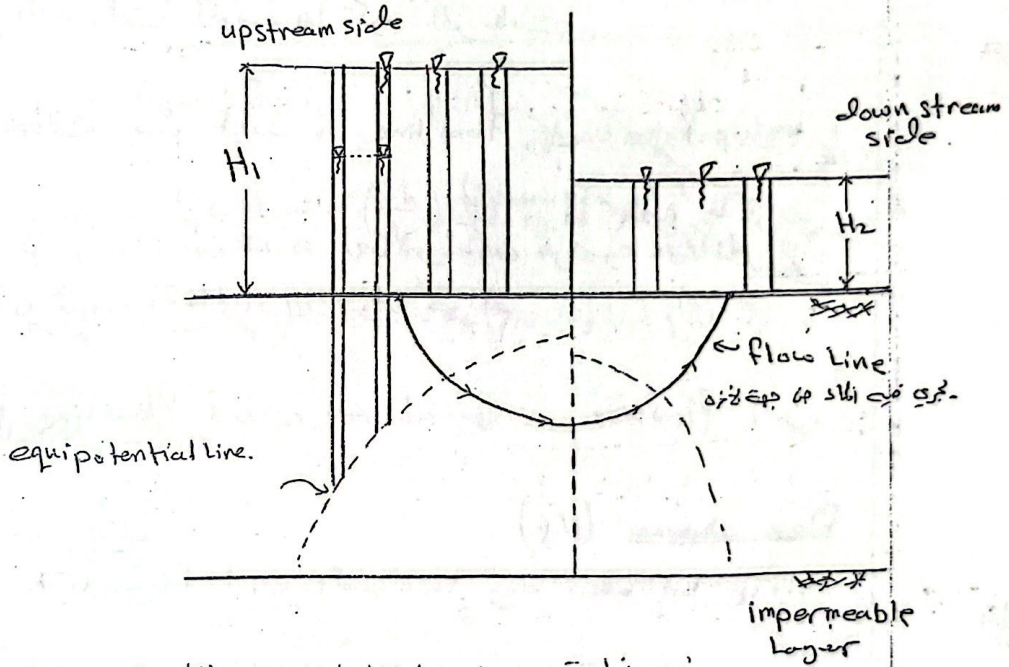
Flow net
(شبكة الجريان)

هي رسمة تمثل انتقال الماء في الـ upstream إلى الـ downstream

→ For isotropic soil ($K_z = K_x = K$)

→ Flow net is a compination of anumber of flow lines and equipotential Lines.
it is constructed to calculate the ground water flow and potential head.

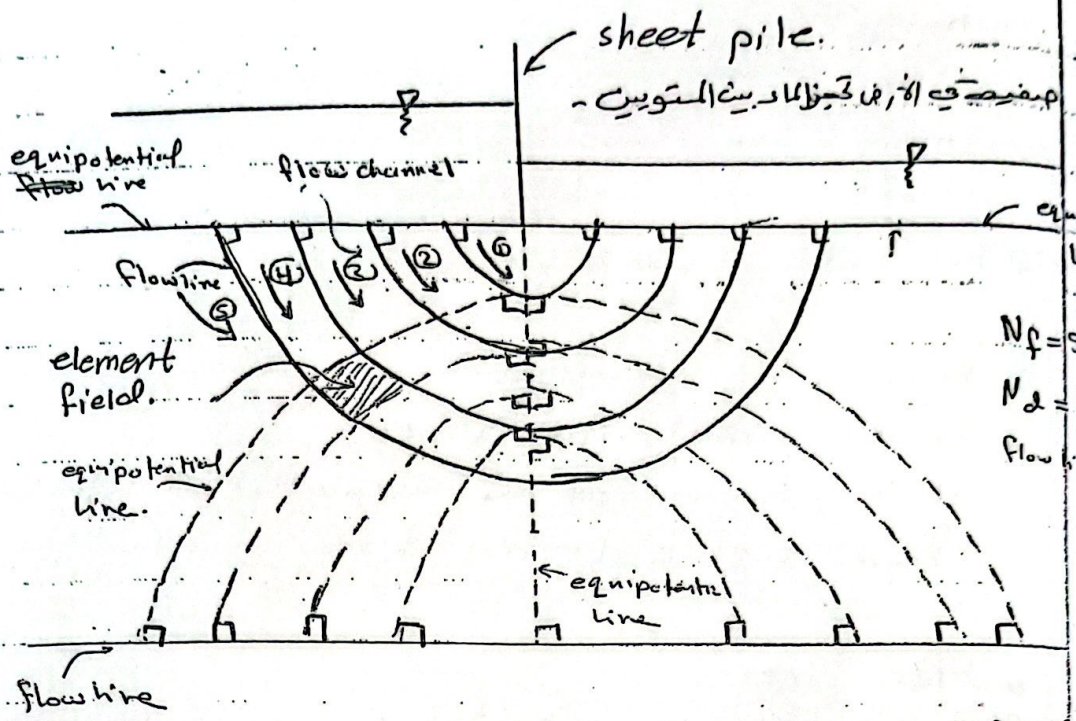
→ Flow Lines :
a Line along which a water particle travel from upstream side to down stream side.



أي نقطة على الـ equipotential Line إذا وضعت بيزومتر سوف يعطيك نفس القراءة.

* equipotential Lines (خطوط تساوي الكمونة)
a Line which a potential head at all points is the same
(الكمونة بكل متساوية)

Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com



element field

نواتج تقاطعات الـ flow line والـ equipotential line

وهذه التقاطعات أغلب ما تكون للمربعات.

ليس هناك حتّ لعدد الـ flow line والـ equipotential line

المقصود كل واحد من هذه العناصر يكون قريب على المربع.

يجب أن تكون التقاطعات زوايا قوائم.

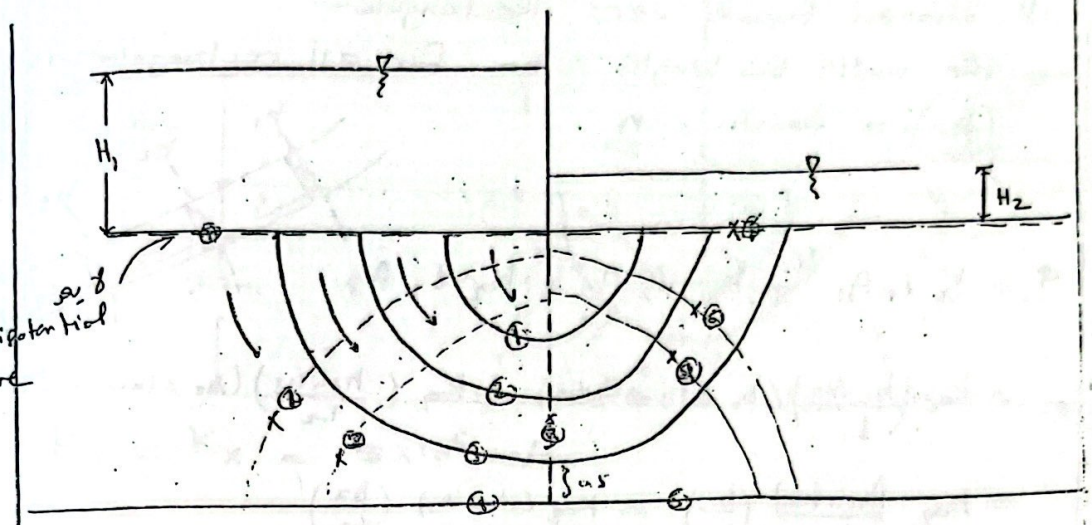
طبعاً كل flow line تختلف عن الطاقة في الـ flow line الآخر.

flow channel (N_f)

strip between any two adjacent flow line.

equipotential lines (N_d)

Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

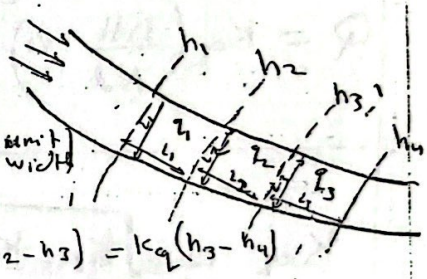


$N_f = 3.5$ (flow channel)

$N_d =$ 6 (equipotential line

flow lines = 5

$q = q_1 = q_2 = q_3$



$q = v \cdot A = k_{eq}\, i\, A = k\left(\frac{\Delta h}{L}\right)$ (K=1 unit width)

$= k_q \Delta h = k_{eq}(h_1 - h_2) = k_{eq}(h_2 - h_3) = k_{eq}(h_3 - h_4)$

$\Delta H = H_1 - H_2$

$\Delta h = \frac{\Delta H}{N_d}$ equipotential line لأنه عندك كل خط

$\rightarrow \Delta h = \frac{H_1 - H_2}{N_d}$

$\rightarrow q = k_{eq} \frac{\Delta H}{N_d}$

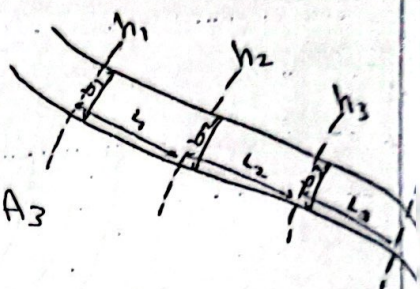
$\rightarrow q = k_{eq}\left(\frac{\Delta h}{N_d}\right) N_f$

Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

if element fields were Rectangular

→ the width to length ratio for all rectangular is the same

$\left(\frac{b}{L}\right) = \text{const.} = n$



$q = k_{eq}\, i_1 A_1 = k_{eq}\, i_2 A_2 = k_{eq}\, i_3 A_3$

$= k_{eq}\left(\frac{h_1 - h_2}{L_1}\right)(b_1 * \text{unit width}) = k_{eq}\left(\frac{h_2 - h_3}{L_2}\right)(b_2 * \text{unit width})$

$= k_{eq}\,(h_1 - h_2)\left(\frac{b_1}{L_1}\right) = k_{eq}\,(h_2 - h_3)\left(\frac{b_2}{L_2}\right)$

~~$= k_{eq}\ \frac{\Delta H}{N_d}$~~

$q = k_{eq}\,\frac{\Delta H}{N_d}\,n$ حيث $n = \frac{b}{L}$

$Q = k_{eq}\left(\frac{\Delta H}{N_d}\,n\right) N_f$

$K_{eq} = \sqrt{K_x \cdot K_z}$

⇒ if $K_x = K_z$

$K_{eq} = \sqrt{K_x \cdot K_z} = K_x = K_z$ (isotropic soil)

⇒ unisotropic soil

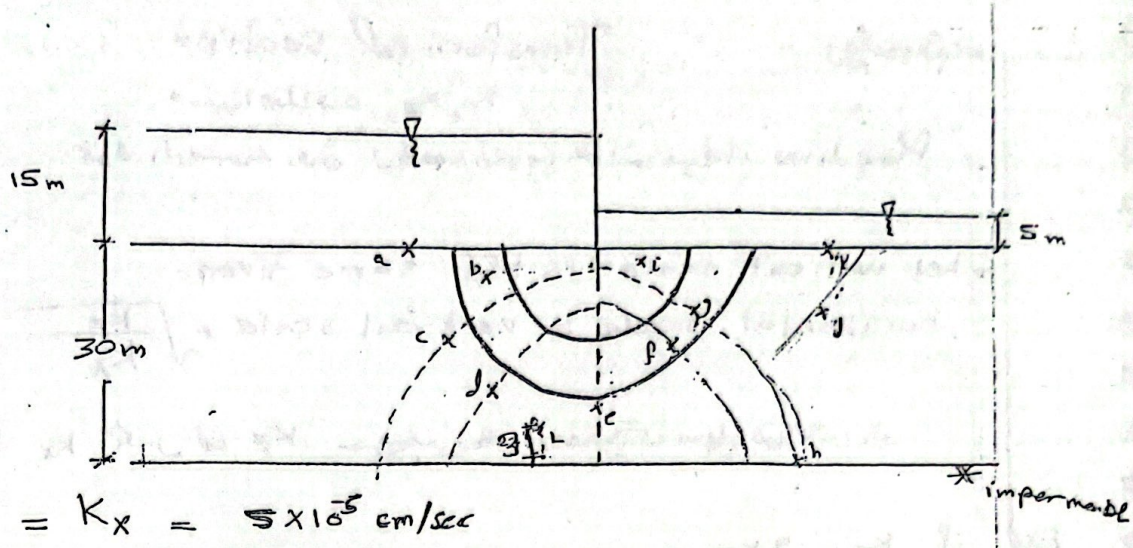
$K_z \neq K_x$

$K_{eq} = \sqrt{K_z \cdot K_x}$

$q = \sqrt{k_z \cdot k_x}\cdot\left(\frac{\Delta H}{N_d}\right) N_f$

Scanned with CamScanner

STUDENTS-HUB.com



$K_z = K_x = 5 \times 10^{-5}$ cm/sec

① what is the height (above the ground piezometer are located at points at a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k ?

② Find Q from up stream to down stream.

$N_d = 9$6 , $N_f = 3$

$\Delta H = H_1 - H_2 = 15 - 5 = 10m$

$$\Delta h = \frac{\Delta H}{N_d} = \frac{10m}{6} = 1.67m$$

- $a = 15 - (0)\Delta h = 15m$ (لم يفقد أي طاقة)
- $b = 15 - \frac{1}{2}\Delta h = 14.17m$
- $c = 15 - (1)\Delta h = 13.33m = 5 + 5(\Delta h)$
- $d = 15 - (2)\Delta h = 11.67m = 5 + 4(\Delta h)$
- $e = 15 - (3)\Delta h = 10m = 5 + 3(\Delta h)$
- $f = 15 - (4)\Delta h = 8.33m = 5 + 2(\Delta h)$
- $g = 15 - (5)\Delta h = 6.67m = 5 + 1(\Delta h)$
- $h = 15 - (5)\Delta h = 6.67m$
- $i = 15 - (5.5)\Delta h = 5.83m = 5 + (0.5)\Delta h$
- $j = 15 - (5.5)\Delta h = 5.83$
- $k = H_2 = 15 - 6\Delta h = 5m$

$L = (27 + 5) - 2.5\Delta h = 37.825$ above the ground surface

$Q = K(\Delta h)N_f = (5 \times 10^{-5}/100)(1.67)(3) = 2.505 \times 10^{-6}$ $\frac{m^3/sec}{m\ width}$

Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

Wednesday

Transformed section

بسبب اختلاف K_x, K_z

نحول الرسمة من نظمية القوانين التي استفيناها لـ flow lines

- Let vertical scale is the same given.
- horizontal scale = vertical scale $\times \sqrt{\frac{K_z}{K_x}}$

* دائماً K_x أكبر من K_z ← حركة الأفقية أسهل من العمودي.

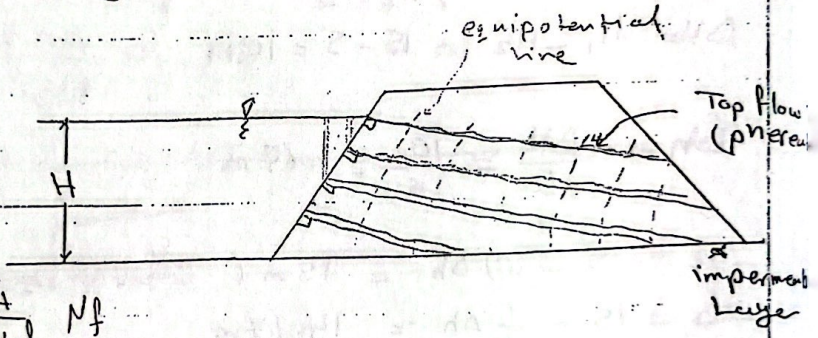
Ex// if $K_x = 9 K_z$

$\Rightarrow$ horizontal scale = vertical scale $\sqrt{\frac{K_z}{K_x}}$ = vertical scale $\sqrt{\frac{1}{9}}$

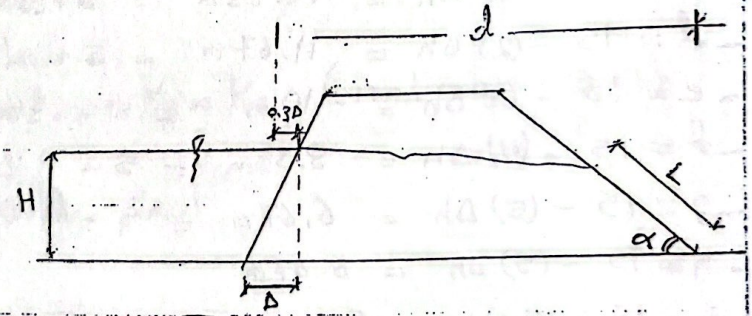
$\Rightarrow$ horizontal scale $= \frac{1}{3} \times$ vertical scale.

---

seepage through an earth dam and impervious layer



$$q = K_q \frac{H}{N_d} N_f$$



$$L = \frac{d}{\cos\alpha} - \sqrt{\frac{d^2}{\cos^2\alpha} - \frac{H^2}{\sin^2\alpha}}$$

$$q = (K_q \tan\alpha \sin\alpha) L$$

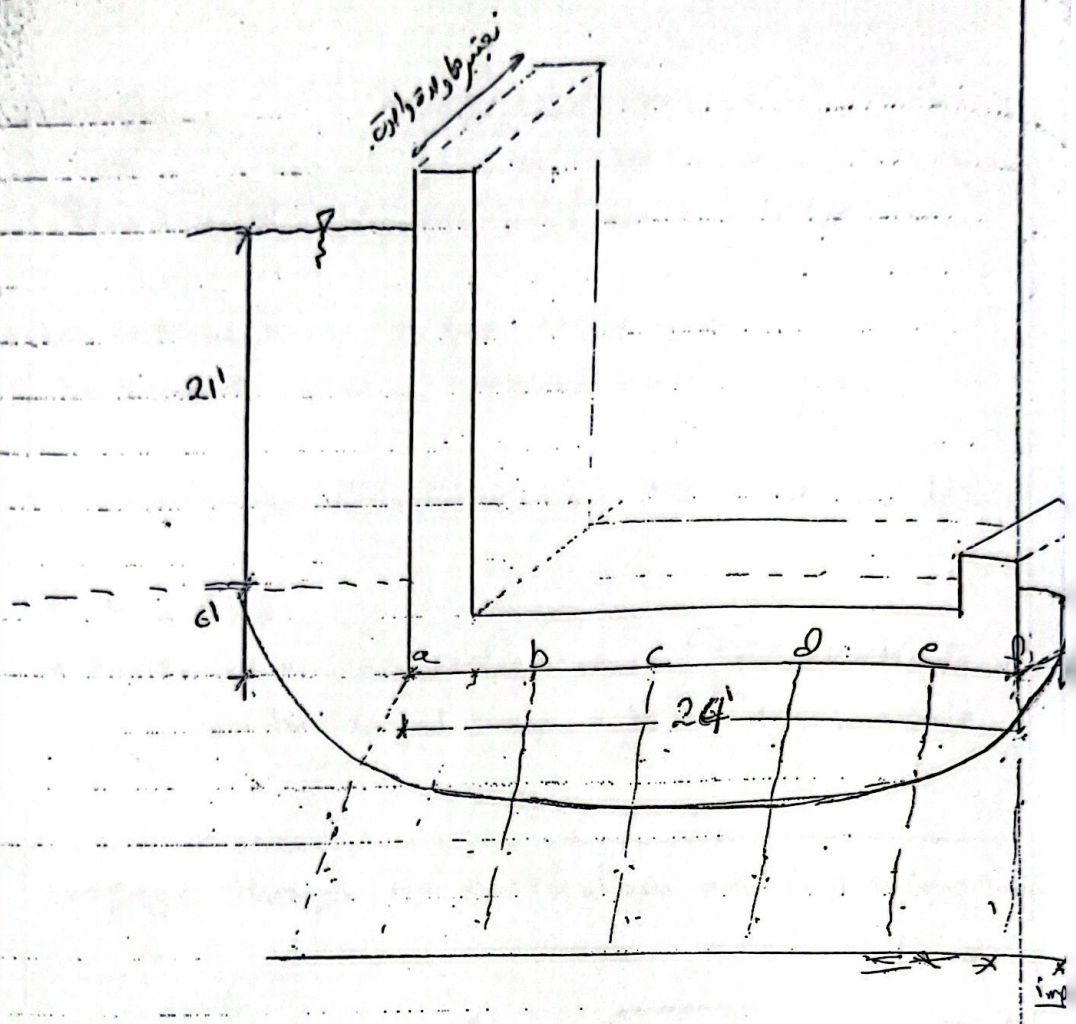
L: المسافة بين مكان خروج أول flow line

إلى مكان دخوله في الجهة الثانية من

الحل ...

L: بالنسبة لـ flow line

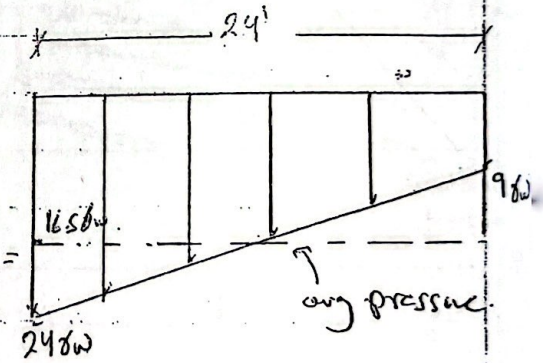
Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com



$\Delta H = 21'$

$Nd = 7$

$\Delta h = \frac{\Delta H}{Nd} = \frac{21'}{7} = 3'$



Pressure a = $21 + 6 - 1*(3) = 24'\gamma_w$

Pressure b = $21 + 6 - 2*(3) = 21'\gamma_w$

Pressure c = $21 + 6 - (3)*(3) = 18'\gamma_w$

Pressure d = $21 + 6 - 4*(3) = 15'\gamma_w$

Pressure e = $21 + 6 - 5*(3) = 12'\gamma_w$

Pressure f = $21 + 6 - 6*(3) = 9'\gamma_w$

$\Rightarrow$ avg pressure $= \frac{(24+9)}{2}\gamma_w = 16.5\gamma_w$

$\Rightarrow$ ~~force = A~~

$\Rightarrow$ force = Avg pressure * Area $= (16.5\gamma_w)(24*1') =$

$= (16.5 * 62.4)(24)$

$= 24710.4$ lb / m width.

Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

Saturday

Effective stress (σ')

28/3/2015

Effective stress (σ') :

is the force per unit area, carried by the soil skeleton. it is controll the volume change and strength of the soil. heigher effective stress will induce denser soil.

stress (σ) : devicded into :

1. (u) portion carried by the pore water in the continious voids.

pore water pressure (neutral pressure)

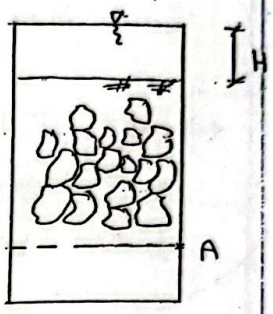
$$u = H_A \gamma_w$$

Scanned with CamScanner

STUDENTS-HUB.com

Effective stress (σ')

* **Effective stress (σ') :**
is the force per unit area carried by the soil skeleton. it is controll the volume change and strength of the soil, heigher effective stress will induce denser soil.



saturated soil → H_A

* stress in saturated soil without seepage.
(يعني لا يوجد انتقال للماء)

σ = Total stress. (مجموع كل الأوزان الموجودة فوق منسوب معين)

* Total stress (σ) is devided into two parts.
1. Nuetral stress (pore water pressure) (u) (جزء يحمله الماء)
apart carried by water in the voids.
$$u_A = H_A \gamma_w$$

2. Effective stress (σ') (جزء يحمله حبيبات التربة)
apart carried by the soil solid at their point of contact.
$$\sigma' = \sigma - u$$

$$\Rightarrow \sigma' = \sigma - u = \underbrace{H\gamma_w + (H_A - H)\gamma_{sat}}_{\sigma} - \underbrace{H_A\gamma_w}_{u}$$

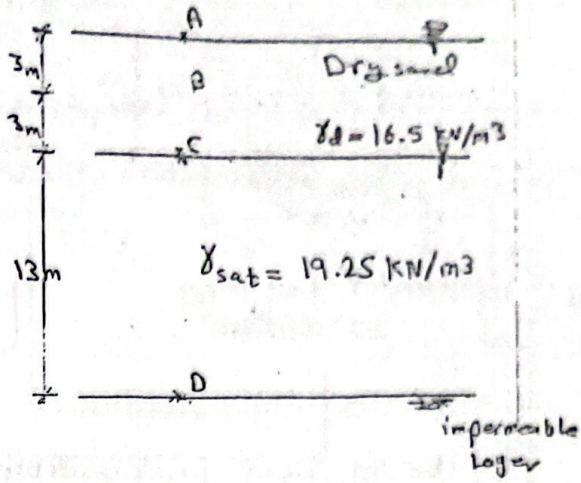
$$= (H_A - H)\gamma_{sat} - (H_A - H)\gamma_w$$

$$= (H_A - H)(\gamma_{sat} - \gamma_w)$$

$$= (H_A - H)\gamma_{submarrage}.$$

Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

Find σ' at A, B, C, D



at point A

$\sigma_A = 0$ (لیس هناك أوزان فوق A)

$u_A = 0$ (لیس هناك ماء فوق A)

$\sigma'_A = 0$ ($\sigma - u = 0$)

at point B

$\sigma_B = 3\gamma_d = 3 * 16.5 = 49.5$ kN/m3

$u_B = 0$ (لا یوجد ماء فوق B)

$\sigma'_B = \sigma_B - u_B = 49.5$ kN/m3

at point C

$\sigma_c = 6\gamma_d' = 6 * 16.5 = 99$ kN/m3 $= \sigma_B + 3\gamma_d = 99$ kN/m3

$u_c = (0)$ (لا یوجد ماء فوق C)

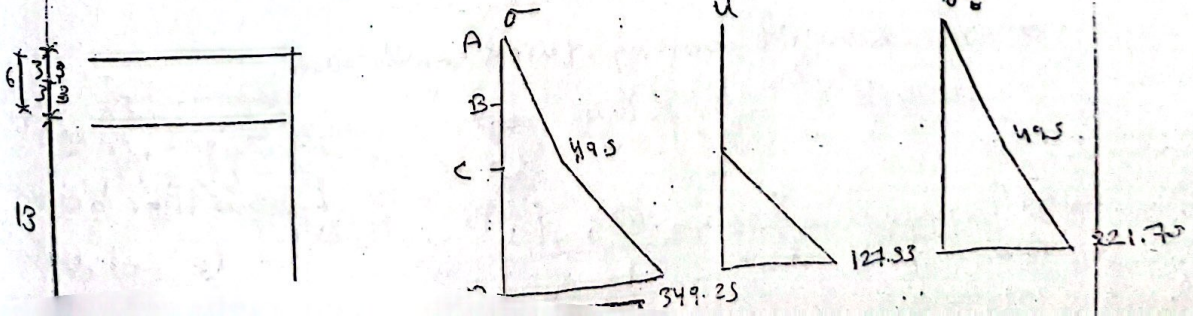
$\sigma'_c = \sigma_c - u_c = 99$ kN/m3

at point D

$\sigma_D = \sigma_C + 13\gamma_{sat} = 99 + 13(19.25) = 349.25$ kN/m3

$u_D = u_B + 13\gamma_w = 0 + 13 * 9.81 = 127.53$ kN/m3

$\sigma'_D = \sigma_D - u_D = 349.25 - 127.53 = 221.75$ kN/m3



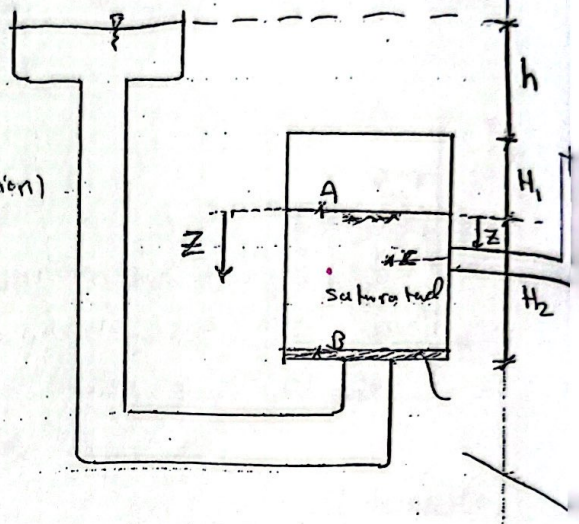
Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

saturday

seepage flow

عند وجود تسرّب للماء (seepage
← الماء ينتقل من مكان لآخر (يعني effective stress تتغير)

* **Upward seepage :-**



$\sigma' = 0$

(boiling, liquif, quick condition)

at point A

$\sigma_A = H_1 \gamma_w$

$u_A = H_1 \gamma_w$

$\sigma'_A = 0$

at point B

$\sigma_B = H_1 \gamma_w + H_2 \gamma_{sat}$

$u_B = (H_1 + H_2 + h) \gamma_w$

$\sigma'_B = \sigma_B - u_B = H_2(\gamma_{sat} - \gamma_w) - h\gamma_w$

at point C

$\sigma_C = H_1 \gamma_w + Z \gamma_{sat}$

$u_C = (H_1 + Z + iz)\gamma_w$, $i = \left(\frac{h}{H_2}\right)$

$\sigma'_C = Z(\gamma_{sat} - \gamma_w) - iz\gamma_w$

$= Z\gamma' - iz\gamma_w$

مقدار ما يستقبل
من طاقة بسبب ما يمشيه
من وحدة مسافة.

$\Rightarrow \sigma'_C = Z\gamma' - iz\gamma_w$ ← seepage pressure

$\sigma' = 0 \rightarrow$ Liquif, boiling, quick condition.

$0 = Z\gamma' - i_{cr} Z \gamma_w \Rightarrow$ إذا زدت i أكبر ← ترفع الخزان
مكان تزيد h ، وإذا كبرت i
ممكن أجعل ($\sigma' = 0$)

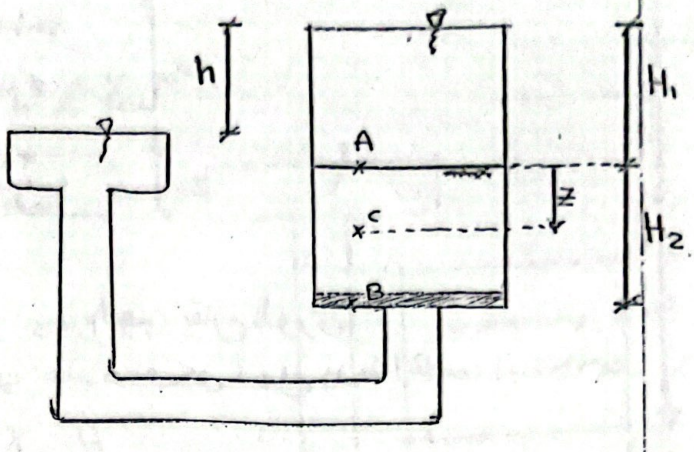
$\Rightarrow i_{critical} = \frac{\gamma'}{\gamma_w} = \frac{G_s - 1}{1 + e}$

(0.9 - 1.1)
avg ≈ 1.0

Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

Down-ward Flow

$\sigma' = z\gamma' + iz\gamma_w$



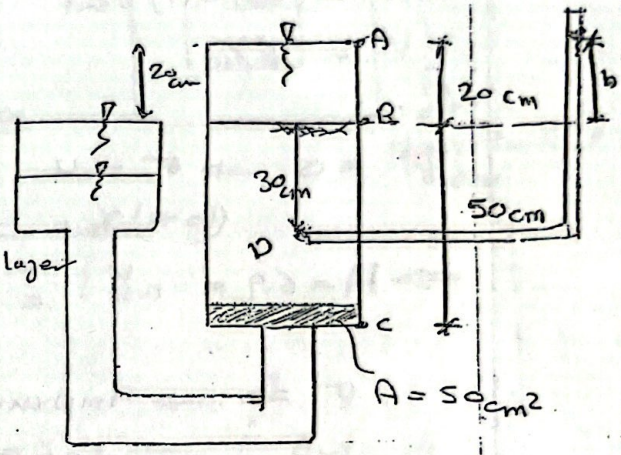
// $\gamma_{soil} = 2\ gm/cm^3$

$q = 0.03\ cm^3/sec$

a. Find k

b. plot variation of σ, u, σ' at A, B, C

c. Find h at point D above the soil layer

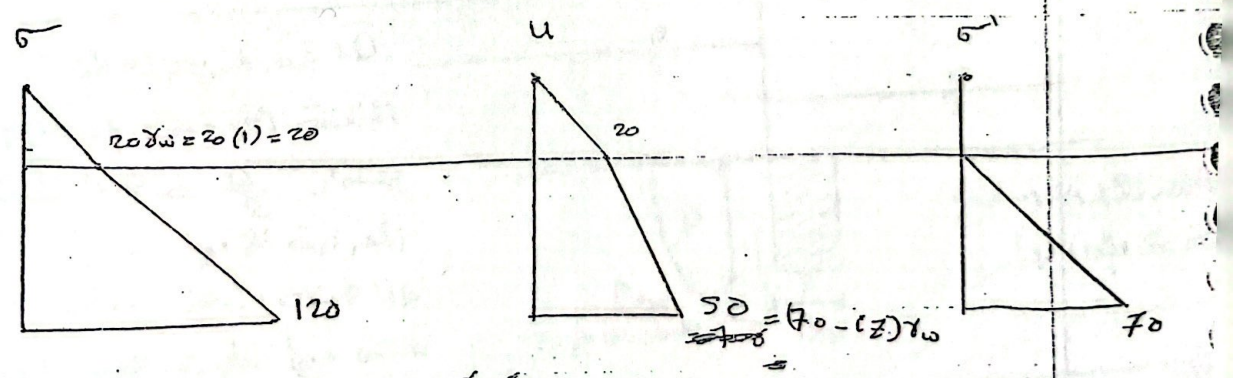


Solution $\quad i = \frac{h}{H_2} = \frac{20}{50} = 0.4$

a. $q = K i A$

$\Rightarrow k = \frac{q}{iA} = \frac{q}{\left(\frac{h}{H_2}\right)A} = \frac{0.03}{\left(\frac{20}{50}\right)(50)} = 1.5 \times 10^{-3}\ cm/sec$

b.



$\sigma'_c = z\gamma' + iz\gamma_w = 50(2-1) + 0.4(50)(1) = 70$

c. ~~h = 50~~

$h = H - iz(\gamma_w) = 50 - (0.4)(30)(1) = 38$

??

??

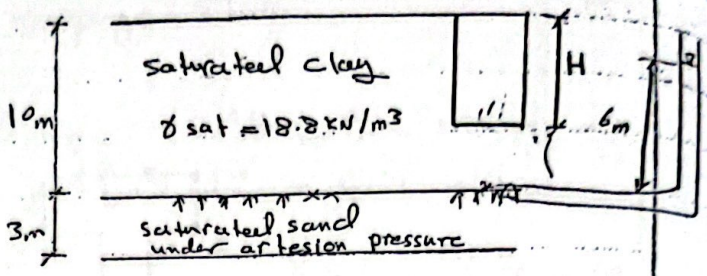
الماء في

82

Scanned with CamScanner

STUDENTS-HUB.com

Ex



عملت حفرة في التربة ← الحفر يقلل الوزن .

ما عمق الحفرة H الذي عنده ممكن أصل لـ critical condition

$$\sigma = (10 - H)\,\gamma_{sat}$$

$$u = \gamma\gamma_{10}$$

$\sigma' = 0 \rightarrow \sigma = u$ يعني اذا حفرت عمق 6.9 الكون في منطقة حرجة بحيث

$(10-H)\,\gamma_{sat} = 6.\gamma_{10}$ اي عملية حفر إضافية تسبب

$\Rightarrow H = 6.9$ m خروج الماء من خلال الحفرة

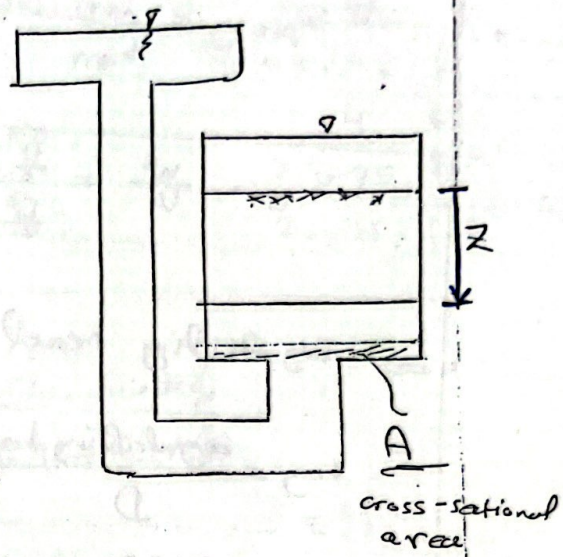
$\sigma' = 0 \rightarrow$ Impending failure

يعني failure مؤجل ← تاج شغلة بقية ممكن تفصل

Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

monday — seepage pressure — 6/4/2015

* seepage pressure = $i \gamma_w z$



effective force = $\sigma' A = \gamma' z A$

pressure force = $i z \gamma_w A$

$$\frac{\text{seepage pressure force}}{\text{unit volume}} = \frac{\text{pressure force}}{\text{Volume}}$$

$$= \frac{i z \gamma_w A}{z A} = i \gamma_w$$

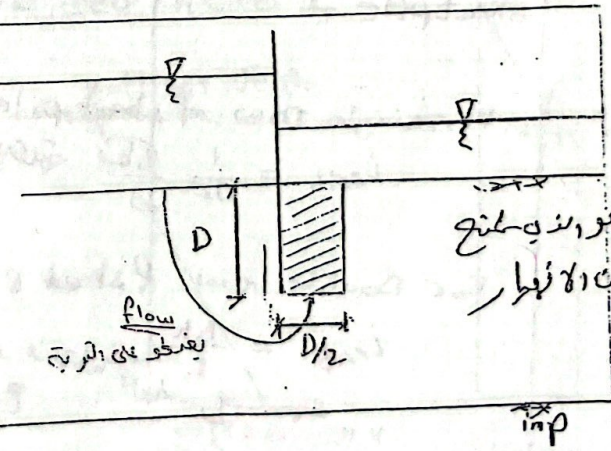
$\Rightarrow$ seepage force/unit volume = $i \gamma_w$

يعني كل وحدة حجم من هذه العينة يؤثر عليها مقدار ($iz\gamma_w$) من القوة.

D: عمق الـ sheetpile

sheetpile المنغمسة التي خلف الـ sheetpile بمقدار $\frac{D}{2}$ هي المنغمسة الخطرة المعرضة للانهيار.

فإذا ضمنت أن هذه المنغمسة فيها خطورة فهذا يعني بقية الماء تحت آمنة.



تأثير الوزن $W' = D * \frac{D}{2} * (1) \gamma' = \frac{D^2}{2} \gamma'$

uplift force $= U = D * \frac{D}{2} * 1 * i_{avg} \gamma_w = \frac{D^2}{2} i_{avg} \gamma_w$

Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

$$F.S_{heave} = \frac{i_{cr}}{i_{avg}} > (4-5)$$

$$F.S_{piping} = \frac{i_{cr}}{i_{exit}} > 1$$

$$F.S_D = \frac{W'}{U} = \frac{\frac{D^2}{2}\gamma'}{\frac{D^2}{2} i_{avg} \gamma_w} = \frac{1}{i_{avg}} \frac{\gamma'}{\gamma_w} = \frac{i_{cr}}{i_{avg}}$$

⇒ avg driving head ← الطاقة المتبقية التي تدفع جزيئ الماء كي يكمل مسيره.

$$i_{avg} = \frac{\text{avg driving head}}{D} \quad , \quad i_{cr} = \frac{\gamma'}{\gamma_w}$$

F.S: هنا عالي بسبب وجود ~~الخطأ~~ عدم دقة (High uncertinity)
اذا طلع F.S > 5 هذا بشرٍ جيد.

F.S against piping

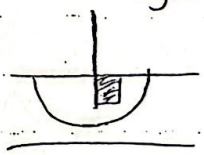
$$F.S = \frac{i_{cr}}{i_{exit}} > 1$$

أخطر واحد اللي يكون أقرب شي الـ sheetpile

For single row of sheet pile

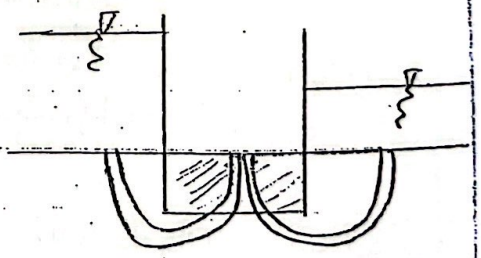
$$i_{exit} = \frac{1}{\pi} \frac{\Delta h}{D}$$ الكلية

single sheet pile



For Double row of sheet pile (لازم نظلها من الرسم)

$$i_{exit} = \frac{\Delta h}{L}$$ البعد عن نقطة الخروج على الرسمة



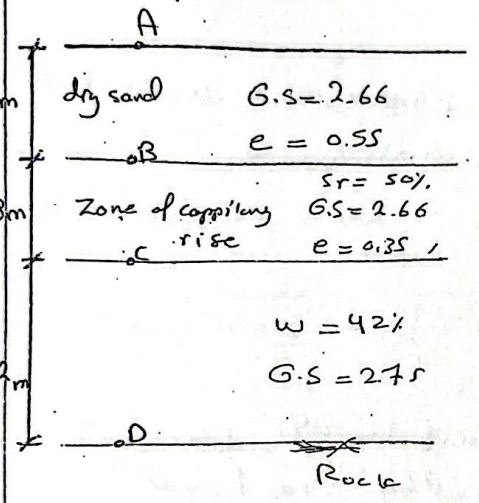
Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

Hazen $h = \frac{C \rightarrow (10-50\ mm^2)}{e\ D_{10}\ (mm)}$

ارتفاع الماء في الأنبوبة الشعرية

Table 9.2	Soil type	Range of capillary rise (h_c) (m)	h_c ft
	Coarse sand	0.1 – 0.2 m	0.3 – 0.6 ft
	Fine sand	0.3 – 1.2 m	1 – 4 ft
	silt	0.75 – 7.5 m	2.5 – 25 ft
	Clay	7.5 – 23 m	25 – 75 ft

// Soil profile:

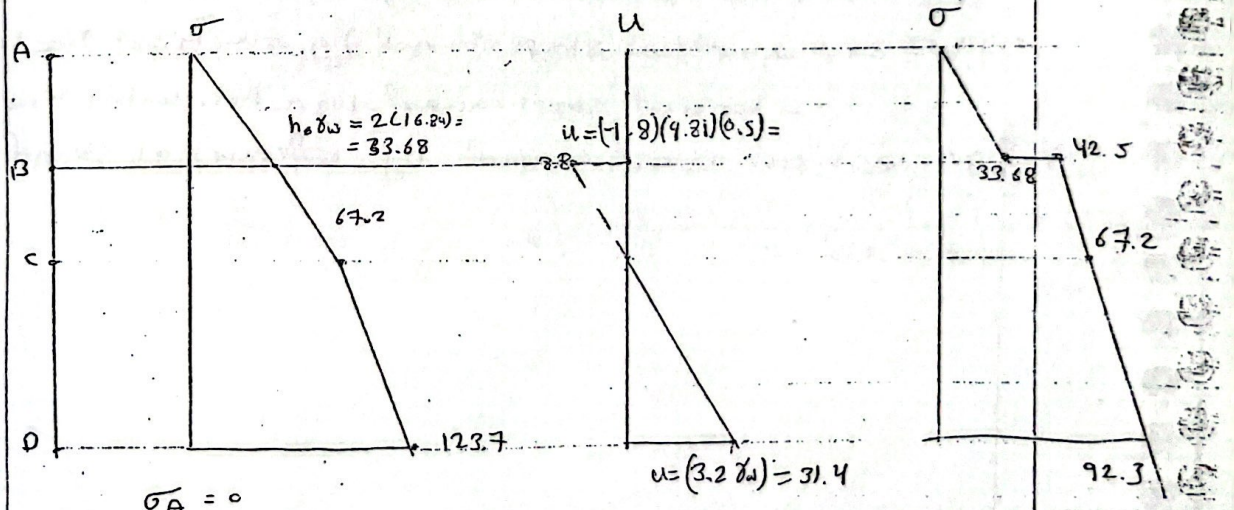


الكثافة γ

$\rightarrow \gamma = 16.84\ KN/m^3$

$\rightarrow \gamma = 18.57\ KN/m^3$

$\rightarrow \gamma = 17.66\ KN/m^3$



$\sigma_A = 0$

$\sigma_B = 2(16.84) = 33.68$

$\sigma_C = 33.68 + 1.8(18.57) = 67.2$

$\sigma_D = 67.2 + (3.2)(17.66) = 123.7$

$(\sigma'_B)_{above} = 33.68 - 0 = 33.68$

$(\sigma'_B)_{below} = 33.68 - (-8.8)$

$\sigma'_C = 67.2 - 0 = 67.2$

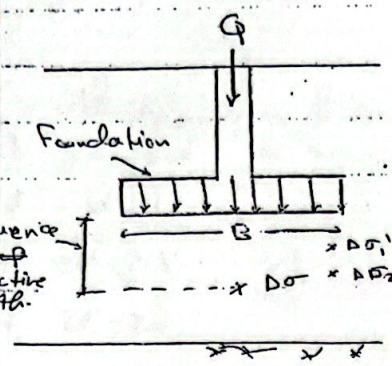
$\sigma'_D = 123.7 - 31.4$

$= 92.3$

Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

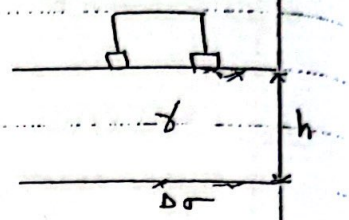
Chapter 10

Stress Insoil mass



$\Delta\sigma'_1 > \Delta\sigma'_2$

لأنه كلما نزلت لأسفل يقل تأثير القاعدة.



أضفت حمل على التربة.

والحمل يتمثل بالمباخير.

influence effective depth = (2-3)B

عرض القاعدة

$\Delta\sigma$ تعتمد على: ١. مقدار الحمل المؤثر.

٢. عمق النقطة التي نحسب عندها (depth (d))

* Types of Loaded:-

1. ~~Point Load~~
1. stress caused by a point Load.
2. Vertical stress caused by Line Load
   - vertical stress caused by a vertical line load.
   - vertical stress caused by a horizontal line Load
3. vertical stress caused by ~~a~~ vertical strip of load.

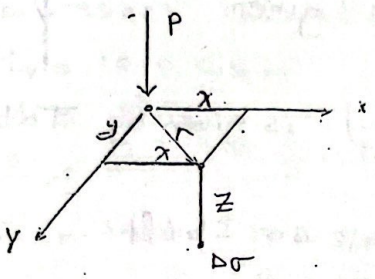
Scanned with CamScanner

STUDENTS-HUB.com

I) point Load : مثال عليها خزان الماء الذي يكون مرفوع على قاعدة بها أربع أرجل . أو عجل السيارة .

$$\Delta\sigma_z = \frac{P}{z^2}\left[\frac{3}{2\pi}\cdot\frac{1}{\left[\left(\frac{r}{z}\right)^2+1\right]^{5/2}}\right] = \frac{P}{z^2}\cdot I_1$$

where I_1 : given as a function of $\left(\frac{r}{z}\right)$ .... Table 10.1



Ex $P = 1000\,lb$, $z = 2'$, $x = 3'$, $y = 4'$, Find $\Delta\sigma_z$

$$r = \sqrt{x^2+y^2} = \sqrt{3^2+4^2} = 5'$$

From Table 10.1 $\frac{r}{z} = \frac{5}{2} = 2.5 \longrightarrow I_1 = 0.0034$

$$\Longrightarrow \Delta\sigma_z = \frac{P}{z^2} I_1 = \frac{1000}{(2)^2} * .0034 = 0.85\ lb/ft^2$$

or

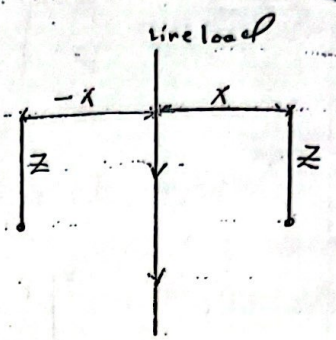
$$\Delta\sigma_z = \frac{P}{z^2}\left[\frac{3}{2\pi}\cdot\frac{1}{\left(\left(\frac{r}{z}\right)^2+1\right)^{5/2}}\right] = \frac{1000}{(2)^2}\left[\frac{3}{2\pi}\cdot\frac{1}{((2.5)^2+1)^{5/2}}\right] = 0.85\ lb/ft^2$$

Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

(2) $\Delta\sigma$ due to Line Load.

- You given q/unit length

- $\Delta\sigma$ due to vertical line Load.



$$\Delta\sigma_z = \frac{2q}{\pi}\frac{z^3}{(x^2+z^2)^2}$$

Variation of $\left(\frac{\Delta\sigma_z}{q/z}\right)$ is given as a function of $f\left(\frac{x}{z}\right)$ is given by Table 10.2

Ex// Vertical line Load, $q = 1200$ lb/ft

Find $\Delta\sigma$ at $x = 5'$, $z = 3'$

solution

$$\Delta\sigma_z = \frac{2(1200)(3)^3}{\pi(5^2+3^2)^2} = \quad \text{lb/ft}^2$$

or From Table 10.2

where $\frac{x}{z} = \frac{5}{3} = 1.67 \rightarrow \frac{\Delta\sigma}{(q/z)} = 0.0446$

$$\rightarrow \Delta\sigma = \left(\frac{1200}{3}\right)(0.0446) = 17.84 \text{ lb/ft}$$

$\Delta\sigma$ due to horizontal line Load

$$\Delta\sigma_z = \frac{2q}{\pi}\frac{xz^2}{(x^2+z^2)^2}$$

Variation of $\frac{\Delta\sigma_z}{q/z}$ is as a function of $\frac{x}{z}$ from table 10.3

Ex horizontal line load. $q = 1200$ lb/ft, $x = 5'$, $z = 3'$, find

$$\Delta\sigma_z = \frac{2(1200)(5)(3)^2}{\pi(5^2+3^2)^2} = 29.7 \text{ lb/ft}^2.$$

or From table 10.3 $\rightarrow$ where $\frac{x}{z} = \frac{5}{3} = 1.67 \rightarrow \frac{\Delta\sigma_z}{q/z} = 0.074$

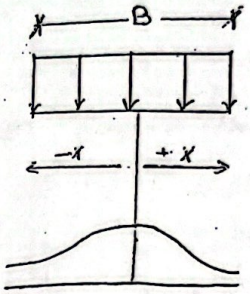
$$\rightarrow \Delta\sigma_z = \left(\frac{1200}{3}\right)(0.074) = 29.7 \text{ lb/ft}^2.$$

Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

3. Vertical stress caused by a vertical strip Load (Finite width and infinite length)

يعرض معروف و لكن طوله كبير ناخذ شريحة طولها 1 م .

given q/unit area



Variation of $\left(\frac{\Delta\sigma_z}{q}\right)$ as a function of $\left(\frac{2z}{B}, \frac{2x}{B}\right)$

from Table 10.4

EX $q = 200\ kN/m^2$

$x = \mp 9m, \mp 6, \mp 3, 0$

$z = 3m$

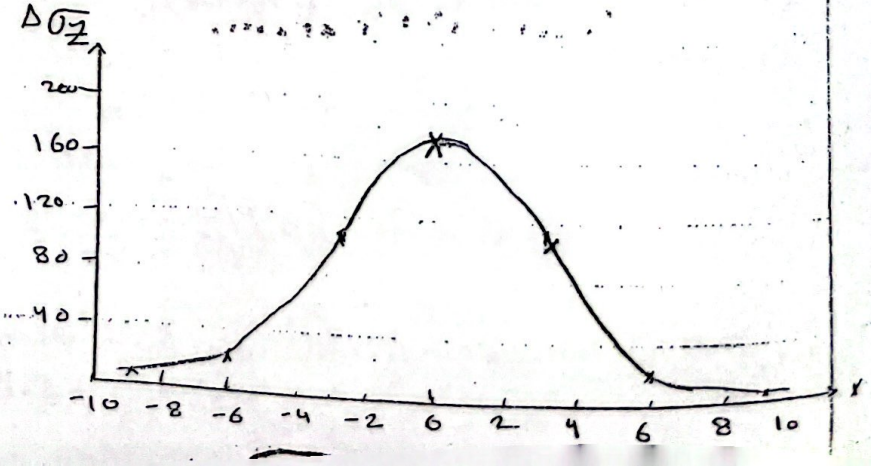
$B = 6m$

solution

$\left(\frac{2z}{B}, \frac{2x}{B}\right) = \left(\frac{2(3)}{6}, \frac{2(9)}{6}\right) = (1, 3) \Rightarrow \frac{\Delta\sigma_z}{q} = 0.017$

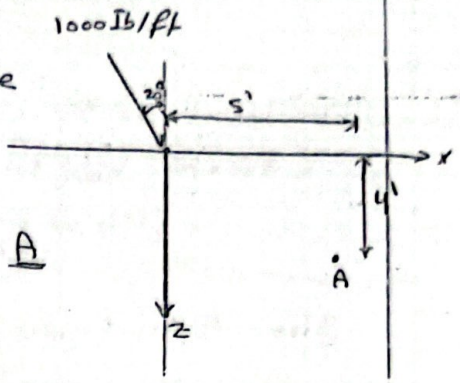
X (m)	Z (m)	2X/B	2Z/B	Δσ/q	Δσz (kN/m²)
∓9	3	∓3	1	0.017	3.4
∓6	3	∓2	1	0.084	16.8
∓3	3	∓1	1	0.480	96.0
0	3	0	1	0.818	163.6

~~Plot~~



Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

An inclined load with a magnitude of 1000 lb/ft is shown. Determine the increase of vertical stress $\Delta\sigma_z$ at point A due to the line load.



solution

→ vertical stress caused by a vertical load.

$q_v = 1000 \cos 20°$

$x = 5'$

$z = 4'$ $\rightarrow \frac{x}{z} = 1.25$

From Table 10.2 $\Rightarrow \frac{\Delta\sigma_z}{q/z} = 0.098$

$\rightarrow (\Delta\sigma_z)_v = \frac{1000\cos(20°)}{4}(0.098) \approx 23 \text{ lb/ft}^2$

→ vertical stress caused by a horizontal load

$q_H = 1000 \sin(20°)$

$x = 5'$

$z = 4' \Rightarrow \frac{x}{z} = 1.25$

From Table 10.3 $\rightarrow \frac{\Delta\sigma_z}{q/z} = (0.125)$

$\Rightarrow (\Delta\sigma_z)_H = (0.125)\left(\frac{1000 \sin 20°}{4}\right) = 10.7 \text{ lb/ft}^2$

$\Rightarrow \Delta\sigma_z = (\Delta\sigma_z)_v + (\Delta\sigma_z)_H$

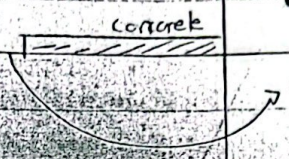
$= 23 + 10.7 =$

$= 33.7 \text{ lb/ft}^2.$

Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

$$F.S = \frac{W'}{U}$$

F.S يجب ان يكون
U اكبر من
من اجل رفعه



U تمثل
W' قوى الوزن
اي اقل قوتين

يعرف Flow فتفوق ماء خلال
فتقل U

طريقة ثانية لتزيد

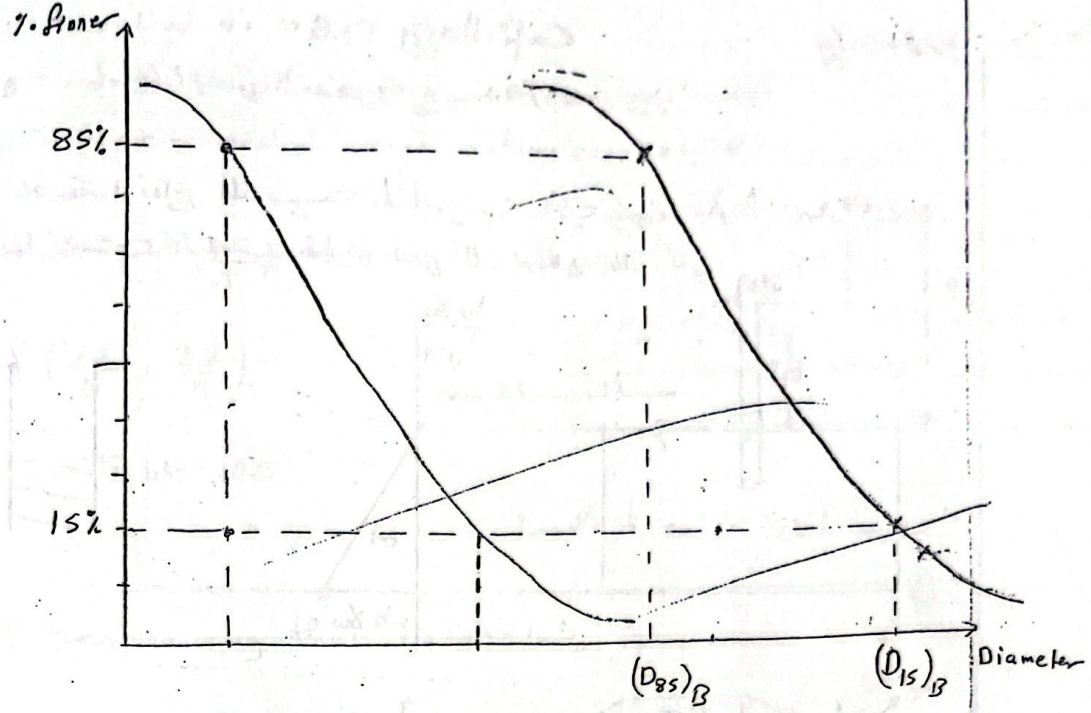
selection of Filter mat

Filter :
granular mater
small enough
of soil par
same time
enough
resist

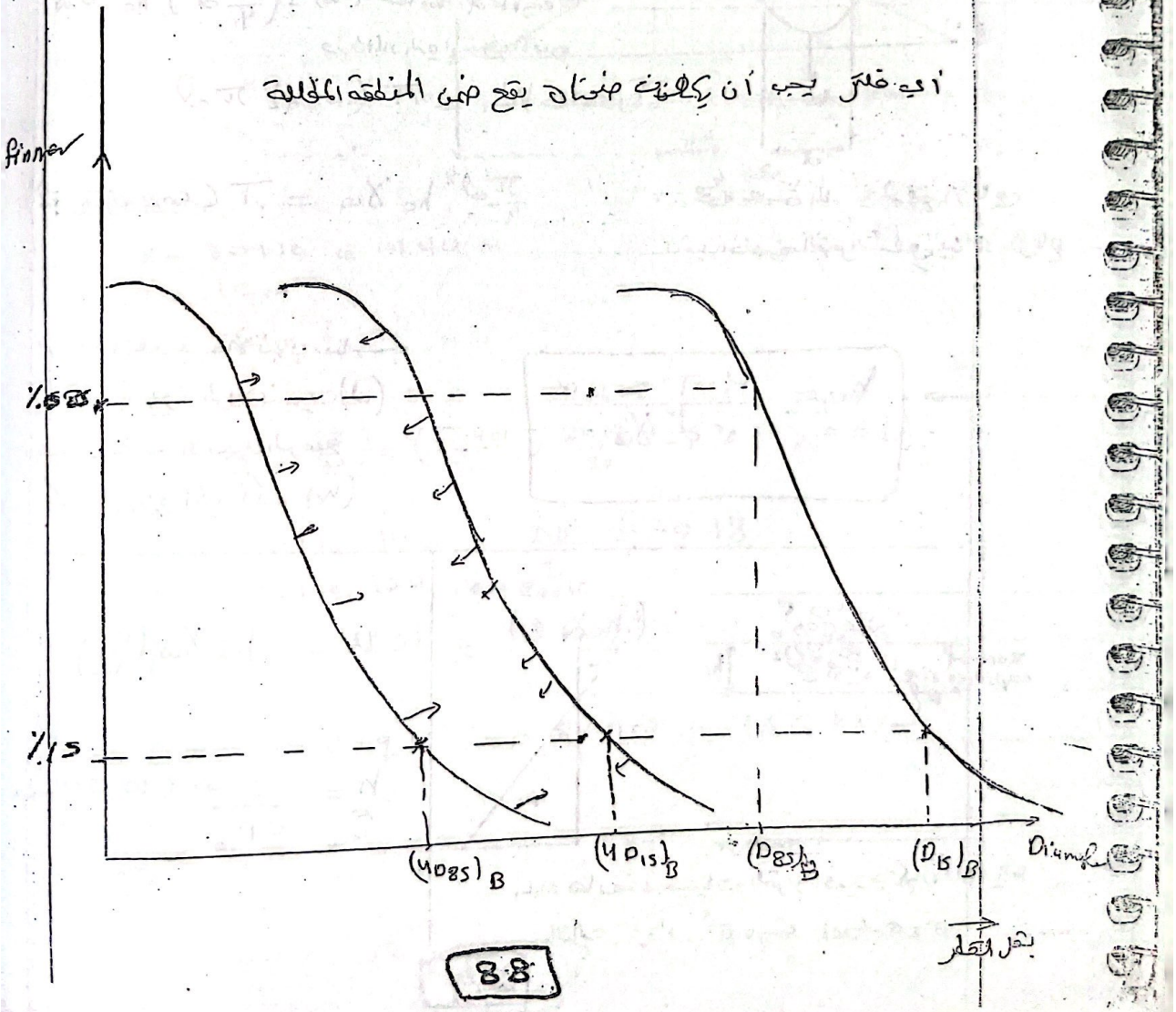
F.S

Fi
o

Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com



في هذه يجب أن يكون صخان يقع ضمن المنطقة المظللة

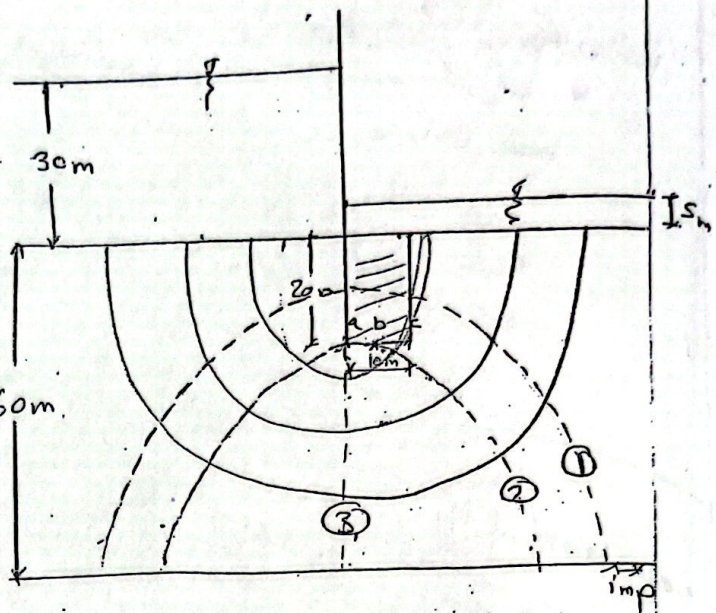


Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

Ex// → check safty against D.(heave)
→ and check safty against piping.

Knowing that

$\gamma_{sat} = 20 kN/m^3$



$i_{cr} = \frac{\gamma'}{\gamma_w} = \frac{\gamma_{sat} - \gamma_w}{\gamma_w}$

$= \frac{20 - 9.81}{9.81}$

$= 1.04$

Solution

$\Delta H = 25\,m$, $N_d = 6$, $\Delta h = \frac{\Delta H}{N_d} = \frac{25}{6} = 4.167$

driving head loss @ a = $3\Delta h = 3(4.167) = 12.5\,m$

driving head loss @ b = $2\Delta h = 3(4.167) = 8.3\,m$

driving head loss @ c = $1.7\Delta h = 7.7(4.167) = 7.1\,m$

avg driving head loss $= \frac{12.5 + 8.3 + 7.1}{3} = 9.3\,m$

$i_{avg} = \frac{\text{avg driving head loss}}{D} = \frac{9.3}{20} = 0.465$

$F.S = \frac{i_{cr}}{i_{avg}} = \frac{1.04}{0.465} = 2.23 < 4$ ⇒ check fail.

→ $i_{exit} = \frac{\Delta h}{B/L} = \frac{4.167}{5}$

$\therefore (F.S)_{piping} = \frac{i_{cr}}{i_{exit}} = \frac{1.04}{}$

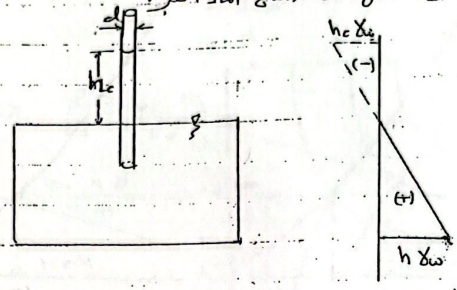
Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

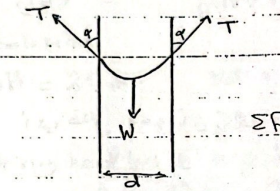
Wednesday

Capillary rize in soil — 15.4.2015

الخاصية الشعرية في التربة

هي خاصية ارتفاع الماء في الأنابيب التي يكون قطرها صغير.
وكلما كانت الأنابيب قطرها أقل كان ارتفاع الماء أكبر.





Weight of water $(W) = \left(\frac{\pi}{4} d^2\right) h_c \gamma_w$

وزن الماء المرتفع في الأنبوب

$\Sigma F_y = 0 \Rightarrow W = T(\cos\alpha)\,\pi d$

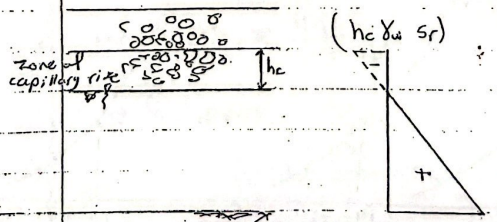
$\frac{\pi}{4} d^2 h_c \gamma_w = T(\cos\alpha)\pi d$

T: قوة تلاصق الماء مع السطح الزجاجي

بسبب خاصية التوتر السطحي بين الماء والزجاج

$$h_c = \frac{4 T \cos\alpha}{d \gamma_w}$$

ارتفاع الماء في الأنبوب يتناسب عكسيا مع قطر الأنبوب (d)
حيث في الأنبوب الرفيع يكون ارتفاع الماء أكبر (h_c)



$u = -h_c \gamma_w \left(\frac{S_r}{100}\right)$

الماء هنا يفصل حبيبات التربة بحيث تكون (u) سالبة

وبالتالي تزداد σ' حيث $\sigma' = \sigma - (u)$

$h = \frac{C}{e D_{10}}$ → (10-50 mm²)

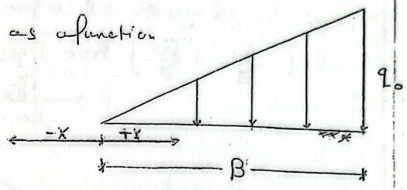
89

Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

$\Delta\sigma$ due to Linearly increasing Load
// Finite width and infinite Length //

Variation of $\left(\frac{\Delta\sigma}{q}\right)$ is given as a function

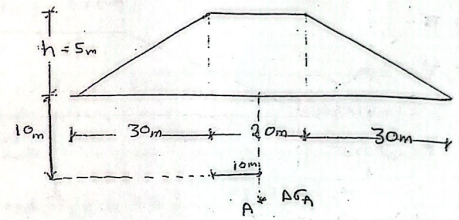
$f\left(\frac{2x}{B}, \frac{2z}{B}\right)$



From Table 10.5

الحمل يزيد باتجاه Load

If you knowing that $\gamma = 18 kN/m^3$



Solution

$x = 30 + 10 = 40\ m$

$z = 10\ m$

$B = 30\ m$

$\rightarrow \left(\frac{2x}{B}, \frac{2z}{B}\right) = \left(\frac{2(40)}{30}, \frac{2(10)}{30}\right) = (26.67, 0.67)$

From Table 10.5 $\frac{\Delta\sigma}{q} = 0.18$

Table 10.4 Textbook

$q = \gamma h = 18(5) = 90\ kN/m^2$

$\Delta\sigma = 0.18(q) = 0.18(90) = 16.2\ kN/m^2$

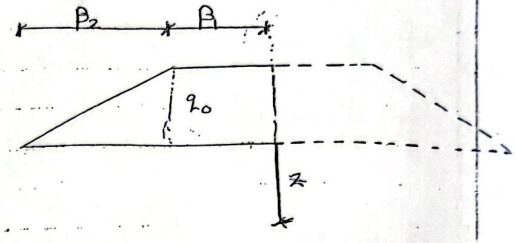
Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

* $\Delta\sigma$ dic to the embankment load.

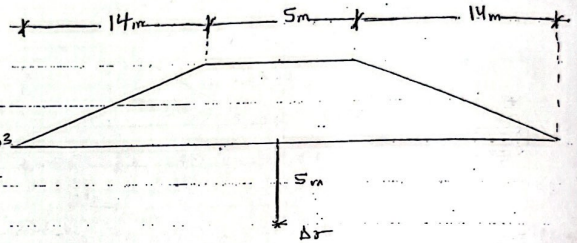
$\Delta\sigma = q_o I_2$

wher I_2 is given as function

$= f\left(\frac{\beta_1}{z}, \frac{\beta_2}{z}\right)$ From Figure 10.20 (Figure 10.15 in Text Book



Ex// E



H = 7m

$\gamma = 17.5 kN/m^3$

Find $\Delta\sigma$

solution

$\beta_1 = 2.5m$

$\beta_2 = 14m$

$z = 5m$

$q_o = \gamma H = (17.5)(7) = 122.5 m$

$\left(\frac{\beta_1}{z}, \frac{\beta_2}{z}\right) = \left(\frac{2.5}{5}, \frac{14}{5}\right) = (0.5, 2.8)$

From figure 10.20 (10.15) in Text Book

$I_2 = 0.445$

$\Delta\sigma_{\text{left part}} = q_o I_2 = (122.5)(0.445) = 54.51 kN/m^2$

$\Delta\sigma = 2\,\Delta\sigma_{\text{left}} = 109 kN/m^2$

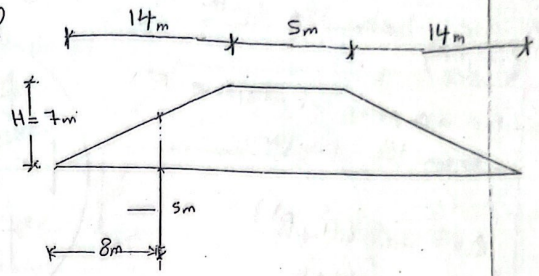
Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

if you know that

$\gamma = 17.5 kN/m^3$

$H = 7m$

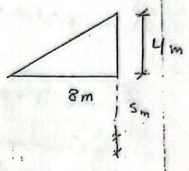
Find $\Delta\sigma$



~~Find~~

solution

first step $\beta_1 = 0$, $\beta_2 = 8m$, $z = 5m$

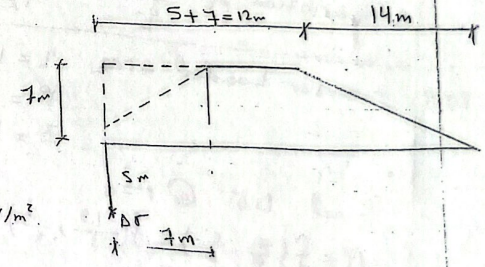


$q = \gamma h = 17.5(4) = 70 kN/m^2$

$\left(\frac{\beta_1}{z}, \frac{\beta_2}{z}\right) = (0, 1.6)$ From,

From figure 10.20 (10.15 in Text Book) $I_2 = 0.32$

$\Delta\sigma_1 = q_o I_2 = (70)(0.32) = 22.4 kN/m^2$



second step

$\beta_1 = 12m$

$\beta_2 = 14m$

$z = 5m$

$q = \gamma H = 17.5(7) = 122.5 kN/m^2$

$\left(\frac{\beta_1}{z}, \frac{\beta_2}{z}\right) = \left(\frac{12}{5}, \frac{14}{5}\right) = (2.5, 2.8)$ → From figure 10.15 in text Book $I_2 = 0.495$

$\Delta\sigma_2 = q_o I_2 = 122.5(0.495) = 60.64 kN/m^2$

Third step $\beta_1 =$, $\beta_2 =$, $z =$

$q =$, $\left(\frac{\beta_1}{z}, \frac{\beta_2}{z}\right) = (\quad)$ → $I_2 =$

$\Delta\sigma =$

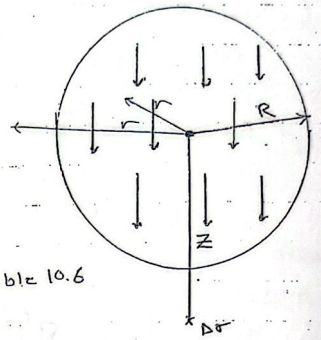
$\Delta\sigma_{book} = \Delta\sigma_1 + \Delta\sigma_2 - \Delta\sigma_3 = 22.4 + 122.5 - \quad =$

Scanned with CamScanner

STUDENTS-HUB.com

$\Delta\sigma$ (vertical stress) below the center of uniformly circle Loaded.

For any point at distance r from the center.



$$\Delta\sigma = q\,(A' + B')$$

q = intensity of the load

A' ⟶ given as $f(\frac{z}{R}, \frac{r}{R})$ Table 10.6

B' ⟶ given as $f(\frac{z}{R}, \frac{r}{R})$ Table 10.7

when $r = R$

$$\Delta\sigma = q\left[1 - \frac{1}{\left[\left(\frac{R}{z}\right)^2 + 1\right]^{3/2}}\right]$$

Variation of $\frac{\Delta\sigma}{q}$ with $\left(\frac{R}{z}\right)$ from Table 10.5 (Text

Ex// circular Loaded area: $q = 100\,kN/m^2$

$R = 3m$

$z = 1.5$

Find $\Delta\sigma$ @ $r = 0$

$A' = f(\frac{z}{R}, \frac{r}{R}) = f(\frac{1.5}{3}, \frac{0}{3}) = f(0.5, 0) \longrightarrow A' = 0.552$

$B' = f(\frac{z}{R}, \frac{r}{R}) = f(\frac{1.5}{3}, \frac{0}{3}) = f(0.5, 0) \longrightarrow B' = 0.35$

$\Delta\sigma = q(A' + B') = 100(0.55279 + 0.35777) =$

في حالة وجود سؤال في هذا الموضوع إذا لم يعطى q وأعطاني ارتفاع الماء يكون $q = \gamma_w h$

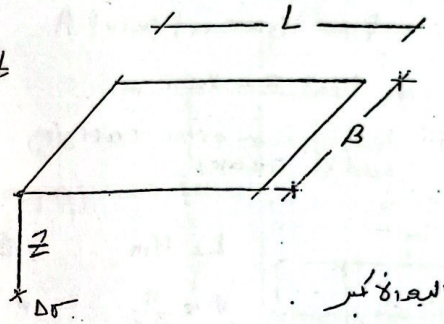
$= 9.81\,h$

Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

Vertical stress due to rectangular Loaded area.

* The point should be at the corner of the loaded rectangular area

يجب ان تقع النقطة التي ترين الحساب عندها يجب ان تكون في زاوية المستطيل -



L : البعد الأكبر .
B : البعد الأصغر .

$$\Delta\sigma = q\, I_3$$

I_3 is given as a function of m, n ... From Table 10.3

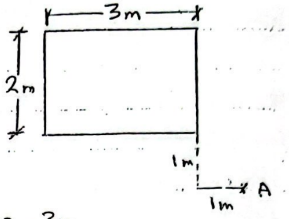
where; $m = \frac{B}{Z}$, $n = \frac{L}{Z}$

دائماً $n \geq m$

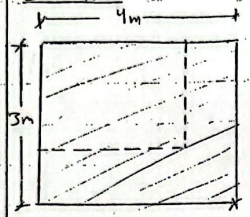
Scanned with CamScanner

STUDENTS-HUB.com

EX// For the rectangular shown below, find $\Delta\sigma$ at point A
Knowing that Z = 2.5m
and the rectangular area carrying Load of 1200KN



Solution



L = 4m , B = 3m

$n = \frac{4}{2.5}$, $m = \frac{3}{2.5}$

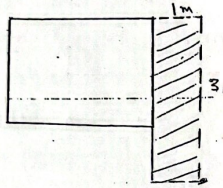
From Table 10.3 $I_3 = 0.2073$

1.

$q = \frac{load}{area} = \frac{1200}{2\times3} = 200KN$

$\Delta\sigma_1 = q I_3 = (200)(0.2073) = 41.46 KN/m^2$

نقص



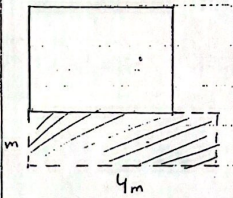
L = 3m ⟶ $n = \frac{3}{2.5} = 1.2m$

B = 1m ⟶ $m = \frac{1}{2.5} = 0.4$ m

From Table 10.3 $I_3 = 0.1063$

$\Delta\sigma_2 = 200(0.1063) = 21.28 KN/m^2$

نقص



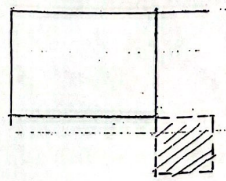
L = 4m ⟶ $n = \frac{4}{2.5} = 1.6$

B = 1m ⟶ $m = \frac{1}{2.5} = 0.4$

From Table 10.3 $I_3 = 0.1114$

$\Delta\sigma_3 = 200(0.1114) = 22.281 KN/m^2$

نقص



L = 1m ⟶ $n = \frac{1}{2.5} = 0.4$

B = 1m ⟶ $m = \frac{1}{2.5} = 0.4$

From Table 10.3 $I_3 = 0.062$

$\Delta\sigma_4 = 200(0.062) = 12.4 KN/m^2$

$\Delta\sigma = \Delta\sigma_1 - \Delta\sigma_2 - \Delta\sigma_3 + \Delta\sigma_4$

$= 41.46 - 21.26 - 21.28 + 12.4$

$\approx 10.3 \approx 10 KN/m^2$

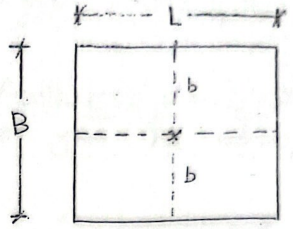
Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

vertical stress at the center of rectangular area

$$\Delta\sigma = q\, I_4$$

I_4 is a function of (m_1, n_1)

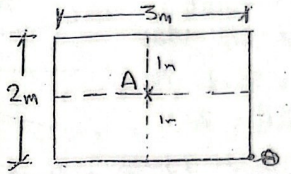
$m_1 = \frac{L}{B}$ (الطول / العرض), $n_1 = \frac{Z}{b}$



I_4 given from Table 10.9

if you knowing the the rectangular is carrying a load of 1200kN and $Z = 2.5m$

Find $\Delta\sigma$ at point A ?



Solution

$$q = \frac{\text{Load}}{\text{Area}} = \frac{1200}{2\times3} = 200 kN/m^2$$

$L = 3m$, $B = 2m$, $Z = 2.5m$, $b = 1m$

$m_1 = \frac{3}{2} = 1.5m$, $n_1 = \frac{Z}{b} = \frac{2.5}{1m} = 2.5m$

From Table 10.9 $I_4 = 0.3223$

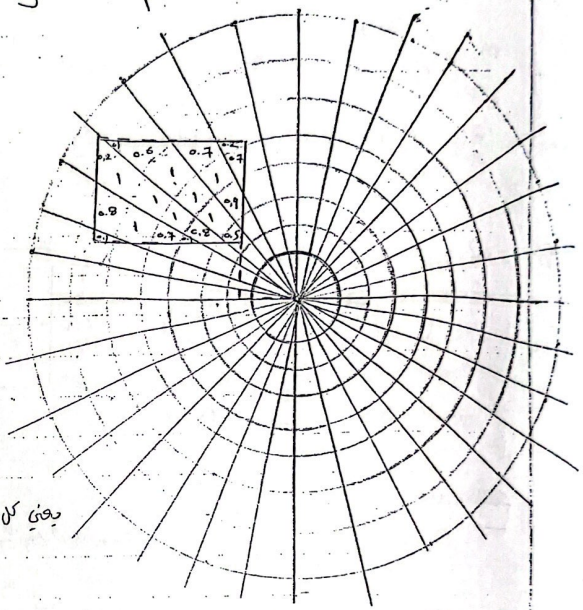
$\Rightarrow \Delta\sigma = q\, I_4 = 200\,(0.3223) = 64.5 kN/m^2$

Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

Vertical stress using influence chart
(New mark's chart)

using at any point below uniformly loaded area of any shape.

- 200 element.
- scale $\overline{AB} : Z$



if you given that this line is $\overline{AB} : Z$

2.5cm : 250cm (given)

scale : 1:100

يعني كل متر نرسمه بـ 1cm

نبدأ الرسم من النقطة التي تريد حساب $\Delta\sigma$ عندها و تضعها في المركز حسب نوع المسألة التي يطلبها التمرين الذي تريد حساب $\Delta\sigma$ له

اذن حسب عدد الـ element

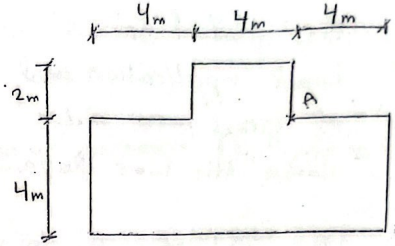
EX
مثال

$$\#\text{ of elements} = 200$$
$$\text{Area of each elem} = 0.005$$
$$\Delta\sigma = (20 \times 0.005)(q) = (20 \times 0.005)(200) = 10\,kN/m^2$$

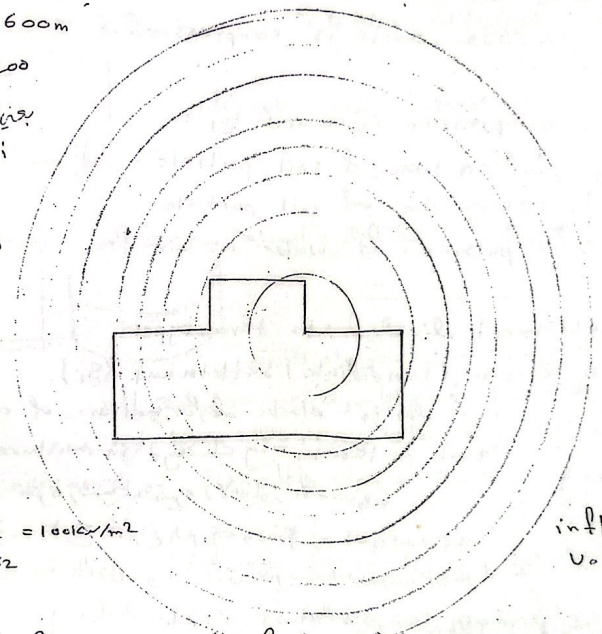
طبعاً هذه الطريقة تصلح لأي شكل من الأشكال بشرط أن يكون الشكل موزع بشكل منتظم.

Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

a T-shape footing.
carrying a load of
5600KN
Find $\Delta\sigma$ at point A
Knowing that $z = 6m$



3cm : 600m
1 : 200



load / area

$\frac{5600}{4\times12+4\times2} = 100 kN/m^2$

influence value = 0.005

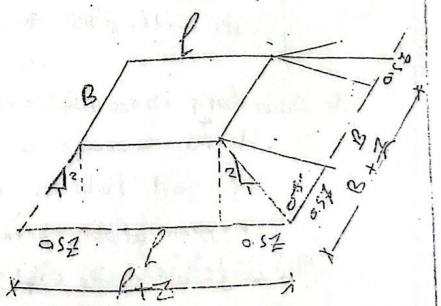
$\Delta\sigma = (\text{influence value})(\#\text{ of elements})(q) = (0.005)(66)(100) = 33 kN/m^2$

$\Delta\sigma$ by equations $= 34.9 kN/m^2$

approximate method :-

- rectangular

$$\Delta\sigma = \frac{Q}{(L+z)(B+z)}$$

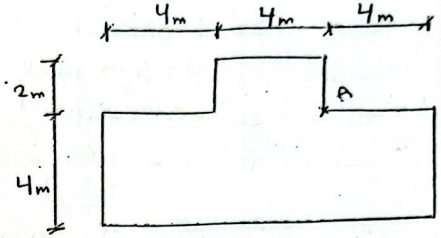


slope = 1:1 ⇒ 45°

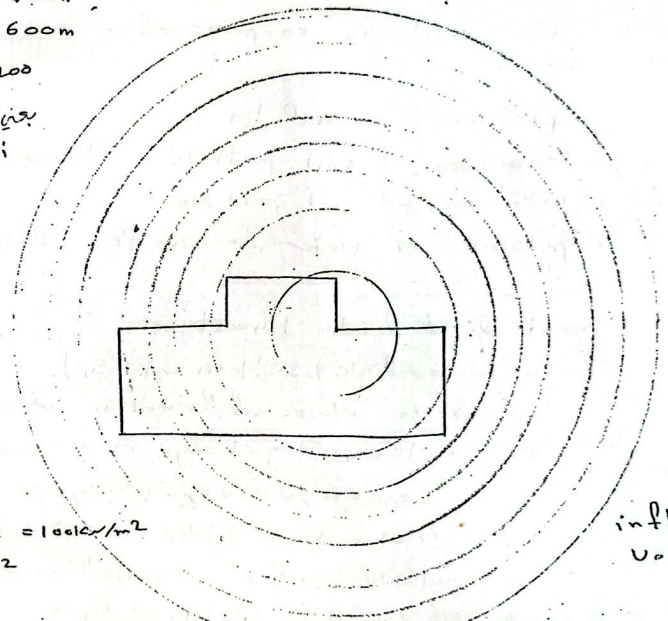
$$\Delta\sigma = \frac{Q}{(L+2z)(B+2z)}$$

Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

:X// a T-shape footing.
Carrying a load of
5600kN
Find $\Delta\sigma$ at point A
Knowing that z = 6m



scale 3cm : 600m
1 : 200



influence
Value = 0.005

$q = \frac{\text{Load}}{\text{area}}$

$= \frac{5600}{4\times12 + 4\times2} = 100\,kN/m^2$

$\Delta\sigma = (\text{influnce value})(\#\text{ of elements})(q) = (0.005)(66)(100) = 33\,kN/m^2$

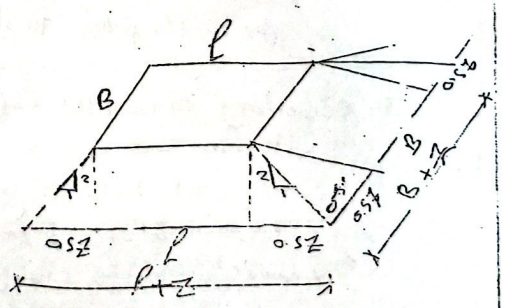
$\Delta\sigma_{\text{By equations}} = 34.9\,kN/m^2$

* approximate method :-
- rectangular

$\Delta\sigma = \frac{Q}{(L+z)(B+z)}$

Rock
slope < 1:1

$\Delta\sigma = \frac{Q}{(L+2z)(B+2z)}$



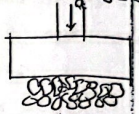
104

Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

Consolidation

The gradual process of drainage under and additional Load application and the associated transfer of excess pore water pressure to effective stress cause the time dependent settelment in clay.

due to the foundation Load → stress increase (σ)
→ so the soil is compressed.



* This compression is caused by :
  1. deformation of soil particle. (تغيير في الحبيبات بسبب الضغط)
  2. relocation of soil particle.
  3. expulsion of water or air from the void.

* Settelment divided into three types:
  1. Elastic (immediate) settelment. (S_i)
     it is due to elastic deformation of dry or saturated soil without any change in moisture content.
     يحدث فيه تغير زمني قصير (لا يتجاوز الأسبوع)
     ويحدث في جميع أنواع التربة ويشمل أساسي يحدث في التربة الغير مشبعة بالرطوبة (water content) ودون تغير في
  2. primary consolidation settelment. (S_c)
     which is the result of volume change in saturated cohesive soil, because of expulsion of the water from the void space.
     يحدث في الطين ويجب أن تكون نسبة الاشباع 90٪ فأكثر. لا يحدث في الرمل.
     وهي نتيجة خروج الماء من الفراغات.
  3. Secondary consolidation (S_s)
     it is occure as a result of plastic adjustment of soil fabrics in cohesive soil.
     happen after primary is completed
     الحبيبات تعدل وضعها أي تأخذ الوضع النهائي وهذا الضغط النهائي يسمى (S_s)

Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

25.4.2015 One Dimension Consolidation ..... السيتة

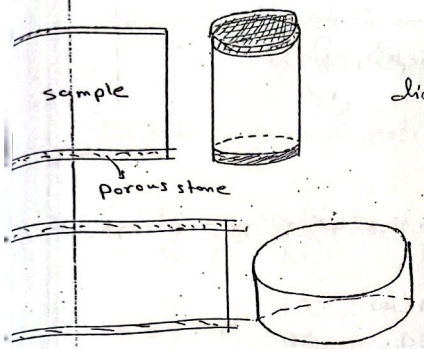
هبوط باتجاه واحد.

* Ineed to find settelment.

* settelment → Volume change parameter. (P_c, P_o, e_o, C_c, C_s)

فيه المختبر لنضع العينة داخل أسطوانة من الحديد بحيث لا نسمح لها بالحركة بشكل أفقي

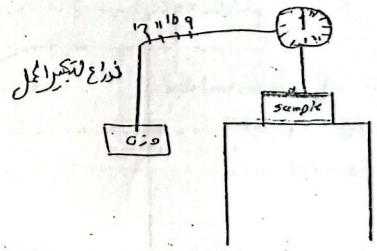
diameter and thickness are Known.



في الحقيقة تكون العينة في المختبر داخل حلقة

← في البداية نحضر العينة و نضعها داخل الحلقة
← ثم نغمر العينة بالماء ثم نتركها فترة كافية من تشبع بالماء.
← لهيأ سماكة العينة و قطرها معروف و بالتالي حجمها معروف.
← بعد أن تصبح العينة مشبعة بالماء يأتي دور المرحلة الثانية (مرحلة التحميل)

نستخدم جهاز يسمى (Odomiter device)



جهاز التحميل

مثلاً لو افترضنا 10:1 يعني كل 1 سم تضغط في التربة سوف يؤثر بـ 10 كغم على العينة

Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

1st Load increament.

Time	Reading
0	0
16sec	2
49sec	5
64sec	10
4min	⋮
9min	⋮
⋮	
1hr	
⋮	
24hr	final reading

بعد 24 ساعة
تضاعف الحمل ⇒
assume final Reading
= 100 division
نبدأ بهذا الرقم عند هذه الخطوة
الحمل

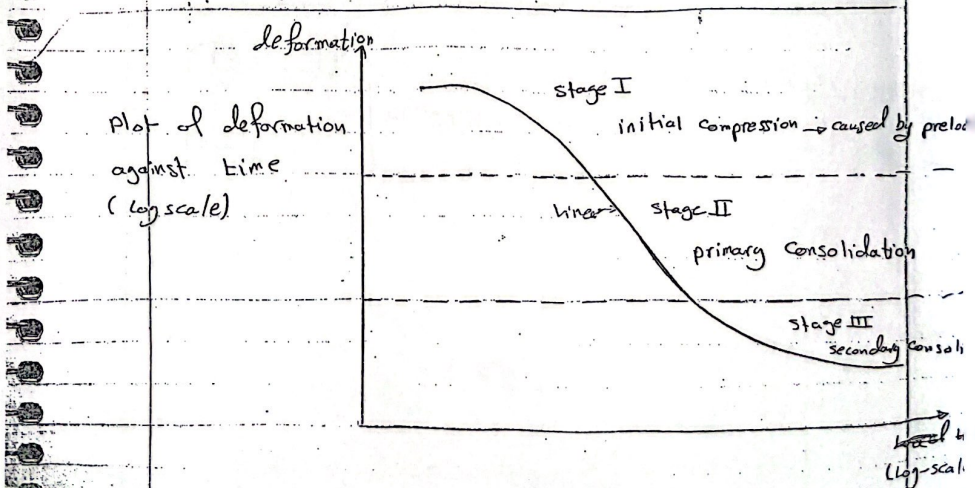
2nd increament (double Lo

Time	Reading
0	100
16sec	110
49sec	210
64sec	
4min	
9min	
⋮	
	350

نفل أخذ أرقام مربع كامل (بها جذر) مناسب تسهيل الحسابات.

بعد التحميل ← نعمل Unloading (إزالة الأحمال)
ويكون بشكل تدريجي

Time	Reading
0	350
16	348
64	340
⋮	⋮



Plot of deformation against time (log scale)

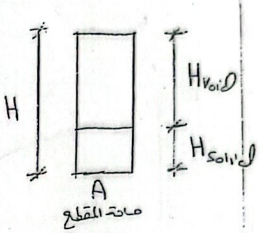
Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

Void ratio against pressure plot

وانت تحمل الذي تتغير هو حجم الفراغات

$$W_{solid} = V_s * \gamma_s = (A * H_s)(G_s \gamma_w)$$

$$\Rightarrow H_s = \frac{W_{solid}}{A G_s \gamma_w}$$

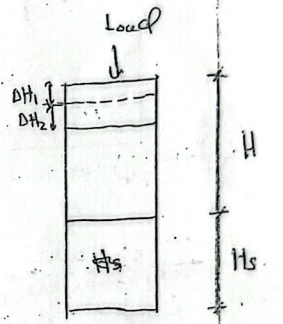


e_o : initial void ratio (نسبة الفراغات قبل التحميل)

نضيف 1 ثم

$$e_1 = e_o - \Delta e_1 \quad , \Delta e_1 = \frac{\Delta H_1}{H_s}$$

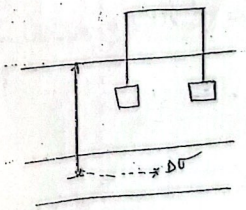
$$e_2 = e_1 - \Delta e_2 \quad , \Delta e_2 = \frac{\Delta H_2}{H_s}$$



e	Load
e_o	$\bar{P_o}$
e_1	ΔP_1
e_2	ΔP_2
⋮	⋮

P_o: initial effective stress (effective pressure)

قبل ما تضيف اي حمل.



$e_1 = e_o - \Delta e_1$

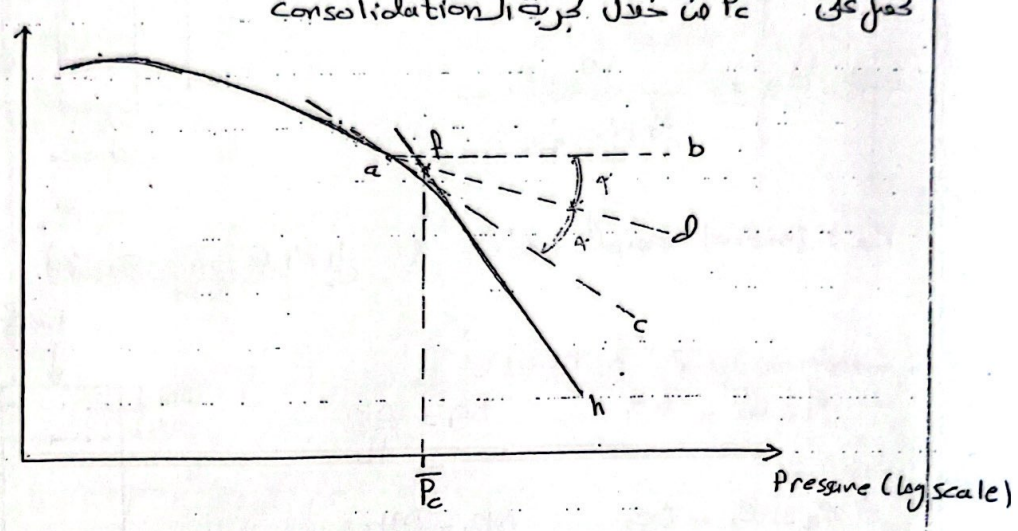
$e_2 = e_o - \Delta e_1 - \Delta e_2$

Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

$\bar{P_c}$: maximum past pressure (preconsolidation pressure)

يعبر عن أكبر ضغط تعرضت له التربة في التاريخ

نحصل على $\bar{P_c}$ من خلال تجربة الـ consolidation



طريقة تحديد $\bar{P_c}$

أي نقطة نقع في المنطقة الفاصلة بين المنحنى والخط المستقيم

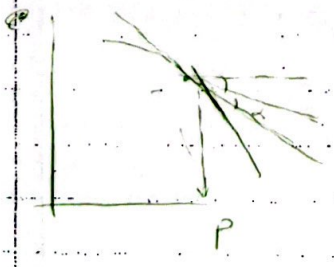
١. من خلال النظر نحدد النقطة (a) التي تمثل (min radius of curvature)

٢. نمد خط أفقي من النقطة a (ab)

٣. نرسم مماس للنقطة a (ac)

٤. ننصف الزاوية (bac) بين الخط الأفقي والمماس بالخط ad

٥. نرسم امتداد للخط المستقيم (linear) وعند تقاطعه مع الخط (ad) عند النقطة f تكون خط الأسقل فيكون هناك $\bar{P_c}$



Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

Normally consolidated ~~clay~~ soil

if the present effective over burden pressure ($\bar{P}_o$) is the max pressure the soil was subjected to
يعني اذا كانت الضغط الذي تتعرض له التربة الآن هو اكبر ضغط تعرضت له التربة خلال التاريخ

which mean $\bar{P}_o > \bar{P}_c$

EX// if $\bar{P}_c = 100 kN/m^2$, $\bar{P}_o = 120 kN/m^2$

→ Normally consolidated soil

over Consolidated Soil :

if the present effective over burned pressure $\bar{P}_o$ is less than ($\bar{P}_c$)
يعني التربة تعرضت عبر التاريخ لضغط اكبر من الضغط الحالي
ويعني وكأنه تم حذف ذلك للتربة.

* over consolidation ratio = $\frac{\bar{P}_c}{P_o}$

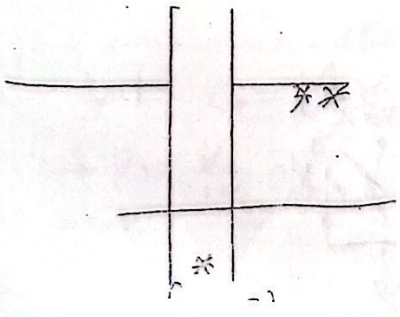
EX// $\bar{P}_c = 100 kN/m^2$

$\bar{P}_o = 60 kN/m^2$

→ over consolidated soil

→ over consolidation ratio = $\frac{\bar{P}_c}{\bar{P}_o} = \frac{100}{60} = 1.67$

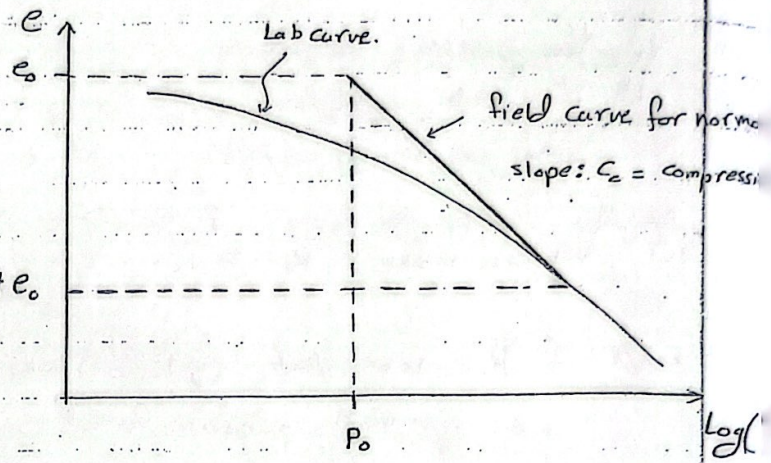
due to the effect of disturbance so (e-logp) curve needed



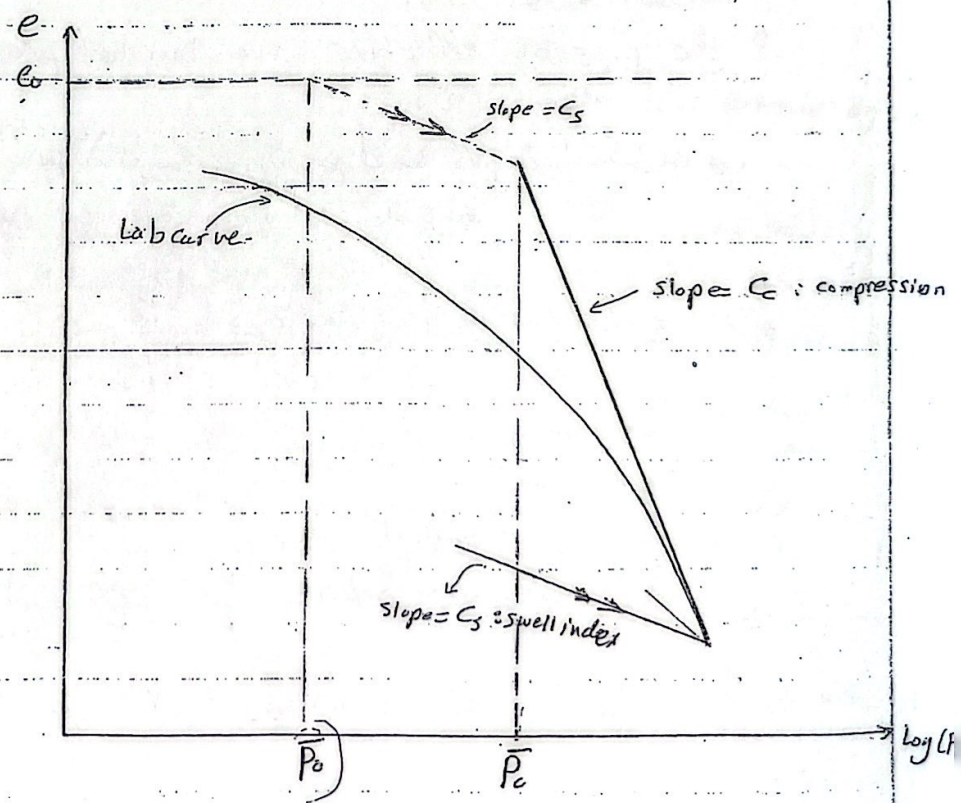
Scanned with CamScanner

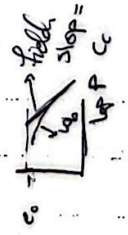
STUDENTS-HUB.com

For normally consolidated soil



For over consolidated Soil.

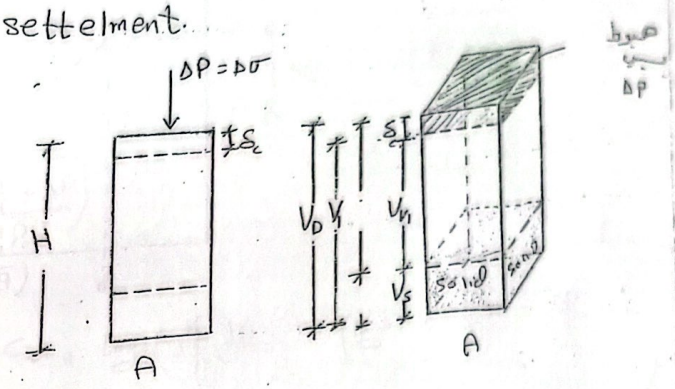




Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

Primary consolidation settelment (S_c)

assume a saturated clay layer of thickness (H)
cross sectional area (A)
existing effective pressure ($\bar{P}_o$)
and increase in effective stress $\Delta\bar{\sigma}$ or ΔP
Find settelment.



$V = V_v + V_s$

$V = HA$

عندنا التربة اكمل ΔP فتزيد مقدار S

$$\Rightarrow \Delta V = V_o - V_1 = HA - (H-S)A = SA \quad \text{---------} (1)$$

$$\Rightarrow \Delta V = V_{v_o} - V_{v_1} = e_o V_s - e_1 V_s = \Delta e\, V_s \quad \text{---} (2)$$

$$\Rightarrow \Delta V = SA$$
$$\Delta V = \Delta e\, V_s$$

$$\Rightarrow SA = \Delta e\, V_s \Rightarrow \boxed{S_c = \left(\frac{\Delta e}{1+e_o}\right) H}$$

بدلالة Δe مقدار

but $e_o = \frac{V_{v_o}}{V_s} \Rightarrow V_s = \frac{V_{v_o}}{e_o} \Rightarrow V_{v_o} = e_o V_s = V_o - V_s \Rightarrow (1+e_o)V_s = V_o$

$\rightarrow V_s = \frac{V_o}{1+e_o} = \frac{HA}{1+e_o}$

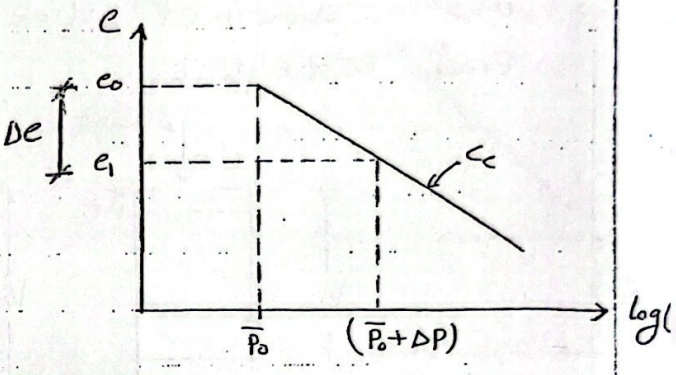
Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

$$S_c = \left(\frac{\Delta e}{1+e_o}\right) H$$

مقدار الهبوط

II For normally consolidated clay.

$$C_c = \frac{\Delta e}{\log\left(\frac{\bar{P}_o + \Delta P}{\bar{P}_o}\right)}$$



$$\rightarrow \Delta e = C_c * \log\left[\frac{\bar{P}_o + \Delta P}{\bar{P}_o}\right]$$

$$\Rightarrow S_c = \frac{C_c\ H}{1+e_o} \log\left[\frac{\bar{P}_o + \Delta P}{\bar{P}_o}\right]$$

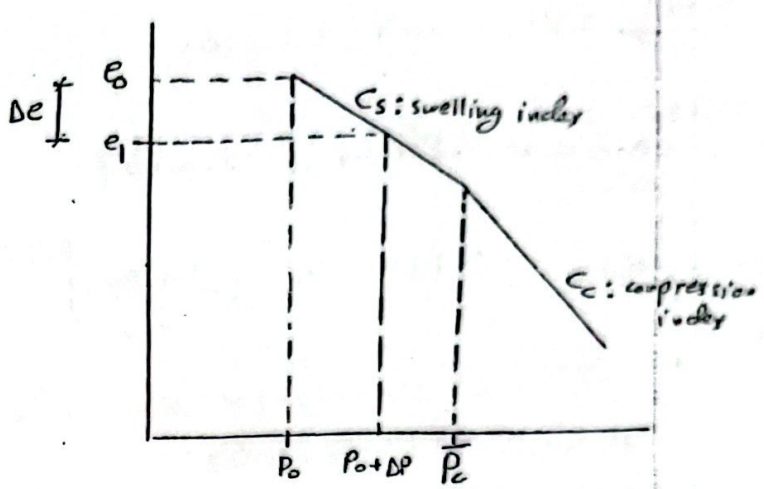
note that $\log\left(\frac{\bar{P}_o + \Delta P}{\bar{P}_o}\right) = \log(\bar{P}_o + \Delta P) - \log(\bar{P}_o)$

Scanned with CamScanner

STUDENTS-HUB.com

For over consolidated soil
There are Two cases

I $\boxed{\bar{P}_o + \Delta P \leq \bar{P}_c}$



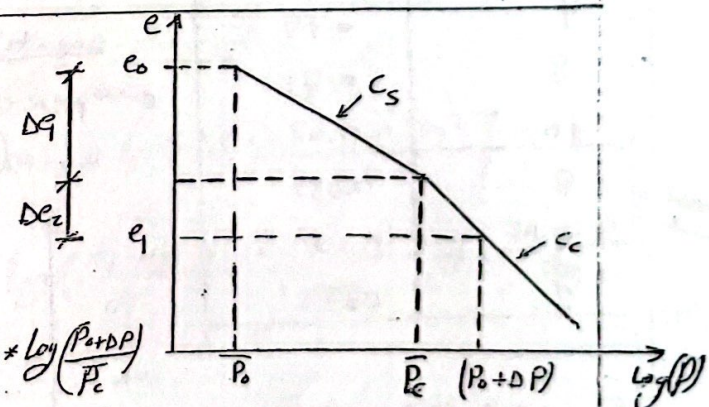
$$C_s = \frac{\Delta e}{\log\left(\frac{\bar{P}_o + \Delta P}{\bar{P}_o}\right)}$$

$$\rightarrow \Delta e = C_s * \log\left(\frac{\bar{P}_o + \Delta P}{\bar{P}_o}\right)$$

$$\Rightarrow S = \frac{C_s (H)}{1+e_o} * \text{Log}\left(\frac{\bar{P}_o + \Delta P}{\bar{P}_o}\right)$$

$$C_s = (0.1 - 0.2)\, C_c$$

II $\boxed{P_o + \Delta P > \bar{P}_c}$



$$C_s = \frac{\Delta e_1}{\text{Log}(\bar{P}_c) - \text{Log}(\bar{P}_o)} \Rightarrow \Delta e_1 = C_s \text{Log}\left(\frac{\bar{P}_c}{\bar{P}_o}\right)$$

$$C_c = \frac{\Delta e_2}{\quad} \Rightarrow \Delta e_2 = C_c * \text{Log}\left(\frac{\bar{P}_o + \Delta P}{\bar{P}_c}\right)$$

$$\Rightarrow \boxed{S_c = \frac{C_s H}{1+e_o} * \text{Log}\left(\frac{\bar{P}_c}{\bar{P}_o}\right) + \frac{C_c H}{1+e_o} \log\left(\frac{\bar{P}_o + \Delta P}{\bar{P}_c}\right)}$$

Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

* Some Empirical relationships for C_c, C_s...

→ $C_c = 0.009 (L.L - 10)$

→ $C_c = 0.156 e_o + 0.0107$

→ $C_c = 0.141 (G.S)^{1.2} \left(\frac{1+e_o}{G.S}\right)^{2.38}$

→ $C_s = (0.1 - 0.2) C_c$

→ $C_s = 0.0463 \left(\frac{L.L\%}{100}\right) G.S$

Ex// 11.3 Page 321

Results of Consolidation test are as following.

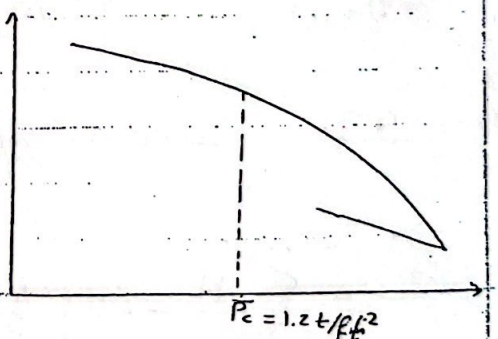
	Pressure (ton/ft²)	e
Loading	0.25	1.03
	0.5	1.02
	1	0.98
	2	0.94
	4	0.79
	8	0.71
	16	0.62
Unloading	8	0.635
	4	0.655
	2	0.67

ⓐ what is $\bar{P}_c$, C_c, C_s ??

ⓑ if $\bar{P}_{eff}$ is 12 (t/m²), what is e.

Solution

باستخدام النقاط المعطاة في الجدول نرسم منحنى (e - log P)



$\bar{P}_c = 1.2$ t/ft²

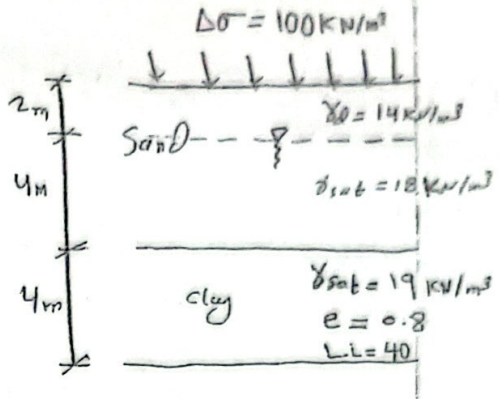
Loading $C_c = \frac{e_1 - e_2}{\log\left(\frac{\bar{P}_c}{P_1}\right)} = \frac{0.9 - 0.8}{\log\left(\frac{4}{2}\right)} = 0.33$

unloading $C_s = \frac{e_1 - e_2}{\log\left(\frac{P_{c2}}{P_1}\right)} = \frac{0.67 - 0.655}{\log\left(\frac{4}{2}\right)} = 0.05$

ⓑ $\Delta e = C_c \log\left(\frac{P}{P_1}\right) = 0.33 \log\left(\frac{12}{2}\right) = 0.9 - e = 0.33 \log\left(\frac{12}{2}\right) \Rightarrow e =$

Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

1.11 Soil profile as shown



* For sand Layer

$\gamma_{dry} = 14 KN/m^3$

$\gamma_{sat} = 18 KN/m^3$

For clay Layer

$\gamma_{sat} = 19 KN/m^3$, $e = 0.8$, $L.L = 40$

What is the settelment of the clay layer caused by primary consolidation if

a. The clay is normally consolidated

b. The preconsolidation pressure (σ_c') = 190 KN/m²

c. $\sigma_c' = 170 KN$

Use $C_s \approx \frac{1}{6} C_c$

نحسب حسب معدل الأحمال الموثرة على منتصف طبقة الطين

$$\sigma_o' = 2\gamma_{d\,sand} + 4(\gamma_{sat} - \gamma_w)_{sand} + \left(\frac{4}{2}\right)(\gamma_{sat} - \gamma_w)_{clay}$$

$$= 2(14) + 4(18 - 9.81) + 2(19 - 9.81)$$

$$= 79.14 KN/m^2$$

$$\rightarrow C_c = 0.009(L.L - 10) = 0.009(40 - 10) = 0.27$$

$$\rightarrow \Leftarrow S_c = \frac{C_c H}{1+e_o} \log\left(\frac{\sigma_o' + \Delta\sigma'}{\sigma_o'}\right) = \frac{(0.27)(4)}{1+0.8} \log\left(\frac{79.14+100}{79.14}\right)$$

$$= 0.213\ m = 213\ mm$$

art b) $\sigma_o' + \Delta\sigma' = 79.14 + 100 = 179.14 KN/m^2$

$\sigma_c' = 190 KN/m$

because $\sigma_c' > \sigma_o' + \Delta\sigma' \Rightarrow S_c = \frac{C_s H}{1+e_o} \log\left(\frac{\sigma_o + \Delta\sigma'}{\sigma_o}\right)$, $C_s = \frac{C_c}{6} = \frac{0.27}{6}$

$$\rightarrow S_c = \frac{(0.045)(4)}{1+0.8} \log\left(\frac{179.14+100}{79.14}\right) = 0.036m = 36mm$$

2) because

Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

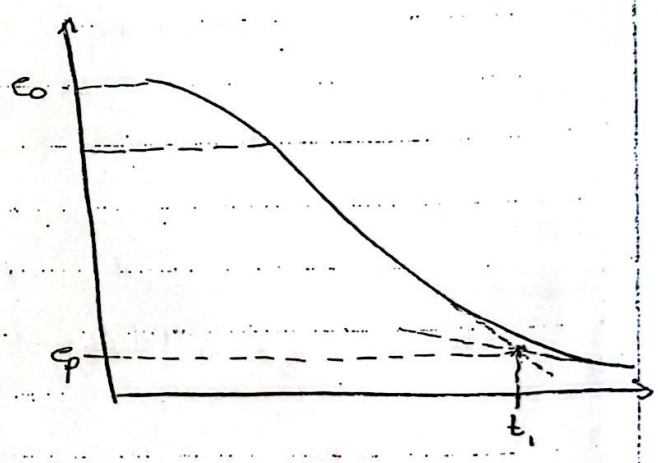
(c) ~~$\Delta\sigma_0$~~ $\sigma_0' + \Delta\sigma > \sigma_c'$

case II

$$S_c = \frac{C_s H}{1+e_0} \log\left(\frac{\sigma_c'}{\sigma_0'}\right) + \frac{C_c H}{1+e_0} \log\left(\frac{\sigma_0' + \Delta\sigma'}{\sigma_c'}\right)$$

$$= \frac{(0.045)(4)}{1+0.8} \log\left(\frac{170}{79.14}\right) + \frac{(0.27)(4)}{1+0.8} \log\left(\frac{79.14+160}{170}\right)$$

$$= 0.0468\,m = 46.8\,mm$$

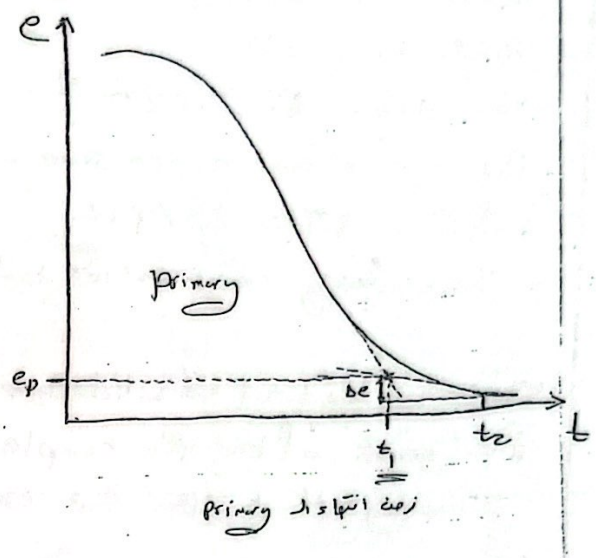


Scanned with CamScanner

STUDENTS-HUB.com

Secondary Consolidation

$$C_\alpha = \frac{\Delta e}{\log\left(\frac{t_2}{t_1}\right)}$$



where

C_α : secondary compression index

Δe : change of void ratio

t_1 : زمن انتهاء الـ primary

t_2 : زمن انتهاء الموضوع.

$$C'_\alpha = \frac{C_\alpha}{1+e_p}$$

e_p : void ratio at end of primary consolidation

C_α' depend on type of soil

soil type	C'_α
~~Normal~~ over cons.	≤ 0.001
normal	$(0.005 - 0.03)$
organic soil	≥ 0.04

$$S_s = C'_\alpha H \log\left(\frac{t_2}{t_1}\right)$$

S_s : secondary consolidation

H : سماكة الطبقة/الطبقات التي تريد حساب الموضوع لها.

Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

Ex11 For a normally consolidated clay layer in the field

Thickness of clay layer = 8.5 ft

Void ratio = 0.8

Compression index = 0.28

Average effective pressure in the clay layer = 2650 lb/

ΔP = 970 lb/ft²

Secondary compression index = 0.02

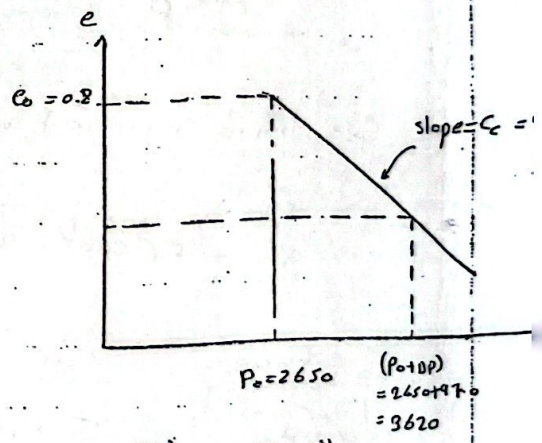
What is the total consolidation settelment of the clay layer five years after the completion of primary consol. settelme

knowing that time for completion of primary settlement = 1.5

solution

Total settelment = $S_c + S_s = 2.15'' + 0.59'' = 2.74''$

$$\frac{\Delta e}{\log\left(\frac{P_o+\Delta P}{P_o}\right)} = C_c \Rightarrow \Delta e = 0.0379$$



$\Rightarrow \Delta e = e_o - e_p = 0.0379$

$\rightarrow e_p = 0.8 - 0.0379 = 0.762$

$$\Rightarrow S_c = H \frac{\Delta e}{1+e_o} = (8.5)\frac{0.0379}{1+0.8} = 0.179' = 2.15''$$

$$\Rightarrow S_s = C_\alpha' H \log\left(\frac{t_2}{t_1}\right) = (0.011)(8.5 \times 12) \log\left(\frac{5}{1.5}\right) = 0.59''$$

$$C_\alpha' = \frac{C_\alpha}{1+e_p} = \frac{0.02}{1+0.762} = 0.011$$

Scanned with CamScanner

STUDENTS-HUB.com

Time rate of consolidation settlement

معدل الزمني للهبوط

* Coefficient of volume change (coefficient of compressibility) (m_v).

$$m_v = \frac{\Delta V}{V} * \frac{1}{\Delta \sigma'} = \frac{a_v}{1+e_{avg}} = \frac{\Delta H}{H_i} \cdot \frac{1}{\Delta \sigma} = \frac{\Delta e}{1+e_0} \cdot \frac{1}{\Delta \sigma'}$$

→ a_v = coefficient of compressibility = $\frac{\Delta e}{\Delta P}$

EX// $P_1 = 100\ KN/m^2 \rightarrow e_1 = 1$

$P_2 = 150\ KN/m^2 \rightarrow e_2 = 0.9$

$$\Rightarrow a_v = \frac{1-0.9}{150-100} = \frac{0.1}{50} = 0.002$$

$$e_{avg} = \frac{e_1+e_2}{2} = \frac{1+0.9}{2} = 0.95$$

اذا طلب منك حساب m_v فيجب ان تأخذ بعين الاعتبار نوع التربة الي عنده يعني بين اي حدين؟

* C_v = coefficient of consolidation = $\frac{K}{\gamma_w m_v}$

where K = coefficient of permeability.

* T_v = time factor = $\frac{c_v t}{(H_{dr})^2}$

Scanned with CamScanner

STUDENTS-HUB.com

$T_v = \frac{C_v t}{(H_{dr})^2}$ → T_v = function of (U)

Table 11.8

الطول الزمني اللازم لحدوث consolidation

T_v = function of (degree of consolidation)

فمثلاً T_3 ← تعني الزمن اللازم لحدوث 30% من الهبوط.

T is given as degree of consolidation

~~if~~ ~~$T_v \leq 60\%$~~

U: degree of consolidation $\leq 60\%$ → $T_v = \frac{\pi}{4} U^2$

U: degree of consolidation $> 60\%$ → $T_v = 1.781 - 0.933 \log(100 - U\%)$

Ex// Find Time factor of consolidation when a) degree of consolidation

b.) " " "

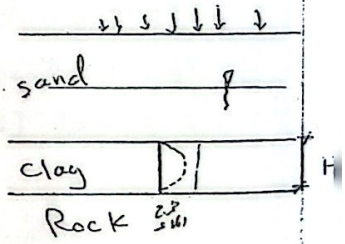
solution a. $T_v = \frac{\pi}{4}\left(\frac{30}{100}\right)^2 = 0.071$

b. $T_v = 1.781 - 0.933 \log(100 - 90) = 0.848$

H_{dr}: max length of drainage path.

أطول مسار غالباً يقع في منتصف طبقة الطين

$H_{dr} = \frac{H}{2}$



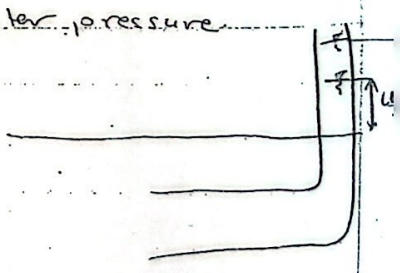
* U: degree of consolidation

نسبة الهبوط الذي حصل إلى الهبوط الكلي

$U_z = 1 - \frac{u_2}{u_0}$ → excess pore water pressure at time t

→ initial excess pore water pressure

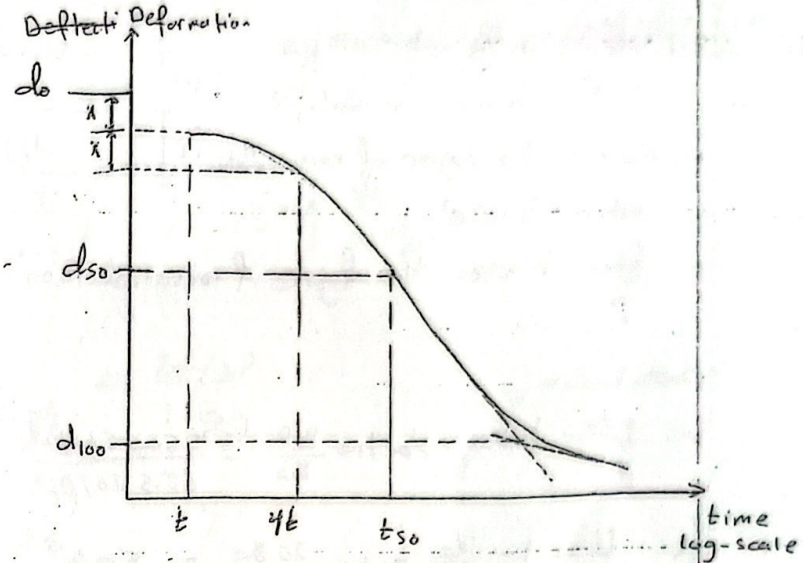
نسبة الهبوط الذي حصل عند عمق z



Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

Method for finding (C_v)

Log of time method (casegrande method)

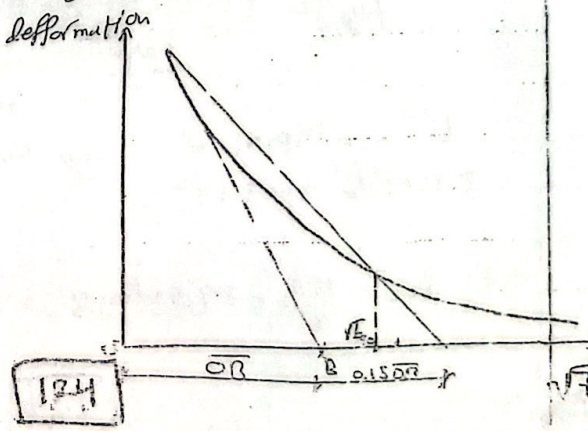


لازم t , $4t$ تقع على الجزء المستقيم من الـ curve
بعد ما نحدد t, $4t$. نطلع فرق المسافة x ونمدّ خط للبسار فنحدد d_0
وكذلك نحدد d_{100} كما هو موضح في الرسم.
بعدها ننصف المسافة بين d_0 , d_{100} فيكون d_{50}.

$$\Rightarrow T_{50} = \frac{C_v\, t_{50}}{(H_{dr})^2} = 0.197$$

.. وحدة C_v هي $\frac{\text{(وحدة طول)}^2}{\text{وحدة زمن}}$ مثل $\frac{m^2}{yer}$ أو $\frac{mm^2}{sec}$

Square root of time (Taylor's method)



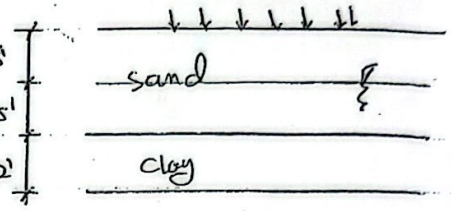
$$\Rightarrow T_{90} = \frac{C_v\, t_{90}}{(H_{dr})^2}$$

$$0.848 = \frac{C_v\, t_{90}}{(H_{dr})^2}$$

$\sqrt{t_{90}}$ from figure

Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

Ex/ For the soil profile shown below $\Delta P = 2500\ lb/ft^2$



a.) How heigh the water will rize in the piezometer immediatly.?

b.) what is the degree of consolidation when $h = 20'$

c.) find h when the degree of consolidation is 60 %

Solution

a. $\Delta P = h\gamma_w \rightarrow h = \frac{\Delta P}{\gamma_w} = \frac{2500\ lb/ft^2}{62.5\ lb/ft^3} = 40'$

b. $U = 1 - \frac{u_z}{u_0} = 1 - \frac{20\gamma_w}{2500} = 50\ \%$

c. $U = 1 - \frac{h\gamma_w}{2500} = 0.6 \Longrightarrow h = 16'$

Ex// Clay Layer in the field, has a thickness of 15' drained at Top only under a surcharge Load knowing that $S_c = 12''$

a.) what is U when the settelment is 3" ??

b.) if $C_v = 0.003\ cm^2/sec$, How long it will take for 50% conso

c.) if the layer is drained in both sides, How long it will take for

Solution

a.) $U = \frac{3''}{12''} = 25\%$

b) $T_v = \frac{C_v t}{(H_{dr})^2} \overset{T_{50\%}}{= 0.197} = \frac{C_v t_{50}}{(15)^2} = \frac{(3.246\times10^{-6})(t_{50})}{(15)^2} = 0.1$

Espesor máx drain

$\rightarrow t_{50} = 13,654,464\ sec = 158$ days

$(1')^2 \rightarrow (30.4)^2\ cm^2$

$8.25\times10^{-6}\ ft^2 \rightarrow 0.003\ cm^2$

$\rightarrow C_v = 3.246\times10^{-6}\ cm^2/sec$

c.) $t_{50} = \frac{158}{4} = 39.5$ days.

Scanned with CamScanner
STUDENTS-HUB.com

For Normally consolidated clay.

$P_o = 2 \text{ ton/ft}^2$ $\quad P_o + \Delta P = 4 \text{ t/ft}^2$ $\quad k = 2 \times 10^{-4} \text{ ft/day}$

$e_o = 1.22$ $\quad e = 0.98$ $\quad H = H = 12'$

one way direction.

Find (t) days for 60% of consolidation

$$T_{60} = \frac{C_v \, t_{60}}{(12 \times 12)^2} \quad , \quad C_v = \frac{k}{\gamma_w m_v}$$

$$m_v = \frac{a_v}{1 + e_{avg}} = \frac{\Delta e / \Delta P}{1 + e_{avg}} =$$

$T_{60} = 0.286$

$t = 367.7$ days

ملاحظة انتبه لتحويل الوحدات الى lb/ft^2