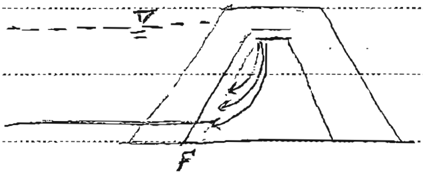
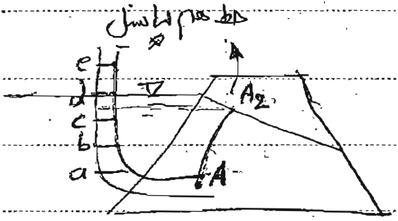
* در اشرافت سریع مخزن ROD :

* (هسته در پوسته بالادست نشسته می‌شود) ← پس نیاز به فیلتر در قسمت چپ (بالادست) هسته هم هست



* به دلیل افت سریع مخزن در هر دو سمت هسته باید فیلتر گذاشته شود که مانع شستن و شوی هسته گردد.



بین c و d .

سوال) ارتفاع پیزومتریک A ؟

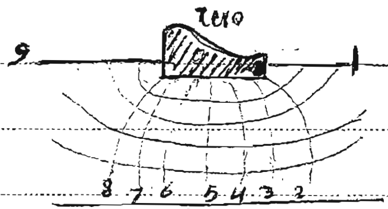
نکته جلسه قبل ⟹ $\overset{\text{هم هد}}{h_{A_2} = h_{A_1}}$

آسان (آ) سخت

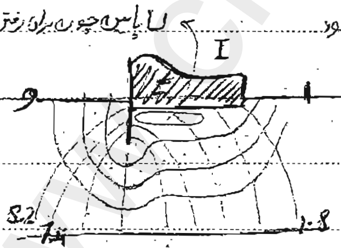
* تست) برای یک بند بتنی در ۳ حالت بدون سپر، سپر در بالادست، سپر در پایین دست (بقیه شرایط یکسان) کدام گزینه در مورد Q و i خروجی صحیح است؟ و در مورد U

U پایین چون برای رفتن از چپ به راست سپر خیلی افت پتانسیل دارد.

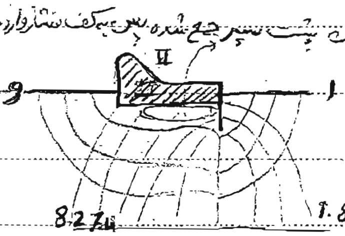
U بالا چون پشت سپر جمع شده پس به کف فشار وارد می‌شود



$2 \leq h \leq 8$



$1.8 \leq h \leq 3.8$



$5.4 \leq h \leq 8.2$

$$\uparrow U = \int u\,dA = \int (\hat{h} - z)\gamma_w\,dA$$

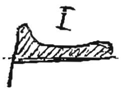
$$U_{II} > U_0 > U_I$$

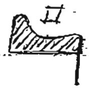
Q ؟ → چه حجم مشخصی از آب می‌رود؟

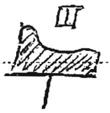
$$\downarrow Q = \frac{V}{t\uparrow}$$

$$\underset{\text{max}}{Q_0} > Q_I = Q_{II}$$

بیش از هر حالتی







$$(Q_I = Q_{II})_{min} < Q_{III\,max}$$

از چه نمی‌توان به نادرستی معادله ای رفتار کرد.

Subject:

Year. Month. Date. ( )

عمومی

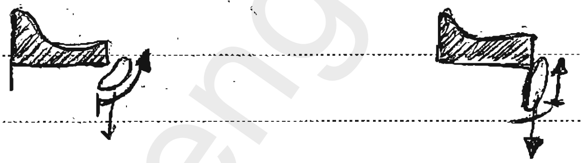
$$i_0 = \frac{\Delta h}{\Delta l} = \frac{\frac{\Delta H = 9-1}{N_d = 8}}{\Delta l} \longrightarrow i_I = \frac{\Delta h}{\Delta l} = \frac{\frac{9-1}{10}}{\Delta l} \qquad i_{II} = \frac{\frac{9-1}{10}}{\Delta l}$$

در بیشترین ها {وجود دارد مورد نظر ما است

مشکل *

$$\boxed{i_0 < i_I < i_{II}}$$ *

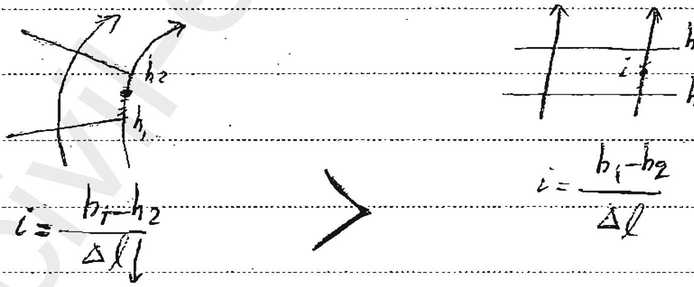
*) در صورتی که خط جریان نیاز به دور زدن مانعی باشد و دچار انحنا باشد شرط تعامد باعث می‌شود خطوط پتانسیل به هم نزدیک‌تر شوند. افت هد مشخص در طول کمتر ریخته می‌شود و شیب ^ بالا رفته و سرعت افزایش می‌دهد که منجر به



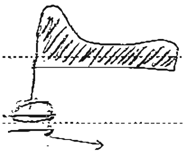
* ① ماهیتاً خطی است ولی چون مسئله با قدر مطلق حل می‌شود

② از نظر شکل خطی است ① اعمال می‌شود

* در محیط های غیر ایزوتروپ بردار سرعت و گرادیان هم راستا نیستند



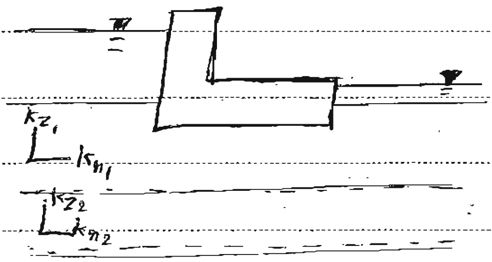
h_2
h_1
$i = \frac{h_1 - h_2}{\Delta l}$
>
h_2
i
h_1
$i = \frac{h_1 - h_2}{\Delta l}$



i_{max} در این قسمت ولی چون خط جریان به شکل افقی است ⇄ خطر ساز نیست. ✯

* محیط غیر همگن و غیر ایزوتروپ :

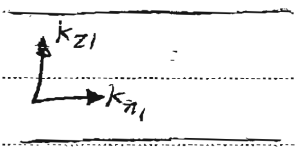
$$* \; K_x \frac{\delta^2 h}{\delta x^2} + K_z \frac{\delta^2 h}{\delta z^2} = 0$$



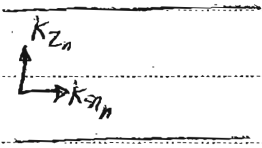
Sunwood

موازی

* اگر جریان $\parallel$ لایه بندی ← $? = k_{eq_x}$



$$k_{eq_x} = \frac{H_1 k_{x_1} + \text{—} + H_n k_{x_n}}{H_1 + \cdots + H_n} = \frac{\sum k_i H_i}{\sum H_i}$$



مراحل اثبات که نوشته نشد یاد گرفته شود ⟹

$$\begin{cases} ① \quad i_1 = i_2 = \text{—} = i_n \\ ② \text{ پیوستگی } \quad Q = Q_1 + \cdots + Q_n \end{cases}$$

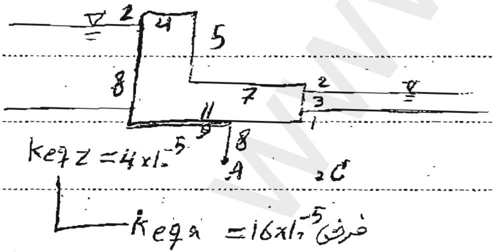
عمود بر

جریان $\perp$ لایه بندی $\quad k_{zeq} = \dfrac{\sum H_i}{\sum \dfrac{H_i}{k_i}}$

$$\begin{cases} ① \quad \Delta H_{\text{کل}} = \sum \Delta H_i \\ ② \quad Q = Q_1 = \text{—} = Q_n \end{cases}$$

* افت کل حاصل مجموع افت در هر قشر خاک است. ⟸

ادامه‌ی پایین صفحه قبل:

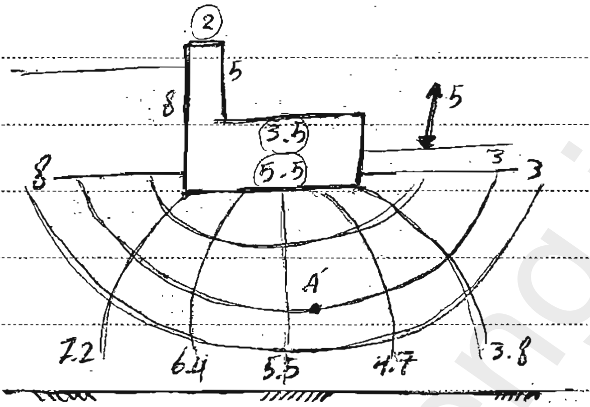

2
4
5
8
7
2
3
11
1
9
8
A
C
$k_{eqz} = 4 \times 10^{-5}$
$k_{eqx} = 16 \times 10^{-5}$ فرضی

* همگن وایزوتروپ ⟸

$$k_x \frac{\partial^2 h}{\partial x^2} + k_z \frac{\partial^2 h}{\partial x^2} = 0 \xrightarrow{\text{توضیح}} \begin{cases} x' = \sqrt{\dfrac{k_{zeq}}{k_{xeq}}} \, x \Longrightarrow \dfrac{\partial^2 h}{\partial x'^2} + \dfrac{\partial^2 h}{\partial z^2} = 0 \; , \; k_{eq} = \sqrt{k_{xeq} \cdot k_{zeq}} \\ \boxed{\text{یا}} \; * \\ z' = \sqrt{\dfrac{k_{xeq}}{k_{zeq}}} \, z \Longrightarrow \dfrac{\partial^2 h}{\partial x^2} + \dfrac{\partial^2 h}{\partial z'^2} = 0 \qquad = \end{cases}$$

$$x' = \sqrt{\frac{4\times10^{-5}}{16\times10^{-5}}}\times x = \boxed{\frac{1}{2}x}$$ تذکر! *

$$K_{eq} = \sqrt{16\times10^{-5}\times4\times10^{-5}} = 8\times10^{-5}$$



$h_A = ?$ $$\underline{h_A} = h_{A'} = 5.5 - \frac{1}{3}(5.5-4.7) \simeq 5.2$$

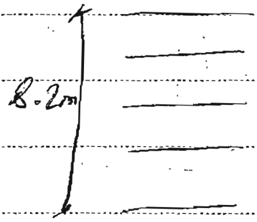
$$U_A = (h_A - Z_A)\gamma_w$$
$$= (h_{A'} - Z_{A'})\gamma_w = U_{A'} = [5.2-(-9)]\times10$$

$$U = 2U'$$ چرا؟! *

چون: $$U = \int \underset{\substack{\downarrow \\ u' \text{ برابر}}}{u}\, \underset{\substack{\searrow \\ \text{متغیر}}}{dA}$$

$$i_C = ? \xrightarrow{\text{ابتدا}} i_{C'} = \frac{4.7-3.8}{\Delta l' = \sqrt{(\Delta x)^2+(\Delta Z)^2}}$$

$$i_C = \frac{4.7-3.8}{\Delta l = \sqrt{\underset{\substack{\downarrow \\ (2\Delta x')^2}}{(\Delta x)^2}+(\Delta Z)^2}}$$



$$k_{x\,eq} = \frac{H_1 k_{x_1} + \ldots + H_n k_{x_n}}{H_1 + \ldots + H_n}$$

$$k_x = -7z^2 + 4z - 11$$

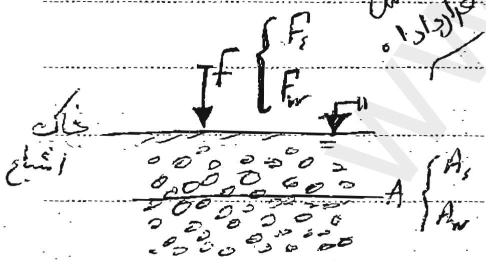
$$k_{x\,eq} = \frac{\int_0^{8.2} k_x\,dz}{8.2} = \frac{\int_0^{8.2} (-7z^2 + 4z - 11)\,dz}{8.2}$$

اولویت مرغوبیت مصالح

هسته سد غیر همگن	بدنه سد همگن
GC	GC مهم
SC	GM
CL	SC
GM	SM
SM	CL

تنش مؤثر

تعریف ← قراردادی است



نیروی بین دانه‌ها — معرف

$$\sigma' = \frac{F_s}{A_{\text{کل}}} \quad , \quad \sigma = \frac{F_s}{A_s} = \sigma_s$$

سطح کل

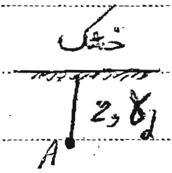
* تنش بین دانه‌ها

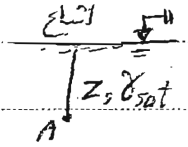
$$\sigma' = \frac{F - F_w}{A} = \frac{F}{A} - \frac{F_w}{\cancelto{0}{A_s} + A_w}$$

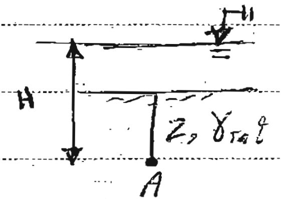
$$= \sigma - u \Rightarrow \boxed{\sigma' = \sigma - u}$$

* در اصل تنش موثر به جای تعادل نیروها از تعادل تنش ها استفاده شده است. ← اصل ترزاقی

* تنش موثر {
- ظروف مرتبط (آب روی آب)
- اغماض : u_a ← u_a هوای محبوس







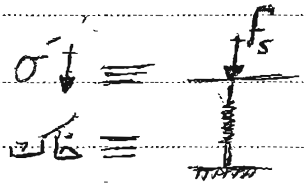
$$\sigma = \Sigma H_i \gamma_i = Z\gamma_d$$
$$u = 0$$
$$\sigma' = \sigma = Z\gamma_d$$

$$\sigma = Z\gamma_{sat}$$
$$u = Z\gamma_w$$
$$\sigma' = \sigma - u = Z\gamma_{sat} - Z\gamma_w = Z(\gamma_{sat} - \gamma_w) = Z\gamma'$$
$$\Longrightarrow \sigma' = Z\gamma'$$

$$\sigma = H\gamma_w + Z\gamma_{sat}$$
$$u = (H+Z)\gamma_w$$
$$\sigma' = \sigma - u = Z\gamma'$$

* نوسان سطح آب آزاد زمین به بالا، σ' در عمق خاک را تغییر نمی دهد.

* تنش موثر نشان می دهد که خاک نشست می کند یا نه و تنش کل نمی توان گفت

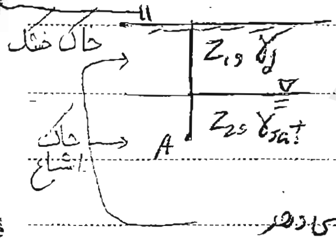


* در صورت وجود آب، σ' = صرفا خاکی است و در خصوص آب حذف شده

چون بخشی از آن مربوط به بالای سطح آب می باشد

$$* \quad \sigma' = H(\gamma_w - \gamma_w) + Z(\gamma_{sat} - \gamma_w) = Z\gamma'$$

* سوال ۱) (۱۲-۴) در حالت اول h_1 و h_2 کلا اشباع بوده و در حالت دوم h_2 حالت اشباع است و h_1 خشک! تغییرات تنش [illegible]



$$|\Delta\sigma'| = \sigma'_2 - \sigma'_1 = Z_1(\gamma_d - \gamma')$$
$$|\Delta\sigma| = Z_1(\gamma_{sat} - \gamma_d)$$

روش تستی

* تفاوت در هر نوع تنش = کلفتی عامل اختلاف × تفاضل γ ها که همان نوع تنش را می دهد

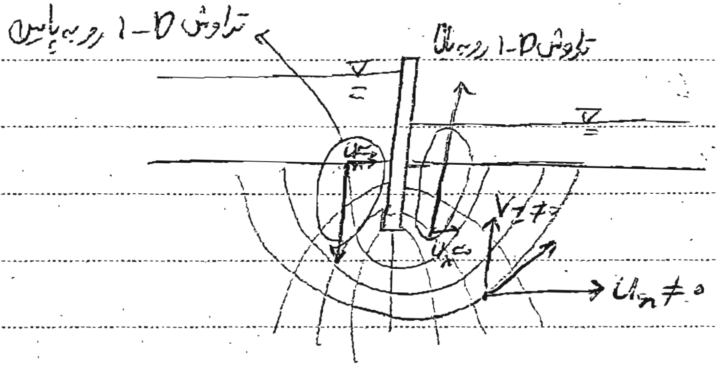
$$\sigma'_2 = \sigma_2 - u_2 = Z_1\gamma_d + Z_2\gamma_{sat} - Z_2\gamma_w$$

$$\sigma'_1 = Z\gamma' = Z_1\gamma' + Z_2\gamma'$$

$$\sigma'_2 - \sigma'_1 = Z_1\gamma_d + \cancel{Z_2\gamma_{sat} - Z_2\gamma_w} - Z_1\gamma' - \cancel{Z_2\gamma'} = Z_1(\gamma_d - \gamma')$$

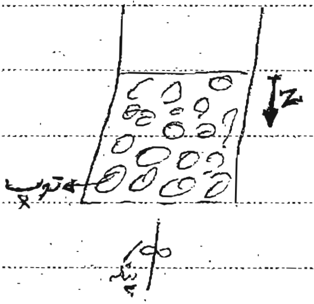
$$Z_2(\gamma_{sat} - \gamma_w) = Z_2\gamma'$$

تنش موثر در شرایط تراوش



رابطه کلی : $\bar{\sigma}_A = \sigma_A - u_A = \sum \gamma_i H_i - (h_A - Z_A)\gamma_w$ ارتفاع آب را زیاد نکرد

* اگر بتوان i_{zA} را در قسمتی که می‌خواهیم بدست آوریم از فرمول روبرو می‌توانیم در دو حالت نیز استفاده کنیم.



$$\sigma' = \underbrace{\gamma' Z}_{\text{فشار در آب ساکن}} \mp \underbrace{i_z \gamma_w Z}_{\text{فشار تراوش}}$$

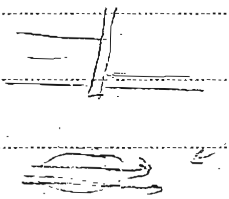
قائم

* مولفه‌های افقی نمی‌توانند در کم و زیاد کردن تنش قائم تاثیر ندارند.

$\sigma' = \gamma' Z \pm$ صفر

جریان افقی بی‌تاثیر

$$i_A = \frac{h_1 - h_2}{\Delta l} \times \sin\alpha = i_{z_A}$$



* تراوش 1-D رو به بالا: در حالت بحرانی

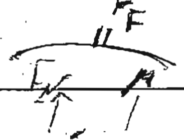
$$\sigma' = \gamma' Z - i Z \gamma_w$$

با افزایش i در جایی که دانه‌ها فقط همدیگر را لمس می‌کنند.

* در تراوش 1-D رو به بالا مقداری از i که تنش موثر را صفر می‌کند گرادیان هیدرولیکی بحرانی نام دارد.

Subject: ……

Year …… Month …… Date …… (مقاومت برشی)



* روانگرایی پدیده دینامیکی است ولی جوشش ماسه پدیده استاتیکی است .

$$i=i_{cr} \Longrightarrow \sigma'=0 \longrightarrow \tau=\underbrace{c}_{\text{چسبندگی}}+\underbrace{\sigma'\tan\varphi}_{\text{اصطکاک}}$$

$$\tau=\tau\begin{cases}\text{رس}: \ c\neq 0 \Longrightarrow \tau\neq 0\\ \text{ماسه}: \ c=0 \Longrightarrow \tau=0\end{cases} \Longrightarrow$$

ماسه تخریب می‌شود ⟸ ماسه ≡ آب

ماسه سریع – ماسه زنده / روان شدن / آبگونه / رگاب / جوشش ماسه

گسیختگی :

نیروی لازم برای گسیختگی بتن

$$SF=\frac{f_c=400}{u_{comp}=200}=2$$ فاصله از شرایط گسیختگی

گسیختگی با جابجایی در زیر فرق می‌کند

$$SF=\frac{i_{cr}}{i_{\text{موجود}}}=1.5$$

SF در اینجا برای جابجایی و تغییر شکل لایه نه برای گسیختگی است .

صورت کسر i_{cr} :

$$\sigma'=\gamma'Z-i_{cr}Z\gamma_w=0 \Longrightarrow \underbrace{\boxed{i_{cr}=\frac{\gamma'}{\gamma_w}}}_{\text{حفظ شود}}=\frac{\gamma_{sat}-\gamma_w}{\gamma_w}\simeq\frac{20-10}{10}=1$$ حفظ

$$\frac{G_s+e}{1+e}\gamma_w-\gamma_w=\boxed{\frac{G_s-1}{1+e}=i_{cr}}$$ حفظ شود

$$\frac{2.6-1}{1+0.5}\simeq 1$$

مخرج کسر :

i موجود :

$$SF=\frac{\gamma'}{i_{\text{موجود}}\,\gamma_w}$$

* ضریب اطمینان در مقابل جوشش در تقطر

Subject:..............................

Year.............. Month.............. Date.............( )

الف- آب ساکن

$(\sigma' = \gamma' Z) \times A \Rightarrow \sigma' \times A = F'$ نیروی مؤثر بر خاک وقتی آب ساکن است

$\sigma' \times A = F' = \gamma' Z A = \gamma' V = W'$ وزن غوطه‌ور در خاک

ب) تراوش

$(\sigma' = \gamma' Z \mp i Z \gamma_w) \times A$

$\Rightarrow \sigma' \times A = F' =$ نیروی مؤثر بر خاک وقتی آب تراوش می‌کند $= \overset{\overset{F'}{\frown}}{\underset{W'}{\frown}} \overset{\gamma' V}{\frown} \ \gamma' Z A \pm \underbrace{i \gamma_w Z A}$

* اثرات تراوش

$=$ نیروی مؤثر وقتی آب ساکن $\pm F_s$

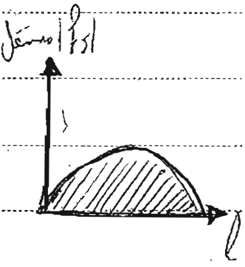
نیروی حاصل از تراوش

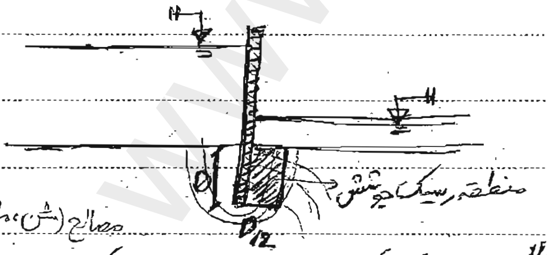
دقت به علامت

$|F_s| = i Z A \gamma_w = \boxed{i \gamma_w V}$ * حفظ شود

$|f_s| = \dfrac{|F_s|}{V} = i \gamma_w$ حفظ شود

* نیروی تراوش در واحد حجم :





* SF ناحیه:

مصالح (شن، ماسه و...)

$SF = \dfrac{D \times D/2 \times 1 \times \gamma'}{i \gamma_w \times D \times D/2 \times 1} = \dfrac{\gamma'}{i \gamma_w}$ ظاهر $SF = \dfrac{\gamma'}{i_A \gamma_w}$

$i = \dfrac{\Delta h}{\Delta L}$ در شن

متوسط ناحیه

نقطه‌ای

نقطه A

* اگر SF جواب نداد :

اگر SF جواب نداد

راه حل برای مخرج

$\uparrow SF = \dfrac{W'}{\downarrow i \gamma_w V = F_s}$

* ① می‌توان سپر را بیشتر از D در خاک فرو برد.

$\dfrac{\Delta h}{\Delta l}$

افزایش طول مسیر در عمق

تا L زیاد شود و i کمتر شود.

Sunwood

Subject: * چرا اسمش جوشش: چون آب در شن جمع می‌شود. چون خاک باز و کلا گشاد است.

Year 87 Month 6 Date 5 ( )

$|F_s|$ یک عدد:

$|F_s| = i\gamma_w$

$$\boxed{|F_s| = \frac{\Delta h}{\Delta l}\gamma_w}$$

→ * آب به مرور خسته می‌شود

$h\downarrow \leftarrow \Delta h$

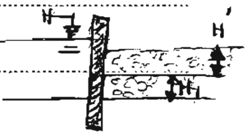
اما خستگی نسبی $= i =$ ثابت ←

برای همه‌جا حجمی ثابت

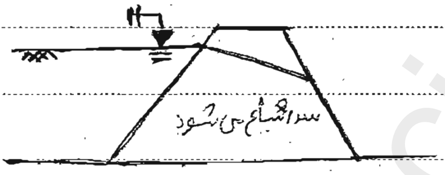
* ادامه‌ی مبحث پایین صفحه قبل: ② افزایش عمق تا زهکش شود و نجوشد:

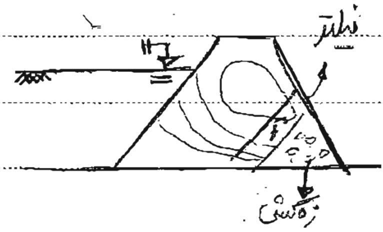
راه حل صورت →

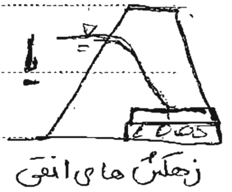
$$SF = \frac{W' + D/2 \times H_1 \times 1 \times \overset{\text{زهکش}}{\gamma'_D} + D/2\, H'_1 \times 1 \times \gamma'_t{}^{\text{کل}}}{F_s = D \times D/2 \times 1 \times \underset{\text{احیانا}}{i_{av}}\, \gamma_w}$$



* Mekanik khak 16



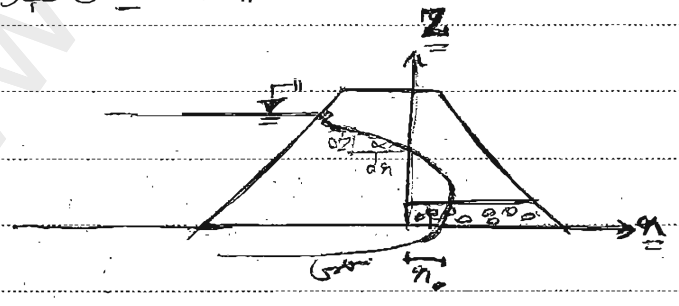




$\downarrow \sigma' = \sigma - u \uparrow$

خطرناک

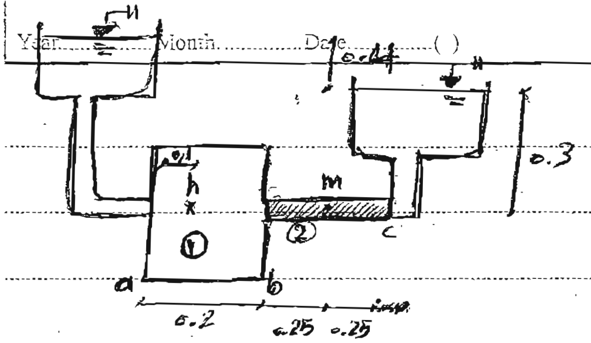
* تصمیماتی اتخاذ می‌شود که کل بدنه سر اشباع نشود.



$$x = x_0 - \frac{Z^2}{4x_0} \rightarrow Z = f(x)$$

$$* \quad \frac{dZ}{dx} = i \quad *$$

* فشار آب حفره در نقطه m :



$k_1 = 10^{-5}$ $k_2 = 3.5\times10^{-5}$

$A_1 = 0.5\,cm^2$ $A_2 = 0.2$

$l_1 = 0.2\,m$ $l_2 = 0.5$

(*) روش بسیار خوب

مثل حل خاک 2 لایه در تراوش یک بعدی (هم معادل ...) با این تفاوت که سطح مقطع هم تغییر کرده است

همه‌ی k ها را به یک نوع k تبدیل می‌کنیم نه چه kA، به طوری که با تبدیل k، افت هد تغییر نکند تا خطی بماند

یا خاک ② را مبنا قرار می‌دهیم تا موقعیت m تغییر نکند.

حتما

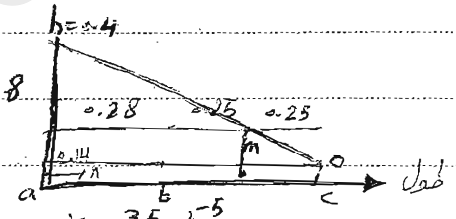
$$\boxed{\overset{\text{افت هد}}{\Delta h} \propto \frac{l}{kA}}$$

خاک ① $10^{-5} \xrightarrow{3.5\ \text{برابر}} 3.5\times10^{-5}$

$l_1' = 3.5\times0.2 = 0.7$

$A_1 = 0.5 \longrightarrow 0.2$

$l_1'' = (3.5\times0.2)\times0.4 = 0.28$



$K = 3.5\times10^{-5}$

$A = 0.2$

$$h_m = h_a - \Delta h_{am} = 0.4 - \frac{0.53}{0.78}\times0.4 = 0.13$$

$$U_m = (h_m - Z_m)\,\gamma_w = [0.13-(-0.3)]\times10$$

*) اگر نقطه‌ای مثل n در خاک ① به فاصله‌ی 0.05 باشد و $\frac{h_n}{h_m}$ را هم بخواهند

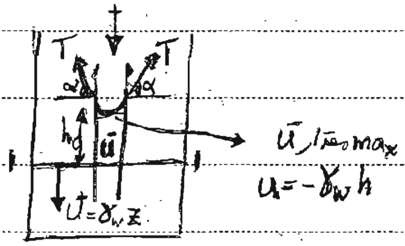
$0.2 \longrightarrow 0.28$

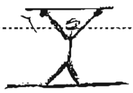
$\frac{0.28}{0.2}\times0.1 = 0.14$

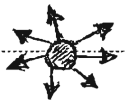
ضریب برای تبدیل

Sunwood

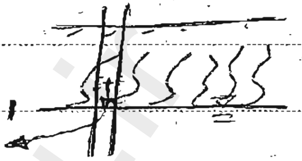
* موئینگی

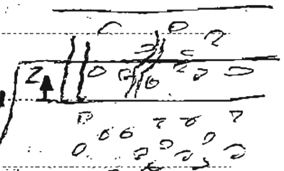

T
T
α
α
h
ū
$u=\gamma_w z$
ū مقدار max
$u=-\gamma_w h$





* موئینگی نوعی مکش است .

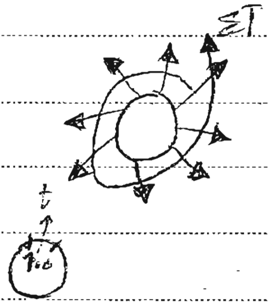




$u=0$ } چون سطح پیزومتر با سطح $=u$ را باید نشان دهد

$u_c=-\gamma_w Z \times S_r$

هرچه لوله نازکتر باشد آب بیشتر بالا می رود



$\sum T_x \cos\alpha = 0$

$\sum T_y \sin\alpha = \frac{\pi d^2}{4} h_c \times \gamma_w$

$t \times \pi d \sin\alpha = \frac{\pi d^2}{4} h_c \gamma_w$

$h_c = \frac{4 t \sin\alpha}{d \gamma_w}$ و $h_{c\,(mm)} = \frac{30}{e D_{10}^{mm}}$ تجربی

* فرمول علمی

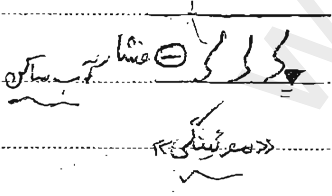
رابطه تجربی در خاک ها

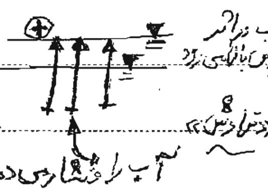
* در همه ارتفاع کم هوا اشباع می شود

$D\uparrow$ ⟶ منافذ قطورتر $h_c\downarrow$ و $S_r\uparrow$

* توی شن که کمتر بالا می رود ولی چون منافذ بهم وصل ترند بهتر اشباع می شوند *

رس	15m
سیلت	7-8 m
ماسه	4-5 m
شن	0.5m


آب را می کشند
فشار ⊖
آب ساکن
«موئینگی»


⊕
آب در اثر تراوش بالا می رود
آب را فشار می دهد
«تراوش»

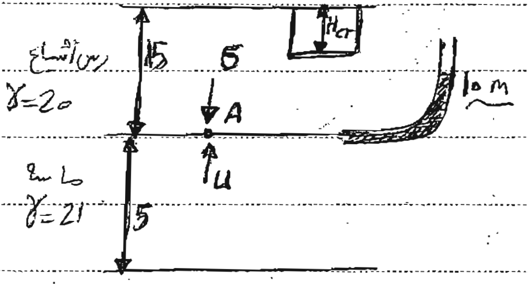
*) در تنش مؤثر گفتیم که $u_a=0$. حالا اگر بخواهیم u_a را صفر نگیریم :

اگر $S_r=0$ ⟵ $X=0$

خاک:
- $S_r=0$ $\sigma'=\sigma-u_a$
- * $0<S_r<100$, $0<X<1$ $\sigma'=\sigma-u_a+X(u_a-u_w)$ ⟶ * بیشاپ می گوید .
- $S_r=100$ $\sigma'=\sigma-u_w$

اگر $S_r=100$ ⟵ $X=1$

مثال)



$SF=\frac{\sigma}{u}=\frac{20\times15}{10\times10}=3$

رس: $\sigma>u \longrightarrow$ رس بلند می‌شود (با $SF=3$)

ماسه: $\sigma>u$; $\sigma'>0 \longrightarrow \tau>0$

i_{cr} ماسه
نامعلوم بودن ماسه

ماسه نمی‌جوشد. نمی‌دانیم با چه F که می‌جوشد

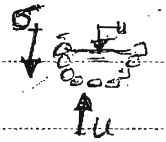
گودبرداری با چه H باشد تا H_{cr} شود؟

$\frac{\sigma}{u}=1 \Rightarrow \frac{(15-H_{cr})\times20}{10\times10}=1 \Rightarrow H_{cr}=10\ m$

$H_{cr}=10$
رس: بلند می‌شود $\sigma=u$
ماسه: می‌جوشد $\sigma=u \to \sigma-u=0 \to \sigma'=0 \to \tau=0$ ✓

* بلندشدگی رس می‌تواند همراه با جوشش ماسه باشد. ← چون تنها حالت است که دو تا S.F باهم برابر است.

$\frac{\sigma}{u}$



بلندشدگی رس * رس را با آب موجود در دانه‌ها بلند می‌کند.

* مطلقاً از جنس گسیختگی نیست.

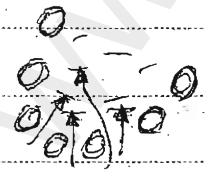
$\frac{\sigma}{u}=\frac{\gamma_{sat}\times H}{u}$

* چه جای اتفاق می‌افتد

* تنها وجه اشتراک دو تا S.F تنها در عدد یک است و در بزرگتر و کمتر از یک‌ها نمی‌توان با هم مساوی گرفت.

جوشش ماسه

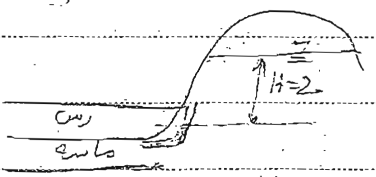
$\frac{i_{cr}}{i}$



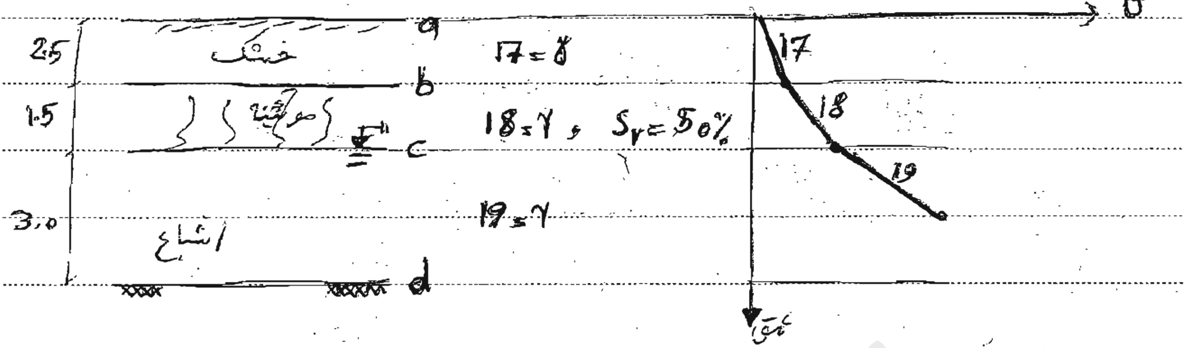
* از جنس گسیختگی است

* در این حالت آب چقدر بالا برود تا رس حالت بلند شدن یا جوشش اتفاق بیافتد؟

$\frac{\sigma}{u}=1 \longrightarrow \frac{15\times20}{(10+H)\times10}=1 \longrightarrow H=20^{m}$



$$\frac{\delta\sigma}{\delta z} = \gamma^{\text{کل}}$$

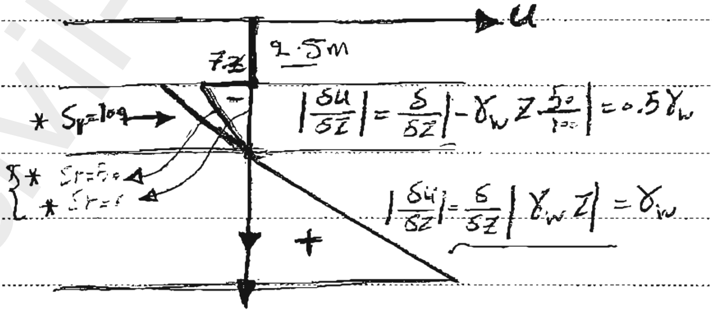


a
$$\begin{cases}\sigma=0\\ u=0\\ \sigma'=0\end{cases}$$

b
$$\begin{cases}\sigma=2.5\times17=42.5\\ u=\begin{cases}0 \rightarrow \text{تراز بالا}\\ -1.5\times9.8\times\frac{50}{100}=-7.36 \rightarrow \text{تراز پایین}\end{cases}\\ \sigma'=\begin{cases}2.5\times17-0\\ 2.5\times17-(-7.36)\end{cases}\end{cases}$$

c
$$\begin{cases}\sigma=\sigma_b+1.5\times18=42.5+1.5\times18\\ u=0\\ \sigma'=42.5+1.5\times18\end{cases}$$

d
$$\begin{cases}\sigma_d=\sigma_c+3\times19\\ u_d=3\times9.81\\ \sigma'_d=\sigma_d-u_d=\end{cases}$$



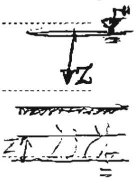
$$\left|\frac{\delta u}{\delta z}\right| = \frac{\delta}{\delta z}\left|-\gamma_w Z \frac{50}{100}\right| = 0.5\gamma_w$$

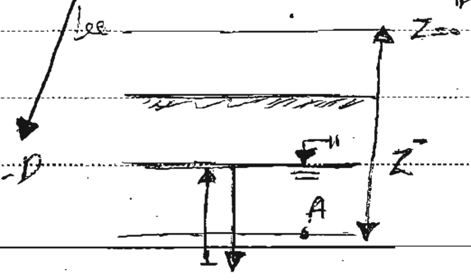
$$\left|\frac{\delta u}{\delta z}\right| = \frac{\delta}{\delta z}\left|\gamma_w Z\right| = \gamma_w$$

σ' در خاکهای اشباع:

σ' در خاکهای اشباع

- آب ساکن
  - هیدرواستاتیک معمولی : $\sigma'=\sigma-u=\sum\gamma_i H_i-\gamma_w Z$ — Z^+: فاصله تراز مورد مطالعه تا سطح آب آزاد ساکن
  - موئینه : $\sigma'=\sigma-u=\sum\gamma_i H_i-[-\gamma_w\cdot Z\cdot S_r]$ — Z^+ : " " " "
  - موئینگی ← $\sigma'\uparrow$ ← نشست خاک
- آب تراوش
  - 1-D 2-D 3-D کلی → $\sigma'=\sigma-u=\sum\gamma_i H_i-[h-Z]\gamma_w$
  - ⊛ $Z^{\mp}$: رقوم مختصاتی تراز مورد مطالعه تا تراز مبنا
  - 1-D

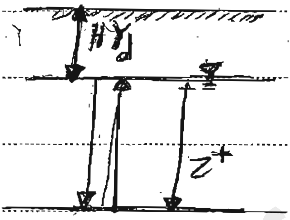


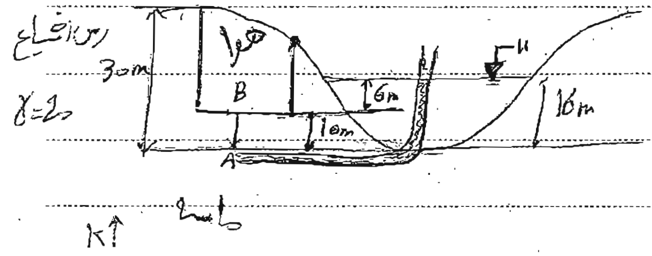


* یادمان نرود

$$L.D: \sigma' = \gamma' z^{+} \mp i z \gamma_w + \overset{H\gamma_d}{q}$$

* z^{+}: فاصله تراز مورد مطالعه تا سطح خاک خیس شده





* سوال) در کف گودبرداری، ضریب اطمینان در برابر جوشش؟

* مربوط به ماسه می‌شود

$$SF = \frac{i_{cr}}{i} = \frac{\gamma'}{i\gamma_w} \quad i_{cr} = \frac{\gamma'}{\gamma_w} = \frac{20-10}{10} = 1 \quad ——— = 1.67$$

$$i_{AB} = \frac{\Delta h}{\Delta l} = \frac{6}{10} = 0.6$$

* این رابطه غلط

* اصلاً ندارد

چالدر ماسه نیست؟

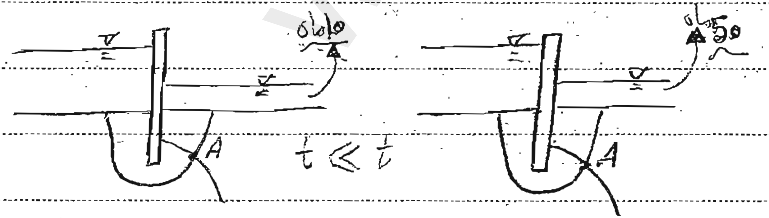
صحیح: $SF = \frac{\sigma}{u} = \frac{10 \times 20}{16 \times 10} = 1.25$

برای رس که بلند شود

* ماسه نمی‌جوشد؟

$\sigma - u = \sigma' > 0 \longrightarrow z^{+} \neq 0$

* نکته) جریان‌های متفاوت مشکل k های متفاوت را حل می‌کند (در زمان‌های مختلف عکس گرفتیم)



فشار تراوش ماسه A

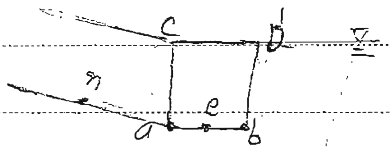
فشار تراوش رس A

* فشار تراوش در هر دو باید برابر باشد!
فشار تراوش $= i Z \gamma_w$

$k_s = 10000 \times k_{رس}$

(اسفند 86

$4(\gamma_2-\gamma')=\Delta\sigma'_1$ (94 گزینه 1



(1d

3 نقطه سلیقه ای و با یه حدود بیابید

مثال 8.4 ص $SF=\frac{\gamma'}{i_{avr}\gamma_w}$

$\Delta H=6 \quad N_d=18$

$\Delta h=\frac{6}{18}$

$u_{ax}=(h_{ax}-Z_{ax})\gamma_w=\Big[\underbrace{\overset{6}{h_{max}}-\overset{\frac{7}{18}\times 6}{\Delta h_{ax}}}_{h_A}-(-6)\Big]\times 10\Rightarrow 96.7$

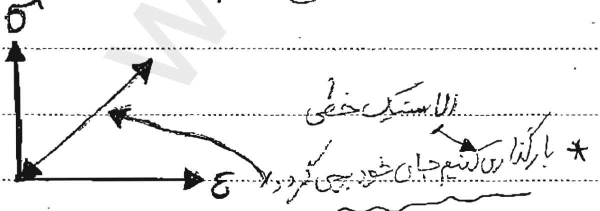
7 پله افت از A تا n

$$\frac{i_b=\frac{4\times\frac{6}{18}}{8}+i_e=\frac{5\times\frac{6}{18}}{8}+i_d=\frac{5.5\times\frac{6}{18}}{8}}{3}=i_{avr}$$

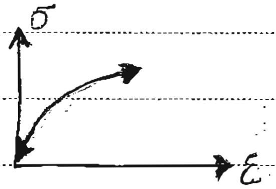
mekanik khak 17 * جزوه ای از mekanik khak16 مربوط به مبحث حل تست های کنکوری باشد.

* توزیع تنش در خاک

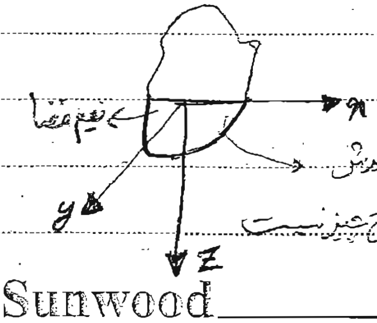
فرضیات بوسینسک: همگن - ایزوتروپ - الاستیک خطی - بی وزن - نیم فضا



* بارگذاری کنیم جای خودش برمی گردد



الاستیک غیرخطی



صفحه یا مرز افقی بی کران دارد

مثل بیابانی که سطح زمینش مصالح و بالایش هیچ چیز نیست

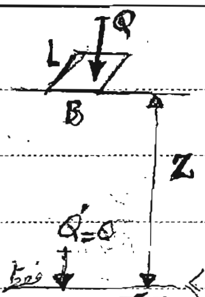
$-\infty<x<+\infty$

$-\infty<y<+\infty$

$0<z<+\infty$

* پس از بارگذاری

$\sigma = \frac{Q}{B \times L}$



قبل از بارگذاری ⟼ در عمق خاک A

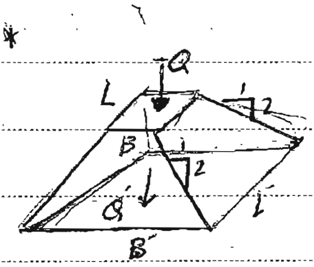
$$A \left| \begin{array}{l} \sigma_{x_0} + \Delta\sigma_x \\ \sigma_{y_0} + \Delta\sigma_y \\ \sigma_{z_0} + \Delta\sigma_z \end{array} \right.$$

فقط شدت تنش کم می‌شود

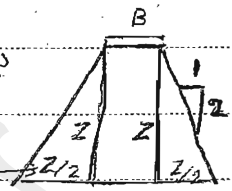
$\Delta\sigma = I \times \sigma$ ← ضریب تاثیر تنش

$\boxed{I \le 1}$

* بارگذاری کم نمی‌شود پخش می‌شود.
از شدت آن کاسته



دلیل پخش →



به دلیل 2 به 1

$B' = B + 2\frac{Z}{2} = B + Z$

$L' = L + Z$

فرض توزیع تنش 2 به 1
- فرض 2 به 1: ماسه‌ها
- فرض 1 به 1: رس‌ها

→ معمولاً 2 به 1 را می‌گیریم

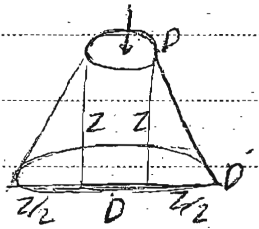
$Q = Q'$

$\sigma \times B \times L = \Delta\sigma \times B' \times L'$

$= \Delta\sigma\,(B+Z)(L+Z)$

$$\Delta\sigma = \boxed{\frac{B \times L}{(B+Z)(L+Z)}} \times \sigma \quad \boxed{I}$$

برای بارگذاری مربع - مستطیل

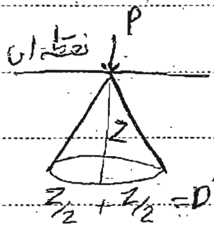


$$\sigma \times \frac{\pi D^2}{4} = Q = Q' = \Delta\sigma \times \frac{\pi (D+Z)^2}{4}$$

$$\Longrightarrow \Delta\sigma = \overset{I}{\boxed{\frac{D^2}{(D+Z)^2}}} \times \sigma$$

→ برای بارگذاری دایره‌ای I

$D' = D + Z$



$D = 0$

$\frac{Z}{2} + \frac{Z}{2} = D' = Z$

$$I = \frac{D^2}{(D+Z)^2} = 0 \Longleftarrow \text{چون } D = 0$$

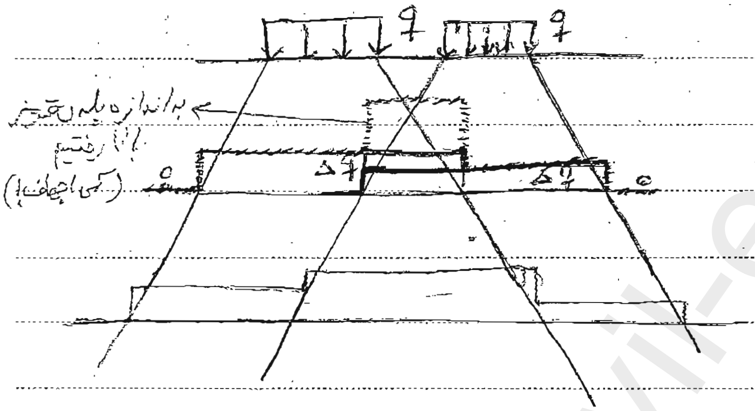
$$\Delta\sigma = I \times \sigma = 0 \times \frac{P}{A=0} = 0 \times \infty \quad \text{مبهم} \ne 0$$

$$* \ \Delta\sigma = \frac{P}{A} = \frac{P \times 4}{\pi D'^2} \Longrightarrow \Delta\sigma = \frac{4P}{\pi Z^2}$$

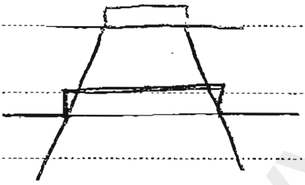
بار نواری $L \to \infty$

$$I = \frac{B\times L}{(B+Z)(L+Z)} = \lim_{L\to\infty} \frac{B\times L}{(B+Z)L+(B+Z)Z} = \boxed{\frac{B}{B+Z}}$$

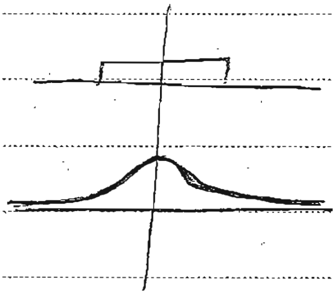
* بارگذاری در حالت تداخل تنش :



فرض 1 و 2

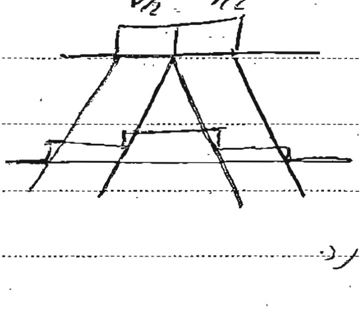


فرض بوسینسک



* برای حل این مشکل عرض ضخامت با فرض بوسینسک

* روش 1 یا 2 نقطه ضعف ندارد و می توان با عملکرد ذیل به فرض بوسینسک نزدیک شد !!



در n x dB با وجود پله های کوچکتر
فرض بوسینسک نزدیکتر می شود
پس فرض 2 یا 1 نقطه ضعف ندارد

در امتحان روش فرض 1 یا 2 یا روش بوسینسک را مشخص می کنه

* شرایط $\overset{\text{ضریب تأثیر}}{I}=1$:

$\underset{\leq 1}{I} \times \sigma = \Delta\sigma$

$I = \frac{B\times L}{(B+Z)(L+Z)} \leq 1$ پایین نرفته

→ Z = کوچک ⟹ I ≈ 1

→ B>>Z , L>>Z مثلاً B=45 , L=90 , Z=2 → $I = \frac{45\times 90}{47\times 92} \simeq 1$

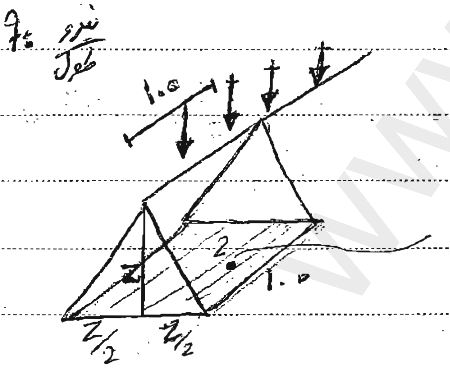
* با افزایش ابعاد پی و وسعت بارگذاری تنش های حاصله در عمق بیشتری از خاک نفوذ کرده میزان استهلاک تنش در خاک پایین آمده و بارگذاری اعماق بیشتری از خاک را تحت تاثیر تنش های خود قرار خواهد داد I → 1 آنگاه استهلاک تنش کم می شود

اصطلاح پی گسترده، بارگذاری وسیع، خاک زیر پی پر وسعت و ... I → 1

↑ سرنخ های امتحان برای مشخص نمودن I=1

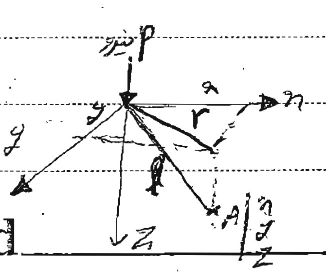
* بار خطی (مربوط به صفحه اول برگ قبل) :

q: $\frac{\text{نیرو}}{\text{طول}}$



$$\Delta\sigma = \frac{\overset{\text{نیرو}}{q\times 1}}{1\times Z} = \frac{q}{Z} = \underbrace{\left(\frac{1}{Z}\right)}_{\text{معرف نرخ استهلاک}} \times q$$

* نظریه بوسینسک :



$r = \sqrt{x^2+y^2}$

$l = \sqrt{x^2+y^2+z^2}$

قبل از P $\quad \sigma_{x_0} \quad \sigma_{y_0} \quad \sigma_{z_0}$

بعد از P $\quad \sigma_{x_0}+\Delta\sigma_x \quad - \quad \sigma_{z_0}+\boxed{\Delta\sigma_z}$

$\sigma-\Delta\sigma=\underline{(1-I)\,\sigma}$

تنش مستهلک شده

$\Delta\sigma=I\times\sigma$

سهم تنش رسیده از σ به عمق

سهم تنش σ روی سطح که به عمق می رسد

$\Delta\sigma = \underset{\text{تابعی}}{f}\big($ σ سطح زمین ① و بار ، موقعیت نقطه ② ، μ ضریب پواسون ③ و در اعماق یا $\big)$

ضریب پواسون شن 0.25 تا 0.3

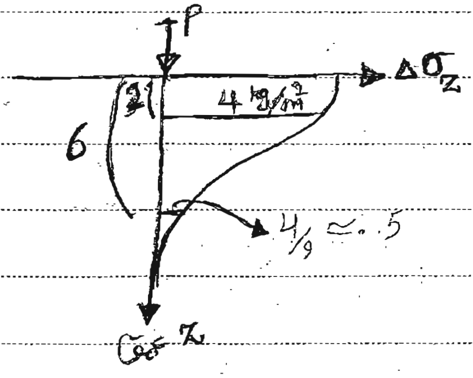
* (ریزتر ↓ ∝ μ↑) *

* $\mu_{max}=0.5$ رس اشباع *

$$\Delta\sigma=\frac{3P}{2\pi}\,\frac{Z^3}{(x^2+y^2+Z^2)^{5/2}}=\frac{3P}{2\pi}\,\frac{Z^3}{(\ell^2)^{5/2}}=\frac{3P}{2\pi}\,\frac{Z^3}{(r^2+Z^2)^{5/2}}$$

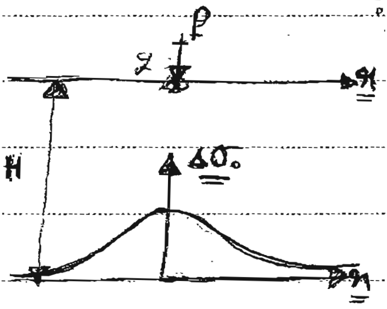
بررسی Δσ در عمق درست زیر بار نقطه ای:

$$x,y=0 \;,\; \Delta\sigma=\frac{3P}{2\pi}\,\frac{Z^3}{Z^5}=\frac{3P}{2\pi}\,\underbrace{\frac{1}{Z^2}}_{\text{نرخ استهلاک}} \;,\; \underbrace{\boxed{\Delta\sigma \propto \frac{1}{Z^2}}}_{\text{نرخ استهلاک درست زیر بار نقطه ای}} \;*$$



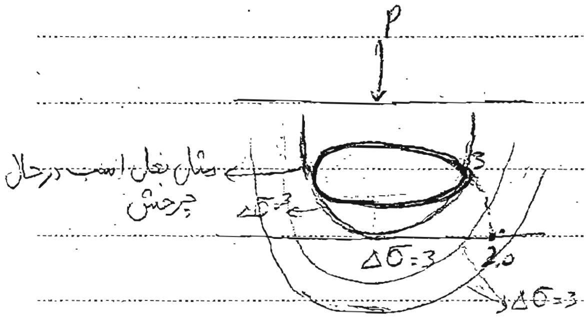
h = constant

* بررسی Δσ در عمق ثابت با دور شدن افقی از زیر بار نقطه‌ای:



$$\Delta\sigma = \frac{3P}{2\pi}\,\frac{H^3}{(x^2+0^2+H^2)^{5/2}} \overset{\text{از مرتبه}}{\equiv} \boxed{\frac{1}{x^5}}\ *$$

* نرخ استهلاک نسبت به x

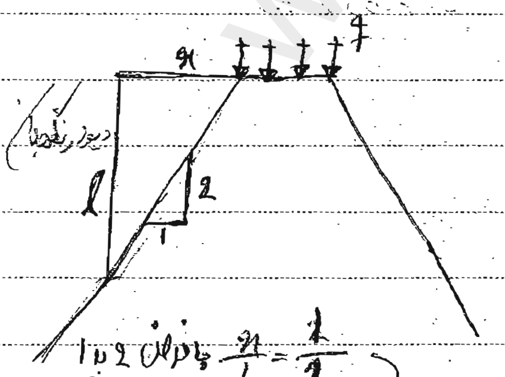


* مکان هندسی مجموعه نقاطی از فضا که همگی یک Δσ دارند را حباب (پیاز) تنش گویند.

معادله حباب: P = 300 ton

$$\Delta\sigma = \underset{3\,kg/cm^2}{3\times 10000} = \frac{300\times 1000\times 3}{2\pi}\,\frac{z^3}{(x^2+y^2+z^2)^{5/2}}$$

$$*\ \frac{(x^2+y^2+z^2)^{5/2}}{z^3} = 5 \rightarrow$$ * معادله حباب



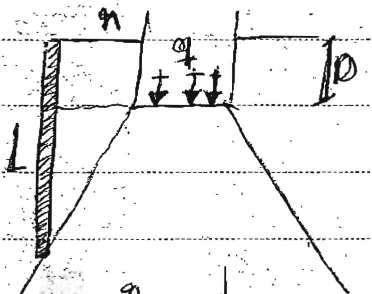
* مربوط به 2 بعد:

$$q \rightarrow \Delta\sigma_z \rightarrow \varepsilon_z \xrightarrow{\text{اثر پواسون}} \varepsilon_h \rightarrow \Delta\sigma_h \rightarrow$$ تنش دیوار

با شیب 1 به 2 $\frac{x}{L}=\frac{1}{2}$

$x > \frac{L}{2}$ * دیوار تحت تنش نمی‌گیرد

Sunwood



* D متر در زمین برود

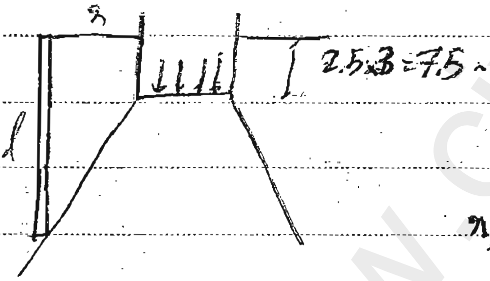
$$\frac{x}{L-D}=\frac{1}{2}$$

* $x > \frac{L-D}{2}$ → تهدید نمی‌شود *

* مثال) خاک خشک $G_s=2.6$ ، $e=0.3$

ساختمان ۱۰ طبقه کلاً 30m ، 2.5 طبقه از ۱۰ طبقه زیرزمین ، وزن مخصوص ساختمان $5\times t/m^3$ 0.5 ، پی گسترده

$x=?$ تا دیوار تهدید نشود. طول دیوار 10m



* $x > \frac{10-7.5}{2} = 1.25$ → دیوار تهدید نمی‌شود *

* اما مهم:

$$\gamma_d\ \text{خاک} = \frac{G_s}{1+e}\gamma_w = \frac{2.6}{1+0.3}\times 1\,t/m^3 = 2\,t/m^3$$

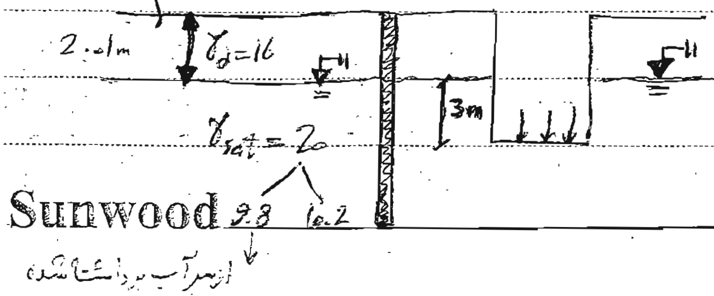
* $q = +\frac{30\times B\times l\times 0.5}{B\times l} - 7.5\times 2 = 0$ ← تنش‌ها مساوی هم گشتی شود *

* در خاکبرداری برداشته شده است.

$$\overset{0}{\cancel{q}} \to \overset{0}{\cancel{\Delta\sigma_z}} \to \overset{0}{\cancel{\varepsilon_z}} \to \overset{0}{\cancel{\varepsilon_h}} \to \overset{0}{\cancel{\Delta\sigma_h}}$$ → تهدید وجود ندارد *

* تحت هیچ شرایطی از x ، دیوار تهدید نمی‌شود.

* خاک جسل



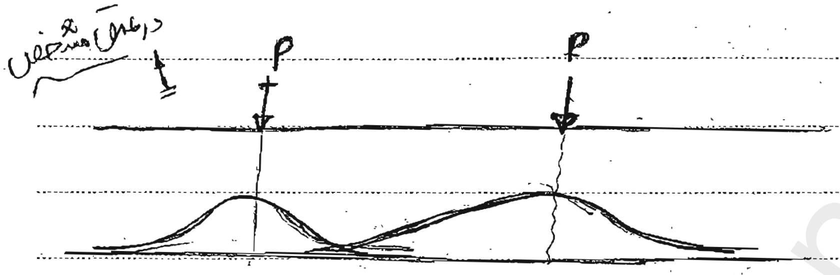
Sunwood

* محاسبه ی حذف سربار

$-[2\times16+3(20-9.8)]$

* همان 7.5×2 – مثال قبل ⟵ * چون آب روی آب فشاری نمی‌آورد

* یعنی اگر از خاک اشباع حذف سربار انجام می‌دهیم آبی که در تنش مؤثر اثر می‌کند را مد نظر قرار نمی‌دهیم.

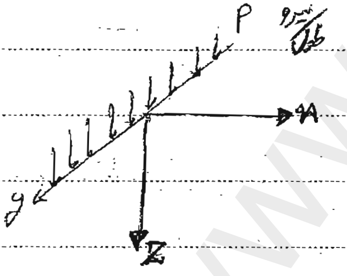

در عمق مشخص
P
P

$\Delta\sigma=\Delta\sigma+\Delta\sigma$

در بار خطی در امتداد y به طول ∞:

$\Delta\sigma$ مستقل از y   بار خطی انتگرال

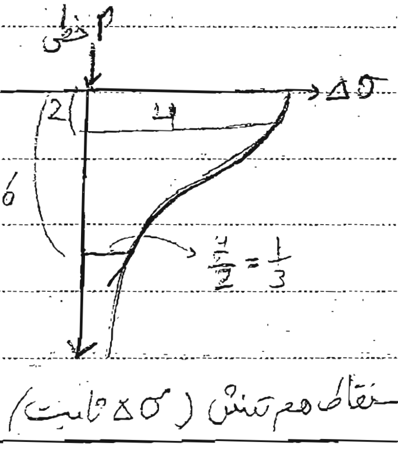
$(\frac{1}{z})$ * $(\frac{1}{x^4})$ * ⟵ از نرخ استهلاک 1 درجه کم می‌شود

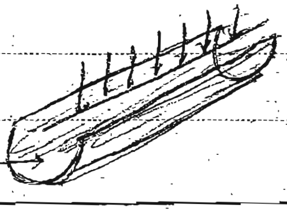

P
نیرو/طول
x
y
z

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

درست زیر بار : $\frac{1}{z}$

عمق ثابت به طور افقی دور شویم : $\frac{1}{x^4}$


P خطی
Δσ
2
6
$\frac{1}{4}$
$\frac{2}{6}=\frac{1}{3}$

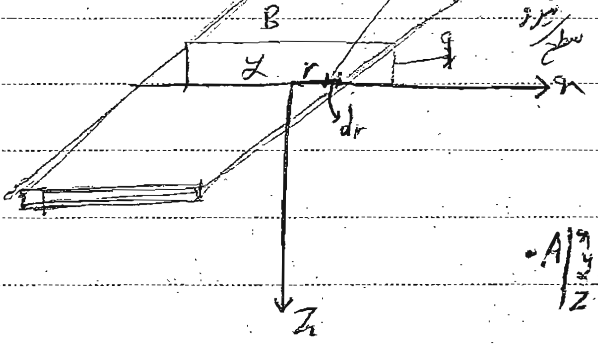


نقاط هم تنش (Δσ ثابت)

Subject:

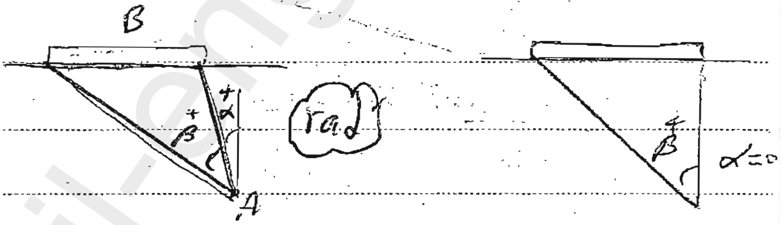
Year. Month. Date. ( )

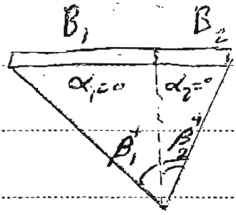
جزء بار خطی $= q\,dr \longrightarrow d(\Delta\sigma) = \displaystyle\int_{r=-\frac{B}{2}}^{\frac{B}{2}} \frac{2q\,dr\,Z^3}{\pi\left[(x-r)^2+Z^2\right]^2}$


B
q
نیرو / سطح
α
r
dr
x
Z

$\cdot A \left| \begin{matrix} x \\ y \\ z \end{matrix} \right.$ و $\Delta\sigma$

$$\Longrightarrow d(\Delta\sigma) = \frac{q}{\pi}\left[\beta + \sin\beta\,\cos(\beta+2\alpha)\right]$$

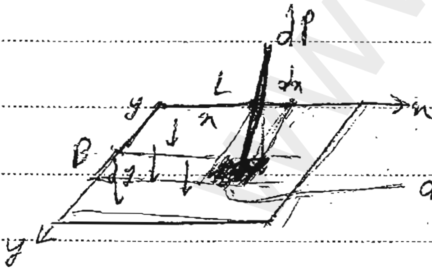

B
+α
+β
A
rad
+β
α=0


B₁
B₂
α₁=0
α₂=0
β₁+
β₂+

$\Delta\sigma = \Delta\sigma_1 + \Delta\sigma_2$

بار مربع مستطیل : B×L

بار $2q$


dP
L
dx
x
y
B
y
x

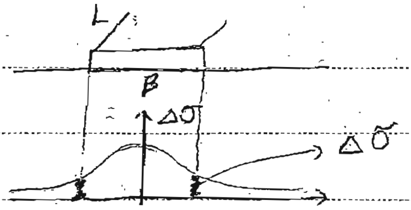
$dA = dx\,dy$ و $dP = q\,dA$

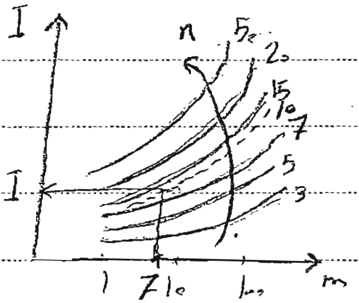
$= q\,dx\,dy$

$$d(\Delta\sigma) = \frac{3\,dP}{2\pi}\cdot\frac{Z^3}{(x^2+y^2+Z^2)^{5/2}}$$

$$\Delta\sigma = \int_{y=}^{B}\int_{x=}^{L} \frac{3q\,dx\,dy}{2\pi}\,\frac{Z^3}{(x^2+y^2+Z^2)^{5/2}} = I \times q$$

Sunwood





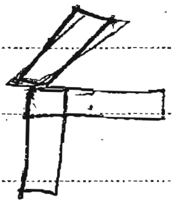
$B=14$ $\qquad m=\frac{B}{Z}=\frac{14}{2}=7$

$L=20$ $\qquad n=\frac{L}{Z}=\frac{20}{2}=10$

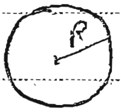
عمق $Z=2$

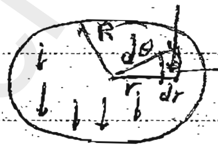
$$\begin{tikzcd} B \arrow[r, bend left] & L \arrow[l, bend left] \end{tikzcd}$$

$$\begin{tikzcd} m \arrow[r, bend left] & n \arrow[l, bend left] \end{tikzcd}$$



بار دایره:

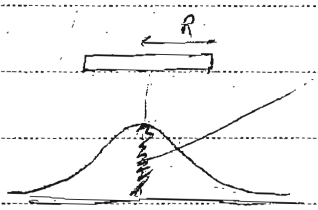


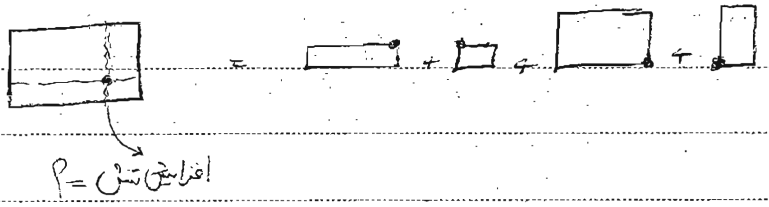


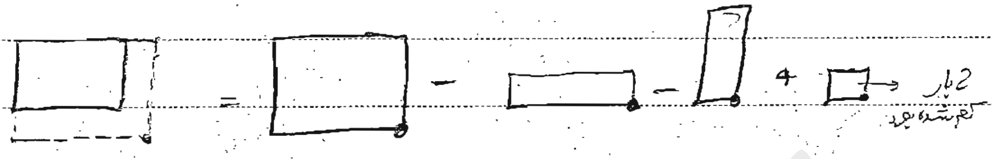
$\rightarrow dA=r\,dr\,d\theta$

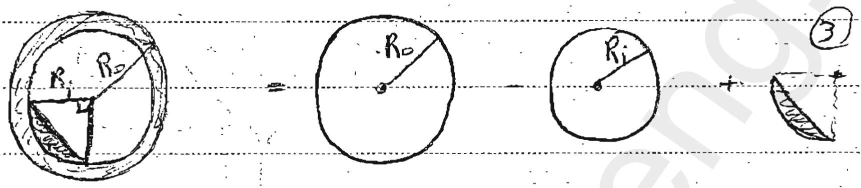
$$dP=q\,r\,dr\,d\theta$$

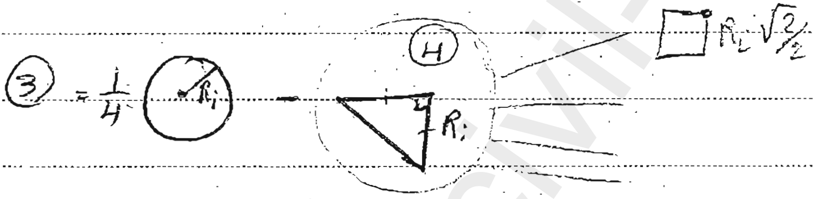
$$\Delta\sigma_{max}=\int_{\theta=0}^{2\pi}\int_{r=0}^{R}\frac{3q\,r\,dr\,d\theta}{2\pi}\;\frac{Z^3}{(r^2+Z^2)^{5/2}}$$

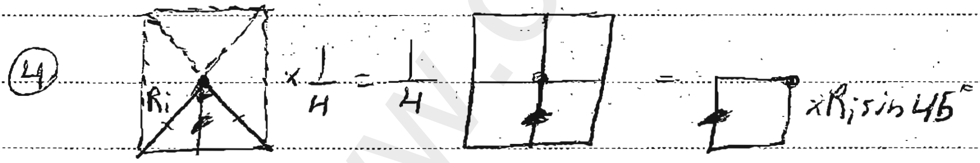



=
+
+
+
افزایش تنش = P


=
−
−
+
2 بار کم شده بود

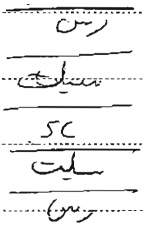


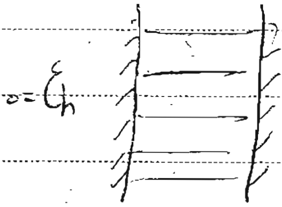

③ = $\frac{1}{4}$
R_i
−
④
R_i
$R_i\frac{\sqrt{2}}{2}$


④
R_i
$\times\frac{1}{4}$ = $\frac{1}{4}$
=
$\times R_i \sin 45^\circ$

نظریه‌ی Westergard : Δσ ← خاکهای ریزدانه   دقیق، دقت بسیار زیاد

نظریه‌ی همگنی بوسینسک نقض شد.

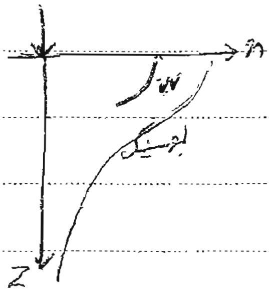

رس
سیلت
SC
سیلت
رس

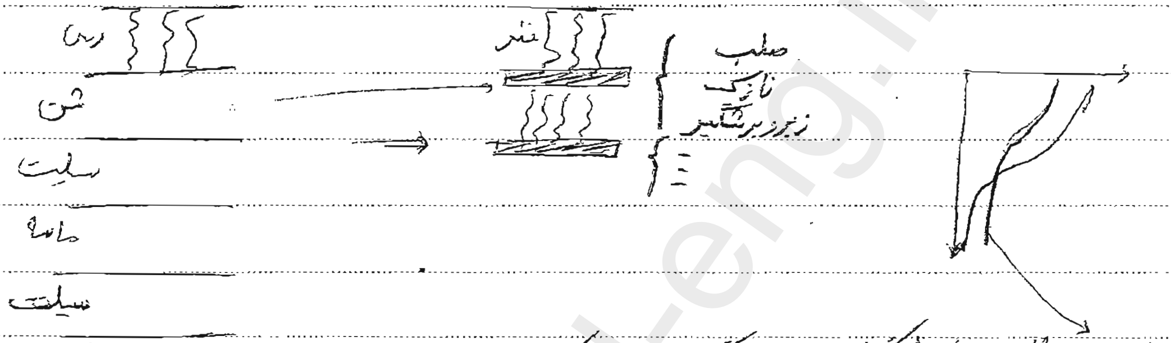

$\sigma = \varepsilon_h$

شرط فضای بوسینسک
نقض

$$\downarrow\delta \longrightarrow (\delta \times \overset{فنر}{K})\downarrow \longrightarrow \Delta\sigma\downarrow$$

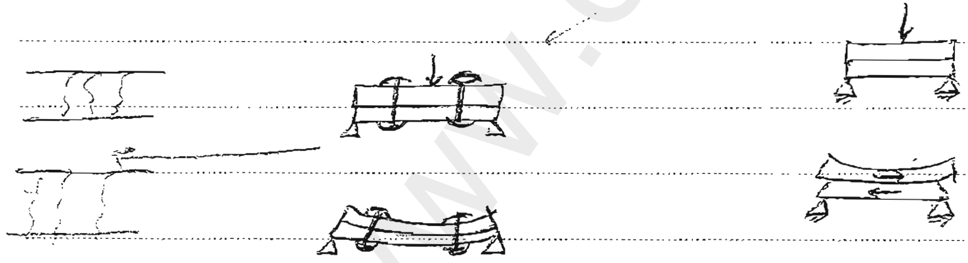
جابه‌جایی — فنر — تنش





* در نقاط دور از بارگذاری $\Delta\sigma$ بزرگتر از بوسینسک می‌دهد.

نقش درشت دانه به عنوان زبر برشگیر:

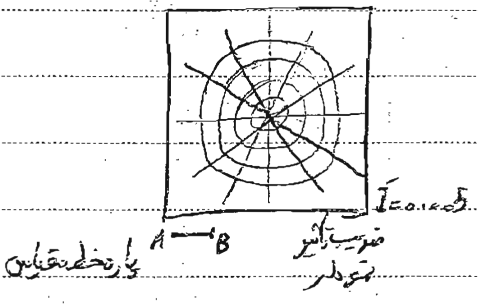


از جابه‌جایی برشی بین لایه‌های ریزدانه جلوگیری می‌شود.

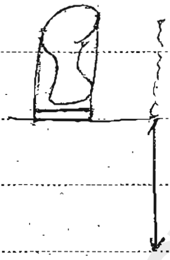
* استهلاک تنش با افزایش تراکم خاک، کم می‌شود و $\Delta\sigma$ در خاکهای متراکم بیشتر به عمق نفوذ می‌کند

نمودارهای تاثیر نیومارک:
- مبانی
- کاربرد
- نکات

کاملاً تئوری بر مبنای فرضیات بوسینسک مربوط به
$\Delta\sigma$ زیر پی دایره ای



کاربرد
ویژگی:
موقعیت نقطه، پلان دلخواه پی



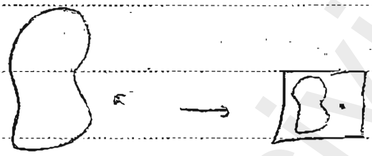
مراحل کار:

۱- تعریف مقیاس:

عمق نقطه مورد مطالعه

$2m = Z \equiv l_{AB} \quad 2cm$

$S_c = \frac{1}{100}$



2- رسم پلان پی و موقعیت نقطه مقیاس بند 1 ←

3- انطباق شکل بند 2 روی نمودار
طوریکه نقطه در مرکز ~~[illegible]~~ نمودار

4) شمارش اعشاری خانه های اشغال شده توسط پلان پی

خانه
$N = 10.6$

5)
$$\underset{\Delta\sigma}{\Delta q} = \sigma \times \underbrace{\boxed{N \times I'}}_{I'}$$

نکات امتحانی:

خانه های بارگذاری مستقل از کوچکی یا بزرگی مقادیر یکسانی از $\Delta\sigma$ در مرکز نمودار تولید می کنند یعنی
هم ارزش. خانه ی بزرگتر ← دورتر
کوچکتر ← نزدیکتر

رینگ های بارگذاری مستقل از کوچکی یا بزرگی مقادیر
هم ارزشند. خانه ی بزرگتر ← دورتر
کوچکتر ← نزدیکتر

اگر ابعاد پی به حدی بزرگ باشد که پس از اِشِل شکل، تمام نمودار را پر کند، استهلاک بسیار کم و $\sigma = \Delta\sigma$ و $I = 1$ خواهد شد.

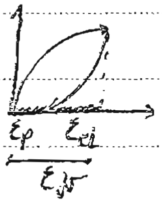
$$\Delta\sigma = \sigma \times \underbrace{\boxed{\underset{\text{کل}}{N} \times I'}}_{I=1} \Longrightarrow I' = \frac{1}{\text{تعداد کل خانه‌ها}}$$

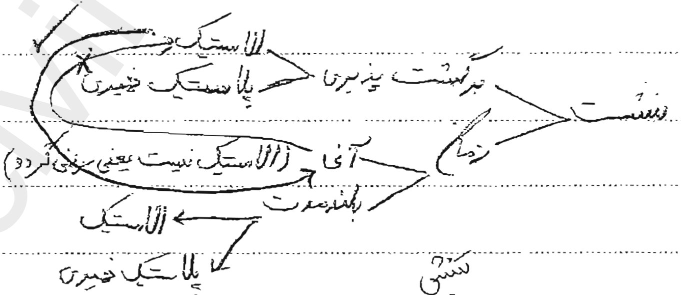
نمودارهای متعارف ۲۰۰ خانه، $I = 0.005$ دارد یعنی هر خانه $\sigma \times \frac{1}{200}$ در مرکز نمودار تولید $\Delta\sigma$ می‌کند.

نمودارهای متعارف ۱۰ رینگ با اثرگذاری دارند. یعنی هر رینگ $\frac{1}{10}\sigma$ در مرکز نمودار تولید $\Delta\sigma$ می‌کنند.

ارزش خانه‌ها یکسان بود و ارزش رینگ‌ها یکسان.

نشست خاک

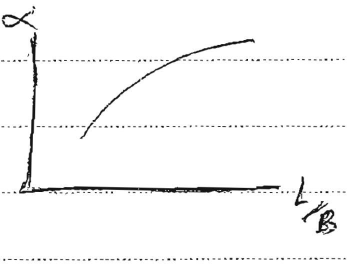



نشست
برگشت پذیری
الاستیک
پلاستیک خمیری
زمان
آنی
(الاستیک نیست یعنی برگشتی نکرده)
بلندمدت
الاستیک
پلاستیک خمیری

الاستیک، $S_e = \int_0^H \varepsilon\, dz$

$$\varepsilon \equiv \frac{\sigma}{E} = \frac{\Delta\sigma}{E} \rightarrow f(q, B, L, \text{عمق}^{\text{پی}})$$

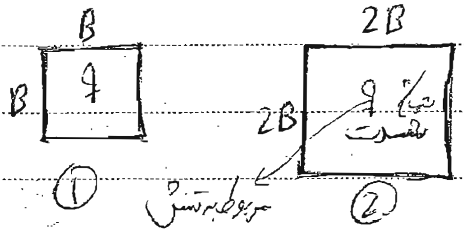
$$\boxed{S_e = \frac{B\overset{\text{تنش}}{q}}{E}(1-\mu^2)\underset{f(\frac{L}{B})}{\alpha}} \; *$$



L/B	1	1.5	2	∞
α	0.95	1.15	1.3	2.25

فرمول بالا نشست الاستیک پی را بهتر تخمین می‌زند چون بر پایه الاستیسیته است (برای

~~محیطهای~~ پیوسته مانند رس. خاکهای دانه‌ای از ذرات منفک و غیرپیوسته تشکیل شده که نشست الاستیک آنها به دلیل حرکت و انتقال مطلب تک دانه هاست که با این فرمول به خوبی بیان نمی‌شوند.

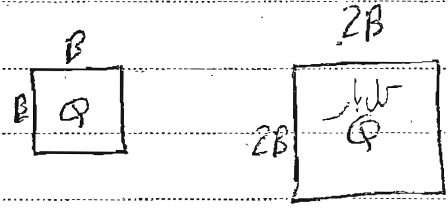


شدت بار ثابت

$$S_{e_1}=\frac{Bq}{E}(1-\mu^2)\alpha \to f(B/B)$$

$$S_{e_2}=\frac{2Bq}{E}(1-\mu^2)\alpha \to f(2B,2B)$$

$$\frac{S_{e_1}}{S_{e_2}}=\frac{1}{2} \to S_{e_2}=2S_{e_1}$$

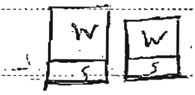


کل بار ثابت

$$\frac{S_{e_1}}{S_{e_2}}=\frac{\frac{BQ}{E.B^2}(1-\mu^2)\ f(B/B)}{\frac{2B\times Q}{4E\times B^2}(1-\mu^2)\ f(2B/2B)}=2$$

تحکیم: consolidation

برای خاک اشباع. بارگذاری شود آبش چطور میشه؟!

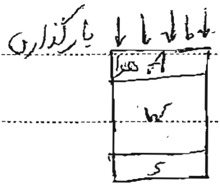


$S_r=\frac{V_w}{V_v}=100$

$\downarrow w=\frac{W_w\downarrow}{W_s}$ ، $e\downarrow=\frac{V_v\downarrow}{V_s}$

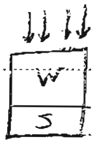
$\uparrow\gamma_d=\frac{G_s}{1+e\downarrow}\gamma_w=\frac{W_s}{V_{کل}}=\gamma_d\uparrow$

اگر خاک اشباع نباشد:

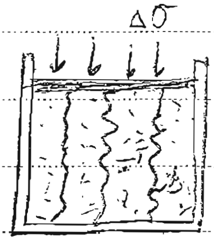


① $S_r \uparrow$ $\%A \downarrow$ } مقداری باشد که بتواند ابتدا هوا را خارج و تحکیم شروع شود

② $9 \uparrow$



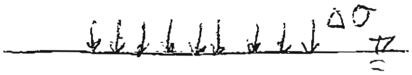
آغاز تحکیم



$\rfloor \Delta = 0$

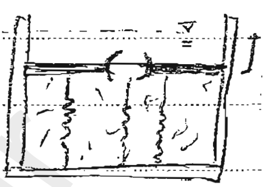
بلافاصله پس از اعمال $\Delta\sigma$ $t = 0$

$F_s = K\Delta = 0$



حین تحکیم

$t = t_i \neq 0$



$F_s = K\Delta \neq 0$

خاک

واقعیت

$\sigma_0 + \Delta\sigma$

$u_0 + \Delta u_0$

$\sigma'_0 + \Delta\sigma'_0$

$x \overset{=0}{} = V t^{\overset{=0}{}}$

$x = V t$

$t = t_i \neq 0 \Rightarrow x \neq V t \neq 0$

$\sigma = \sigma_0 + \Delta\sigma$

$u = u_0 + \Delta u_i < \Delta u_0$

$\sigma' = \sigma'_0 + \Delta\sigma'_i > 0$

$\Delta\sigma = \Delta u_i + \Delta\sigma'_i$

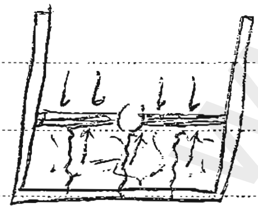
در هر خاک اشباع: $\Delta\sigma$ را ابتدا Δu ← $\boxed{\text{تحمل}}$ $\Delta\sigma'$

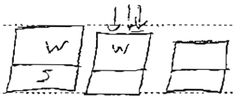
رس‌ها — دیر

شن و ماسه — زود

خاتمه تحکیم $t \equiv \infty$

تحکیم در اصل چگونگی منتقل شدن Δu است





$t \equiv \infty$

$\sigma = \sigma_0 + \Delta\sigma$

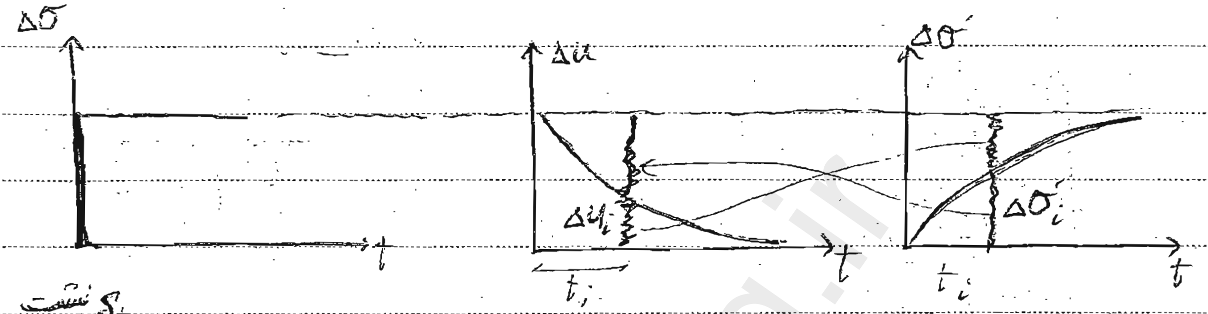
$u = u_0 + \Delta u_\infty^{=0}$

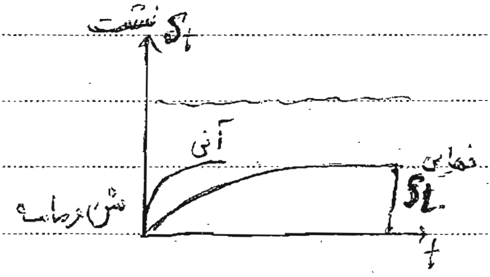
$\sigma' = \sigma'_0 + \Delta\sigma'_\infty$

$\overset{=}{\Delta\sigma}$

Sunwood

تحکیم عبارت است از زهکشی تدریجی یک خاک اشباع با نفوذپذیری کم یعنی کاهش حجم تدریجی و نشست تدریجی به دلیل زهکشی و فرار آب از میان حفرات در زیر فشار وارده که نهایتاً منجر به تغییر ضخامت و نشست خاک می‌کند

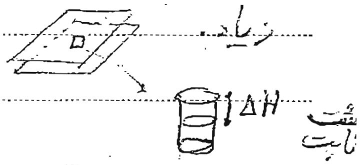




فرضیات تحکیم یک بعدی ترزاقی:

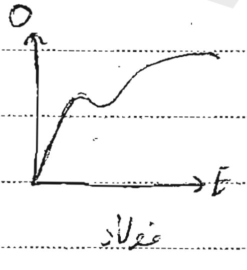
مجموعه‌ی آب و خاک همگن، صد در صد اشباع، دانه‌ها و آب غیر قابل تراکم، لذا کاهش حجم و ضخامت به دلیل خروج آب که به کمک منافذ در امتداد بارگذاری معمولاً قائم، طبق قانون دارسی صورت می‌پذیرد این کاهش ضخامت در سطح مقطع ثابت اتفاق می‌افتد. ضخامت رس کم، گستردگی رس زیاد.

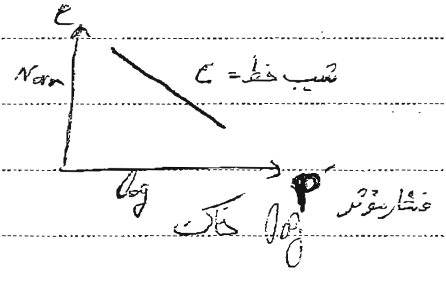
و k و m_v ثابت



$$\frac{\Delta H = S_c}{H_0} = \frac{\Delta e}{1+e_0} \Longrightarrow S_c = \frac{\Delta e}{1+e_0} H_0 \quad (1)$$

$$\delta = \varepsilon . L$$

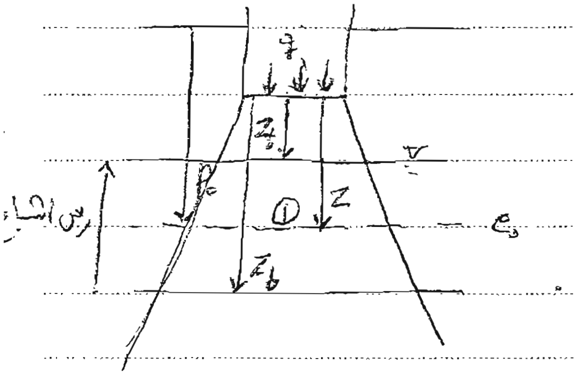




$$C_c = \frac{\Delta e}{\Delta(\log p)} = \frac{\Delta e}{\log p_2 - \log p_1}$$

$$= \frac{\Delta e}{\log \frac{P_2}{P_1}} = \frac{\Delta e}{\log \frac{P_0+\Delta P}{P_0}} \Longrightarrow \Delta e = C \times \log \frac{P_0+\Delta P}{P_0} \quad (II)$$

(I) و $(II) \Longrightarrow S_c = \frac{C H_0}{1+e_0} \log \frac{P_0+\Delta P}{P_0}$ نشست نهایی تحکیم

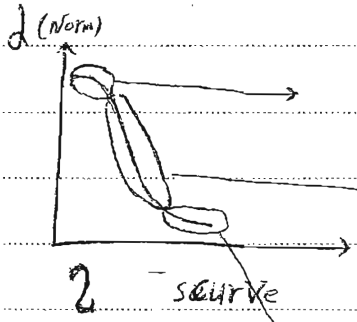


① $\Delta P_{avr} = \Delta P_m = \frac{BL \times q}{(B+Z_m)(L+Z_m)}$

رسیده به مرکز

② $\Delta P_{avr} = \frac{1 \times \Delta \overset{\text{بالایی}}{P_t} + 4 \times \Delta P_m + 1 \times \Delta \overset{||}{P_b}}{6}$

رسیده به کل



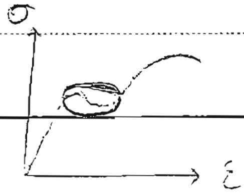
(نشست آنی (الاستیک و $S_r = 100$

اگر قدری هوا: نشست به دلیل خروج هوا

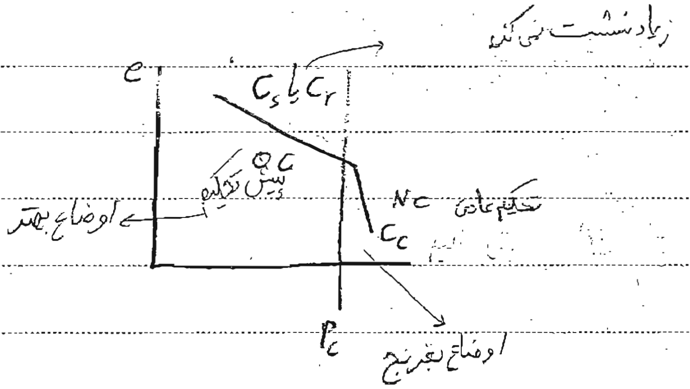
تحکیم اولیه
- خروج آب آزاد حفره‌ها
- در طی شرایطی که: $u\downarrow = u_0 + \Delta u\downarrow$
  - $\uparrow \sigma' = \sigma'_0 + \Delta\sigma'_0 \uparrow$
  - شرایطی که تنش موثر افزایش می‌یابد

تحکیم ثانویه
- به هم خوابیدن صفحات رس عمود بر امتداد بارگذاری
- خروج احتمالی لایه‌های بیرونی آب جذبی
- در طی شرایطی که: $u = u_0 + 0$ ثابت
  - $\sigma' = \sigma'_0 + \Delta\sigma'$ ثابت

شرایطی که تنش $\Delta\sigma''$ موثر افزایش نمی‌یابد (ثابت)



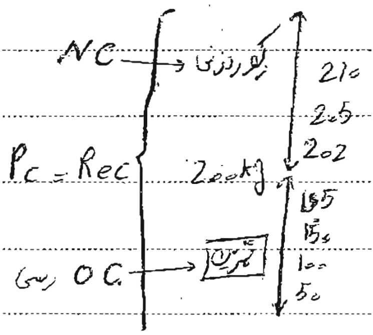
مثال خزش بتن ص ۹۱


زیاد نشست نمی کند
e
C_s یا C_r
OC
پیش تحکیم
اوضاع بهتر
NC
تحکیم عادی
C_c
P_c
اوضاع بغرنج

C_c: شیب خط تحکیم!

فشار پیش تحکیمی

P_c: رکورد خاک در تجربه تنش های مؤثر است . حداکثر فشار مؤثری که خاک در تاریخچه خود تجربه کرده.


NC
رکورد زنی
P_c = Rec
200kg
رسی OC
تمرین
210
205
202
195
150
100
50

$OCR=\frac{P_{max}=P_c}{P_o}=1$ هر وزنه‌ای که می زنیم رکورد است

$OCR=\frac{200}{195}=--$

$OCR=\frac{200}{50}=4$ ✓✓ راحت تر کار می کند

شاخص راحتی است

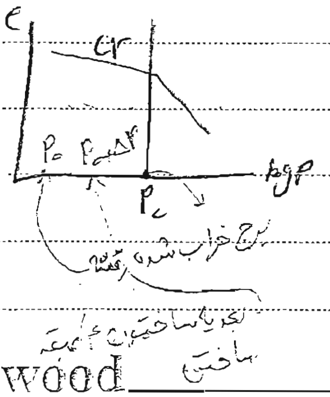
$$\frac{P_c=P_{max}}{P_o}=OCR$$

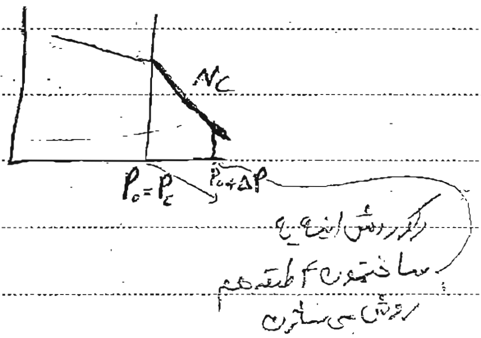
خاکهای OC خاکی هستند که فشار مؤثر موجود کمتر از حداکثر فشار مؤثری است که خاک در تاریخچه خود تجربه کرده.

خاک NC خاکی است که فشار مؤثر موجود در آن واحد حداکثر هم می باشد.

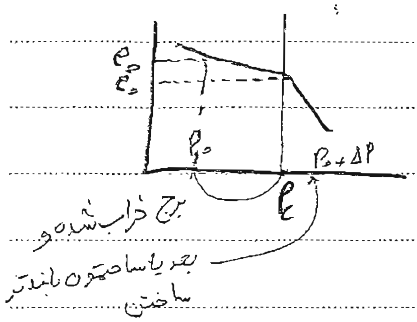
OCR: نسبت پیش تحکیمی $=\frac{P_{max}}{P_o}$

در خاکهای OC بزرگتر از یک و در NC = 1


e
Cr
P_o
$P_o+\Delta P$
P_c
log P
برج خراب شده رفته


NC
$P_o=P_c$
$P_o+\Delta P$
رکورد رو شکستیم
ساختمان ۴ طبقه هم
روش می سازیم

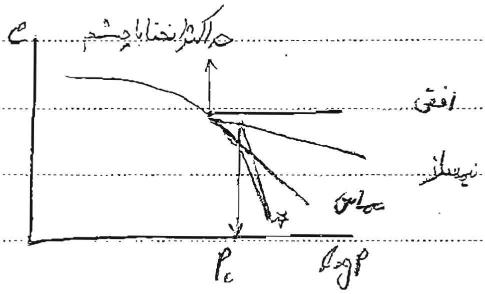
$S_c=\frac{C_r H_o}{1+e_o}\log\frac{P_o+\Delta P}{P_o}$ $S_c=\frac{C_c H_o}{1+e_o}\log\frac{P_o+\Delta P}{P_o}$


e_0
e_c
P_0
$P_0+\Delta P$
P_c
برج خراب شده و
بعد یا ساختمون بلندتر
ساختن

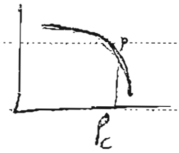
$$S_c = \frac{\overset{500\,cm}{C_r H_0}}{1+e_0}\log\frac{P_c}{P_0} + \frac{\overset{500-2.5\,cm}{C_c H_0}}{1+e_0}\log\frac{P_0+\Delta P}{P_c}$$

$$= \frac{H_0}{1+e_0}\left(C_r\log\frac{P_c}{P_0} + C_c\log\frac{P_0+\Delta P}{P_c}\right)$$

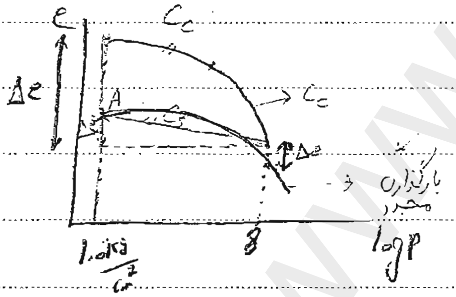
کاساگرانده پیشنهاد داد:

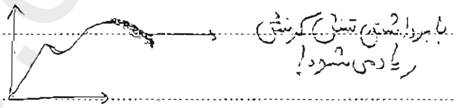

e
حداکثر انحنا با چشم
افقی
نیمساز
مماس
P_c
log P

از نقطه‌ی حد مماس تا نیمساز را ادامه می‌دهیم و
نقطه‌ی تماس P_c را نشان خواهد داد.

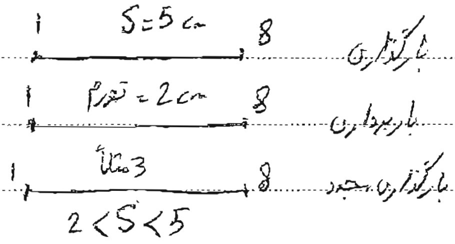


P_c که پیشنهاد داده همانطور که دیده می‌شود روی منحنی نیست.


e
C_c
Δe
A
C_c
Δe
بارگذاری مجدد
1 kg/cm²
8
log P


با برداشتن تنش کرنش
زیاد می‌شود!

بار اضافه کردیم تا از 1 به 8 رسیدیم
اگر 8 را برداریم تا به یک برگردد با شیب
C_s که با هم موازی است برمی‌گردد و
نقطه‌ی A برمی‌گردد و سفت‌تر شده


1
S=5 cm
8
بارگذاری
1
تورم = 2cm
8
باربرداری
1
مثلاً 3
8
بارگذاری مجدد
2<S<5

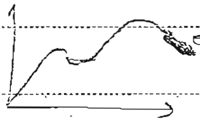
بار را برمی‌داریم ولی خاک نشست خود
را ادامه می‌دهد

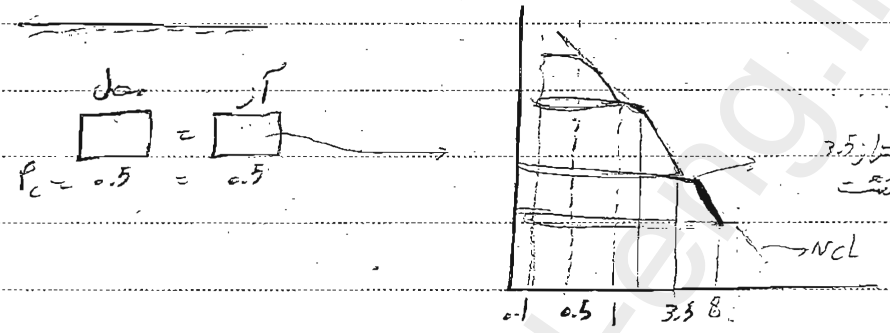
نقطه‌ی نظیر فشار پیش تحکیمی روی منحنی e - p نمی‌افتد چون متعلق به

سیکل بارگذاری - باربرداری قبلی است

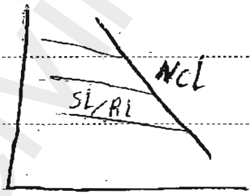
← با خودکار آبی در صفحه قبل

Δe به دلیل سیلان (جاری شدن) و خمیر شدن خاک و دارای نشست های خاک حتی حین باربرداری





بعد از برداشتن بار و بارگذاری مجدد بیشتر از 3.5 شکست

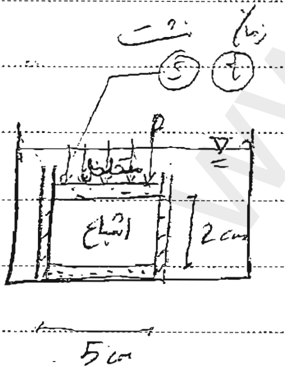


$P\uparrow \quad e\downarrow$

خاک تا کمتر از P_c چون الاستیک است پس از بارگذاری روی خودش برمی‌گردد چون در حالت ترین است

آزمایش تحکیم در آزمایشگاه:

کارهایی که در آزمایشگاه انجام داده بودیم!



داریم

H_0 و W_{sat} ، G_s تعیین چگالی

$$\cancel{S}e_0 = G_s W_{sat} \longrightarrow e_0 = \ldots$$

0.5 kg/cm^2 ، 1 2 4 8 16 32

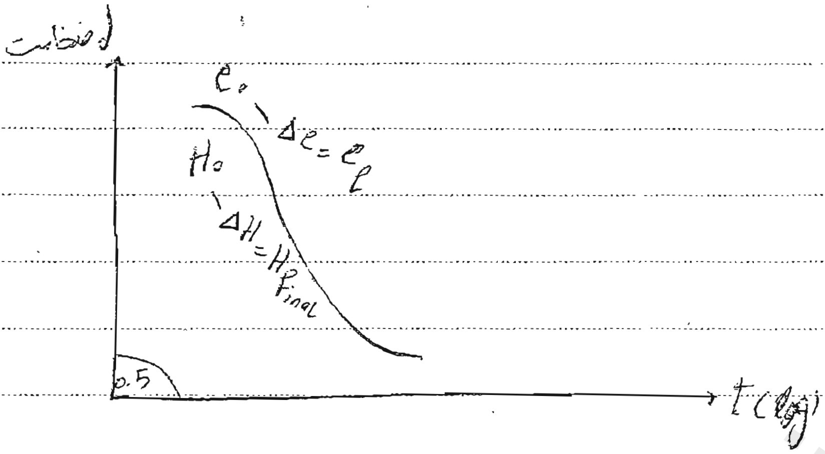
$\xrightarrow[\text{Loading}]{}$

$$\frac{\Delta P}{P} = \frac{2-1}{1} = 1$$

$$\frac{\Delta P}{P} = \frac{32-16}{16} = 1$$

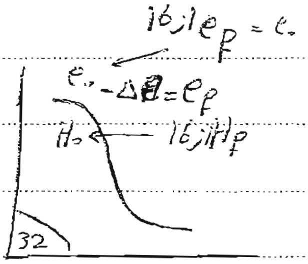
در اثر 2 برابر کردن بارگذاری، $\frac{\Delta P}{P}$ یک می‌شود ⟶

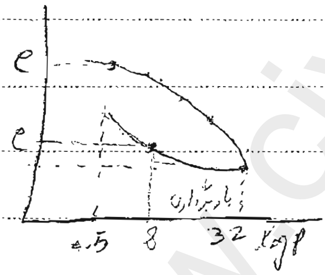
زمان توقف بار: یک روز



$$\frac{\Delta H}{H_0}=\frac{\Delta e}{1+e_0}$$

t	5″ 1′ - - - - -	24hr
$\Delta d = \Delta H = S$	- - - - - - -	$\Delta H_f = S_c$
$H = d = H_0 - S$	- - - - - - -	H_f

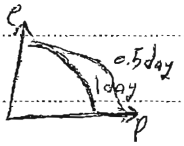




مراحل باربرداری برعکس این است: 32، 8، 2 و 0.5

H_0+S و S تورم را می‌دهد، H_f و e_f از بالای (32) به e_0 و H_f پایینی (8) تبدیل می‌شود، $H_0+\Delta H=H$
$e_0+\Delta e=e$

نکات:



زمان توقف هر بار 1day طبق استاندارد و $\frac{\Delta P}{P}=1$ طبق استاندارد

اگر اینجا به هم بخورد مثل کاهش زمان توقف بار:

منحنی به سمت بالا / راست: $e\uparrow$ ، $P'_c\uparrow > P_c$ واقعی

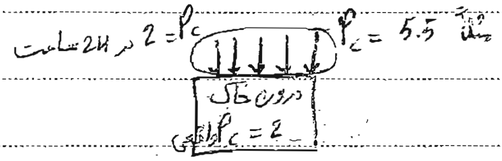
یعنی فرصت برای نشست کامل را ندادیم

Subject:

Year……… Month……… Date……… ( )

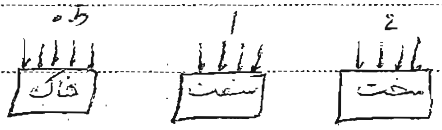
e↑: بار مهلت لازم برای اعمال نشست به خاک را ندارد. نشست کم‌تر است e↑

P_c↑: تکنسین مجبور است وزنه‌های بیشتر و بزرگتر قرار داده تا طی زمانی کمتر از 24 ساعت بیندازد تا P_c موثر شده و منحنی خم شود.



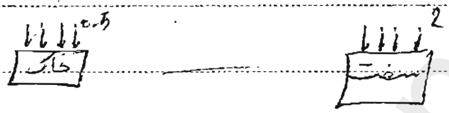
$P_c = 2$ در 24 ساعت
$P_c = 5.5$ مثلاً
درون خاک
$P_c = 2$ واقعی

24hr $\frac{\Delta P}{P}=1$

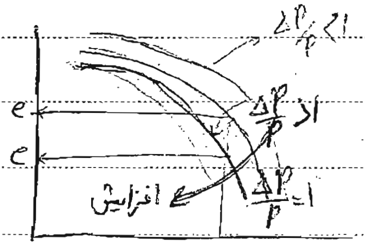


0.5
خاک
1
سفت
2
سخت

$\frac{\Delta P}{P}>1$



$\frac{\Delta P}{P} = \frac{2-0.5}{0.5} = 3$



e↓

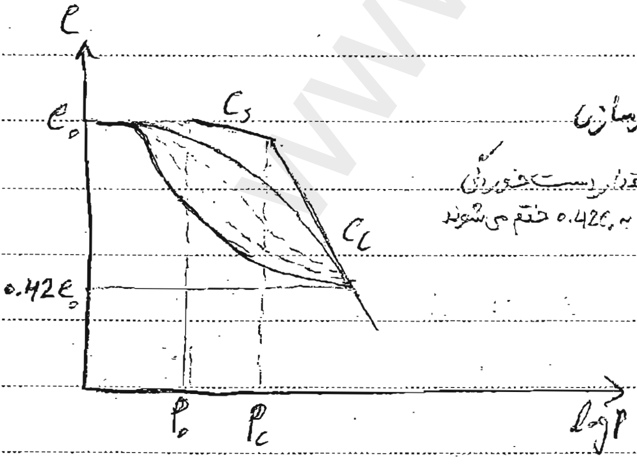
P_c تفاوت چندانی نمی‌کند

$(\frac{\Delta P}{P})$↑

نمودار فقط بالا و پایین می‌رود

- بکر (تصور)
- دست نخورده
- دست خورده یا بازسازی

خط‌چین‌ها با توجه به مقدار دست خوردگی تغییر می‌کنند ولی همگی به $0.42e_0$ ختم می‌شوند



$\frac{\Delta P}{P}>1$

0.5

2

8

32

$S' > S_1 + S_2$

S''

S'''

$\Sigma S'+S''+S''' = 15\,cm$

$\frac{\Delta P}{P}=1$

S_1 0.5

S_2 1

S_3 2

S_4 4

S_5 8

S_6 16

~~S~~ 32

$\Sigma S = 12\,cm$ مثلاً

$P_0 < P_c$

OC

NC هم نمودارش مثل OC فقط C_s را ندارد.

Sunwood

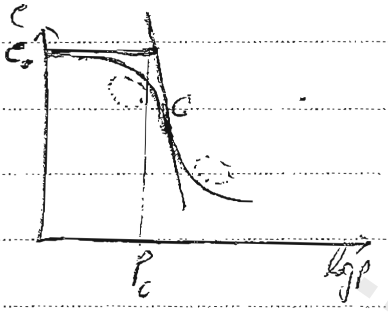
نکات: با کاهش $\frac{\Delta P}{P}$ سهم تحکیم ثانویه افزایش می‌یابد.

با افزایش مواد آلی و خواص خمیری (افزایش خاصیت) سهم تحکیم ثانویه بالا می‌رود

در رس OC یا OCR های بالا تحکیم ثانویه کم است یعنی تحکیم ثانویه در رس NC از OC بیشتر است.

با کاهش ضخامت خاک و افزایش درجه حرارت و گرمای محیط، تحکیم ثانویه زیاد می‌شود.

رس‌های حساس با ساختار لخته‌ای در یک فشار معینی دچار شکستگی و از بین رفتن ساختار می‌شوند که اگر در دستگاه تحکیم آزمایش در شرایط رطوبت طبیعی و غیر اشباع، فشار به شرح زیر بدست می‌آید:



با رسی‌تر شدن خاک، نشست آن با بارگذاری و تورم آن با باربرداری بیشتر می‌شود

مهم:

$$\begin{cases} \uparrow C_c = 0.009\,(\overset{\uparrow}{L}L - 10) \\ \uparrow C_s = (\frac{1}{10} \text{ تا } \frac{1}{5})\, C_c \uparrow \end{cases}$$

برای دست نخورده
" " "

قابلیت یا ضریب فشردگی $a_v = \frac{\overset{\text{بی واحد}}{\Delta e}}{\Delta P} = \frac{\Delta e}{-\Delta u}$ واحدش: عکس فشار $(\frac{m^2}{kN})$

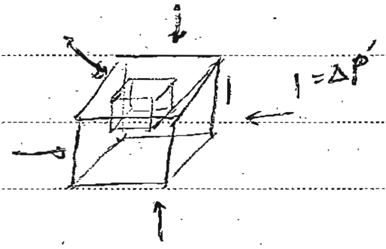
a_v: تنش بالا برود e چقدر پایین می‌آید

ΔP: واحد فشار

قابلیت فشردگی حجمی $m_v = \underbrace{\frac{\Delta e}{1+e_0}}_{\text{بی واحد}} \times \underbrace{\frac{1}{\Delta P'}}_{\text{عکس فشار}}$ عکس فشار

Subject: ....
Year.......... Month.......... Date..........( )

$$m_v = \frac{\Delta V}{V_0} \times \frac{1}{\Delta P'} \xrightarrow{1-D} \frac{\Delta H}{H_0} \times \frac{1}{\Delta P'} \Longrightarrow \boxed{\Delta H = S_c = m_v \Delta P' H_0}$$



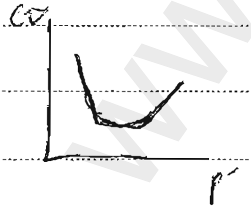
m_v عبارتست از کاهش حجم المانی از خاک به حجم اولیه واحد
وقتی دچار افزایش تنش موثر واحد شود.

$$m_v = \frac{\Delta V}{\underset{=1}{V_0}} \times \frac{1}{\Delta P' = 1}$$

*) در فرمول هایی که همه توان یک و ضرب به همدیگر هستند با یک قرار دادن همه به جز یکی، هر دو طرف تساوی
برابر می شوند. $\Delta P'$ و $V_0 = 1 \longleftarrow m_v = \Delta V$

تقریباً جوشش
$V = K i = 1$ ⟶ ضریب نفوذپذیری ماسه:
عبارتست از سرعت حرکت رو به بالای آب در ماسه اشباع در حال جوشش

ضریب تحکیم $C_v = \dfrac{k\downarrow}{\downarrow m_v \gamma_w}$ ⟵ ($P'\uparrow$) معرف سرعت تحکیم؛ (خاک آلی و رسی تر C_v کمتر)

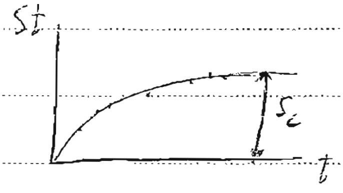


$$\downarrow \overset{cm}{S_c}\uparrow = \frac{C_c H}{1+e\uparrow\uparrow} \log \frac{P_0 + \Delta P}{P_0}$$

غلط

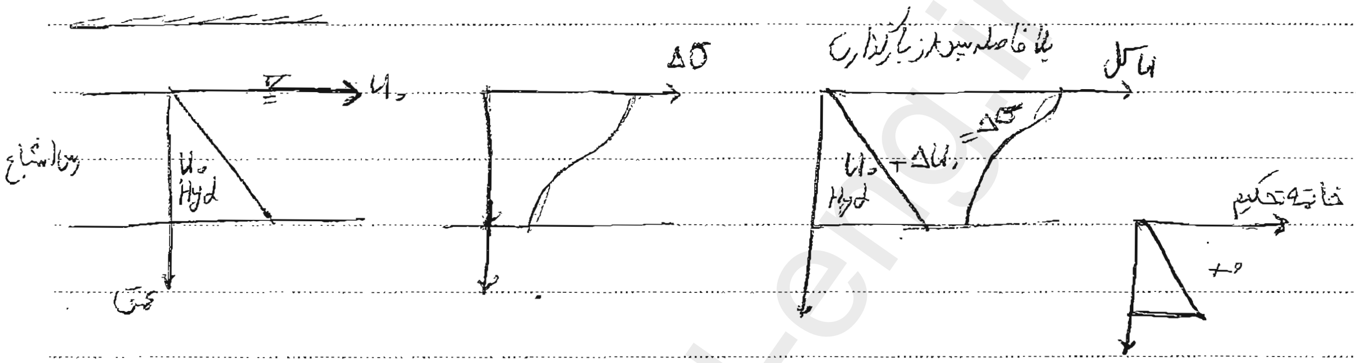
(*

سرعت تحکیم



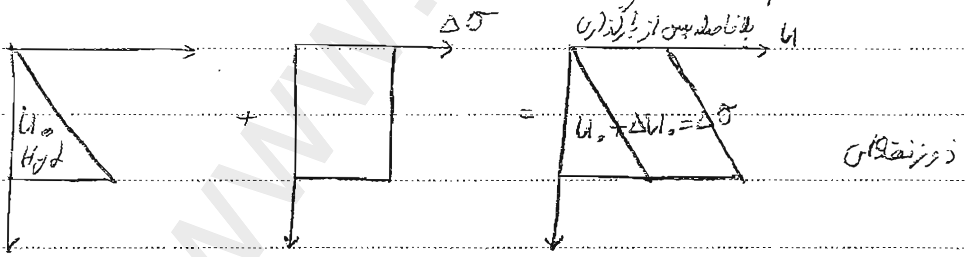
t	- - - -
St	- - - -

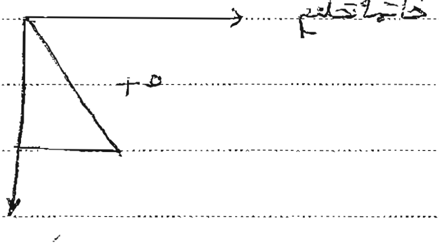
تحکیم
- S_c نهایی
- $S_t - t$ نشست-زمان


u_0
رس اشباع
u_0
Hyd
عمق
ΔΣ
بلافاصله پس از بارگذاری
u کل
$u_0 + \Delta u_0$
$= \Delta\Sigma$
Hyd
خاتمه تحکیم
+0

در رس‌های اشباع و ضخیم، بلافاصله پس از بارگذاری، فشار آب در کل ضخامت تقریباً ثابت است
u_0 آب بالا کم و پایین زیاد. $\Delta\Sigma = \Delta u_0$ بالا زیاد و پایین کم

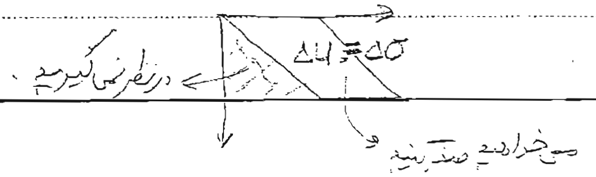
در رس با ضخامت کم (نازک)


ΔΣ
بلافاصله پس از بارگذاری
u
u_0
Hyd
+
=
$u_0 + \Delta u_0 = \Delta\Sigma$
در هر نقطه‌ای

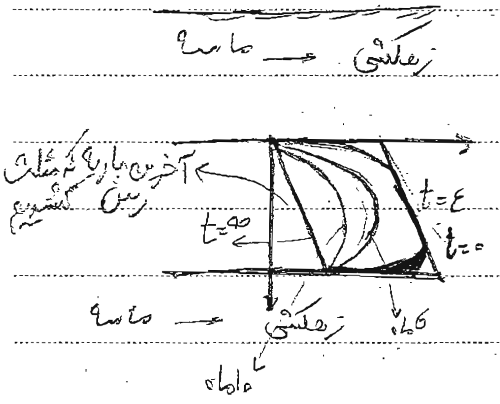

خاتمه تحکیم
+0

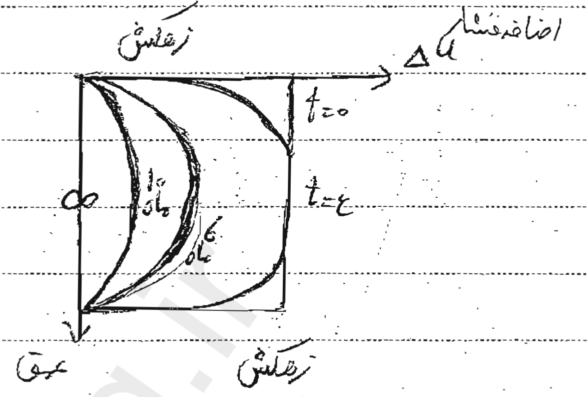
فشار هیدرواستاتیک
یعنی فشار همه جانبه برابر
به جسم که تنش برشی
در آن صفر و نیرو عمود
بر [illegible]

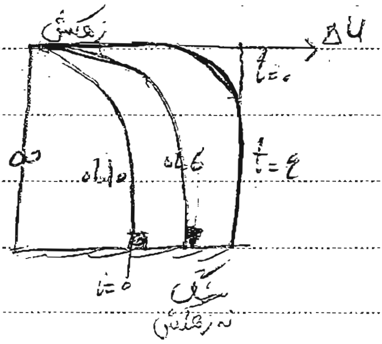
پس از u_0 چشم‌پوشی می‌کنیم و در نظر نمی‌گیریم و در واقع نمودار ΔΣ را می‌خواهیم صفر کنیم.


$\Delta u = \Delta\Sigma$
در نظر نمی‌گیریم
می‌خواهیم صفر کنیم

منحنی‌های همزمان فشار آب :

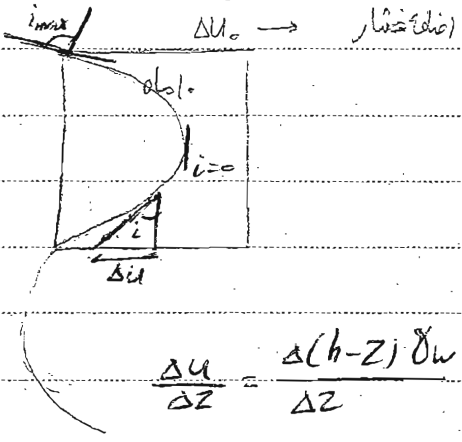

زهکش — ماسه
آخرین باری که شکل رسم کشیدیم
t=∞
t=ε
t=0
ماسه — زهکش
۶ ماه
۱۰ ماه


اضافه فشار
Δu
زهکش
t=0
t=ε
∞
۱ ماه
۶ ماه
عمق
زهکش

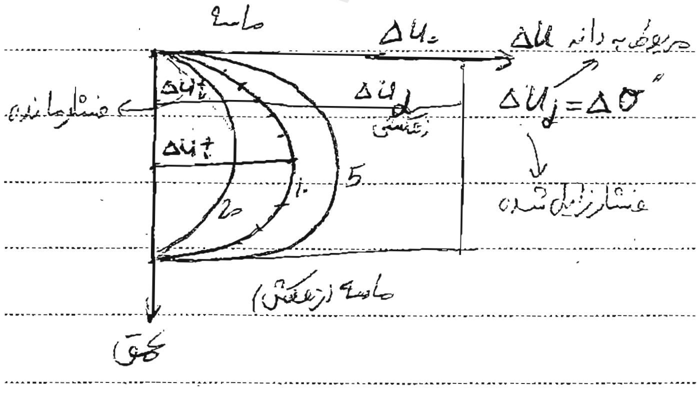

زهکش
Δu
t=0
t=ε
∞
۱۰ ماه
۶ ماه
t=0
سنگ
(نه زهکش)

شکل مرزی داری ، شیب آن نسبت به راستای قائم معرف i است.

i_{max} در مرز زهکش ، نقطه‌ی عطف داریم ، منحنی‌های همزمان بر مرز بسته عمودند


i_max
ΔU₀ →
اضافه فشار
۱۰ ماه
i=0
i
Δu

$$\frac{\Delta u}{\Delta z}=\frac{\Delta(h-z)\gamma_w}{\Delta z}$$

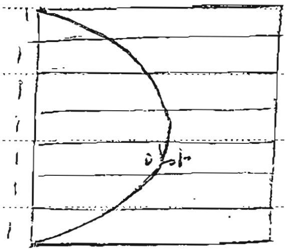

ماسه
ΔU₀
Δu
مربوط به دانه
Δu_t
فشار مانده
Δu_t
Δu
زهکش
20
10
5
ماسه (زهکش)
عمق

$\Delta U_j=\Delta\sigma'$

فشار زایل شده

$\Delta u=f(z,t)$ ثابت

اضافه فشار اولیه $\Delta u_i = 80$



$\overset{}{\Delta u_t}$	$\overset{\Delta u_0-\Delta u_t}{\Delta u_d}$	$\overset{\frac{C_c H}{1+e_0}\log}{S_c}$	S_t
0	80	2	2
20	60	2	1.5
40	40	2	1
60	20	2	0.5
40	40	2	1
20	60	2	1.5
0	80	2	2
		$14 = S_c$	$S_t = 9.5$

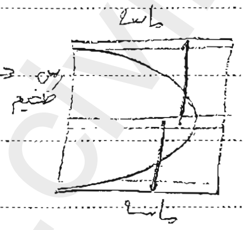
$$U\%_{av} = \frac{9.5}{14} = 70\% = \frac{S_t}{S_c}\times 100 \Longrightarrow \overset{\text{تمامی}}{\underset{\text{دقیق}}{U\%}} = \frac{\Delta\sigma'}{\Delta\sigma} = \frac{\Delta u_d}{\Delta u_0} = \boxed{\frac{\Delta u_0-\Delta u_t}{\Delta u_0}}$$

درجه تحکیم متوسط

نزدیک

$$\text{نمره} = \frac{9+10+11}{3} = 10 \longrightarrow \text{فرض ترزاقی (رس نازک)} \longrightarrow \frac{S_t}{S_c} = 1 - \frac{\Delta u_t}{\Delta u_0}$$

$$\frac{1+10+19}{3} = 10 \longrightarrow \text{رس ضخیم}$$



تبدیل به چند تا نازک

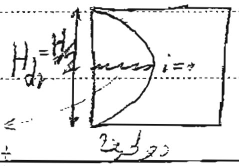
$$\underset{\text{موجود}}{\Delta u_t} = f(z,t)$$

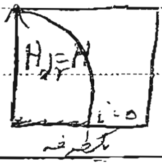
معادله دیفرانسیل تحکیم یک بعدی ترزاقی:

$$\frac{\delta(\Delta u_t)}{\delta t} = C_v \frac{\delta^2(\Delta u_t)}{\Delta z^2}$$

$$\boxed{\frac{\delta u}{\delta t} = C_v \frac{\delta^2 u}{\delta z^2}}$$

H_{dr} : طول بلندترین مسیر زهکشی.





← وخیم ترین حالت یعنی Δu_t بیشترین مقدار را دارد

آنچه در طول H_{dr} طی می‌شود جرم قطره نیست بلکه Δu قطره است

H_{dr} مسیری که بحرانی ترین قطره طی می‌کند تا به مرز زهکش برسد غلط

نیاز دارد تا Δu خود را به مرز زهکش رسانده صفر کند صحیح

آنچه حرکت می‌کنه اضافه فشار آبه ! رس می‌آد پایین ولی آب سرجایش مونده بود و رس که می‌آد پایین آب می‌ره بالا!!!

$$\overset{\text{درجه تحکیم}}{\uparrow U\%} = f(\uparrow t)$$

$$\uparrow T_V = f(\uparrow t) \xrightarrow[U \text{ و } T_V]{\text{حذف } t \text{ بین}} U\% \longleftrightarrow T_V$$

نمودار، جدول، فرمول

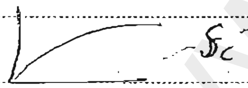
$$T_V = \frac{C_v \cdot t}{H_{dr}^2}$$

فرمول

$$0 \leq U\% < 60 \quad \boxed{T_V = \left(\frac{U\%}{100}\right)^2 \times \frac{\pi}{4}} * \text{ حفظ شود}$$

$$U\% \geq 60 \quad T_V = 1.781 - 0.933 \log(100 - U\%)$$

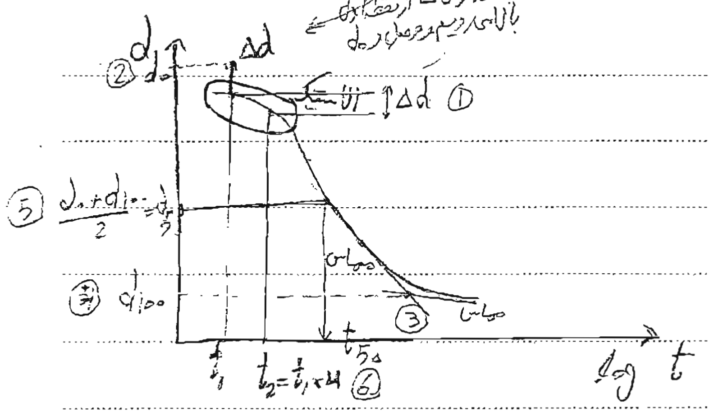
$$S_t = U\% \times S_c$$



t	$T_V = \frac{C_v t}{H_{dr}^2}$	$U\%$	*
6			
10			
۷			

یافتن C_v از نتایج آزمایشگاه:

Subject: ....
Year.............. Month.............. Date..............( )



حل فرمول

⑦ $U\% = 50\% \longleftrightarrow T_v = 0.197$

$$T_v = \frac{\overset{\text{مجهول}}{C_v} \times t_{50}}{H_{dr}^2}$$

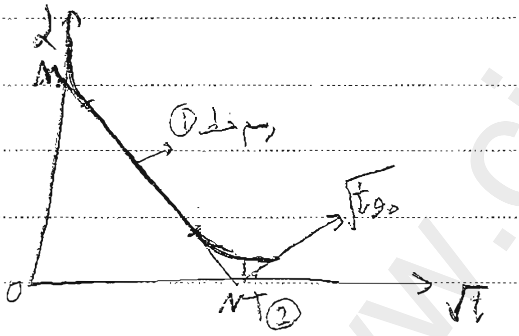
$\frac{H}{2} = H_{dr}$

متخلخل
متخلخل

به دلیل شکل تخلخل پس نصف ارتفاع نمونه ← H_{dr}

$$\boxed{\frac{H_0 + H_f}{2} = H_{50\%}}$$

این روش در خاکهای با تحکیم ثانویه زیاد ممکن است به مشکل برخورد کند و شکل بالا بخوبی به دست نیاید برای رفع این مشکل از روش جذر t استفاده می‌کنیم.



$ON \times 1.15 = OT$

$M \rightarrow T$

③ T را با M وصل می‌کنیم محل قطع نمودار $\sqrt{t_{90}}$ را نشان می‌دهد

$U_{90\%} \longleftrightarrow T_v = 0.848 = \frac{C_v \times t_{90}}{H_{dr}^2}$

برای ۹۰ تحکیم که می‌توان با Hp جایگزین کرد ←

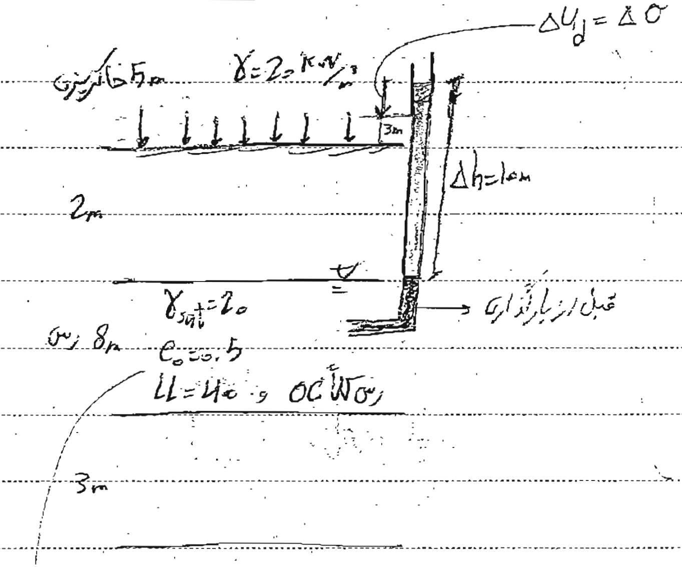
Sunwood

V.

Subject:

Year 87 Month 6 Date 28 ( )

مثال)



$\Delta u_d = \Delta \sigma'$
خاکریزی 5m
$\gamma = 20\ kN/m^3$
3m
$\Delta h = 10m$
2m
قبل از بارگذاری
$\gamma_{sat} = 20$
رس 8m
$e_0 = 0.5$
$LL = 40$ و رس OC
3m

در ابتدا

$$\Delta u_0 = \Delta\sigma = 5 \times 20 = 100\ \frac{kN}{m^2} = \Delta(h_0 \gamma_w) = 10\Delta h_0$$

$$\Longrightarrow \Delta h_0 = 10^m$$

سپس آرام آرام آب از Δh پایین می‌آید تا به

3m سطح زمین می‌رسد

$$U\% = \frac{\Delta u_d}{\Delta u_0} = \frac{\Delta h_d}{\Delta h_0} = \frac{5}{10} = 50\%$$

حساس $C_c = 0.009(LL - 10)$

$$= 0.009(40 - 10) = 0.27$$

$$C_s = \left(\frac{1}{10} \sim \frac{1}{5}\right) C_c = \frac{1}{7} C_c \Longrightarrow C_s = 0.04$$

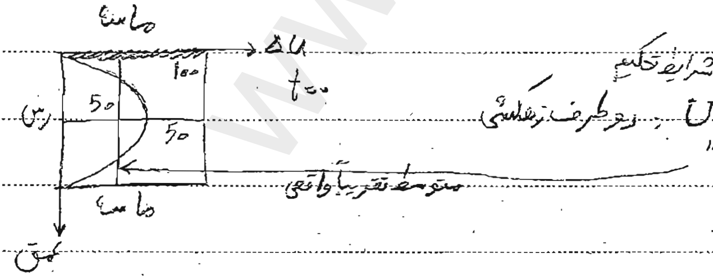
$$P_0 = 2 \times 18 + \frac{8}{2}(20 - 10) = 36 + 40 = 76$$

$$\Delta P = 5 \times 20 = 100$$

$$\underbrace{\left\{ S_c = \frac{C_s H_0}{1+e_0} \log \frac{P_0 + \Delta P}{P_0} = \frac{0.4 \times 800}{1 + 0.5} \log \frac{76 + 100}{76} = \ldots \right\} \times \frac{50}{100}}_{\star}$$

نشست در لحظه مورد نظر

ایراد سؤال یا حل:



ماسه
Δu
100
t_{00}
رس
50
50
ماسه
عمق
متوسط تقریبا واقعی

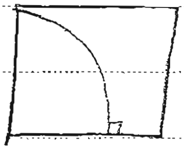
بدترین شرایط تحکیم

دو طرف زهکشی ، $U\%_{min} = U\%_{وسط} < U_{avr}\%$

پس $\frac{\Delta h_d}{\Delta h_0} = 50\% < U\%_{\text{متوسط واقعی}} \Longrightarrow \star < S_t$

Sunwood

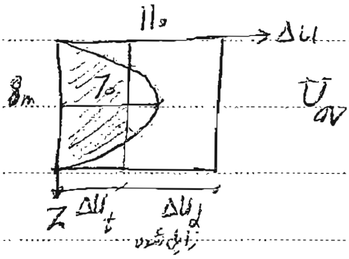
یکطرف زهکشی



$U_{min}\% < U\% < U_{av}\%$

مرز بسته ـ متوسط

مثال جدید: درجه تحکیم متوسط یک رس دوطرف زهکشی به ضخامت 8m که سربار گسترده ی 110kPa تحمل می کند چقدر است اگر Δu موجود در وسط لایه 70kPa باشد؟


110
Δu
8m
70
Z
Δu_t
Δu_d
زایل شده

$U_{av} = ?$

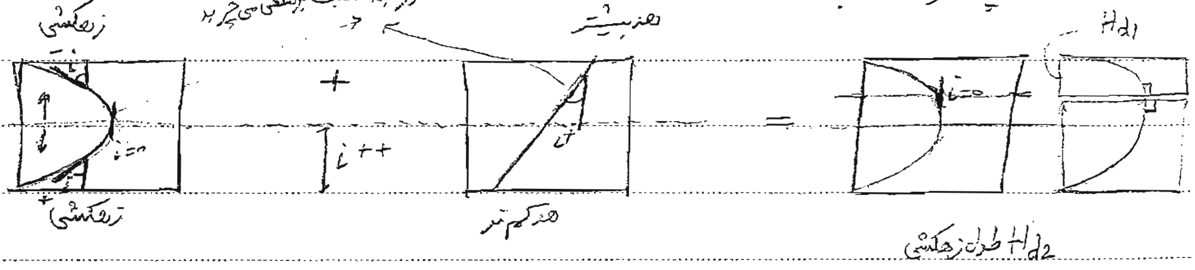
$$\Delta u = a \sin bZ \begin{cases} Z = 0, 8m & \Delta u = 0 \\ Z = 4m & \Delta u = 70 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} a = 70 \\ b = \frac{\pi}{8} \end{cases} \Rightarrow \Delta u = 70 \sin \frac{\pi}{8} Z$$

$$8 \times \Delta u_t = \int_0^8 \sin bZ \, dZ \Rightarrow \Delta u_t = \frac{\int_0^8 \sin \frac{\pi}{8} Z \, dZ}{8} = 44.5 \ kN/m^2$$

$$U_{av}\% = \left(1 - \frac{\Delta u_t}{\Delta u_0}\right) \times 100 = \left(1 - \frac{44.5}{110}\right) \times 100 = 59.5\%$$

مثال جدید: یک رس اشباع دوسر زهکشی دچار تراوش یک بعدی رو به پایین هم می شود. موقعیت i=0 چقدر است؟

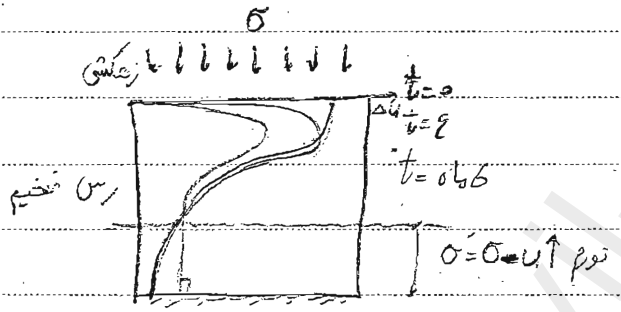

زهکشی
i=0
+
i++
در ابتدا مثبت بعد منفی می گردد
هد بیشتر
هد کمتر
زهکشی
=
i=0
H_{d1}
طول زهکشی H_{d2}

مثال) اگر فرض شود معادله سرعت خروج آب (انتقال انرژی آب) در رس در حال تحکیم $10e^{-2t}\ \frac{cm}{\cancel{sec}\ year}$ باشد درصد تحکیم لایه بعد از یک سال ؟

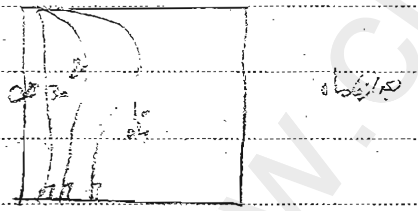
$U = 10e^{-2t}\ \frac{cm}{year}$

$$U\%_{\text{یکسال}} = \frac{S_t}{S_c} = \frac{\overset{\text{مسافت}}{n}\ \text{پس از یکسال}}{n\ \text{پس از}\ \infty} = \frac{\int_0^1 u\,dt}{\int_0^\infty u\,dt} = \frac{\int_0^1 10e^{-2t}\,dt}{\int_0^\infty 10e^{-2t}\,dt} = \frac{e^{-2t}\big|_0^1}{e^{-2t}\big|_0^\infty} = (1-e^{-2})\times 100$$

در رس های ضخیم یکطرف زهکشی در اوایل بارگذاری احتمال دارد لایه های مشابه مرز بسته دچار تورم شود ؟



اول آب از بالا می رود بعد از پایین که اینجا فشار به پایین منتقل می شود



مثال) یک لایه رس با مشخصات NC ، یکطرف زهکشی داریم بعد از 90 روز 11.2cm نشست معادل 22.5% تحکیم انجام داده $S_t=11.2 \equiv 22.5\%\,U$ منحنی نشست ـ زمان را رسم کنید.

$\hookrightarrow T_V = \frac{C_v \cdot t}{H_{d_1}^2}$ → استفاده می شود $\qquad U \xleftrightarrow[\text{از جدول ب}]{\text{مفروض}} T_V$

حل) $\frac{S_t}{S_c} = U\% = \frac{11.2^{cm}}{S_c} = \frac{22.5}{100} \longrightarrow S_c = 49.8cm$

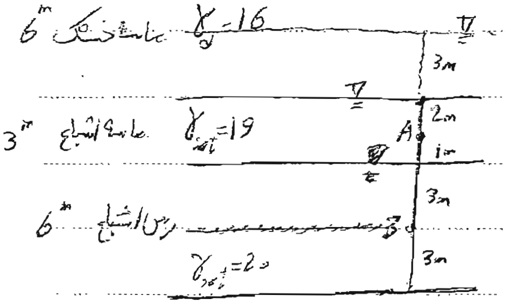
$U = 22.5\% \longleftrightarrow T_V = 0.055 = \frac{C_V \times 90\text{روز}}{H^2} \Longrightarrow C_V = 6.11\times 10^{-4} H^2$ $\frac{\text{سطح}}{\text{روز}}$

اختیار $U=10\% \rightarrow T_v=0.008=\frac{C_v \cdot t}{H^2}=\frac{6.11\times10^{-4}\cancel{H^2}\times t}{\cancel{H^2}} \rightarrow t=13.1$ روز

$\rightarrow S_t=\frac{10}{100}\times \underset{49.8}{\underset{\|}{S_c}}=4.98\,cm$

پس از اختیار چند نقطه دیگر نمودار قابل رسم است.

مثال)


6m ماسه خشک $\gamma_d=16$
3m ماسه اشباع $\gamma_{sat}=19$
6m رس اشباع $\gamma_{sat}=20$
3m
2m
A
1m
3m
B
3m

$$A\begin{cases}\sigma=6\times16+2\times19=134\\ u=2\times10=20\\ \sigma'=134-20=114\end{cases}$$

$$B\begin{cases}\sigma=134+1\times19+3\times20=213\\ u=(3+3)\times10=60\\ \sigma'=213-60=153\end{cases}$$

فرض کنیم سطح آب زیرزمینی آناً رفت بالا به اندازه ی 3m بالاتر از سطح اول. دوباره مشخصات موقعیت A و B

کوتاه مدت: بلافاصله پس از صعود آنی

$$A\begin{cases}\sigma=143\\ u=50\\ \sigma'=93\end{cases}$$ در ماسه فرق نمی‌کند

$$B\begin{cases}\sigma=222\\ u=69=60+9=u_0+\overset{\Delta\sigma}{\Delta u_0}\\ \sigma'=222-69=153\end{cases}$$

$\Delta\sigma=3[19-16]=9$

کوتاه مدت / مشابه تحکیم: $u=u_0+\Delta\sigma=60+9=69$

بلندمدت / مشابه تحکیم: $u=u_0+\Delta u=60+3\times\gamma_w=90$

بعد از این طی می‌شود

$$A\begin{cases}\sigma=3\times16+3\times19+2\times19=143=134+9\\ u=(3+2)\times10=50\\ \sigma'=143-50=93\end{cases}$$

$$B\begin{cases}\sigma=143+1\times19+3\times20=222=213+9\\ u=(3+3+3)\times10=90=69+21\\ \sigma'=222-90=132=153-21\end{cases}$$

مدت‌ها پس از صعود آنی: راحت محاسبه می‌شود. مثل اول فقط 3m آب بالاتر.

$\boxed{153+9=162}$ غلط

کوتاه‌مدت — بلندمدت

$+21$

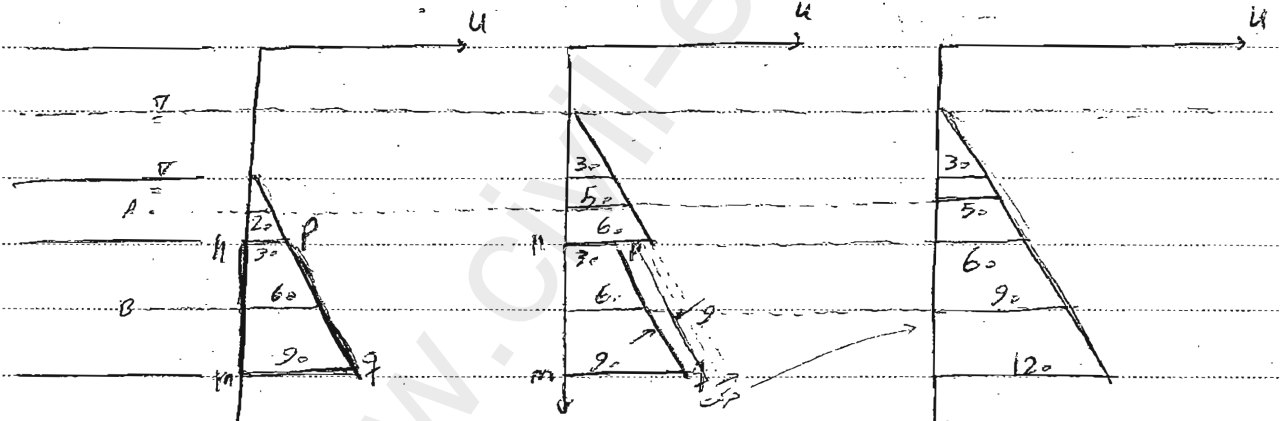
$222 = \sigma = \sigma' + \underset{69}{u}$ $\qquad$ $\underset{90}{u} + \sigma' = \sigma = 222$

153 $\quad -21 \quad$ 132

ثابت

$\Delta\sigma' = -21 = 3\left[(19-10)-16\right] = 3\times(-7) = -21$

$S_c = \dfrac{\overset{\text{کل ضخامت رس}}{C_s\ 600}}{1+e_0} \log \dfrac{153+(-21)}{153} = ——$

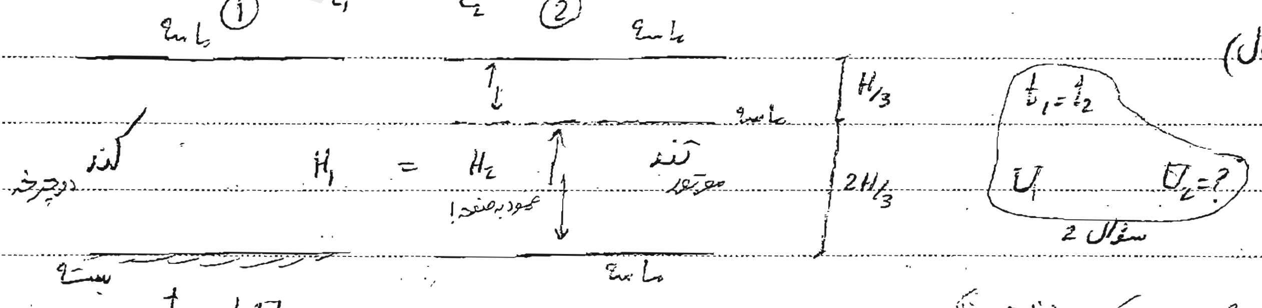

u
u
u
▽
▽
A
B
H
m
P
q
20
30
60
90
30
50
60
30
60
90
9
حرکت
30
50
60
90
120

قبل از صعود — بلافاصله پس از صعود ▽ — مدت‌ها

اگر سطح آب زیرزمینی پایین بیاید عکس این می‌شود.

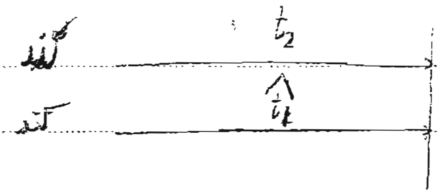
مثال)

$S_{c_1} = S_{c_2}$


①
②
ماسه
ماسه
ماسه
ماسه
کند
دوطرفه
تند
معمولی
$H_1 = H_2$
عمود به صفحه!
$H/3$
$2H/3$
بسته
$t_1 = t_2$
U_1
$U_2 = ?$
سؤال 2

t_1 را در U_1 $\qquad$ $t_2 = ?$ را در $U_2 = U_1$

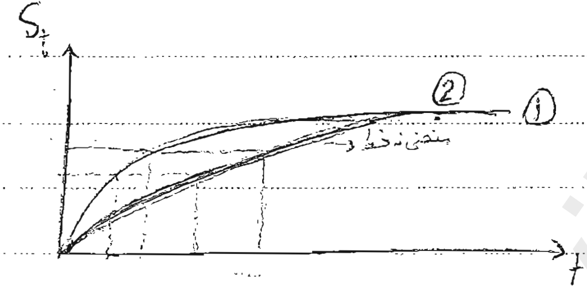
*) بیشترین درصد تحکیم در سؤال 2 در خاک 2 زمانی است که اضافه فشار در وسط باشد



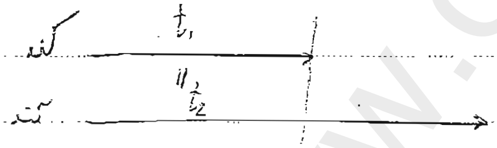
$$U_1 = U_2 \longrightarrow T_{V_1} = T_{V_2} \longrightarrow \frac{C_V t_1}{H_{d_1}^2} = \frac{C_V t_2}{H_{d_2}^2}$$

$$\boxed{\frac{t_1}{t_2} = \frac{H_{d_1}^2}{H_{d_2}^2}}$$

$$t_2 = \frac{H_{d_2}^2}{H_{d_1}^2} \times t_1 = \frac{(H/4)^2}{H^2} t_1 = \frac{1}{4} t_1$$



جواب 2)



$$① : U_1 = \text{--} \xleftrightarrow{\text{مفروض}} T_{V_1} = \frac{C_V \cdot t_1}{H^2} \longrightarrow C_V \text{ خاک}$$

$$② \begin{cases} \text{بالایی} \quad T_V = \dfrac{C_V \; t_2 = t_1}{(H/6)^2} = \text{--} \longleftrightarrow U_{2_{\text{بالایی}}} = \dots = U' \\ \text{پایینی} \quad T_V = \dfrac{C_V \; t_2 = t_1}{(H/3)^2} = \text{--} \longleftrightarrow U_{2_{\text{پایینی}}} = \dots = U'' \end{cases}$$

تحکیم کلی =

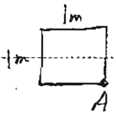
$$U_{2_{avg}} = \frac{H/3 \times U' + 2H/3 \; U''}{H}$$

Sunwood

$$\boxed{U_{avr}=\frac{\sum_{1}^{n}U_iH_i}{\sum_{1}^{n}H_i}}$$

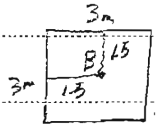
اسفند 86:

(99

① 

$Q_1=25$

$Z_1=1$ $\Delta\sigma_A=2.5\,t/m^2=f\left(\frac{L}{Z},\frac{B}{Z},\frac{Q}{A}\right)=f\left(\frac{1}{1},\frac{1}{1},\frac{25}{1\times1}\right)$

② 

$Q_2=180$

$Z=1.5$

$\Delta\sigma_B=?$ $f\left(\frac{1.5}{1.5},\frac{1.5}{1.5},\frac{180}{3\times3}\right)\times4$

$$\frac{\Delta\sigma_B}{\Delta\sigma_A}=\frac{\frac{4\times180}{9}}{\frac{2.5}{1}}\Longrightarrow\Delta\sigma_B=8$$

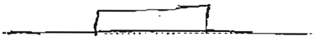
(102 [illegible]

$e_f=?$, $\Delta H=10$, $\underbrace{G_s=2.5\,,\ \frac{G_s+e}{1+e}\gamma_w=\gamma_{sat}=20}_{e_0}$, $H_0=10$

$$\frac{\Delta H}{H_0}=\frac{\overset{e_0-e_f}{\Delta e}}{1+e_0}$$

$e_f=0.485$

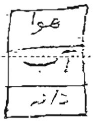
(103 غلط بوده



4.5m $\underbrace{S_r=30\%}$ رس $\longrightarrow$ آنی

5.5m $S_r=85\%$ ماسه شن دار ماسه: آنی

7m $S_r=85\%$ رس

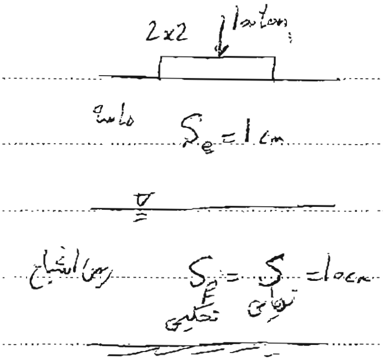


تحکیم + آنی !؟

مقدار بار می‌تواند هوا را بیرون کند!؟!

Subject: ....

Year 87 Month 6 Date 31 ( )


2x2
10 ton
ماسه
$S_e = 1cm$
رس اشباع
$S_{\overset{F}{\text{تحکیمی}}} = S_{\text{نهایی}} = 10cm$

104) پس از یکسال $S_{\text{1 سال}} = 2cm$ ، $S_{\text{4 سال}} = ?$

$U\% < \textcircled{60} \longrightarrow T_V = \frac{\pi}{4}V^2$

$$\frac{T_{V\,4\text{سال}}}{T_{V\,1}} = \frac{U_4^2}{U_1^2} = \frac{C_v \times \overset{\text{سال}}{4}/H_d^2}{C_v \times 1/H_d^2} = 4$$

$U_{\text{4 سال}} = 2 \times U_{\text{1 سال}} = 2 \times 20\% = 40\%$

$\frac{S_{t\,\text{یکسال}}}{S_c} =$ درصد تحکیم پس از یکسال

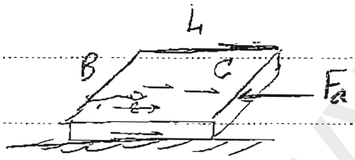
$U_{\text{4 سال}} = 40\% \longrightarrow S_t = \frac{40}{100} \times S_c = \frac{40}{100} \times 10 = 4\ cm$

$S_{\text{پس از 4 سال}} = 4 + 1 = 5\ cm$

105) حل شده فقط اعداد عوض شده ـــ گزینه ②

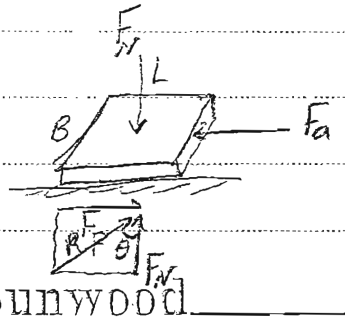
مقاومت برشی

① فقط چسب



$$\frac{C \times B \times L = F_R}{B \times L} \overset{?}{=} \frac{F_a}{B \times L}$$

① $\boxed{\tau_R = C} \overset{?}{=} \overset{\text{مخرب}}{\tau_a}$


F_N
L
B
Fa
R
F_F
θ
F_N

$$\frac{F_F}{B \times L} \overset{?}{=} \frac{F_a}{B \times L}$$

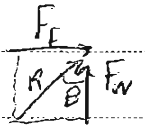
Sunwood
V3

$$\uparrow F_F \propto F_N \uparrow \longrightarrow \frac{\mu \times F_N}{B \times l} \overset{؟}{=} \overset{\text{مضرب}}{\tau_a}$$

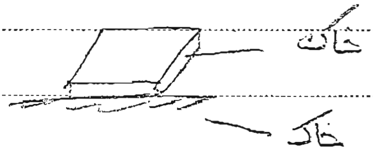
② $\boxed{\tau_R = \sigma\mu} \overset{؟}{=} \tau_a$

عملکرد توأم چسب و اصطکاک :

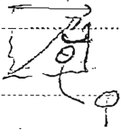
$$①\text{و}② \rightarrow \tau_R = c + \sigma\mu$$



$$\xrightarrow{\mu = \frac{F_F}{F_N}} \tan\theta = \frac{F_F}{F_N} \rightarrow \mu = \tan\theta \rightarrow \tau = c + \sigma\tan\theta$$



$\longrightarrow$



$$\longrightarrow \tau = c + \sigma\tan\varphi$$

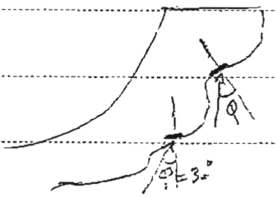
c و φ پارامترهای مقاومت برشی خاک هستند.

c کاملاً معنای مکانیکی دارد (تنش)

c: حداکثر مقاومت خاک در برابر برش بدون کمک اصطکاک و نیروهای نرمال

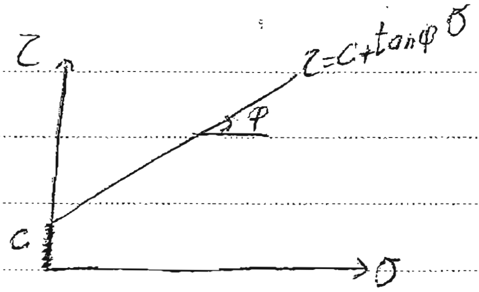
φ معنای هندسی دارد ولی tanφ معنای مکانیکی دارد که زبری سمباده را نشان می‌دهد

φ: در برش خاک روی خاک (فقط اصطکاکی) در سطح برش نیروی عکس‌العملی به وجود می‌آید که زاویه‌ی آن با امتداد عمود بر سطح برش φ می‌باشد



$c = 0$
$\varphi = 30°$

نسبت چسب‌ها به هم، $\frac{\tan\varphi_2}{\tan\varphi_1}$ یا $\frac{c_2}{c_1}$ (عیار زبری سیستم)

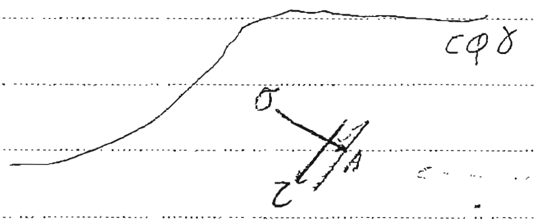


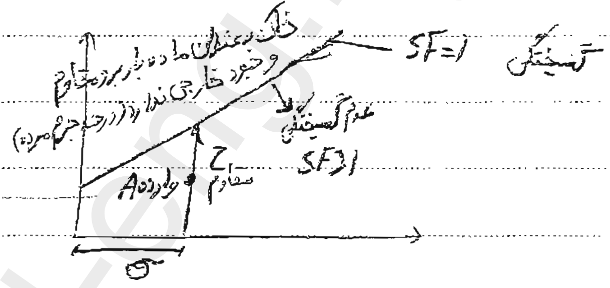
تعریف ریاضی:

معیار گسیختگی

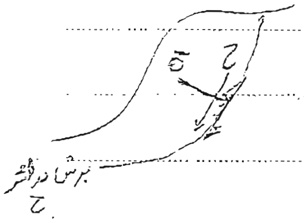
پوش مقاومت برشی

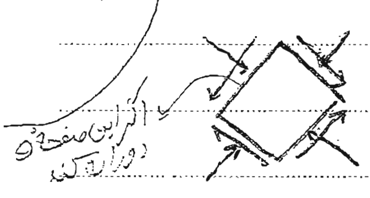
معیار گسیختگی:



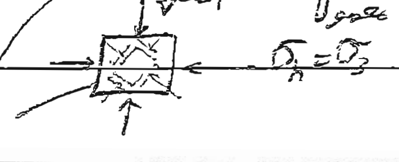


کنترل گسیختگی
معیار موهر
- فرمول
  - مقاوم: $\tau=c+\sigma\tan\varphi$
  - وارده‌ها: $\tau=$ مخرب، $\sigma=$ مقاوم
- ترسیم
  - صفحه بعد


σ
τ
برش در اثر τ


اگر این صفحه دوران کند

$$\underset{\text{پایه}}{T=\begin{bmatrix}\sigma_x & \tau_{xy}\\ \tau_{yx} & \sigma_y\end{bmatrix}} \xrightarrow{\text{دوران } \theta} T'=\begin{bmatrix}\sigma_{x'} & \tau_{x'y'}\\ \tau_{y'x'} & \sigma_{y'}\end{bmatrix}$$


$\sigma_v=\sigma_1$
معمولاً
$\sigma_h=\sigma_3$
در صفحه اصلی $\tau=0$

Subject:

Year........ Month........ Date........( )

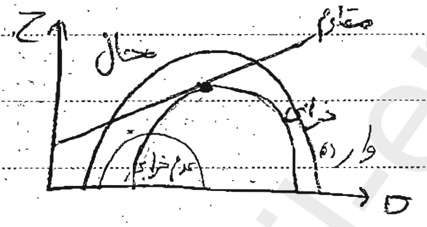
$$\begin{bmatrix}\sigma_3 & 0\\ 0 & \sigma_1\end{bmatrix} \xrightarrow{\text{دوران } \theta} T=\begin{bmatrix}\sigma_n & \\ & \end{bmatrix}$$

$$\tau_{\text{مخرب}} = \frac{\sigma_1-\sigma_3}{2}\sin 2\theta$$

$$\sigma_{\text{مقاوم}} = \frac{\sigma_1+\sigma_3}{2} + \frac{\sigma_1-\sigma_3}{2}\cos 2\theta$$

در صفحه قبل

صفحه θ را ~~در~~ روی حالت های متعدد می‌چرخانیم تا ببینیم در کدام صفحه می‌گیرد.



روی کاغذ پوستی کشیده
روی محورها می‌گذاریم

ترسیم: مقاوم / وارده

θ های متعدد

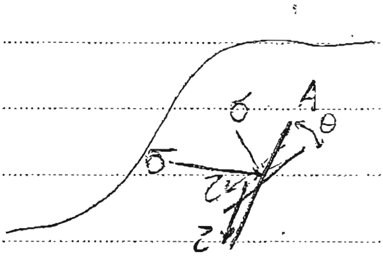
$$\tau_{\text{مخرب}} = \frac{\sigma_1-\sigma_3}{2}\sin 2\theta$$

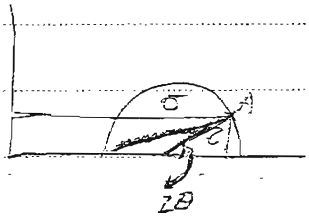
$$\sigma_{\text{مقاوم}} = \frac{\sigma_1+\sigma_3}{2} + \frac{\sigma_1-\sigma_3}{2}\cos 2\theta$$

$$\sin^2 2\theta + \cos^2 2\theta = 1$$

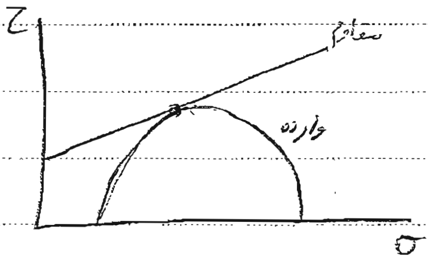
$$\underbrace{(\tau^2, \text{معلوم}^2)}_{\sigma_1, \sigma_3} \quad \underbrace{(\sigma^2, \text{معلوم}^2)}_{\sigma_1, \sigma_3}$$

Sunwood





در دایره موهر $2\theta \leftarrow \alpha$ زاویهٔ 2 برابر θ در حل

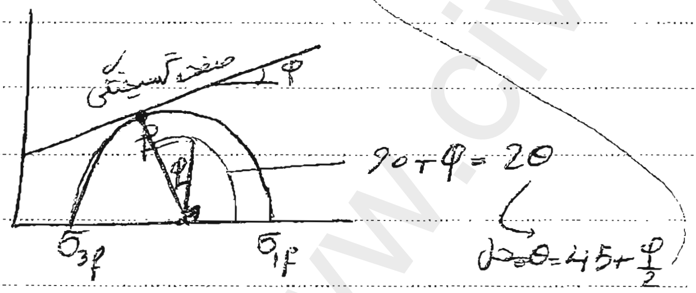

τ
مقاوم
وارده
σ

شرط گسیختگی ← ترسیم / فرمول

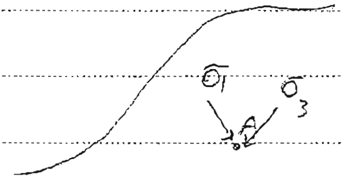
فرمول = $\frac{\sigma_1-\sigma_3}{2}\sin 2\theta = C + \left[\frac{\sigma_1+\sigma_3}{2} + \frac{\sigma_1-\sigma_3}{2}\cos 2\theta\right]\tan\varphi$

$\theta = 45+\frac{\varphi}{2}$

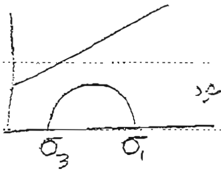
یافتن صفحه‌ای که در آن گسیختگی می‌شود:


صفحه گسیختگی
φ
A
φ
$90+\varphi=2\theta$
σ_{3f}
σ_{1f}
حل $\theta=45+\frac{\varphi}{2}$

↑ مقدار قطر دایره موهر = $\Delta\sigma = \sigma_1 - \sigma_3 = \sigma_d = \sigma_R$ دایره موهر که قطورتر باشد شانس خرابی ↑


σ_1
σ_3
A

→

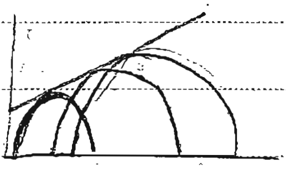

σ_3
σ_1

پس خراب نمی‌شود

V21

$$K_p = \frac{1+\sin\varphi}{1-\sin\varphi}$$

برای گسیختگی خاک

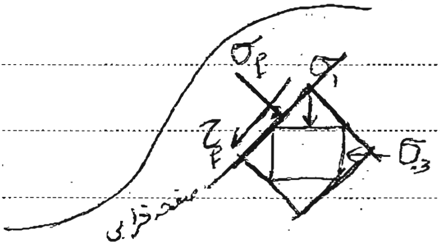


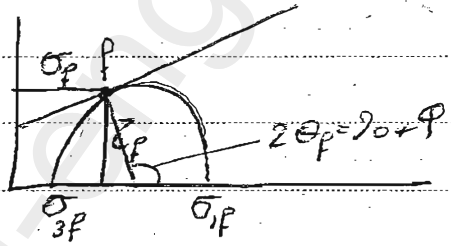
$$① \begin{cases} \sigma_{1f} = \sigma_{3f}\,\underbrace{\tan^2(45+\tfrac{\varphi}{2})} + 2c\tan(45+\varphi/2) \\ \sigma_p = \sigma_h = \sigma_{3f}K_p + 2c\sqrt{K_p} \end{cases}$$

فشار افقی

$$\text{II} \begin{cases} \sigma_{3f} = \sigma_{1f}\,\underbrace{\tan^2(45-\varphi/2)} - 2c\tan(45-\varphi/2) \\ \sigma_a = \sigma_h = \sigma_{1f}K_a - 2c\sqrt{K_a} \end{cases}$$

$$K_a = \frac{1-\sin\varphi}{1+\sin\varphi}$$

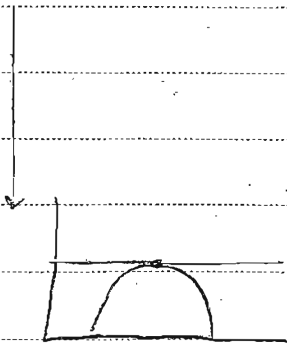


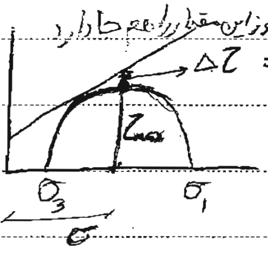


$2\theta_f = 90+\varphi \longrightarrow \theta_f = 45+\frac{\varphi}{2}$

در خاکی با مقاومت های φ و c در صورت گسیختگی طبق معیار موهر خاک در صفحه ای می برد که زاویه آن با صفحه ی تنش اصلی حداکثر $45+\varphi/2$ است. در این صورت به خط در نقطه ای به مختصات τ_f و σ_f مماس شده که τ و σ وارده بر صفحه خرابی است و تنش های اصلی که دایره رسم شده برای آنها به خط می رسد (σ_{1f} و σ_{3f}) در هر یک از دو رابطه فوق صدق می کند (I و II)

طبق معیار گسیختگی موهر خاک در صفحه ای می برد که بیشترین τ به آن وارد می شود (غ) مگر $\varphi=0$

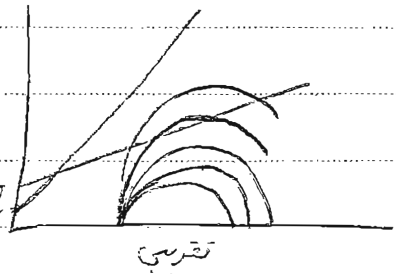




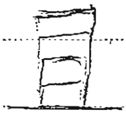
$$\Delta\tau = c + \frac{\sigma_1+\sigma_3}{2}\tan\varphi - \frac{\sigma_1-\sigma_3}{2}$$

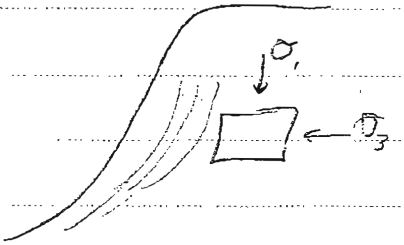
c مهم تر است یا φ ؟

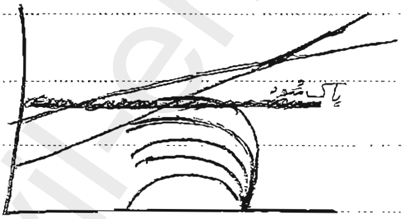
خرابی فنداسیون:



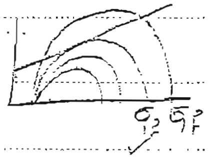
با کاهش c ، φ افزایش و
جابجایی رسیده به گسیختگی
زیاد می‌شود
پس φ مهم تر




σ_1
σ_3

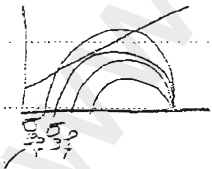


c مهم تر



از مجموع σ_1 ها خرابی حداقل آن قابل قبول است

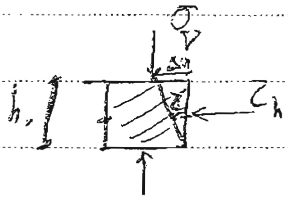
σ_3 های عامل خرابی حداکثر آن قابل قبول است

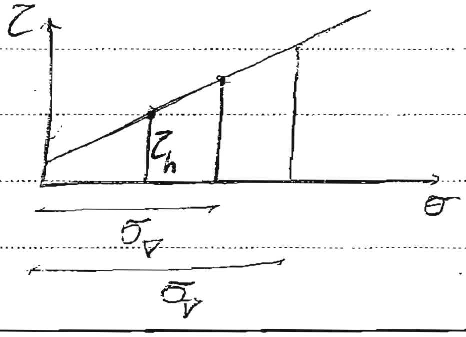


یافتن c و φ:

برش مستقیم ، 3 محوری   مرور اول

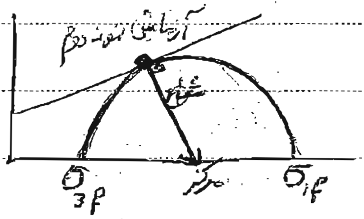
برش مستقیم:


σ_V
Δx
h_0
τ_h

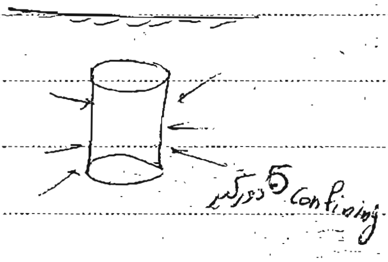

τ
τ_h
σ
σ_V
σ_V

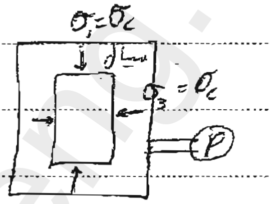
$$\gamma = \frac{\Delta x}{h_0}$$

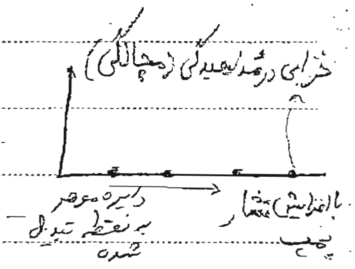
① σ_f و τ_f ② بهترین خط ③ c و φ ④ دوایر ⑤ σ_{1f} و σ_{3f}


آزمایش نمونه دوم
شعاع
σ_{3f}
مرکز
σ_{1f}

3 محوری:


σ دورگیر confining

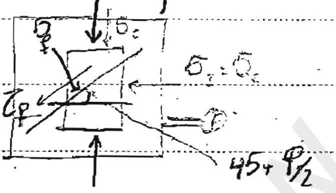

$\sigma_1 = \sigma_c$
سیال
$\sigma_3 = \sigma_c$
P

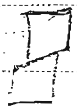


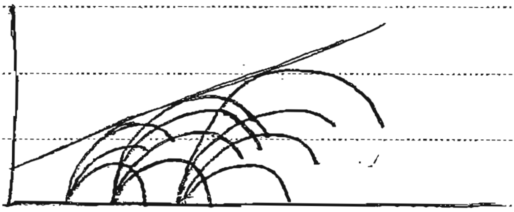
تمام صفحات، صفحات اصلی تنش‌اند

قطر دایره موهر

$$\sigma_R \Big\} \ \sigma_1 = \sigma_A + \overset{=\sigma_3}{\sigma_c} \Longrightarrow \sigma_1 = \sigma_R + \sigma_3 \Longrightarrow \sigma_R = \sigma_1 - \sigma_3$$


σ_f
σ_c
τ_f
$\sigma_3 = \sigma_c$
$45 + \varphi/2$

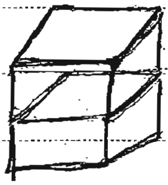


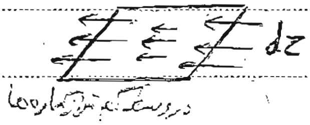


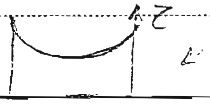
① σ_{1f} و σ_{3f} ② دوایر ③ بهترین خط ④ c و φ ⑤ τ_f و σ_f

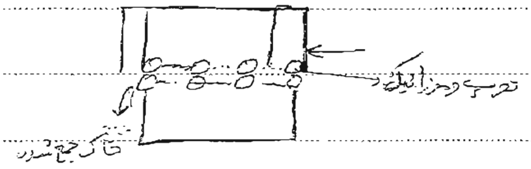
مرور دوم

برش مستقیم:




dz
در دسته تیرکارها




تخریب در زوایا
خاک جمع شده

با مداد برای 3 محوری که از صفحه ۹ به بعد

① برش از کناره‌ها آغاز می‌شود و به تدریج به وسط می‌رسد ⊖ منافات با حل
در کل صفحه گسیختگی هم زمان ⊕

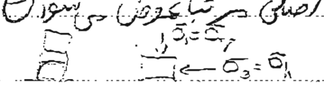
② ح در کناره‌ها بیشتر و در وسط کمتر است. (پخش غیر یکنواخت) ⊖
پخش تنش بر سطح یکنواخت ⊕ به دور از تمرکز تنش ⊕

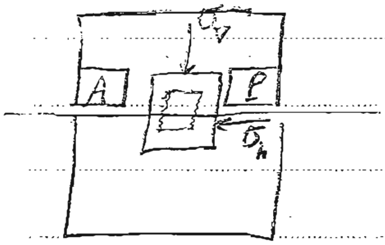
③ صفحه گسیختگی اجباری که الزاماً ضعیف‌ترین صفحه نیست. (در صفحه تحمیلی می‌بُرد) ⊖
مستعدترین صفحه و کاملاً طبیعی ⊕

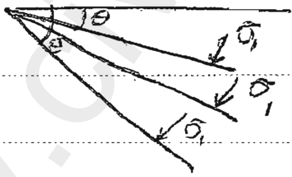
④ روال گسیختگی طبیعی نیست قدری عدم تطابق با معیار موهر (c و φ) > (c و φ) ⊖
بیشتر φ
بزرگتر و کاذب
φ و c کم‌تر از برش مستقیم و واقعی ⊕
جهات تنش‌های اصلی از ابتدا تا انتها ثابت ⊕

⑤ روال طبیعی قطور شدن دایره موهر!؟ (خطا)

در آزمایش مستقیم از ابتدای بارگذاری تا لحظه خرابی جهات تنش اصلی مرتباً عوض می‌شود ⊖ منافات با حل


$\sigma_1=\sigma_v$
$\sigma_3=\sigma_h$


σ_v
A
P
σ_h

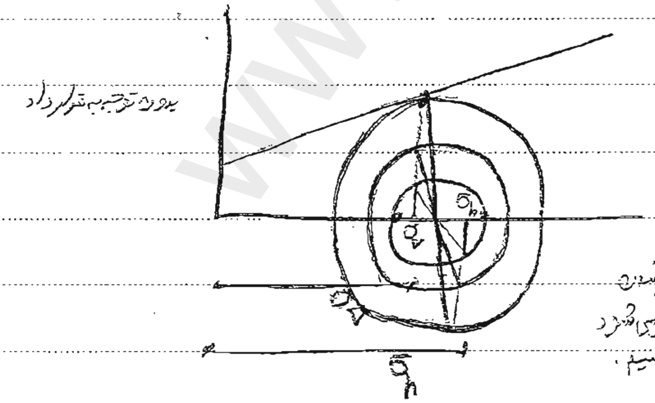

θ
σ_1
σ_1
σ_1

$2\theta=150^\circ \rightarrow \theta=75^\circ$

$2\theta=120^\circ \rightarrow \theta=60^\circ$

$2\theta=100^\circ \rightarrow \theta=50^\circ$

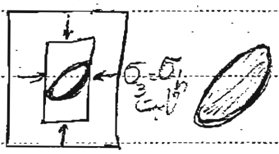
برای پسیو


پوش گسیختگی قرار داد
σ_h
σ_v
σ_h
σ_h

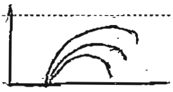
σ_h کمی بازتر شود قطر دایره بزرگتر می‌شود ولی کمی می‌کشیم.

۳ محوری:

$\sigma_1=\sigma_R+\sigma_3$



روال طبیعی قطور شدن



انواع رفتارهای خاک از بارگذاری تا گسیختگی < در سه محوری دقیق / برش مستقیم با خط } مدل می شود

$c, \varphi \neq c, \varphi \neq c, \varphi$

UU CU CD

c و φ ها در روش های UU و CU و CD برابر نیستند

U U UnDrain زهکشی نشده
C U
C D Drain

تحکیمی (C) زهکشی

$\Delta u \to 0$

U زهکشی نشده

$\Delta u \not\to 0$

دگرگونی تولید U ها در خاکهای اشباع

در اثر اعمال $\Delta\sigma$ Δu: $\Delta\sigma \to u^{+}$ اضافه
(تحکیم)

$\Delta u^{+} \to 0$ C تحکیم یافته

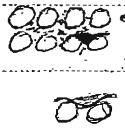
$\Delta u^{+} \not\to 0$ U نیافته

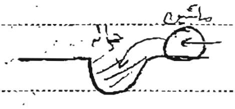
ناشی از گسیختگی یا برش خاک و خرابی نیست

بحث گسیختگی و برش در جای

NC ماسه شل و رس

OCR < 2~2.5 رس که OC





$\Delta Z \Rightarrow \Delta u$

Δu^{+} { $\Delta u^{+} \to 0$: مسیر خروج آب باز D زهکشی شده

حجم $\Delta V \neq 0$

Sunwood

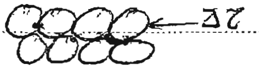
بسته $\Delta u \not\to 0$ U زهکشی نشده

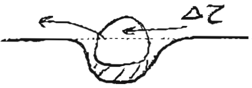
$\Delta V = 0$

ماسه متراکم ، رس OC

$OCR > 2 \sim 2.5$

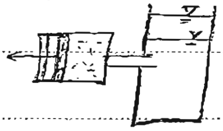
حین گسیختگی ریزش و خرابی





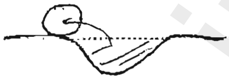
$\Delta Z \Rightarrow \Delta u^-$

Δu^- مسیر ورود آب باز



$\Delta u^- \to 0$

$\Delta V^+ \neq 0$



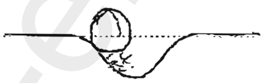
زهکشی شده

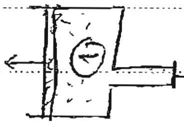
مسیر آب بسته :

$\Delta u^- \not\to 0$

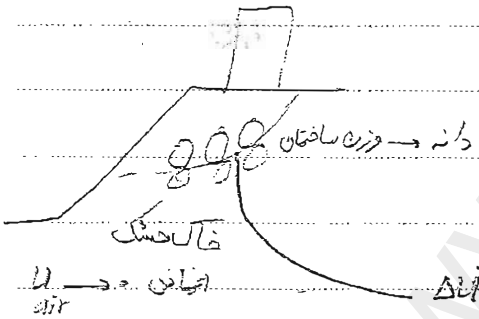
$\Delta V = 0$

زهکشی نشده





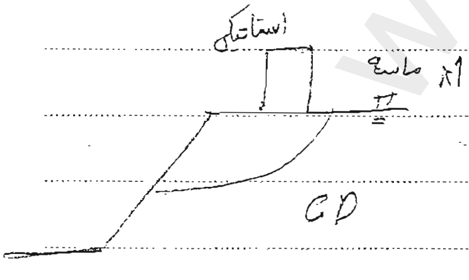
تا سرنگ چسب
شده که حرکت نکند

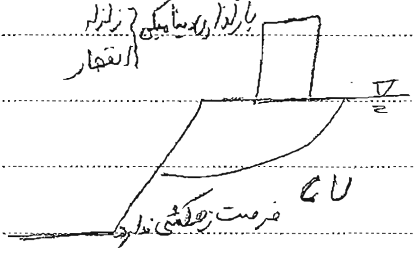

دانه ← وزن ساختمان
خاک خشک

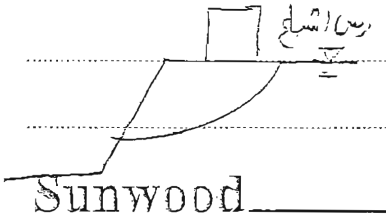
اضافی $0 \leftarrow u$
آزاد

$\Delta u^+ = 0$ ⟶ خاک خشک ما مثبتاً Δu^+ ندارند

پس CD


استاتیکی
۲م ماسه
CD

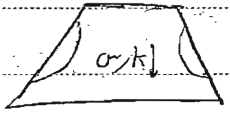

بارگذاری دینامیکی { زلزله
انفجار
CU
فرصت زهکشی ندارد



UU — کنترل لغزش ناگهانی شیروانی بلافاصله پس از ساخت بنا

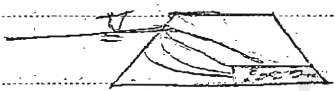
CU — میان مدتها

CD — تدریجی

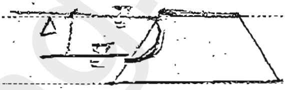


بحرانی‌ها و صحیح

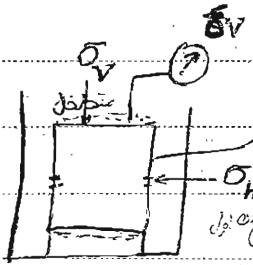
- بلافاصله پس از ساخت بدنه UU
- مدتها پس از ساخت حین بهره‌برداری و تراوش زهکشی دائمی CD



- افت سریع مخزن الاست CU



مرور سوم

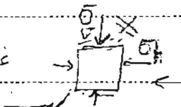


برش مستقیم کنترل ← تجربی ← خاتمه تورم با یک عقربه ⓘ δ_v در اثر جذب آب

اشباع با غرقاب

تحکیم

غیر از روش تدریجی + مهلت تا خاتمه نشست به کمک ⓘ δ_v ← C ستون اول



روشن کردن دستگاه
آغاز برش

زهکشی

خاتمه آزمایش

اگر مهلت تا خاتمه نشست به کمک عقربه را ندهیم U ستون اول

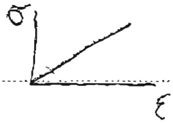
اعمال بار قائم افقی بلافاصله روشن شدن دستگاه و آغاز برش

زهکشی شده ← 8888 استفاده از سنگ‌های متخلخل ← سرعت برش (حرکت نیم جعبه کم) $0.01 \frac{mm}{min}$

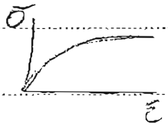
" نشده ← حذف حتی‌الامکان ← جایگزینی با صفحات آب‌بند ← سرعت برش زیاد $3 \frac{mm}{min}$

خاتمه آزمایش
گسیختگی خاک

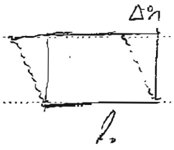
ترد: ناگهانی: برگشت عقربه بارگذاری ①



نرم: ثابت ماندن عقربه بارگذاری ②



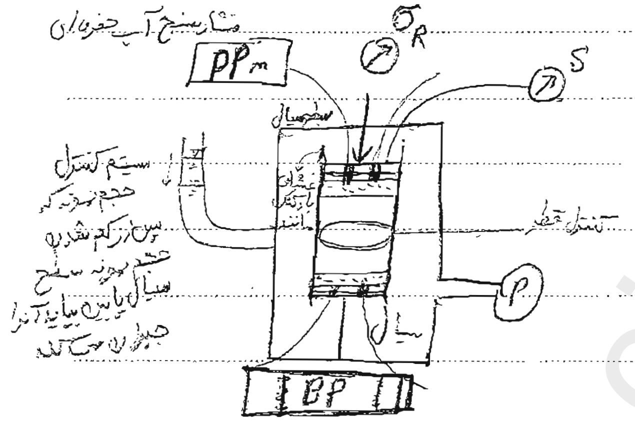
بروز کرنش‌های زیاد ③

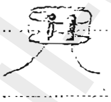


$\frac{\Delta h}{h_0} \rightarrow 20\%$

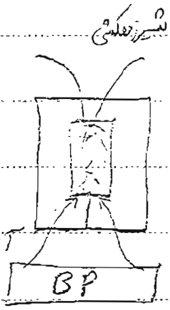
هرکدام از ۱ و 2 و 3 اتفاق افتاد دستگاه را خاموش می‌کنیم

سه محوری:


فشارسنج آب حفره‌ای
PPm
σR
S
سطح سیال
سیستم کنترل حجم نمونه که پس از رکم شدن حجم نمونه سطح سیال پایین بیاید آن را جبران می‌کند
کنترل قطر
P
سیال
BP

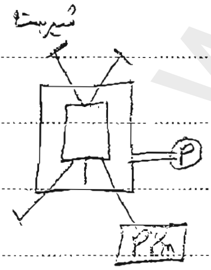


اشباع


شیر زهکشی
BP

آب بدهیم اگر از بالا آب نشست کرد یعنی اشباع شده

کنترل:


شیر بسته
P
PPm

پارامتر فشار آب حفره‌ای B

$PPm: u_0 + \Delta u$
$P: \sigma_c + \Delta\sigma_3$

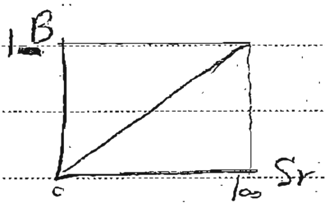
$$\frac{\Delta u}{\Delta \sigma_3} = 1 \Longrightarrow S_r = 100$$

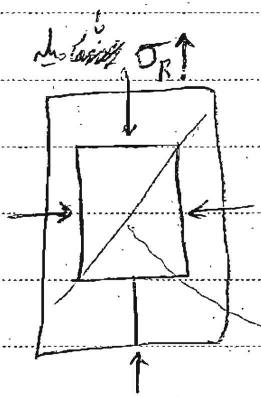
$$\boxed{\frac{\Delta u}{\Delta \sigma_3} = B}$$

$S_r = 0 \longrightarrow B = 0$

$0 < S_r < 100 \longrightarrow 0 < B < 1$

$S_r = 100 \longrightarrow B = 1$





تغییر فشار موثر

$\sigma_R \uparrow : \Delta(\sigma_1 - \sigma_3)$

$(\Delta\sigma_1 - \Delta\sigma_3) \longrightarrow A = \frac{\Delta U^I}{\Delta\sigma_1 - \Delta\sigma_3}$

در این صفحه $\longrightarrow \Delta\tau \Rightarrow \Delta U^I$

$S_r = 0 \overset{\varepsilon}{\longleftrightarrow} A = 0$

سخت شل

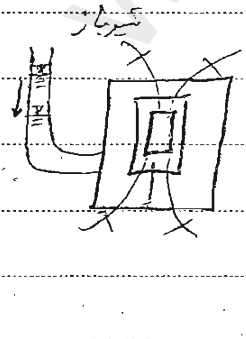
$S_r = 100 \overset{\varepsilon}{\longleftrightarrow} -0.7 < A < +1$

!!
بینابین

$\Delta U = B\Delta\sigma_3 + A(\Delta\sigma_3 - \Delta\sigma_1)$

$B\left[\Delta\sigma_3 + \frac{A}{B}(\Delta\sigma_3 - \Delta\sigma_1)\right]$

$B\left[\Delta\sigma_3 + A(\Delta\sigma_3 - \Delta\sigma_1)\right]$



تحکیم: نشستن ← شیرها را می‌بندیم تا فشار پیپ به آب برسد و تحکیم نباشد

تحکیم به کمک $\sigma_c = \sigma_p = \sigma_3 = \sigma_1$ = ایزوتروپ

خاتمه: توقف روند کاهش حجم از کنترل حجم

شیر زهکشی باز را باید حالت دهیم)

Subject............
Year 87 Month 7 Date 2 ( )

زهکشی شدن: روش شکل دستگاه

استفاده از سنگ متخلخل، شیرها باز، سرعت بارگذاری آهسته، تغییر مکان تا حدود 0.01 $\frac{mm}{min}$

سرعت اعمال بار میله

زهکشی نشده: طی خواهد بود

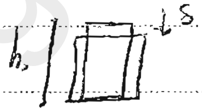
شیرها بسته، سرعت بار میله 3 $\frac{mm}{min}$

ثانیاً: مشابه برش مستقیم با دو تفاوت زیر

- عقربه‌ی بارگذاری (بار میله)

- کرنش محوری

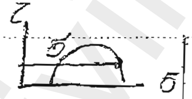
$\frac{\delta}{h_0} \to 20\%$



نتایج آزمایش:

CU، $\Delta u^+ \neq 0$
$\Delta V = 0$: $\sigma = \sigma' + u$

دایره تنش کل

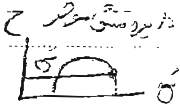


CD، $\Delta u^+ = 0$
$\Delta V^+ \neq 0$

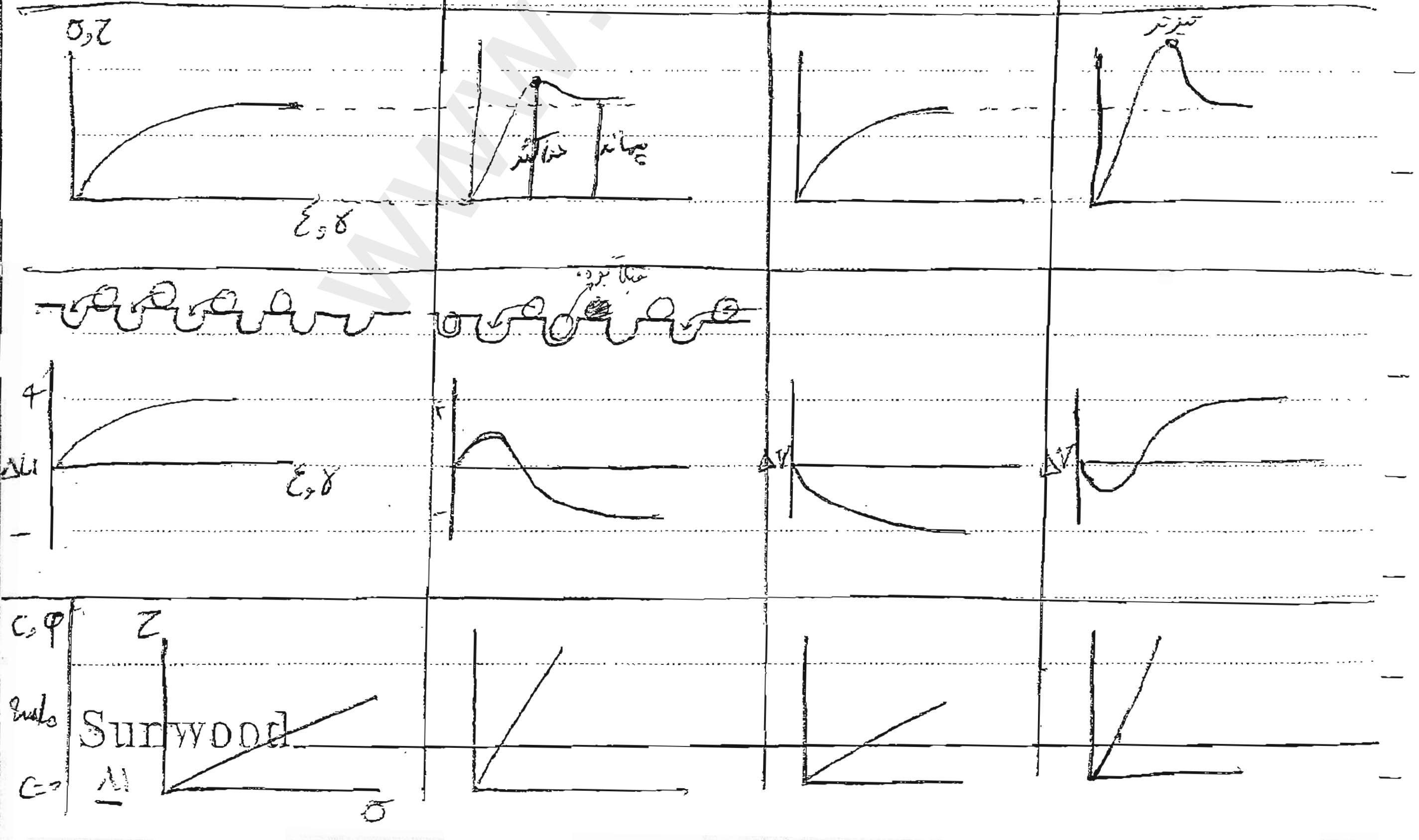
آزمایش در تنش موثر

$\sigma = \sigma' + u$

دایره تنش موثر



① NC رس، ماسه‌های سست و کم تراکم شل OCR<2~2.5 OC رس	② OCR>2~2.5 OC رس، ماسه متراکم	③ ≡ ①	④ ≡ ②

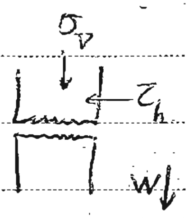


Surwood

در رس: $\sigma_c \equiv \sigma_v$

در برش مستقیم

دررگیر در سه محوری


σ_v
τ_h
$W\downarrow$

تحکیم کردن رس $W\downarrow$ و باعث کاهش حالت خمیری و چسبناک بودن رس

* چسبندگی رس $NC = 0$

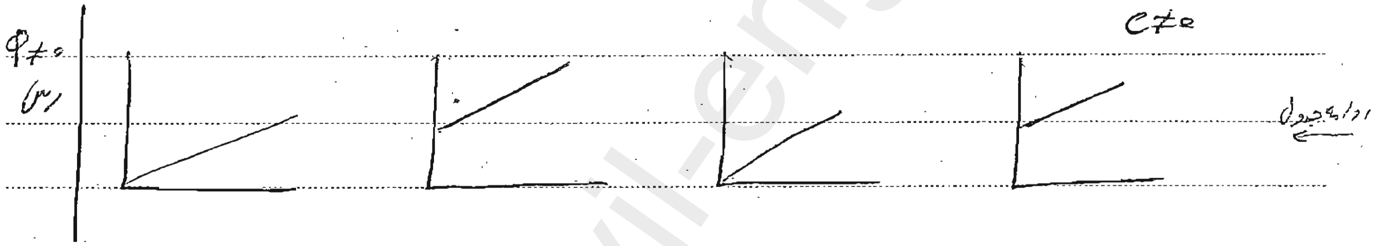
* OC

اَ کلوخ خشک رس

آب جذبی

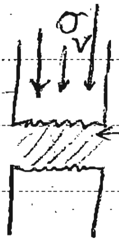
کاتیون

$c \neq 0$



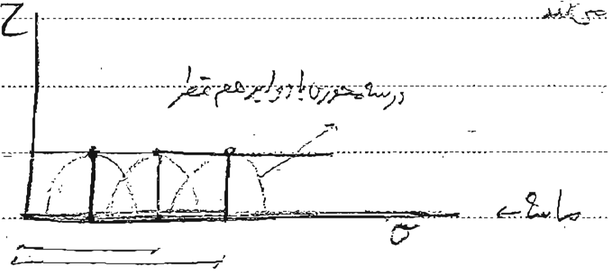
اگر آزمایش سه محوری در σ_c بالا انجام شود یعنی $\uparrow\sigma_c \equiv \uparrow\sigma_v$ رفتار ستون های 2 و 4 به سمت ① و ③ میل می کند به خصوص در سطرهای 1 اول و دوم.

در آزمایش UU:

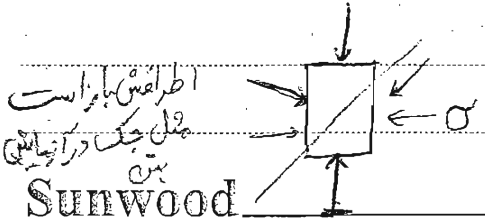

σ_v
τ_h

$\tan\varphi = 0 \rightarrow \varphi = 0$

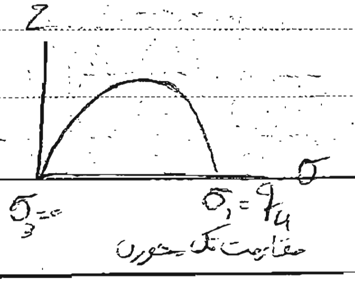
در حد چسبش مقاومت می کند



آزمایش تک محوری:

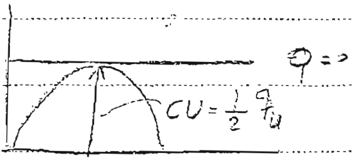

اطرافش باز است
مثل جک در آزمایش بتن
σ

Sunwood

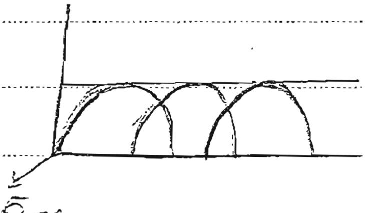


پرش گسیختگی نداریم مگر برای تک محوری روی رس اشباع که مشابه با سه محوری UU خواهد بود.

برش سریع تر



در تک محوری



در حالت کلی تک محوری روی رس اشباع مشابه با سه محوری UU اما به هر حال مقدار کمتر است

دلایل: 1) اخذ و حمل نمونه از زیر خاک تا آزمایشگاه، تنش دورگیر اطراف خاک را از بین برده خاک دچار تورم و بعضاً ترک می‌شود که تنش دورگیر در سه محوری این ترک‌ها را هم آورده ← افزایش مقاومت

2) $\sigma_3 \neq 0$ یعنی وجود دارد که مانع تغییر مکان های جانبی زیاد و آزادانه خاک است. نمونه از اطراف مقید شده، زیر بار به سادگی خالی نکرده بهتر مقاومت می‌کند در حالی که در تک محوری این گونه نیست.

در رس ها: حساسیت

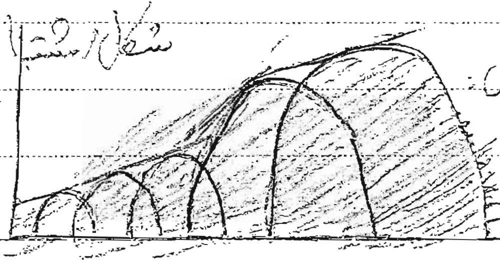
$$S_t = \frac{q_u \text{ (دست نخورده)}}{q_u \text{ (دست خورده و بازسازی شده)}}$$

$1 < S < 2$ حساسیت کم

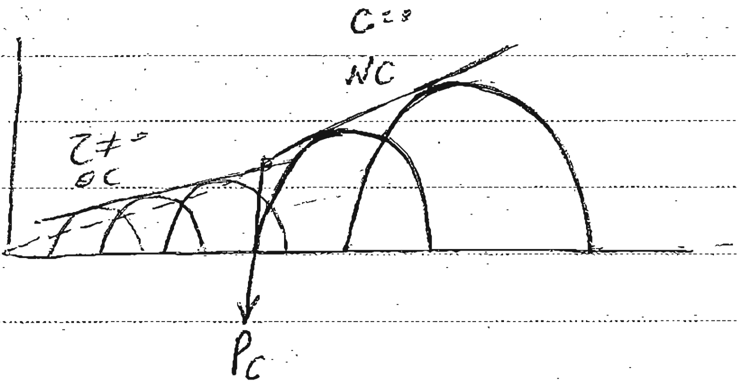
$2 < S < 4$ حساس

$4 < S < 8$ بسیار حساس

تست CD در σ_3 های متعدد روی رس:



Sunwood



φ خاک به نوع خاک و رفتار خاک ربط دارد

خاک سیلتی

UU CU CD

اشباع $\varphi_{UU}=0$ φ_{CU} $\varphi_{CD}=\varphi'$

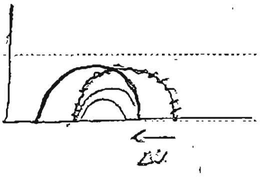
C_{UU} C_{CU} $C_{CD}=\varphi'$ ← در تنش موثر

نتایج آزمایش CD به کمک CU :

به دلیل توضیح سریع نوشته نشد.

$\varphi_{CU} \xrightarrow{\text{برحسب}} \varphi'$

$C_{CU} \longrightarrow C'$



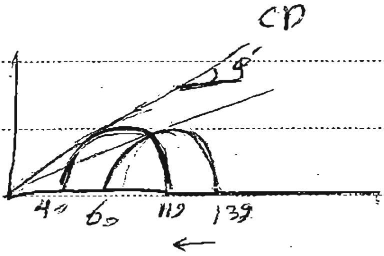
تست از جزوه:

CU روی NC انجام شد و $\sigma_3=60$ و $\Delta\sigma=79$ ، $\Delta u_f=20$ ← نتایج CD = ?

$NC \rightarrow C=0$

$\begin{cases} C'=0 \\ \varphi'=? \end{cases}$

$\sigma_3=60$, $\Delta\sigma=79$ $\longrightarrow \sigma_1=139$



$$\sigma_1' = \sigma_3' + \tan^2(45+\varphi'/2) + 2c'\tan(45+\varphi'/2)$$

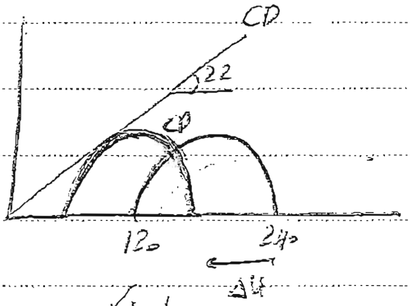
$$(139-20) = (60-20)\tan^2\left(45+\frac{\varphi'}{2}\right)$$

تست از جزوه

در این نتایج CD ← $c'=0$ و $\varphi'=22$ و CU ← $\underbrace{\Delta\sigma=\sigma_3 \quad , \quad \sigma_3=120}$

$\Delta u_f = ?$

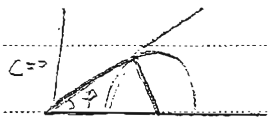
$\sigma_1 = 120 + 120 = 240$



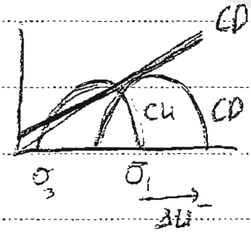
قطرها یکی هستند

از رابطه ← $(240-\Delta u) = (120-\Delta u)\tan^2\left(45+\frac{\varphi'=22}{2}\right) + 2\times 0\times\tan(45+11)$

اگر $c=0$



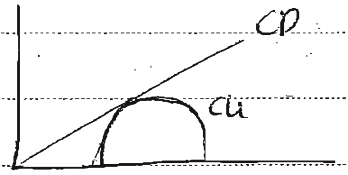
$$\sin\varphi = \frac{(\sigma_1-\sigma_3)/2}{(\sigma_1+\sigma_3)/2}$$



$\sigma' = \sigma - u'$

فرمول $\Delta u = \_\_\_$

Sunwood



یا رس خشک $\Delta u =$

یا رس اشباع بیش تحکیم

$\Delta \overset{\pm}{u} = 0$

نه سخت نه شل ع متوسط

نکته مهم :

$\{\Delta u^{+} ; \sigma' \downarrow = \sigma - u^{+}$

ماسه سست

$$\begin{array}{ccc} CU & & CD \\ \varphi & < & \varphi \\ \wedge & & \wedge \\ \varphi & > & \varphi \end{array}$$

متراکم

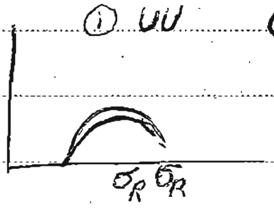
به دلیل قفل و بست بیشتر

$\{\Delta u^{-} : \sigma' \uparrow = \sigma - u^{-}$

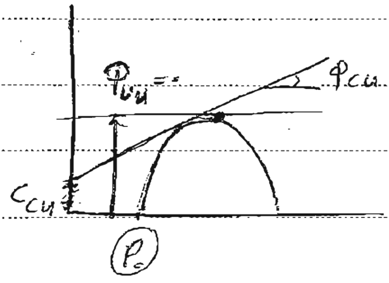
در تراکم عددها و γ_d را بنویسیم در نشست $T_v = \frac{C_v t}{H_{dr}^2}$ و در مقاومت شکل را بکشیم

① UU ② CU

رس اشباع



σ_R ، در تنش دورگیرهای کم در UU و در تنش دورگیرهای بیشتر در CU بیشتر است.

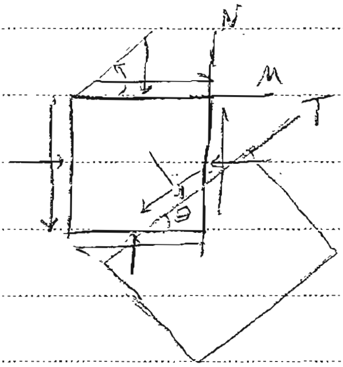


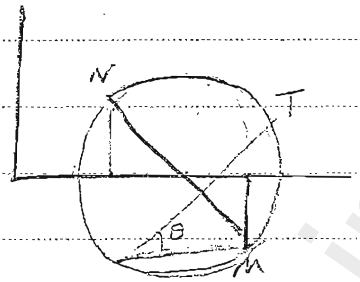
Sunwood $C_{uu} = \frac{\sin \varphi_{cu}}{1 - \sin \varphi_{cu}} P_c + \frac{\cos \varphi_{cu}}{1 - \sin \varphi_{cu}} \times C_{cu}$

قرارداد ها:

تنش های نرمال — فشار مثبت

برشی — دوران خلاف ساعت مثبت

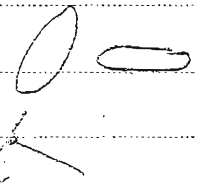




چسبندگی زهکشی نشده (
رس NC :
تحکیم شده

$$\uparrow C_u = \left[0.11 + 0.0037\left(\overset{\%}{\uparrow PI}\right)\right] \times \sigma'_0 \uparrow$$

سربار موثر در تراز مورد مطالعه



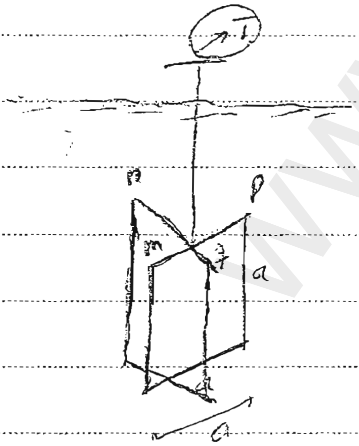
چسبندگی بیشتر راحت تر

رس OC :

$$\boxed{\frac{(C_u/\sigma'_0)_{OC}}{(C_u/\sigma'_0)_{NC}} = OCR} \quad *$$

آزمایش برش پره:

T معلوم



$$T = T_1 + T_2$$

$$\overset{\text{۲ تا پره}}{2} \times \int \underbrace{\underset{\overset{\|}{Z}}{C_u}}_{\text{مجهول}} \overbrace{\underbrace{dA\,\rho}_{\text{هندسه}}}^{\text{دو قاعده}} + \int \underbrace{\underset{\overset{\|}{Z}}{C_u}}_{\text{مجهول}} \overbrace{\underbrace{dA'\,\rho'}_{\text{هندسه}}}^{\text{ک جانبی}} = T \quad \text{معلوم}$$

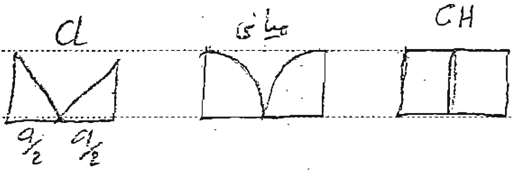
۸۶

Subject:...

Year.............. Month............. Date...............( )

$$C_u = \frac{T}{\pi\left[\frac{a^2 b}{2} + \frac{a^3}{4} \times \beta\right]}$$

در پره

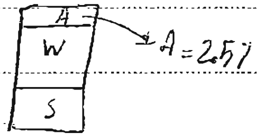

CL
a/2
a/2
میانی
CH

PI ↑ این آزمایش نسبت به مقادیر واقعی C_u های بزرگتری می دهد

$C_{u\,\text{واقعی}} = \lambda \cdot C_{u\,\text{این آزمایش}}$

پس فشار: Back

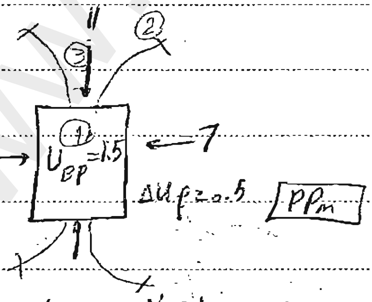
عملکرد BP { Sr → 100

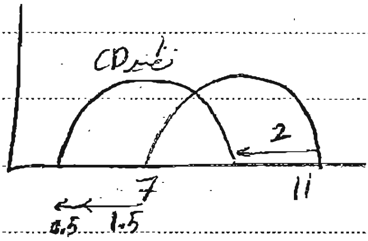


Sr → 100 به کامل هوازدایی کمک

BP باعث 2.5% هوا حل شدن در آب شده

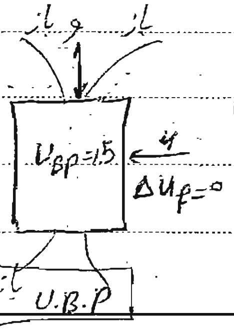
CU + BP


11
②
③
①
$U_{BP} = 1.5$
7
$\Delta U_f = 0.5$
PPm

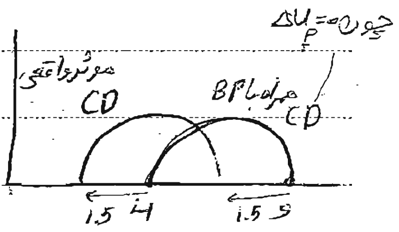

CD نظیر
2
7
11
0.5
1.5

اتصال به BP قطع شد اما چون شیرها بسته است U_{BP} باقی ماند.

CD + BP


باز و باز
$U_{BP} = 1.5$
4
$\Delta U_f = 0$
U.B.P

مثل بارگذاری معمولی کار می کنیم


چون $\Delta U_p = 0$
موثر واقعی CD
CD همراه با BP
1.5
4
1.5
9

باز باید ΔU صفر شود

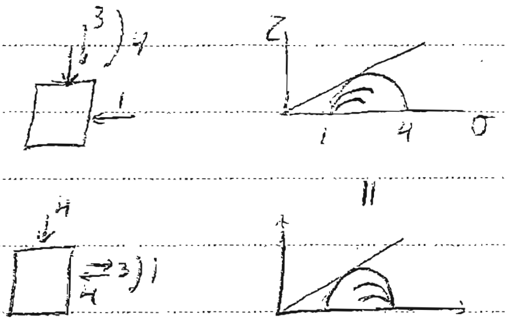
Sunwood

ولی اتصال به UBP باشد تا 1.5 عمل را وارد کنیم.

مسیر تنش : Stress path

از روی NC و CD می زنیم

① NCCD


3
4
1
τ
1
4
σ
||
4
3
4

مبدا ← مقصد

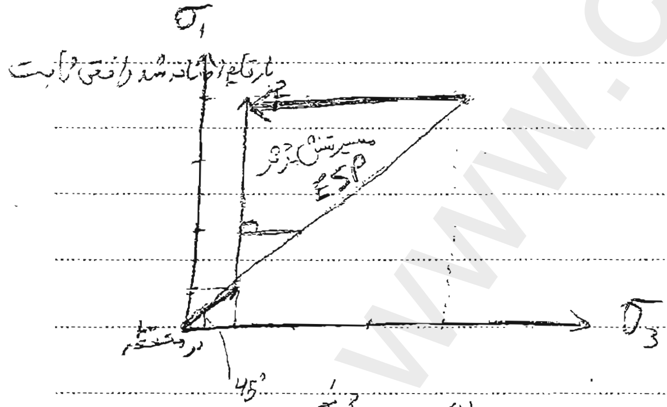
گسیختگی

مسیر تنش

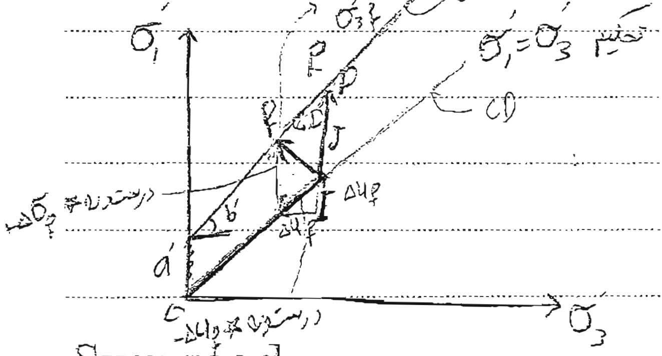
استقرار نمونه در دستگاه

معرفی رفتار خاک در دستگاه مختصات دیگر: مسیر تنش

هر نقطه در مسیر تنش باید بتواند معرف دایره موهر در نمودار σ-τ باشد.


σ1
افقی ثابت
مسیر تنش موثر
ESP
45°
σ3

※ زیر 45° یعنی $\sigma_3 > \sigma_1$


σ'1
σ'1f
σ'3f
CU
تحکیم
σ'1=σ'3
P
D
CD
F
J
I
Δuf
b'
a'
c
Δσf
Δuf
σ'3

IJD مسیری است که طی می کند تا خراب شود

ESP

CU → CD

$$CU:\begin{cases}\sigma'_{3_c}\\ \sigma'_{1_c}=\sigma'_{3_c}\end{cases}\quad\begin{cases}\sigma'_3=\sigma'_{3_c}-\Delta u_f\\ \sigma'_1=\underset{\sigma'_{3_c}}{\underset{\|}{\sigma'_{1_c}}}-\Delta u_f+\Delta\sigma_f\end{cases}\ \star$$

رابطه خطی →

$$\sigma'_{1f}=\sigma'_3\tan^2\left(45+\frac{\varphi'}{2}\right)+2c'\tan\left(45+\frac{\varphi'}{2}\right)$$

$$y'=x\tan b'+a'$$

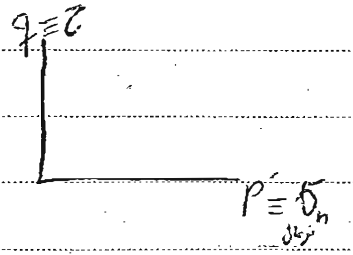
$$a'\equiv c':\ a'=2c'\tan\left(45+\frac{\varphi'}{2}\right)=2c'\sqrt{\tan b'}$$

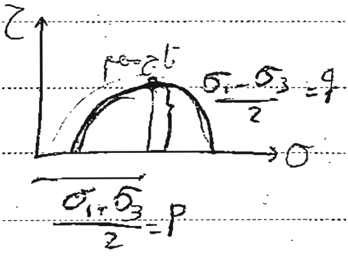
$$b'\equiv\varphi':\ \tan b'=\tan^2\left(45+\frac{\varphi'}{2}\right)$$

$$\Longrightarrow b'=\tan^{-1}\left[\tan^2\left(45+\frac{\varphi'}{2}\right)\right]$$

$$\tau,\sigma'\begin{cases}c',\varphi'\end{cases}$$

$$\sigma'_1,\sigma'_3\begin{cases}a'=2c'\tan\left(45+\frac{\varphi'}{2}\right)\\ b'=\tan^{-1}\left[\tan^2\left(45+\frac{\varphi'}{2}\right)\right]\end{cases}$$




τ
σ
$\frac{\sigma_1-\sigma_3}{2}=q$
$\frac{\sigma_1+\sigma_3}{2}=p$

$$\begin{cases}\sigma'=\sigma-u\\ p'=\frac{\sigma'_1+\sigma'_3}{2}=\frac{\sigma_1-u+\sigma_3-u}{2}=\frac{\sigma_1+\sigma_3}{2}-u=P-u.\end{cases}$$

$$\begin{cases} \tau = \tau' \\ q' = \dfrac{\sigma'_1 - \sigma'_3}{2} = \dfrac{(\sigma_1 - u) - (\sigma_3 - u)}{2} = \dfrac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} = q \end{cases}$$

دو مثال چند منحنی تغییر در دستگاه مختصات pq

$\sigma'_1 = 0 \qquad p' = 0$

$\sigma'_3 = 0 \qquad q = 0$

$\sigma'_1 = 1 \qquad p' = 1$

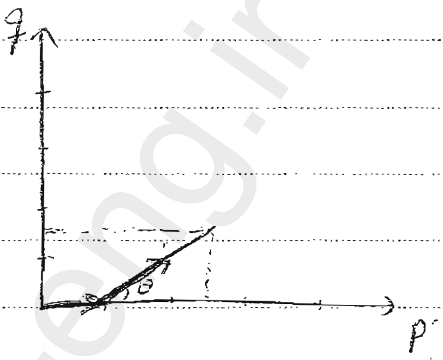
$\sigma'_3 = 1 \qquad q' = 0$

$\sigma' = 1 + \sigma_R \qquad p' = 1 + \sigma_R/2$

$\sigma'_3 = 1 \qquad q = \sigma_R/2$

$\sigma'_1 = 4 \qquad p' = 2.5$

$\sigma'_3 = 1 \qquad q = 1.5$



$$\tan\theta = \frac{dq}{dp} = \frac{\Delta q}{\Delta p} = \frac{\dfrac{\Delta\sigma'_1 - \Delta\sigma'_3}{2}}{\dfrac{\Delta\sigma'_1 + \underbrace{\Delta\sigma'_3}_{0}}{2}} = \frac{\Delta\sigma'_1}{\Delta\sigma'_1} = 1$$

$\theta = 45°$

$\sigma'_1 = 0 \qquad p' = 0$

$\sigma'_3 = 0 \qquad q = 0$

$\sigma'_1 = 4 \qquad p' = 4$

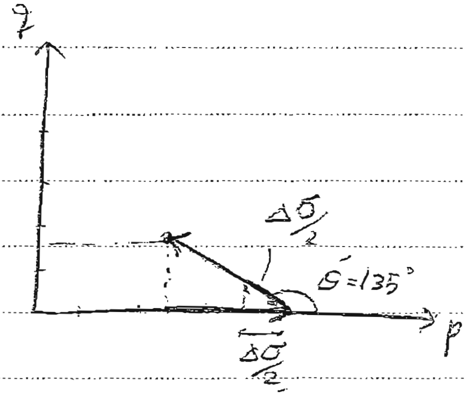
$\sigma'_3 = 4 \qquad q = 0$

$\sigma'_1 = 4 \qquad p' = 4 - \Delta\sigma/2$

$\sigma'_3 = 4 - \Delta\sigma \qquad q = \Delta\sigma/2$

$\sigma'_1 = 4 \qquad p' = 2.5$

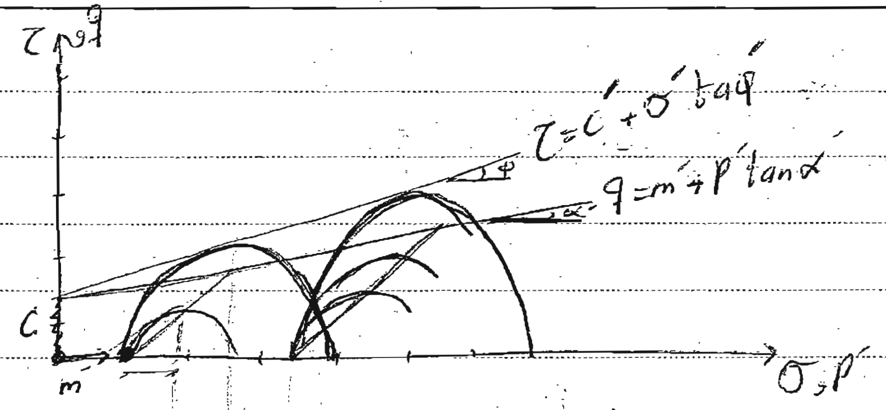
$\sigma'_3 = 1 \qquad q = 1.5$

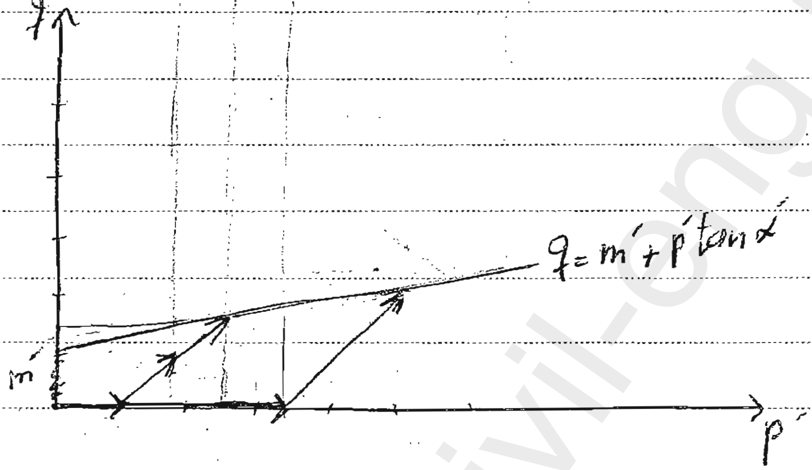


$$\tan\theta' = \frac{\underbrace{\Delta\sigma'_1}_{0} \cdots}{\Delta\sigma'_1 \cdots} = \frac{\Delta\sigma'_3/2}{\Delta\sigma'_3/2} = -1$$

$\theta' = 135°$

Sirinwood

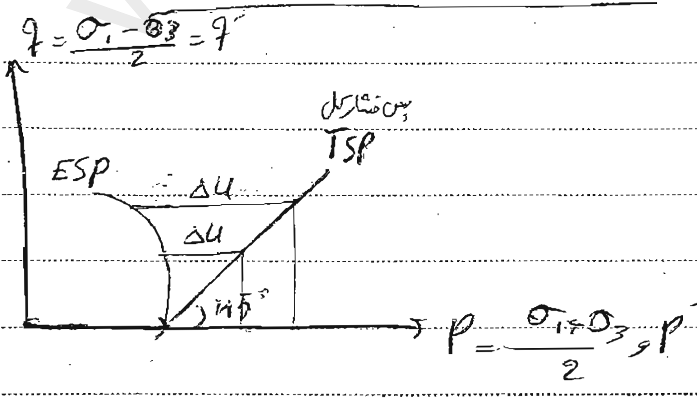

τ و q
τ=c'+σ' tanφ'
φ
q=m'+p' tanα
α
C
m'
σ و p'


q
q=m'+p' tanα'
m'
p'

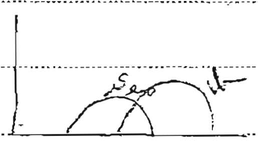
$\tau, \sigma' \begin{cases} c' \\ \varphi' \end{cases}$

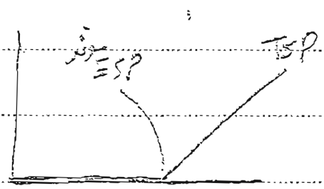
$q, p' \begin{cases} m' = c' \cos\varphi' \\ \alpha' = \tan^{-1}(\sin\varphi') \end{cases}$ مهم

$\sigma_1, \sigma_3 \begin{cases} \varphi' \leftarrow \\ c' \end{cases}$ رابطه خطی

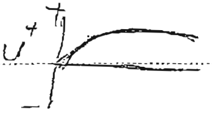

$q = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} = q'$
مسیر تنش کل
TSP
ESP
Δu
Δu
45°
$p = \frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2}$ و p'

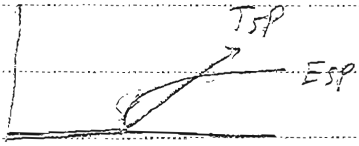
تست CU زدیم



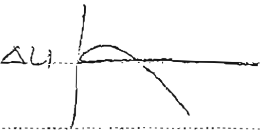


$CU \xrightarrow{\text{روی}}$ شل و اشباع



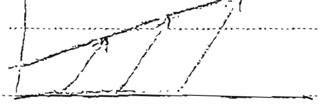


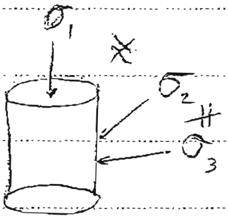
$CU \xrightarrow{\text{روی}}$ سخت متراکم اشباع

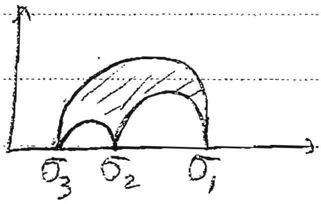


$\sigma' = \sigma - U$

به هم پیوستگی دارد ــ بخش چسبندگی



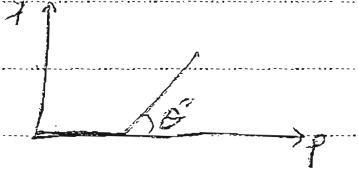




$$p = \frac{\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3}{3} \quad , \quad q = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2}$$

در حالت خاص سه محوری معمولی:

$$p = \frac{\sigma_1 + \overset{\sigma_3}{\overset{\shortparallel}{\sigma_2}} + \sigma_3}{3} \longrightarrow \begin{cases} p = \dfrac{\sigma_1 + 2\sigma_3}{3} \\ q = \dfrac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} \end{cases}$$



$$\tan\theta = \frac{\Delta q}{\Delta p} = \frac{\dfrac{\Delta\sigma_1 - \cancel{\Delta\sigma_3}}{2}}{\dfrac{\Delta\sigma_1 + 2\cancel{\Delta\sigma_3}}{3}} = \frac{3}{2}$$

0

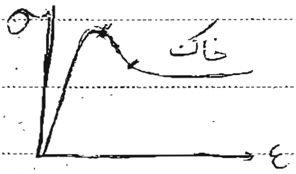
$\theta = \tan^{-1} 1.5$

برای تعیین σ 1) تعریف P و q توسط طراح سؤال

2) مدل آزمایش سه‌محوری

کنترل تنش و کرنش:

کنترل کرنش:



مزیت ⊕: برآورد دقیق سختی‌ها E و G

⊕ — مقاومت ~~پسماند~~ حداکثر

⊕ — مقاومت پسماند

⊕ بسیار به E و G حساس

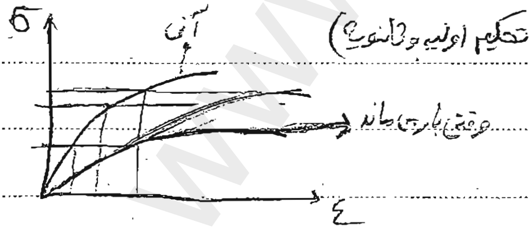
معایب

⊖ با محل منافات دارد مثلاً پی روی ساختمان یک طبقه (کنترل روی کرنش نیست روی تنش است)
بار نسبت به زمان

به دلیل عیب بالا به کنترل تنش روی می‌آوریم:

مزیت ⊕ تطابق با محل

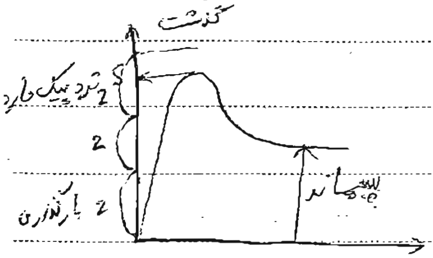
⊕ منحنی تنش کرنش
مورد نظر (الاستیک، پلاستیک، تحکیم اولیه و ثانویه)



معایب

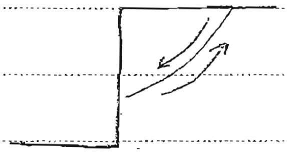
⊖ مقاومت پیک (اوج) با تقریب به دست می‌آید

⊖ مقاومت پسماند به دست نمی‌آید



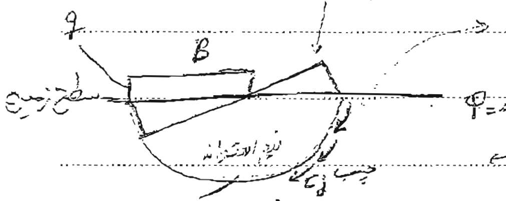
Subject: ....
Year 87 Month 7 Date 6 ( )

پایداری شیروانی ها:



$$S.F = \frac{\text{مقاومت‌ها}}{\text{محرک‌ها}}$$

با افزایش φ دایره بزرگتر و در آخر از خط (خروجی) بالا می‌زند اگر یک کمی خاک بریزیم مقاومت ↑



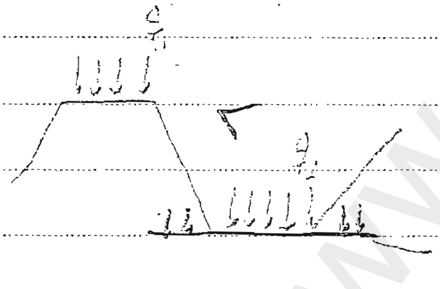
زمین خوب نیست و اینجا ضریب اصطکاکی ندارد $\varphi = 0$ $C \neq 0$ حداکثر

1) تعیین مقاومت‌های حداکثر : آز → C

2) وارده‌ها : B و q

3) تعیین شمای گسیختگی

87|



4) نوشتن معادله تعادل : $\sum \underset{\text{وارده}}{M} = \sum \underset{\text{مقاوم تولید شده}}{M}$

$$q \times B \times l \times \frac{B}{2} = C_d \times \frac{2\pi B}{2} \times l \times B$$

5) یافتن مقاومت‌های تولید شده

$$C_d = \frac{q}{2\pi}$$

تقریباً به اندازه $\frac{1}{6}$ q باید چسبندگی ایجاد شود تا خراب نشود

Sunwood

Subject:

Year. Month. Date. ( )

حداکثر اینقدر می‌تونه خرج کنه

$$6)\quad SF=\frac{\text{مقاومت حداکثر قابل تولید}}{\text{تولید شده برای حفظ تعادل}}=\frac{c}{c_d}=\frac{c}{q/2\pi}\longrightarrow \boxed{SF=\frac{2\pi c}{q}}$$

اینقدر خرج کرد.

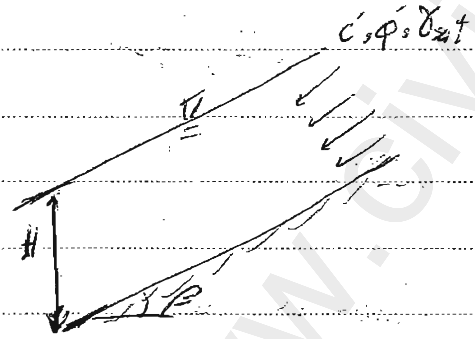
حداکثر ظرفیت باربری $q=q_{alt}$ ← وقتی $SF=1$ ← $q_{alt}=2\pi c\cong 6c$

$$SF_c=\frac{c}{c_d}\qquad \text{برای } \varphi \qquad SF_\varphi=\frac{\tan\varphi}{\tan\varphi_d}=\frac{\mu}{\mu_d}$$

در حالت کلی

$$SF_c=\frac{c+\sigma\tan\varphi}{c_d+\sigma\tan\varphi_d}$$

پایداری شیروانی نامحدود با تراوش

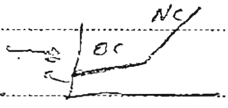


$$SF=\frac{c'}{\gamma_{sat}\cdot H\cdot\cos\beta\cdot\sin\beta}+\frac{\gamma'}{\gamma_{sat}}\frac{\tan\varphi'}{\tan\beta}$$

اولین حالت خاص) شیروانی عمدتاً چسبنده، مانند رس‌های OC

$$\underset{0.5}{\downarrow} SF^{\times 1.5}=\frac{\leftarrow\ c'^{\times 1.5}}{\gamma_{sat}\cdot \overset{\leftarrow\ \times 2}{H}\cos\beta\sin\beta}$$

حذف خاصیت هم ←



حفظ شود

$$SF=\frac{\gamma'}{\gamma_{sat}}\frac{\tan\varphi'}{\tan\beta}$$

دومین حالت) شیروانی عمدتاً اصطکاکی

Sunwood

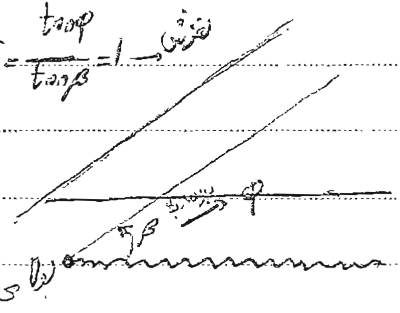
$$\frac{\overset{20}{\gamma_{sat}}-\overset{10}{\gamma_w}}{\gamma_{sat}}\frac{\tan\varphi'}{\tan\beta}\simeq\frac{1}{2}\frac{\tan\varphi'}{\tan\beta}$$

اگر شیروانی فوق بالاکرنا کاملاً خشک شود ضریب اطمینان تقریباً 2 برابر می شود

خشک → $\frac{\gamma_d}{\gamma_d}\frac{\tan\varphi_{cp}}{\tan\beta} = \underset{\uparrow}{1}\times\frac{\tan\varphi}{\tan\beta}$

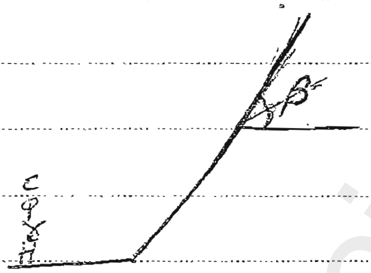
2 برابر شده

$SF = \frac{\tan\varphi}{\tan\beta} = 1$ → نفوذی

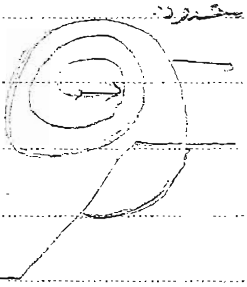


نا پیدارک + خشک + اصطکاکی

سطح زیر طویل

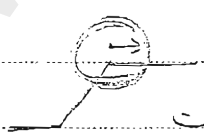


پایداری شیروانی محدود



واقعیت: لگاریتم حلزونی

فرض دایره در خاک‌های با اصطکاک تفاوت دارد؟



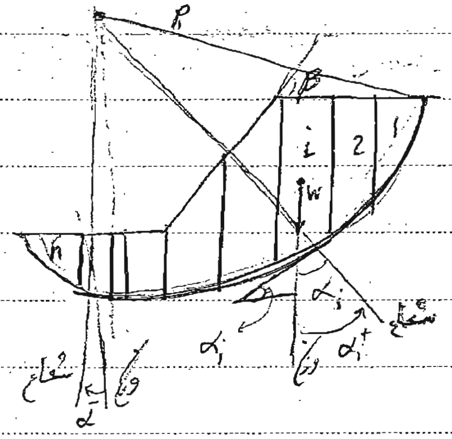
① اصطکاکی
② شرایط ن ن

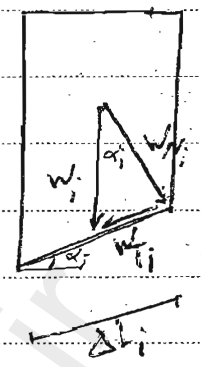
$\varphi = 0$ ←
دایره بی خطاست

*) لگاریتم حلزونی که در فرمول آن $\varphi = 0$ ⇒ دایره

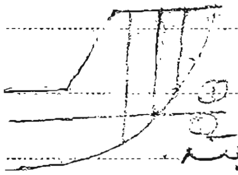
$\varphi\uparrow$ ← فرض دایره خطای حاصل ↑

وزن عامل چرخش


P
B
i
2
1
n
W
α_i
α_i^-
α_i^+
α^-
شعاع
قائم

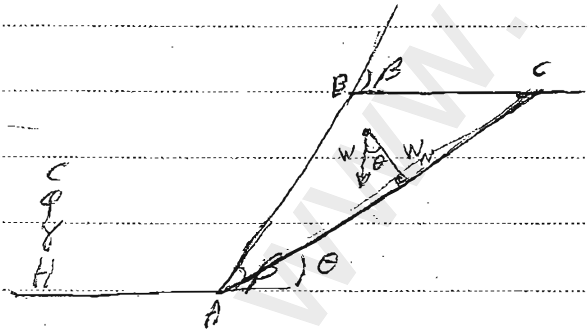

W_i
α_i
W_{N_i}
W_{t_i}
Δl_i

$$SF = \frac{\sum_{i}^{n}\left[\overbrace{W_i \cos\alpha_i}^{W_{N_i}} \times \tan\varphi + c \times \Delta l_i \times 1\right]}{\sum_{i}^{n}\left[W_i \sin\alpha_i\right]}$$



ج) اگر خاک لایه لایه باشد برای جلوگیری از به وجود آمدن φ و c متفاوت در یک قطاع، قطاع ها باید به گونه ای نازک اختیار شوند که کل طول پایه ی هر قطاع در یک لایه بیفتد

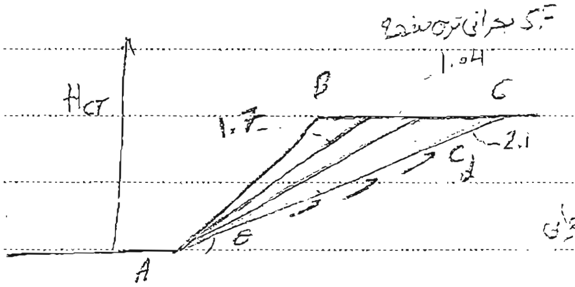
شیروانی محدود با در نظر گرفتن گوه ی لغزش: (فرض سطح لغزش صفحه ای و AC خط راست)


B
β
C
W
θ
W_N
c
φ
γ
H
β
θ
A

چک کردن پایداری گوه ی ABC

$$SF = \frac{\underbrace{\underbrace{\underbrace{1 \times \left[S_{ABC} = \frac{1}{2} BC \times H\right] \times \gamma}_{\text{وزن گوه}} \times \cos\theta}_{\text{نیرو}} \times \tan\varphi}_{\text{نیروی اصطکاک}} + c \times 1 \times l_{AC}}{1 \times S_{ABC} \times \gamma \times \sin\theta}$$

(از اینجا به بعد شیروانی های نیمه تا چسبنده)



چسب تولیدی $C_d = f(\theta) = \frac{\gamma H}{2}\left[\frac{\sin(\beta-\theta)\cdot(\sin\theta-\cos\theta\cdot\tan\varphi)}{\sin\beta}\right]$

بحرانی ترین صفحه $\frac{\delta C_d}{\delta\theta}=0 \Rightarrow \boxed{\theta_{cr}=\frac{\beta+\varphi}{2}}$ *

چسب تولید شده در بحرانی ترین صفحه $\Rightarrow$ به جای θ در فرمول بالا $\to \theta_{cr} \to C_{d_c}=\frac{\gamma H_{cr}}{4}\left[\frac{1-\cos(\beta-\varphi)}{\sin\beta\cos\varphi}\right]$

اگر ارتفاع تا Hcr افزایش پیدا کند تک صفحه بحرانی برابر با می شود در $C_d \to C$ یعنی در واقع
c را خرج کرده پس

$$H_{cr}=\frac{4c}{\gamma}\left[\frac{\sin\beta\cos\varphi}{1-\cos(\beta-\varphi)}\right]$$

زاویه صفحه خرابی با صفحه تنش اصلی حداکثر $\theta_{cr}=\frac{90+\varphi}{2}=45+\frac{\varphi}{2}$ $\beta=90°$: گود قائم (مهم برای حفظ)

گود قائم فقط چسبنده : $\beta=90°$ ، $\varphi=0$ $\theta_{cr}=45°$

$\beta=90°$: حداکثر ارتفاع گود قائم : $H_{cr}=\frac{4c}{\gamma}\left[\frac{\cos\varphi}{1-\sin\varphi}\right]$

$\beta=90$ ، $\varphi=0$ ″ ″ ″ ″ چسبنده : $H_{cr}=\frac{4c}{\gamma}$

$$\overset{\text{بی بعد}}{SF} = \frac{\text{عوامل مقاوم}}{\text{عوامل مخرب}}$$

عوامل مقاوم: M, F, T

عوامل مخرب: M, F, T

۱.۵ = مرز

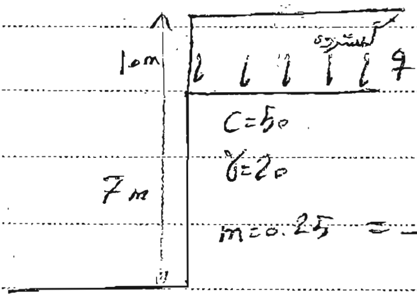
ترزاقی تعریف کرده: m = عدد پایداری

$$\underset{\text{(عدد چسبندگی)}}{m} = \frac{\overset{\text{از جنس چسب}}{\text{عوامل مقاوم}}}{\underset{\text{وزن ـ ارتفاع}}{\text{عوامل مخرب}}} = \frac{\overset{\text{چسب}}{C}}{H\,\gamma}$$

~~1.5 مرز~~ یک عدد می دهند

تست) شیروانی نشان داده شده برای تامین عدد پایداری 0.25 چه مقدار q می تواند تحمل کند؟

q به جای 3 متر خاک



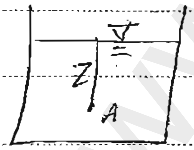
$q = 3\times 20 = 60$ ✓

$C=50$

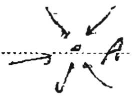
$\gamma=20$

$$m=0.25=\frac{C}{H\gamma}=\frac{50}{20\times H}\rightarrow H=10m$$

فشارهای افقی خاک (در حالت سکون)



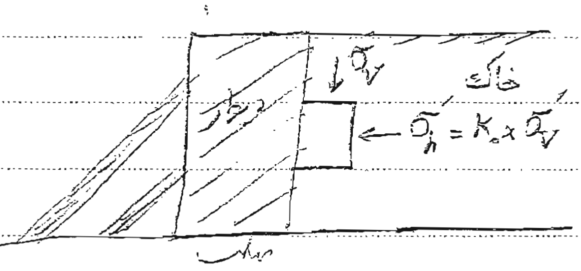
$P=U=\gamma_w\times Z$ همه جانبه



در آب: $\underset{\text{افقی}}{U_h} = \underset{\text{عمود}}{U_v} \times \overset{\text{ضریب}}{①}$

در خاک: $\sigma_h = \sigma_v \times \text{Ⓚ}^{?}$

دیوار زیرزمین و سنگین، صلب و بی حرکت، مهار شده، متصل به سازه و ... (صفحه‌ها)



K_0 رابطه بین تنش موثرهاست یعنی زهکشی شده

دیوار حرکت نمی کند و خاک خراب نمی شود

در حالت سکون $\equiv$ عدم خرابی

K_0 تجربی

ماسه:

غیرمتراکم: $\boxed{K_0 = 1 - \sin\varphi'}$ *

متراکم: $K_0 = (1 - \sin\varphi') + 5.5 \times \left(\frac{\gamma_d}{\gamma_{d\,min}} - 1\right)$

رس:

NC:

$\boxed{K_0 = 0.95 - \sin\varphi'}$ *

$0 \leq PI < 40 : K_0 = 0.4 + 0.007\,PI$

$40 < PI \leq 80 : K_0 = 0.64 + 0.001\,PI$

OC: $\boxed{\sqrt{OCR}\; K_{0_{NC}} = K_{0_{OC}}}$ *

φ' در فرمول‌ها شرایط زهکشی شده است

در ماسه‌های کم تراکم و رس‌های NC ، K_0 حتماً کوچکتر از 1 ، در ماسه‌های متراکم و رس‌های OC ، K_0 می‌توانند احتمالاً از یک بیشتر شود.

در رس NC اشباع $K_0 = ?$ ←

غ $\boxed{\varphi_{UU} = 0 \rightarrow K_0 = 0.95}$

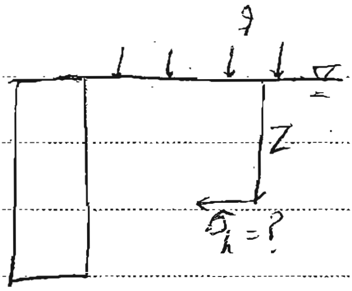
ص $\boxed{\varphi' \simeq 30^\circ \rightarrow K_0 \simeq 0.5}$

آب باید جداگانه حساب شود

$$K_{0_{OC}} = \sqrt{OCR}\; K_{0_{NC}} \longrightarrow \begin{cases} OCR = 2 \rightarrow K_{0_{OC}} = \sqrt{2} \times 0.5 = 0.7 < 1 \\ OCR = 9 \rightarrow K_{0_{OC}} = \sqrt{9} \times 0.5 = 1.57 > 1 \end{cases}$$

غ $\sigma_h = K_0\,\sigma_v = K_0(\sigma'_v + u) = K_0\,\sigma'_v + K_0\,u$

ص $\sigma_h = \sigma'_h + u_h = K_0\,\sigma'_v + u$



$U\% = 0$

رس $\begin{cases} \sigma_h = \sigma'_h + u = k_0 \sigma'_v + u + 1 \times q \\ \quad = k_0 \gamma' Z + u + 1 \times q \end{cases}$ رس کوتاه مدت

$|\Delta\sigma| = |1 - k_0| \times q$

$U\% = 100$

$\sigma_h = \sigma'_h + u = k_0 \sigma'_v + u + k_0 \times q$ رس بلندمدت و ماسه

$\quad = k_0 \gamma' Z + u + k_0 \times q$

در $U\% = 35\%$ $\Longrightarrow$ $\{ \sigma_h = k_0 \gamma' Z + u + k_0 \times 0.35q + 1 \times 0.65q$

~~[illegible]~~ k_0 با فرض محیط الاستیک:

قانون هوک $\varepsilon_h = \varepsilon_x = 0 = \dfrac{\overset{\sigma_h}{\sigma_x}}{E} - \mu \dfrac{\overset{\sigma_h}{\sigma_y}}{E} - \mu \dfrac{\overset{\sigma_v}{\sigma_z}}{E} = 0$

$(1-\mu)\, \sigma_h = \mu\, \sigma_v \Longrightarrow \boxed{k_0 = \dfrac{\sigma_h}{\sigma_v} = \dfrac{\mu}{1-\mu}}$ *

مثلاً رس اشباع $\mu = 0.5$ $k_0 = 1$

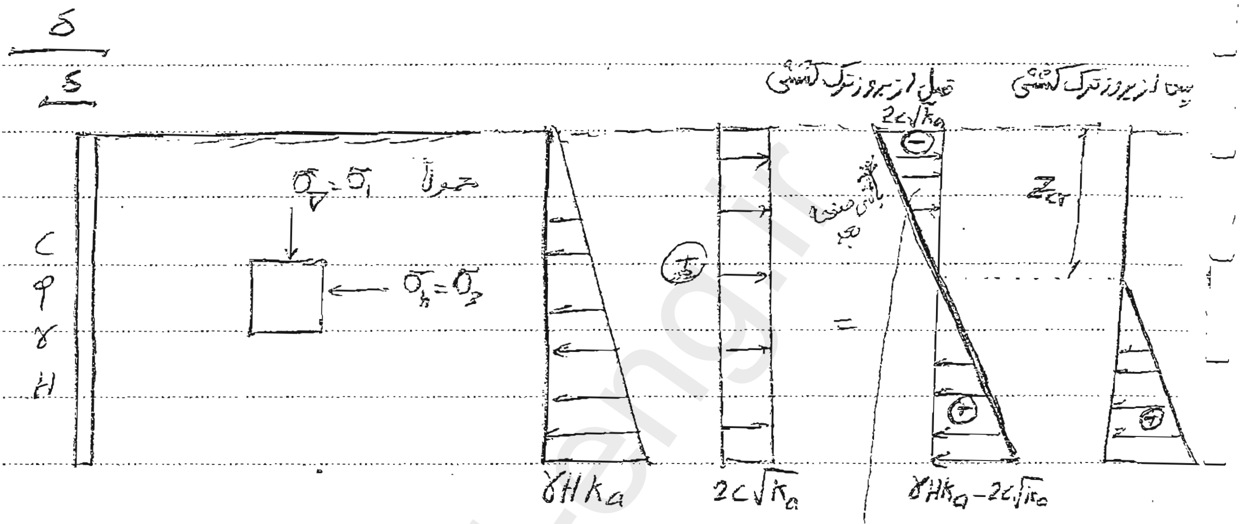
فشار افقی خاک (درحالت رانش - حرکت) $\overset{\text{active}}{}$ نظریه رانکین

خاک پشت دیوار خراب می‌شود

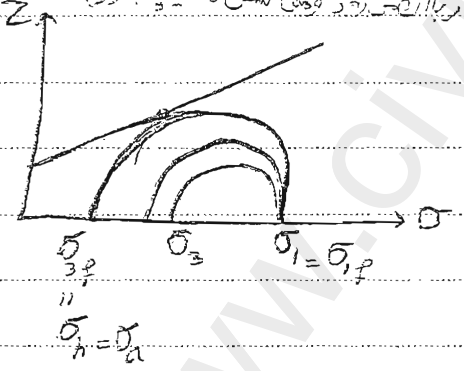
فرضیات: بخش پشتی دیوار به سمت خاک، قایم، با حرکت نسبی بین خاک و

www.civilreng.ir

دیوار گسیختگی طبق معیار موهر در خاک پشت دیوار در نهایت صفحه دو بعدی سطح موازی با یکدیگر اتفاق می افتد زیرا اصطکاک بین خاک و دیوار صرفنظر می شود


σ
c
φ
γ
H
$\sigma_v = \sigma_1$
عموماً
$\sigma_h = \sigma_3$
γHKa
2c√Ka
=
قبل از بروز ترک کششی
پس از بروز ترک کششی
2c√Ka
Z_{cr}
γHKa − 2c√Ka

را احساس کششی (خاک به دیوار چسبیده را آنجا در حالت کششی طبیعتاً باز)


Z
σ
σ_{3f}
σ_3
$\sigma_1 = \sigma_{1f}$
$\sigma_h = \sigma_a$

دانه‌ای $0.001H < \Delta < 0.004H$

چسبنده $0.01H < \Delta < 0.04H$

$$\sigma_a = \sigma_h = \sigma_{3f} = \underset{\sigma_v}{\sigma_{1f}} \underbrace{\tan^2\left(45 - \frac{\varphi}{2}\right)}_{K_a} - 2c \underbrace{\tan\left(45 - \frac{\varphi}{2}\right)}_{\sqrt{K_a}}$$

$$\boxed{\sigma_h = \sigma_a = \sigma_z K_a - 2c\sqrt{K_a}}$$

$$\gamma Z_{cr} K_a - 2c\sqrt{K_a} = 0 \Longrightarrow \boxed{Z_{cr} = \frac{2c}{\gamma\sqrt{K_a}}}$$ *

P_a $\frac{\text{نیرو}}{\text{طول}}$

مقدار $= \frac{1}{2} K_a \gamma H^2 - 2cH\sqrt{K_a}$

امتداد = موازی شیب خاکریز (عرض)

$$\bar{Z} = \frac{\frac{1}{2} K_a \gamma H^2 \times H/3 - 2cH\sqrt{K_a} \times H/2}{P_a}$$

قبل از بروز ترک

پس از بروز ترک

مقدار $= \frac{1}{2}(\gamma H K_a - 2c\sqrt{K_a})(H - Z_{cr})$

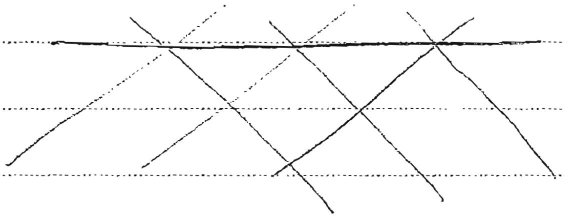
امتداد = موازی شیب خاکریز

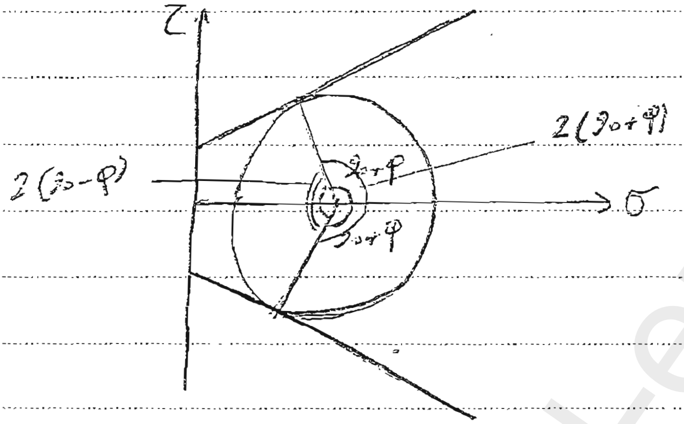
$$\bar{Z} = \frac{H - Z_{cr}}{3}$$

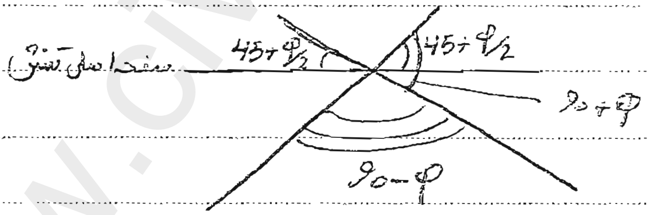
* در رابطه فقط بجای c ← $c = 0$

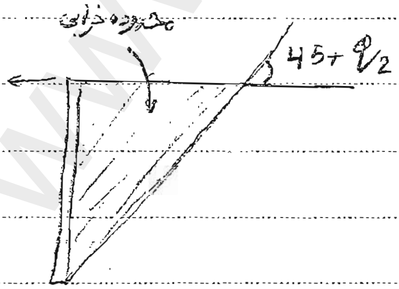
دیوار که می‌ره خاک کنار آن می‌ریزه

صفحات گسیختگی :




τ
σ
2(90+φ)
2(90-φ)
90+φ
90+φ


صفحات اصلی تنش
45+φ/2
45+φ/2
90+φ
90-φ


محدوده خرابی
45+φ/2

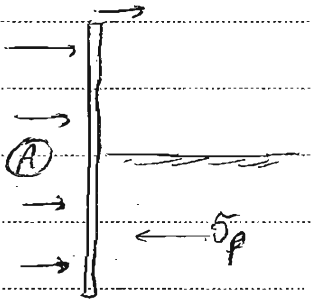
عملکرد بین خاک و دیوار را نگیریم :
صرف‌نظر از اصطکاک خاک و دیوار :
در جهت اطمینان

$P_a < P_a$

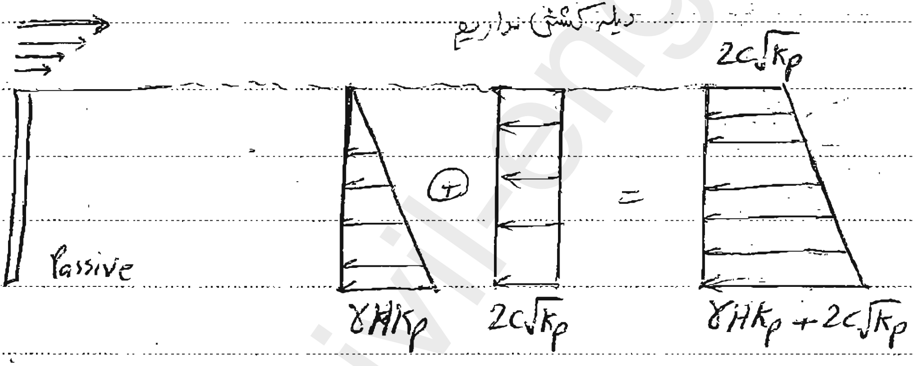
عامل خرابی واقعیت — عامل خرابی Ran

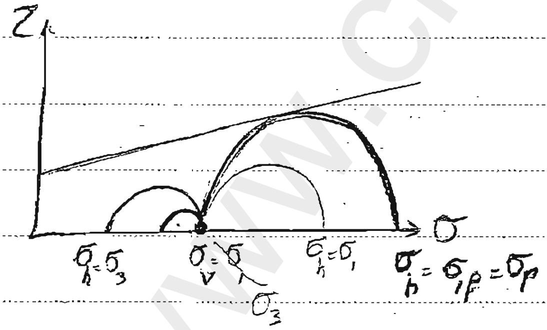
Sunwood

فشار افقی خاک مقاوم:
رانکین



چقدر خاک بریزیم تا در مقابل
دیوار که جلو می آید ...


دیگه کشش نداریم
$2c\sqrt{k_p}$
Passive
+
=
$\gamma H K_p$
$2c\sqrt{k_p}$
$\gamma H k_p + 2c\sqrt{k_p}$


τ
σ
$\sigma_h = \sigma_3$
$\sigma_v = \sigma_1$
σ_3
$\sigma_h = \sigma_1$
$\sigma_h = \sigma_{1p} = \sigma_p$

نوع خاک	Δ برحسب H جابجایی لازم برای بروز خرابی Passive
ماسه متراکم	0.005 H
= شل	0.1 0.01 H
رس سفت	0.01 H
= شل	0.05 H

Sunwood

$$\sigma_p = \sigma_h = \sigma_{1f} = \underset{\overset{\parallel}{\sigma_v}}{\sigma_{3f}} \tan^2\left(45+\frac{\varphi}{2}\right) + 2c\tan\left(45+\frac{\varphi}{2}\right)$$

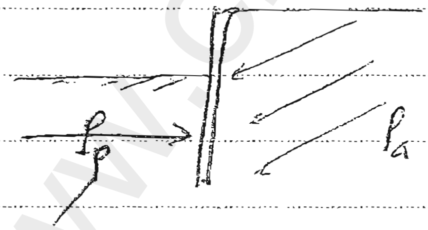
$$\sigma_h = \sigma_p = \gamma Z K_p + 2c\sqrt{K_p}$$

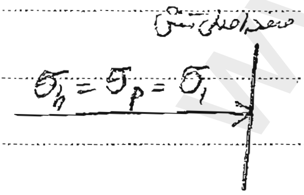
نیرو کل P_p

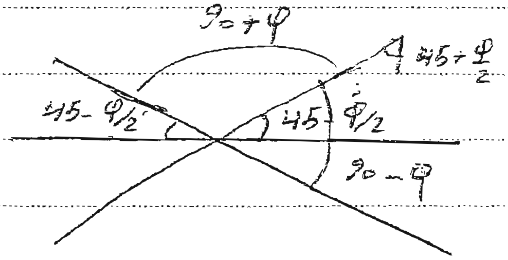
$$\begin{cases} \text{مقدار} = \frac{1}{2} K_p \gamma H^2 + 2cH\sqrt{K_p} \\ \text{امتداد} = \text{موازی شیب خاکریز} \\ \bar{Z} = \dfrac{\frac{1}{2} K_p \gamma H^2 \times \frac{H}{3} + 2cH\sqrt{K_p} \times H/2}{P_p} \end{cases}$$

* در ماسه C=0

دایره موهر حالت active و




صفحه اصلی تنش
$\sigma_h = \sigma_p = \sigma_1$

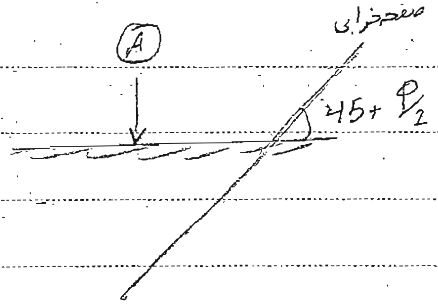

$90+\varphi$
$45+\frac{\varphi}{2}$
$45-\varphi/2$
$45+\varphi/2$
$90-\varphi$

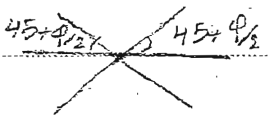
Sunwood

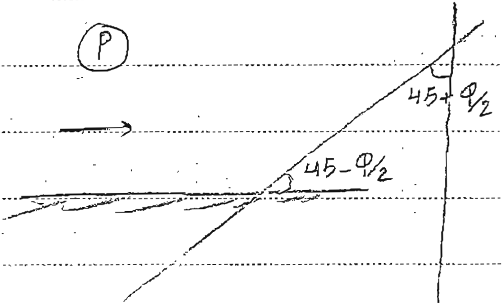
صرف‌نظر از اصطکاک دیوار: $P_p > P_a$

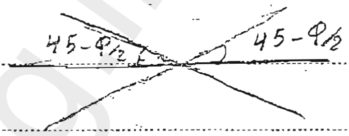
در خاک — مقاومت خاک مقاومتی — مقاومت خاک رانکین

در جهت اطمینان


A
صفحه خرابی
45+ φ/2

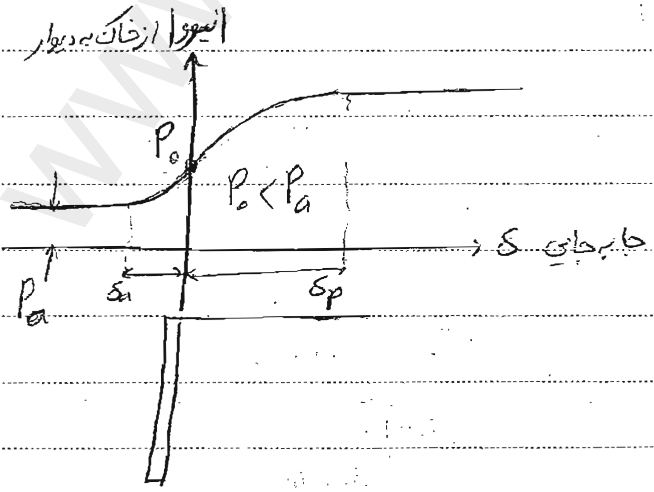


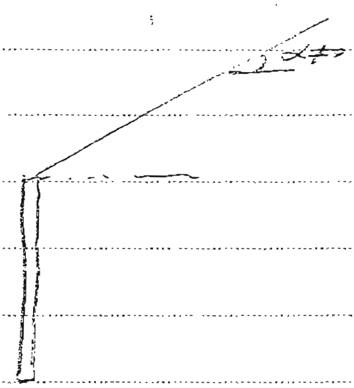




$$UU : \sigma_{\substack{a\\p}} = \gamma_{sat}\, z \tan^2\left(45 \mp \frac{\varphi_{UU}}{2}\right) \mp 2c_{UU} \tan\left(45 \mp \frac{\varphi_{UU}}{2}\right)$$

$$CD : \sigma_{\substack{a\\p}} = \gamma' z \tan^2\left(45 \mp \frac{\varphi}{2}\right) \mp 2c' \tan\left(45 \mp \frac{\varphi'}{2}\right) + \underset{\text{آب حرا}}{u}$$

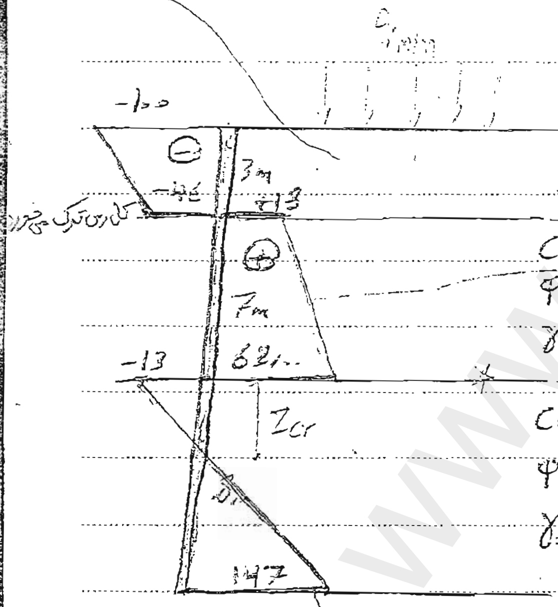




$$K_{a/p} = \cos\alpha \frac{\cos\alpha \mp \sqrt{\cos^2\alpha - \cos^2\varphi}}{\cos\alpha \pm \sqrt{\cos^2\alpha - \cos^2\varphi}} \begin{cases} \xrightarrow[\alpha \neq 0]{\text{[illegible]}} \boxed{K_a \cdot K_p = \cos^2\alpha} * \\ \xrightarrow{\alpha = 0} \boxed{K_a \cdot K_p = 1} * \end{cases}$$

FINISH

$$Z_{cr} = \frac{2 \times c}{\gamma \sqrt{K_a}} = \frac{2 \times 50}{13\sqrt{1}} = \text{[illegible]}$$



$C=50$, $\varphi=0$, $\gamma=18$, $K_{a_1}=1$

$\sigma_v = 0 \rightarrow \sigma_a = \gamma z K_a - 2c\sqrt{K_a} = 0 - 2 \times 50\sqrt{1} = -100$

$\sigma_v = 3 \times 18 = 54 \rightarrow \begin{cases} \sigma_a = 54 \times 1 - 2 \times 50\sqrt{1} = 54 - 100 = -46 \\ \sigma_a = 54 \times \frac{1}{3} - 2 \times 0\sqrt{\frac{1}{3}} = \frac{54}{3} = 18 \end{cases}$

$C=0$, $\varphi=30$, $\gamma=19$, $K_{a_2}=\frac{1}{3}$

$\frac{\delta\sigma_a}{\delta z} = \frac{\delta}{\delta z}(\gamma z K_a - \text{ثابت}) = \gamma K_a = \frac{19}{3}$

$\sigma_v = 54 + 7 \times 19 = 133 + 54 = 178 \rightarrow \begin{cases} 187 \times \frac{1}{3} - 0 = 62/.. \\ 187\sqrt{1} - 2 \times 100\sqrt{1} = -13 \end{cases}$

$C=100$, $\varphi=0$, $\gamma=20$, $K_{a_3}=1$

$\sigma_a = (137 + 20 \times 8)\sqrt{1} - 2 \times 100\sqrt{1} = 187$

$$\begin{array}{r} 160 \\ -200 \\ \hline 147 \end{array}$$

$$\frac{Z_{cr}}{8 - Z_{cr}} = \frac{13}{147} \rightarrow Z_{cr} = ---$$

$$\sigma_a = (\gamma z\!\downarrow + q)\,K_a - 2c\!\uparrow\!\sqrt{K_a}$$

$$\sigma_a = (187 + q_{min})\times 1 - 2\times 100\sqrt{1} \longrightarrow q_{min} = +13$$

حداقل سربار لازم برای اینکه سطح به ترک نخورد

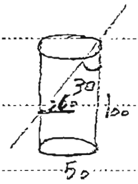
اسفند 86

⑨③ ④ مربوط به جداول و نمودارهای مهم این فصل

متراکم CD

خاک OC

⑨⑤



$$45 + \frac{\varphi}{2} \longrightarrow \varphi = 30^\circ$$

$$\underbrace{q_u = 2\sqrt{3}}_{\sigma_1} = 2\underset{\substack{\downarrow \\ 1}}{c}\tan\left(45 + \frac{30}{2}\right)$$

⑨⑦

$$\sigma_v = 240 = \sigma_1 \longrightarrow \Delta\sigma_1$$

$$\sigma_h = 160 = \sigma_3 \longrightarrow \Delta\sigma_3$$

$$\Delta u = B\left[\Delta\sigma_3 + A(\Delta\sigma_1 - \Delta\sigma_3)\right]$$

$$\Delta\sigma_1 = 0 - 240 = -240$$

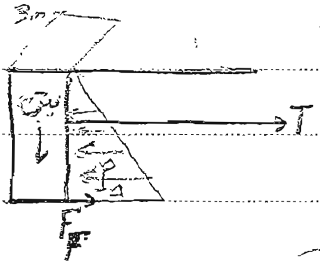
$$\Delta\sigma_3 = 0 - 160 = -160$$

$$B = 1$$

$$\Delta u = 1\times\left[-160 + 0.75\,(-240 - (-160))\right] = -220$$

$$U_{\text{سطحی}} = 60 - 220 = -160$$ ②

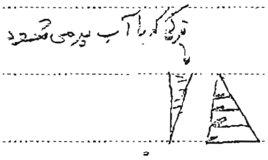
98



$$P_a = F_F + T \Longrightarrow T = \overset{\times 3}{P_a} - F_F$$

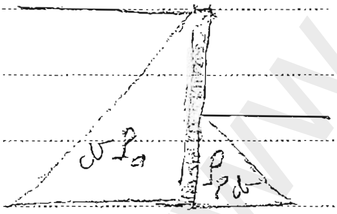
$$T = \frac{1}{2} \times \frac{1}{3} \times 2 \times 6^2 \times 3 - 1 \times 6 \times 3 \times 2.5 \times 0.4 = 1.8$$ ③

۱۰۰



$$SF = \frac{40 \times 25 \times 1 \times 15}{100 \times 1 \times 20 \times 5 + \frac{1}{2} \times 10 \times 6^2 \times 10} = 1.25$$ ③

۱۱۰



$$M_a = M_p$$

$$\Longrightarrow \frac{1}{2} K_a \gamma \underset{3}{H}^2 \times \frac{\overset{3}{H}}{3} = \frac{1}{2} k_p \times \gamma \times \underset{1.5}{H'} \times \frac{\overset{1.5}{H'}}{3}$$

$$\frac{K_a}{K_p} = \frac{1}{8} = 0.125$$ ③