Subject:
Year. Month. Date.

۱ ۹۰ ۸۱

* فشار آب در نقطه P $\quad P: h_t = ۴ - ۲([illegible]) = ۴ - ۲(\frac{۴}{۱۲})$

هر افت $= \frac{۴}{۱۲}$, $h_e =$ ارتفاع نقطه‌ای که می‌خواهیم $= -۵٫۱\, m$

$P: h_t = ۰ + ۱(\frac{۴}{۱۲}) = \frac{۴}{۱۲}$

نقطه P

$\Rightarrow P: \quad h_p = ۸٫۴۲\, m$ ارتفاع معادل فشار

فشار $U = h_p \cdot \underbrace{\gamma_w}_{۹٫۸} = ۸۲٫۷\ \frac{kN}{m^2}$

* تعیین گرادیان هیدرولیکی $\quad i = \frac{\Delta h}{L} = \frac{\overset{\text{یک افت}}{۴/۱۲}}{۱}$

بین a و b

- موقعی که آب از خاک خارج می‌شود هدف [illegible] آب ذرات را با خود نشوید
کنترل در جایی که آب از خاک خ[illegible] آن را با گرادیان مجاز مقایسه
می‌کنیم

* شرایط خاک غیر همسان:

① غیر همسان $\quad k_x \neq k_z \quad k\ [illegible]\ \frac{[illegible]}{\partial z^2} = 0$

② همسان $\quad k_x = k_z \quad \frac{\partial^2 h}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 h}{\partial z^2} = 0$

اگر خاک غیر همسان باشد نفوذپذیری‌ها در ۲ جهت یکسان نیستند:

عملاً خاک غیرهمسان است در طبیعت خاکهایی که وجود دارند نفوذپذیری x ۱۰ برابر بیشتر از نفوذپذیری قائم است z

حتی خاکهایی که ما متراکم می کنیم نفوذپذیری در جهت افق ۳ تا ۴ برابر بیشتر از قائم است

- اگر خاک غیرهمسان بود چطور خطوط شبکه جریان را بکشیم ؟

* با یک تبدیل معادله لاپلاس را تبدیل می کنیم به شرایط همسان ؟

غیرهمسان

$$\frac{\partial^2 h}{(k_z/k_x)\,\partial x^2}+\frac{\partial^2 h}{\partial z^2}=0 \qquad ①$$

$$\Downarrow$$

$$\frac{\partial^2 h}{\partial x'^2}$$

اگر یک x' طوری بگذاریم که این رابطه برقرار باشد معادله همسان می شود و در یک مختصات جدید یعنی z و x' هستیم.

$$x'=x\sqrt{\frac{k_z}{k_x}}$$

- برای این که ببینیم آیا تبدیل درست است چه کار می کنیم ؟

$$\frac{\partial x'}{\partial x}=\sqrt{\frac{k_z}{k_x}} \Rightarrow \frac{\partial^2 x'}{\partial x^2}=0$$

$$\frac{\partial h}{\partial x}=\frac{\partial h}{\partial x'}\cdot\frac{\partial x'}{\partial x}$$

$$\frac{\partial^2 h}{\partial x^2}=\frac{\partial^2 h}{\partial x\,\partial x'}\times\frac{\partial x'}{\partial x}+\cancel{\frac{\partial h}{\partial x'}\underbrace{\frac{\partial^2 x'}{\partial x^2}}_{0}}$$

نسبت به x' مشتق می‌گیریم

$$\frac{\partial^2 h}{\partial x \partial x'} = \frac{\partial^2 h}{\partial x'^2} \cdot \frac{\partial x'}{\partial x} + \underbrace{\frac{\partial h}{\partial x'}}_{0} \underbrace{\frac{\partial^2 x'}{\partial x \cdot \partial x'}}_{0}$$

$$\frac{\partial^2 h}{\partial x^2} = \frac{\partial^2 h}{\partial x'^2} \left(\frac{\partial x'}{\partial x}\right)^2 = \frac{\partial^2 h}{\partial x'^2} \left(\frac{K_z}{K_x}\right) \qquad ②$$

* رابطه ② را در ① قرار می‌دهیم :

② in ①
$$\frac{\partial^2 h}{\partial x'^2} + \frac{\partial^2 h}{\partial z^2} = 0$$

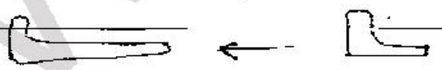
با x' و z سروکار داریم

$$x' = x\sqrt{\frac{K_z}{K_x}}$$

برای رسم شبکه جریان در یک محیط همسان :

① $x' = x\sqrt{\frac{K_z}{K_x}}$

مسئله واقعی را با این مقیاس جدید می‌کشیم مثلاً اگر x' برابر $2x$ شکل را می‌کشیم دو برابر طولاً
برابر را می‌کنیم



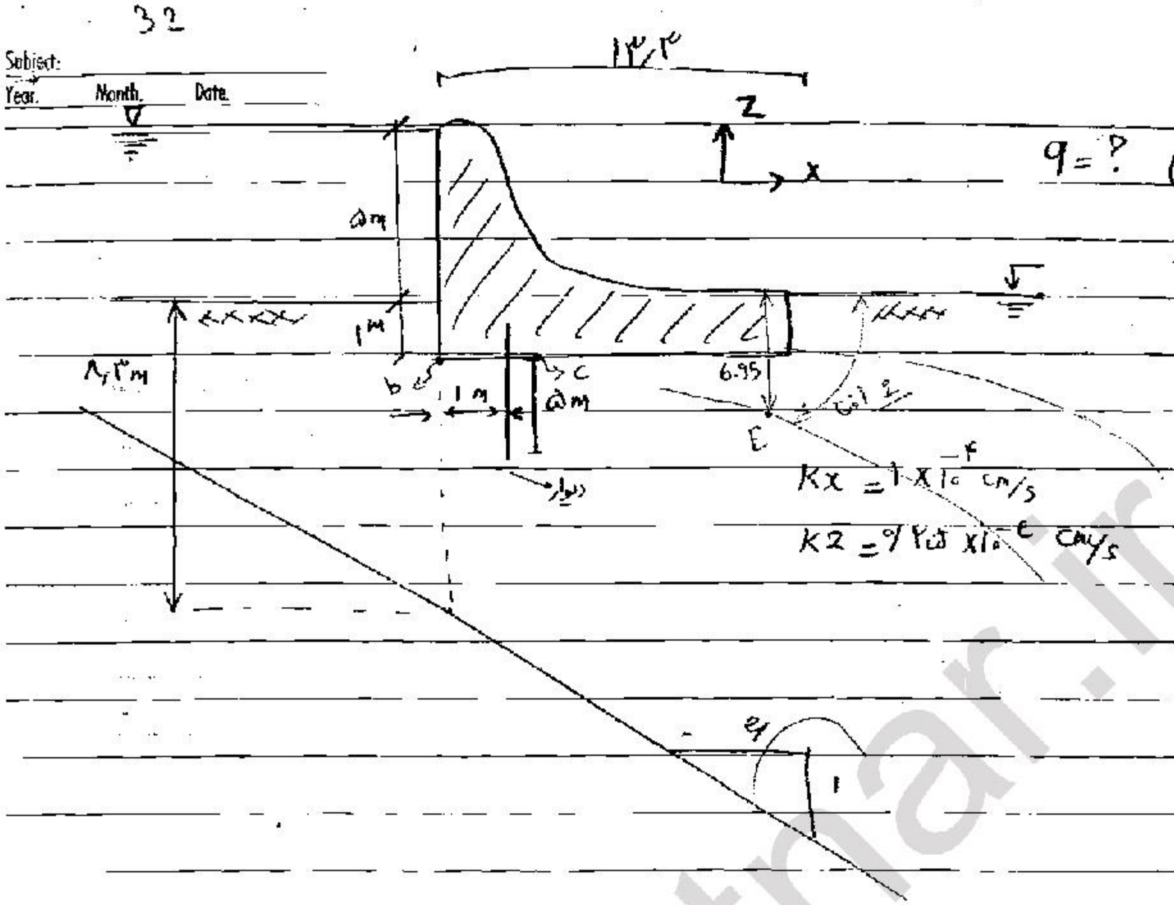
حال برای شکل جدید مثل یک مسئله همسان مسئله را حل می‌کنیم

$$\begin{cases} K' = \sqrt{K_x K_z} \\ q = K' h \dfrac{N_f}{N_d} \end{cases}$$

Subject:
Year. Month. Date.

مثال 8

$q = ?$



۱۳٫۳
z
x
۵m
۱m
۸٫۳m
b
c
۱m
۵m
6.95
E
دیوار
۳
۱

$K_x = 1 \times 10^{-4}$ cm/s

$K_z = ۰٫۲۵ \times 10^{-4}$ cm/s

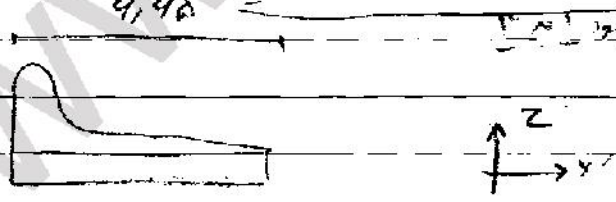
یک دیوار وجود دارد که باعث می‌شود مسیر تراوش طولانی شود

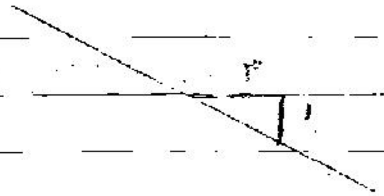
شرایط همسان نیست پس شبکه جریان را نمی‌توان برای این مقطع رسم کرد باید تبدیل کنیم . ...

$x' = x\sqrt{۰٫۲۵} = \frac{1}{2}x$

هر چه x داریم نصف می‌شود فقط x با تمام کار داریم.

شیب هم تغییر می‌کند می‌شود ۱ به ۳





یک K معادل داریم که در هر دو جهت برابر است.

$K' = \sqrt{k_x k_z} = \frac{1}{۲} \times 1۰^{-۶}$ m/s

$N_f = ۴٫۲$

$N_d = ۱۴$

$\Rightarrow q =$

Subject:
Year. Month. Date.

از طرف آب به سطح پایینی سرریز یک نیرویی وارد می‌شود که می‌خواهد آن را بلند کند این نیرو را نیروی زیرفشار می‌گویند

فشار بالابرنده [illegible]
(فشار آب حفره‌ای)

b بالادست سپر
c پایین دست سپر

نقطه
b ۱۴ افت ⟶ $\frac{۵}{۱۴}$

از $h_t = ۵$
به b می‌رسیم
۰/۷ یک افت داریم

$\Rightarrow h_t = ۵ - ۰/۷(\frac{۵}{۱۴}) = ۴/۷۵$

$h_e = -1$

$h_p = ۵/۷۵$

c: $h_t = ۵ - (۱۰/۵)(\frac{۵}{۱۴}) = ۱/۲۵$

$h_e = -1$ → داده شده (از شکل)

$h_p = ۲/۲۵$

فشار از b تا c به خاطر وجود سپر ۳/۵ متر افت می‌کند

نیروی زیرفشار = مساحت توزیع زیرفشار $\times \gamma_w$

این نیرویی که به دست می‌آوریم

نیروی واحد طول است تا اینجا نیرو را داشتیم ۲ بدست آوردیم که نیروی واقعی نیست

فشارها فرقی ندارند در هر دو سری نقاط متشابه یکی قرار دادیم

کافی است نیرو را ضرب در ۲ کنیم تا نیروی واقعی بدست آید

برای توزیع فشار ، ه ملیری نقاط انتخاب می کنیم یکی ابتدا و انتهای سرریز ، دو نقطه هم یکی در بالادست دیوار و یکی در پایین دست دیوار انتخاب می کنیم سپس توزیع فشار را می کشیم

فشار آب در نقطه $\underline{\underline{E}}$ ؟

$$\begin{cases} h_t = ۲(\frac{۵}{۱۴}) = \frac{۱۰}{۱۴} = \frac{۵}{۷} = ۰/۷۱ \\ h_e = -۶/۹۵ \end{cases}$$

$\Rightarrow h_p = ۷/۶۶\ m$

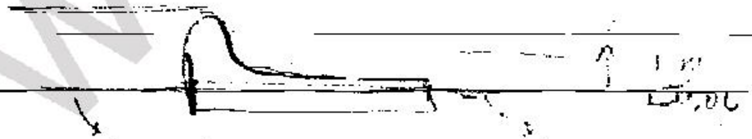
★★★ اگر سطح آب یک متر بالا بیاید ارتفاع معادل فشار در نقطه E چطور تغییر می کند ؟
مهم

نیاز نیست شبکه را دوباره بکشیم چون به بالادست ، [illegible] کاری نداریم

فقط سطح مبنا عوض می شود چون سطح آب پایین دست می گیریم ؟ ([illegible])

ولی نقاط هم پتانسیل = در مرز مشترک خاک و آب

بالادست $\Delta h = ۴$
و پایین دست



$\begin{cases} h_t = ۵ \\ h_e = -۱ \end{cases}$ چون $h_t = ۴$

$\Rightarrow \Delta h = ۴\ \underline{m}$

هر افت $\Rightarrow \frac{۴}{۱۴} \Rightarrow \begin{cases} h_{tE} = ۲(\frac{۴}{۱۴}) = \frac{۸}{۱۴} = ۰/۵۷ \\ h_e = -۷/۹۵ \\ h_p = ۸/۵۲\ m \end{cases}$

۱ متر آب بالا رفت در نقطه E ، hp حدود ۸۵٪ متر زیاد شد

روی آب بالادست و فشار آب آن تأثیر ندارد نیز hp در نقطه بالادست ثابت می ماند

و این افزایش ارتفاع آب از بالادست تا پایین دست توزیع می شود به نوعی تابع شکل خطوط هم پتانسیل

است

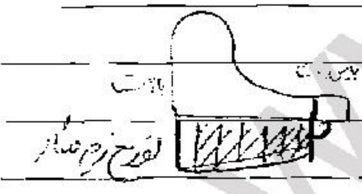
* نقش سپر چیست ؟

۱- با کاهش فشار آب میزان زیرفشار uplift را کم کرد

۲- طول مسیر تراوش را طولانی کرد

- اگر پایین دست هم سپر بگذاریم چیز زیادی تفاوت نمی کند از طرفی قبل از سپر فشار زیادی داریم

و بعد از آن فشار افت پیدا می کند پس تأثیر در نمودار زیرفشار و کاهش آن ندارد



Subject:
Year Month Date

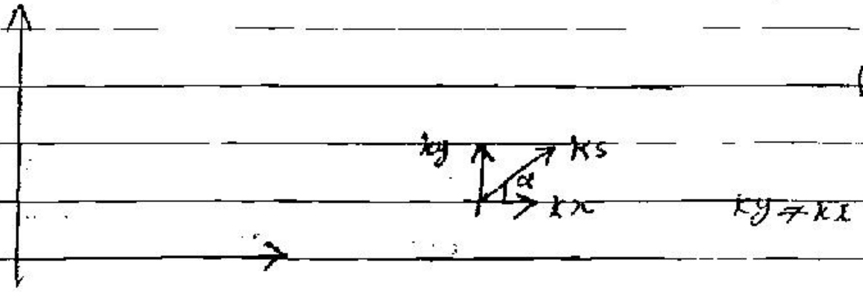
Subject:
Year. ۸۶ Month. ۷ Date. ۲۶

به نام خدا

ج ۷

اگر خاکی ناهمسان باشد $k_y \neq k_x$ نفوذپذیری در جهات مختلف در آن شرایط مساوی نباشد

محیط را به همسان تبدیل کنیم



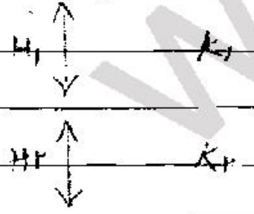
اگر نفوذپذیری در جهت α را بخواهیم از رابطه زیر استفاده می‌شود :

$$\boxed{\frac{1}{k_s} = \frac{\cos^2\alpha}{k_x} + \frac{\sin^2\alpha}{k_y}}$$

* خاک غیرهمگن :

خاکی خصوصیاتش در نقاط مختلف متفاوت باشد

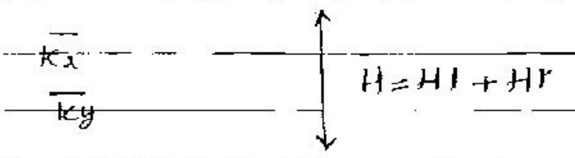
خاکی داشته باشیم لایه لایه



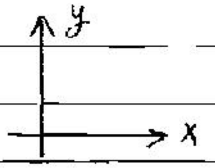
+ گاهی خاک لایه‌لایه را تبدیل کنیم به خاکی با مشخصات

$H = H1 + H2$ و یک لایه همگن $\bar{k_x}$, $\bar{k_y}$

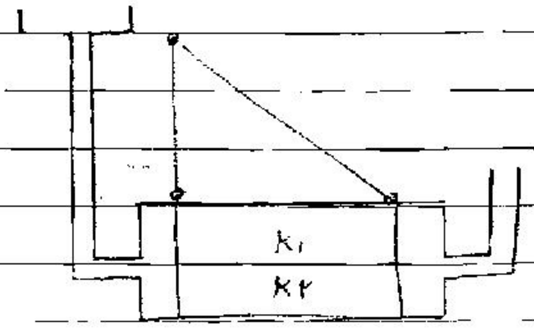
چه خواهد بود؟



رسم شبکه جریان برای خاک لایه لایه مشکل است یک راه این است که کل لایه همگن در نظر بگیریم ؛



ابتدا kx را می یابیم ؛ ① نفوذپذیری معادل در جهت افقی ؛



گرادیان در خاک ۱ و ۲ برابر است صرفنظر از این که نفوذپذیری ها چه باشد در یک خط مستقیم است

برای k1 اگر برای خاک ۲ هم همین کار را بکنیم و پیزومتر بگذاریم باز هم همین خط است

پس i یکسان دارند || در این شرایط که جهت جریان موازی لایه بندی است ||

$$i_1 = i_2 = i_x \quad ①$$

اگر دیتا و لایه را برداریم و خاک معادل را قرار دهیم
باز هم همین خط بدست می آید

$$q_1 + q_2 = q$$

* اگر به جای این دو خاک یک لایه معادل در نظر بگیریم در این صورت دبی کل که از این خاک می گذرد

باید با دبی کل برابر باشد ؛

لایه معادل

در جهت x $q_x = \underbrace{(H_1 + H_2)}_{H} \underbrace{K_x i_x}_{\text{سرعت}}$

$A = H \times 1$ سطح مقطع

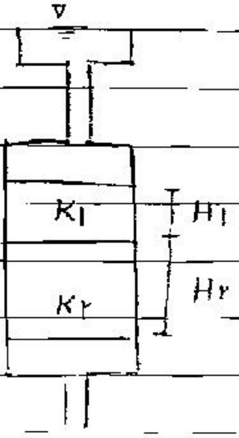
$$= \underbrace{H_1 k_1 i_x}_{q_1} + \underbrace{H_2 k_2 i_x}_{q_2}$$

$$\boxed{k_x = \frac{H_1K_1 + H_2K_2}{H_1+H_2}}$$

شبیه فرمول مقاومت موازی است و شبیه با جریان الکتریکی دارد

② نفوذپذیری معادل در جهت عمودی 8

برای محاسبه ky باید جریان را عمود بر لایه‌بندی فرض کنیم 8



دبی که از خاک ① می‌گذرد باید از خاک ② بگذرد چون A برابر است پس $V_1 = V_2$ است

$$\boxed{q_1 = q_2 = q}$$

$$\boxed{h_1 + h_2 = h}$$

$$* \quad \underbrace{v_y = k_y i_y}_{\text{لایه معادل}} = \underbrace{K_1 i_1}_{v_1} = \underbrace{K_2 i_2}_{v_2}$$

$$i_1 = \frac{\overline{k_y}}{K_1}\, i_y$$

$$i_2 = \frac{\overline{k_y}}{K_2}\, i_y$$

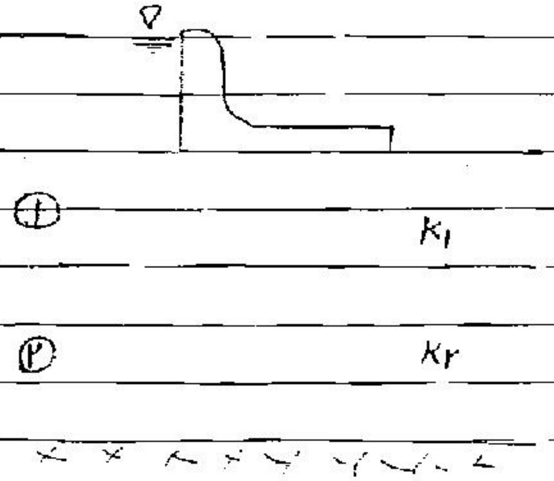
افت پتانسیل در لایه معادل باید برابر باشد با مجموع افت پتانسیل در دو لایه 8

$$* \quad \Delta h = i . l \Rightarrow i_y \overbrace{(H_1+H_2)}^{\overset{L}{H}} = i_1 H_1 + i_2 H_2$$

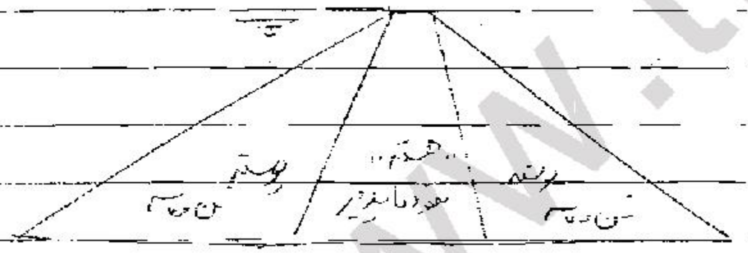
$$\boxed{\overline{k_y} = \frac{H_1+H_2}{\frac{H_1}{K_1} + \frac{H_2}{K_2}}}$$

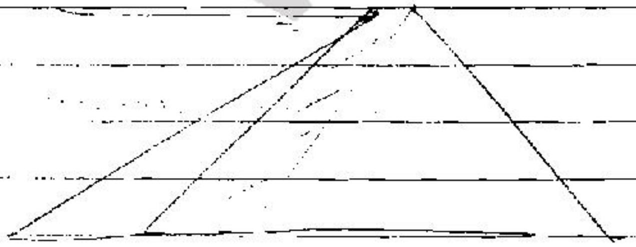
Subject:
Year. Month. Date.

اگر n دایره هم باشد جمع می‌شود.



باید فرض کنیم یک خاک همگن اما غیرهمسان چون $K_x \neq K_y$ است را ایزوتروپ می‌کنیم :


پوسته
سنگ‌ریزه
هسته
نفوذناپذیر
پوسته
سنگ‌ریزه



هسته از مواد ریزدانه است
که متراکم کردن آن خیلی
دشوار است سعی می‌کنیم حداقل
میزان آن را در وسط قرار دهیم
و بیشترین شیب باید از آن استفاده
کرد چون مقاومت برشی کمی دارد
در پوسته برای پایداری شیروانی به کار می‌رود
چون مقاومت برشی بیشتری دارد

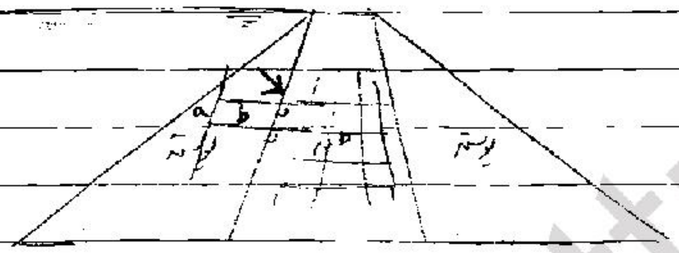
هسته مایل که عمل آن بهتر
متداول است

36
Subject:
Year. Month. Date.

در اینجا دیگر نمی توان از این مدل‌ها استفاده کرد چون برای لایه بندی موازی بود

به فرض هم اگر بتوان این کار را کرد چون همه ویژگی های آن را نمی توان دید مثلاً گرادیان هسته خیلی زیاد است چون خیلی نفوذناپذیر است جلوی جریان مقاومت می کند پس افت انرژی آن زیاد است

اگر تبدیل به یک محیط همسان بکنیم گرادیان آن معلوم نمی شود از طرفی در پوسته هم گرادیان خیلی کم است



شبکه جریان وارد هسته می شود می شکند
اما چطور ؟

اگر شبکه جریان را طوری
رسم کردیم در هسته که مربع شد آیا در پوسته
هم شکل حاصل از تقاطع مربع خواهد بود

در هسته افت پتانسیل ها کمتر است

اما در پوسته چون نفوذپذیر است Δh آن اگر بخواهد با هسته یکی شود خط هم پتانسیل باید خیلی دور شود و شکل مستطیل می شود

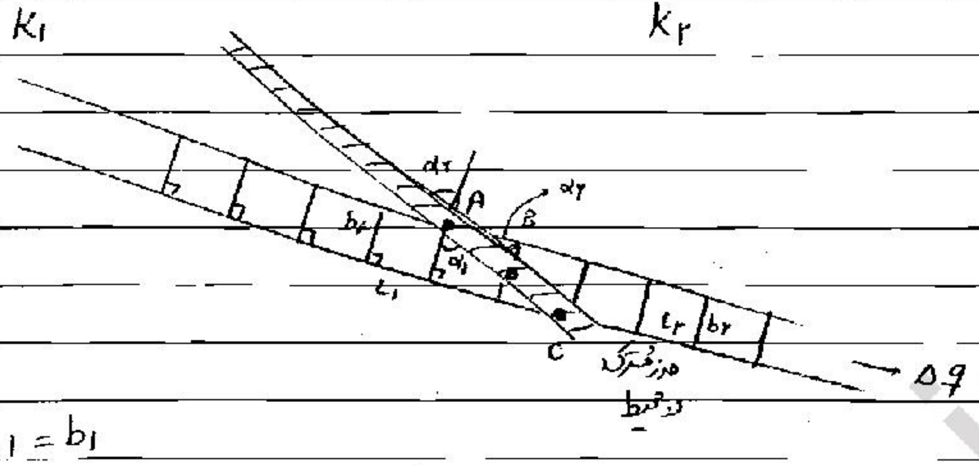
از طرفی در طول مساوی اگر آب بخواهد از هسته و پوسته بگذرد در هسته Δh خیلی بیشتر است چون نفوذناپذیر است

در شکل مستطیل می شود به جای اضلاع a و b که باید نسبت a و b را بدانیم

× در رسم شبکه جریان در محیط غیر همگن ؟

— اگر خطوط جریان وارد محیط دیگری شوند آیا می شکنند اگر می شکنند زاویه شکست چطور است ؟

— اگر شکل حاصل مستطیل شد نسبت اضلاع چطور است ؟



$L_1 = b_1$

$$\Delta q = K_1 \frac{\Delta h}{L_1} \frac{b_1}{A} = K_2 \underbrace{\frac{\Delta h}{L_2}}_{i} \frac{b_2}{A}$$

Δh بین دو خط هم پتانسیل در
K1 با K2 باید برابر شد چون
ترسیم خطوط هم پتانسیل است.

$$\boxed{\frac{K_1}{K_2} = \frac{b_2}{L_2}}$$

* اگر در یکی شکل حاصل، تقاطع مربع بود در دیگری نیست، این اضلاع بدست می‌آید:

([illegible] $\frac{b_2}{l_1} = \frac{K_1}{K_2}$ [illegible])

$$\left\{\begin{array}{l} L_1 = AB\sin\alpha_1 \\ b_1 = AC\cos\alpha_1 \end{array}\right. \Rightarrow \frac{AB}{AC} = \frac{1}{\tan\alpha_1}$$

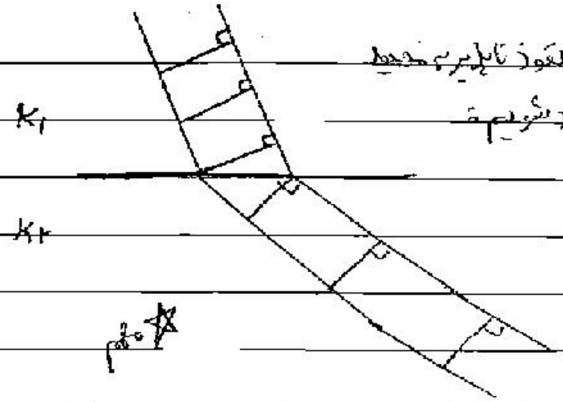
$$\left\{\begin{array}{l} L_2 = AB\sin\alpha_2 \\ b_2 = AC\cos\alpha_2 \end{array}\right. \Rightarrow \frac{L_2}{b_2} = \frac{AB}{AC}\tan\alpha_2 \Rightarrow \boxed{\frac{K_2}{K_1} = \frac{\tan\alpha_2}{\tan\alpha_1}}$$

* اگر از خط تقریباً به صورت عمود وارد شوم:

$K_1 > K_2$

☆ مهم

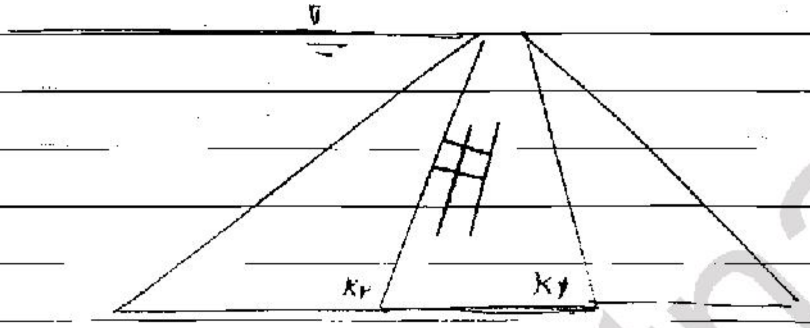
اگر از محیط نفوذ ناپذیر به محیط
نفوذپذیر وارد شویم



$K_1 < K_2$

خطوط از هم باز می‌شوند

مهم ☆



در هسته شرط مربع بودن را حفظ کردیم

نفوذپذیری پوسته حداقل ۱۰۰۰ برابر هسته است .

شرط $\frac{k_1}{k_2} = \frac{b_2}{L_2} = \frac{1}{1000}$

وقتی آب در خاک حرکت می‌کند در لایه‌ای که نفوذپذیری آن زیاد است نمی‌توان خط هم پتانسیل کشید یعنی

افت پتانسیل آن خیلی کم است به خاطر همین وقتی اختلاف بین k1 و k2 زیاد شد پوسته را دیگر در نظر نمی‌گیرند

تبدیل می‌کنند به یک سد با یک هسته !

* مراحل طراحی سدهای خاکی 8

الف

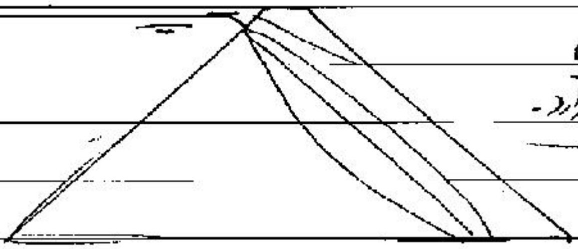
سد خاکی دو نوع است یک نوع با هسته‌ی با عرض کم است

www.ttmar.ir

Subject:
Year. Month. Date.

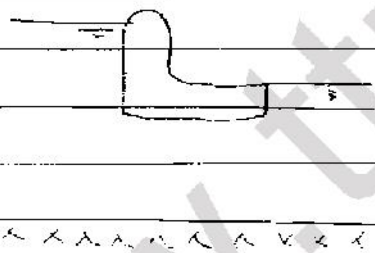
یک نوع دیگر همگن است که زیاد به چشم نمی‌خورد و سدهای کوتاه را معمولاً همگن می‌سازند

تراوش در سد خاکی یک تراوش باز است ؟ "Unconfined"



① تمام سد اشباع نمی‌شود هر طوری ممکن است اولین خط جریان را بکشیم مکان هندسی معلومی ندارد.

② ما بین اولین خط جریان با مرز خاک اشباع نیست پایین آن اشباع است

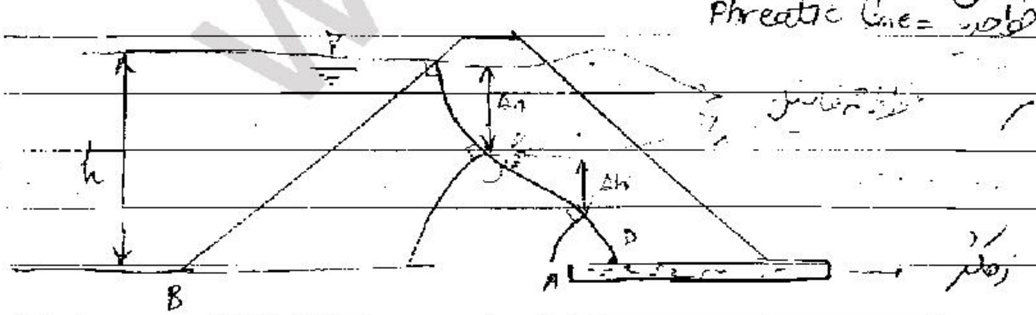


تراوش بسته confined

① روی کف سد خط جریان اول مشخص است (خط زیر کف) و در بستر تمام محیط را اشباع می‌شود

② زاویه‌ها را تامین خط جریان کلی آن روشن است

Phreatic line = اولین خط جریان

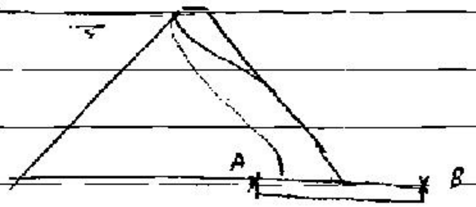


نقاط برخورد خطوط هم پتانسیل با اولین خط باید Δh (ارتفاع آب) یکسان داشته باشیم

چون این Δh فقط ناشی از اختلاف در he است چون روی خط $h_p = 0$ است.

پس تغییرات he باید یکسان باشد.

زهکش: مصالح دانه‌ای است که نفوذ پذیری بالایی دارند. باعث می‌شوند که آب را به خود جذب بکند



آب چگونه مسیر را پیدا می‌کند

آب همیشه از پتانسیل بالا به پایین

می‌رود وقتی زهکش نداریم چون

$U_A = U_B$

نفوذ پذیری آن بالا است تا پتانسیل ابتدا و انتهای آن برابر است

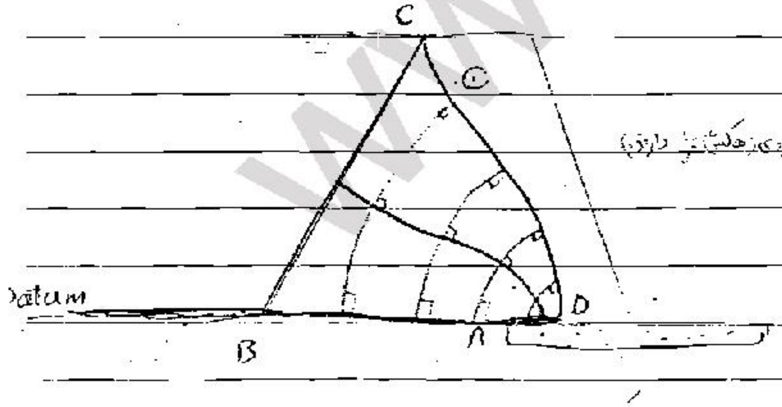
وقتی حرکت آب در یک خاک نفوذ پذیر افت ایجاد نمی‌کند که در کنار آن یک خاک نفوذ پذیر باشد

اگر فقط یک نوع خاک در سد داشتیم که بسیار نفوذ ناپذیر بود آن وقت حرکت آب همراه با افت پتانسیل است

دیگر آب به جای این که به B برود به A می‌رود.

* ترسیم شبکه جریان 8

بالاترین خط جریان را فرض می‌کنیم



BC اولین خط هم پتانسیل

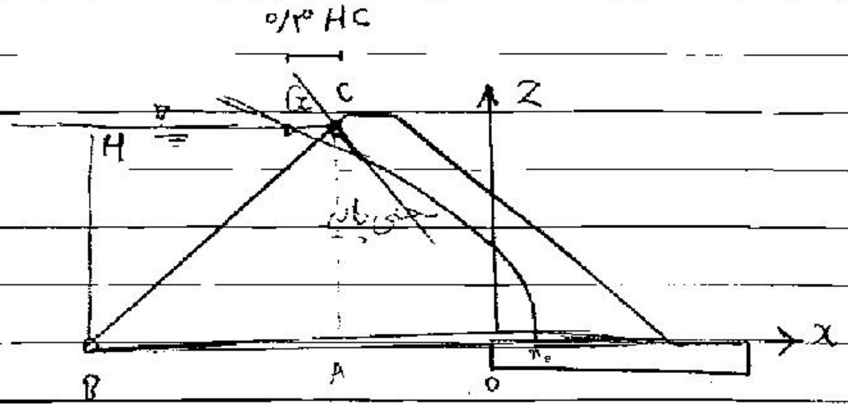
AD آخرین " " (چون A و D به زهکش راه دارد)

CD اولین خط جریان

AB آخرین " "

[illegible]

* تعیین اولین خط جریان :



بخشی از Phreatic سهمی پایه است :

① * $x = x_0 - \frac{z^2}{4x_0}$

نقطه G هم x آن معلوم است هم z آن

② * $G\ (x_G, z_G) \xrightarrow{\text{در معادله}}$ x_0 معلوم می‌شود

③ رسم سهمی پایه

④ اصلاح سهمی پایه

① بالاترین خط جریان باید از C شروع شود

② عمود بر خط هم پتانسیل BC باشد

+ عمود بر BC یک خط رسم می‌کنیم سهمی پایه را طوری وصل می‌کنیم به این خط عمود که شیب آن
به تدریج کم شود.

انواع زهکش وجود دارد

افقی

افقی - تیغه‌ای

پاشنه‌ای

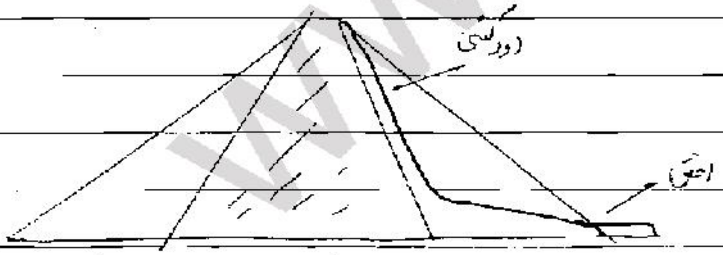
* کنترل : کنترل تراوش در سدهای خاکی

وقتی کنترل تراوش مطرح می‌شود دو عملکرد را انتظار داریم :

① جلوگیری از تراوش . هیچ سیستمی نمی‌تواند تراوش را کاملاً متوقف کند به هر حال تراوش داریم

② هدایت بخشی از آن که تراوش کرده تا حتی‌الامکان جلوی تراوش را بگیرد و مسیر آن را کنترل کند

سیستم‌های کنترلی مختلفی برای تراوش داریم :



بی نفوذ باشد

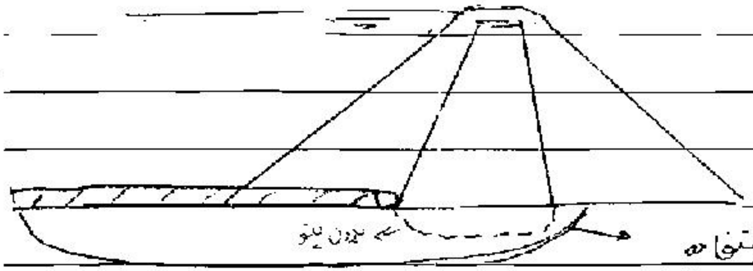
در این کاری نداریم عامل کنترل تراوش

هسته رسی است که زهکش دودکشی گذاشتیم در پایین یک زهکش افقی

عامل هدایت زهکش افقی و دودکشی

عامل کنترل هسته

www.ftnar.ir



پی نفوذناپذیر

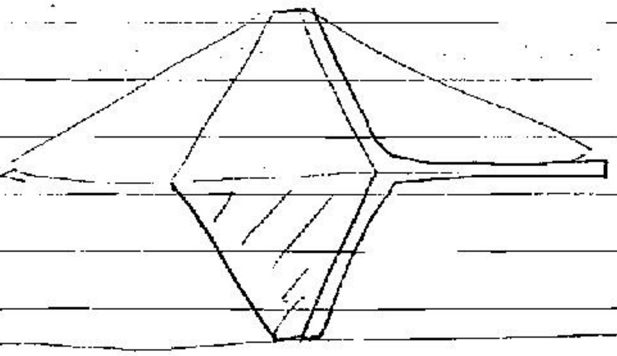
{ ← چاه با دوغاب سیمان (چاه با دوغاب سیمان)

① استفاده از پتوی نفوذناپذیر در بالادست یعنی مصالح را در کف آب می‌ریزند تا بالا بیاید از مصالح نفوذناپذیر.

اگر پتو نبود کوتاه‌ترین مسیر تراوش با ... بود اما در صورت استفاده از پتو [illegible]

② تزریق می‌کنند یعنی خلل و فرج سنگ را که ... را با دوغاب سیمان پر می‌کنند یک چاه حفر می‌کنند با فشار دوغاب سیمان را وارد سوراخ‌ها و خلل و فرج می‌کنند همه مناطق را بی‌نفوذ کرده آب ... با فشار برخورد می‌کند که تقریباً تمام خلل و فرج آن پر شده می‌شود یک عامل نفوذناپذیر

③ اگر عمق پی کم باشد حفاری می‌کنند و با استفاده از مصالح هسته آن را پر می‌کنند و از مصالح فیلتر هم استفاده می‌کنند



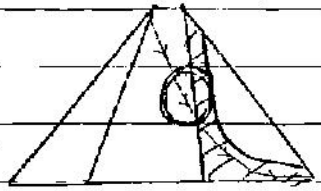
✓ قبل از این که سد را بسازند لایه لایه می‌کوبند

Subject:
Year. ۸۴ Month. ۷ Date. ۳۰

به نام خدا

۸ C

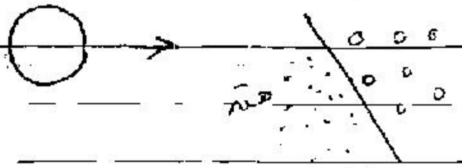
کنترل تراوش از سدهای خاکی :



لایه زهکش نفوذپذیری بالایی دارد برای هدایت

مناسب جریان آب بکار می رود در مجاورت لایه زهکش

زهکش یک مسئله ای را بوجود می آورد و آن احتمال شسته شدن هسته رسی است به داخل مصالح زهکش



پس ممکن است ذرات هسته رسی به داخل لایه زهکش حرکت کنند همراه با جریان آب بنابراین باید لایه زهکش به گونه ای

یک فیلتر ساخته شود بین این دو لایه از یک فیلتر استفاده کنیم .

* شرایط صافی ها یا فیلترها : « Filter »

صافی ها باید ۲ شرط را همزمان داشته باشند :

۱ - حفره های صافی ها به اندازه ای کوچک باشد که درشت ترین ذرات خاک هسته نتواند داخل آن حرکت کند

D_{85} خاک

۲ - نفوذپذیری آن به حد کافی باشد

- چرا طول دانه بندی ها را بالا ببریم ؟ از کجا معلوم ریز دانه ها عبور کنند ؟

۱ - اگر معیار این باشد که ریز دانه ها نگذرند آن وقت لایه زهکش خیلی از حفره های آن ریز می شوند و آن وقت دیگر

نفوذپذیری بالایی ندارد

۲ - اگر دانه درشت ها را محصور کنیم دانه ریزها هم با آن ها هستند چون ساختار خاک حفظ می شود حرکت نمی کند مانعی از فیلتر

خلل و فرج آن با ذرات ریز پر می شود که اصطلاحاً می گویند فیلتر آلوده شده که در عملکرد آن تاثیر می گذارد .

یک حالت تعادل داریم که اولاً نفوذپذیری مناسب داشته باشد ثانیاً خاک مبنا نتواند حرکت کند 8

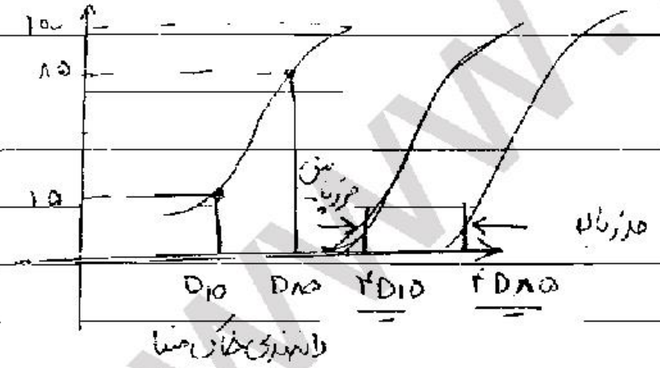
معیار شرط اول $\dfrac{D_{15}\ \text{فیلتر}}{D_{85}\ (\text{خاک مبنا})} < ۴-۵$

معیار شرط دوم $\dfrac{D_{15}(F)}{D_{15}(B)} > ۴-۵$

انتخاب ضخامت لایه فیلتر از دید تئوری زیاد مهم نیست چون اگر خواستیم ضخامت را اضافه ۸۰ cm درآوریم امکان اجرای آن نیست

چون زیر ۸۰ cm را خطی می خواهیم بکوبیم

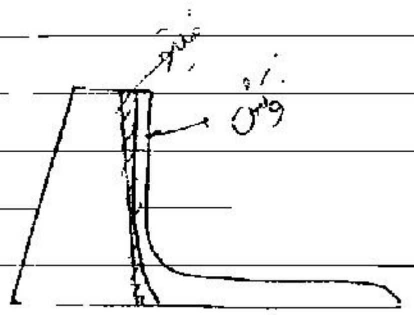
* طراحی فیلتر 8



مرز بالا و پایین مطابق شکل انتخاب می شوند

دو تا منحنی موازی منحنی دانه بندی خاک مبنا می کشیم بین دانه بندی ها دانه بندی فیلتر است یعنی هر دانه بندی بین

مرز بالا و پایین قابل قبول است



ممکن است در جایی دو لایه فیلتر و زهکش داشته باشیم 8

برای طراحی دانه‌بندی فیلتر مطابق این دستورالعمل اقدام می‌کنیم

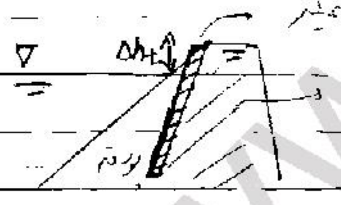
برای طراحی لایه دوم یعنی زهکش ، دانه‌ی فیلتر می‌شود دانه‌بندی مبنا .

چرا ۲ لایه داریم ؟

چون لایه دوم قطعاً درشت دانه‌تر است وقدرت زهکشی آن بیشتر است وقدرت زهکشی با اضافه کردن لایه جدید افزایش می‌یابد .

* چرا فیلتر قائم در پایین‌دست وجود دارد ؟ (چرا در بالادست فیلتر به تنهایی به کار برده می‌شود [illegible] (هسته ؟)

اگر سطح آب مخزن به سرعت پایین بیاید نفوذپذیری پوسته زیاد است سطح آب در پوسته هم زمان با مخزن پایین می‌آید اما چون هسته نفوذ ناپذیر است سطح آب در هسته بالاتر است یعنی اختلاف سطح پیزومتریک داریم پس تراوش از هسته به سمت پوسته بالادست اتفاق می‌افتد این فیلتر مانع ورود مصالح هسته به پوسته می‌شود از طرفی مقدار زیادی آب ندارد که زهکش نیاز باشد



از طرفی این اتفاق خیلی نادر است اما در پایین‌دست تراوش همیشه اتفاق می‌افتد

* تورم در اثر یخ زدن ؟

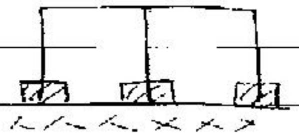
آب وقتی یخ می‌زند ۹ % افزایش حجم پیدا می‌کند

خاک اشباع نسبت به درصد آبش وقتی منجمد می‌شود بین ۳ تا ۴ % افزایش حجم می‌یابد

این مطلب می‌تواند مشکل‌زا باشد

اگر عدسی ای ایجاد شود تورم خواهیم داشت، که باعث می شود پی حرکت کند اگر این حرکت متوقف می شد

مشکلی نبود اما مورد از هم متفاوت بجا داریم

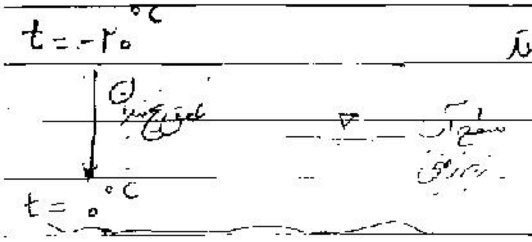


- تکرار این پدیده بزرگترین ضربه را به سازه ی زیر مثل درو سازی راه

بیشترین خرابی را در فصل بهار دارد

* چکار کنیم این اتفاق نیفتد ؟

اگر سطح آب زیرزمینی در محدوده عمق یخ بندان باشد این اتفاق می افتد



وقتی در عمق پایین می رویم دما افزایش
می یابد تا اینکه جایی آب یخ نمی زند که این
عمق را عمق یخ بندان گویند

* اگر سطح آب خیلی پایین باشد امکان دارد یخ بزند ؟

اگر خاک ریزدانه باشد به دلیل پدیده آب تحت اثر موئینگی بالا می رود در محدوده عمق یخ بندان قرار می گیرد و یخ می زند

باعث تورم خاک می شود پس بهتر است در محدوده یخ بندان از خاک درشت دانه استفاده کنیم مثل شن

* دو نوع مصالح برای جلوگیری از یخ بندان توصیه می شود 8

۱- مصالح درشت دانه ← با دانه بندی بد ← حداکثر ریزدانه ۱۰٪ کوچکتر از $0/02\,mm$

۲- 〃 〃 〃 ← با دانه بندی خوب ← 〃 〃 ۳٪ کوچکتر از $0/02\,mm$

* چرا این دو نوع ؟

۱ - اولاً مویینگی نداریم .

۲ - ثانیاً خیلی از مشکلات ناشی از آب منفذی است اگر درشت دانه استفاده کنیم آب سریع پایین می‌رود و دیگر در محدوده باقی نمی‌ماند تا یخ بزند .

در حقیقت ما می‌خواهیم فضای خالی بیشتر باشد اگر دانه‌بندی خوب باشد فضای خالی توسط دانه‌ها تدریجاً پر می‌شود

چون تغییر دانه‌بندی تدریجی است و در واقع بدترین حالت است برای اینکه فضای خالی پر می‌شود .

اما در بد دانه‌بندی یا یکنواختی درشت دانه داریم یکسری ریزدانه با ۱۰ برابر ریزدانه کافی است تا خلل و فرج قابل ملاحظه‌ای

داشته باشیم . ([illegible])

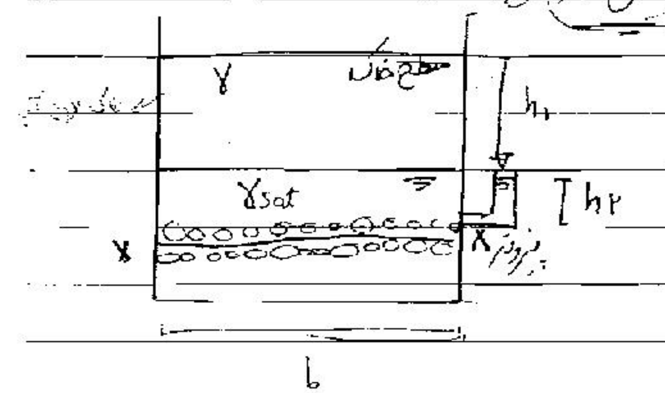
X - فصل دوم :

Effective Stress تنش مؤثر

اگر محیط اشباع باشد خاک تشکیل خواهد شد از ۲ فاز مایع و جامد

کل تنشی که توده خاک تحمل می‌کند تقسیم می‌شود هر فاز یکی از بخش‌های تنش را می‌گیرد

* به آن بخشی که توسط اسکلت جامد خاک تحمل می‌شود تنش مؤثر می‌گویند :



سطح X-X به گونه‌ای انتخاب می‌شود که هیچ ذره‌ای را قطع نمی‌کند کل تنشی که در این سطح اعمال می‌شود را حساب می‌کنیم .

Subject:
Year. Month. Date.

$\sigma \longrightarrow ?$

نیروی وارد بر این سطح $P = (\gamma h_1 + \gamma_{sat} h_2) \times b \times 1$

متر (طول)
عمود صفحه
(بعد در جهت عمود بر کاغذ)

تنش کل $\sigma \rightarrow \frac{P}{A} = \frac{P}{b \times 1} = \gamma h_1 + \gamma_{sat} h_2$

مقداری از این تنش توسط خاک جامد در x-y وارد می‌شود و ناشی از فشار آب است

فشار آب $u = \gamma_w h_2$

مؤثر $\sigma' = \sigma - u$

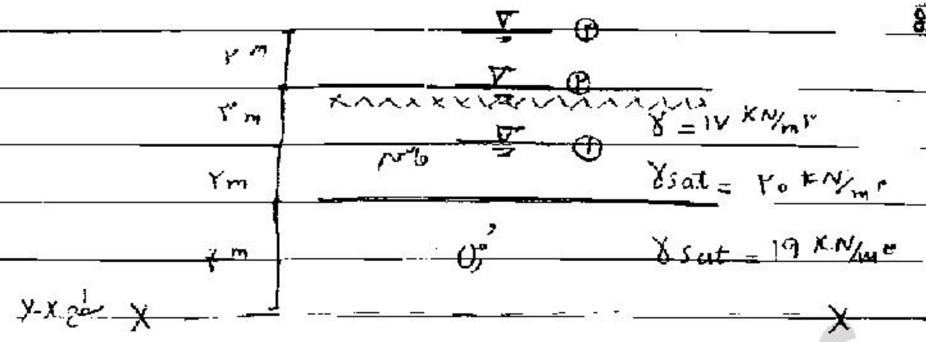
$= \gamma h_1 + h_2 (\gamma_{sat} - \gamma_w)$

$\gamma_{sat} - \gamma_w = \gamma' = \gamma_b$ وزن مخصوص غوطه‌ور

$$\Rightarrow \boxed{\sigma' = \gamma h_1 + \gamma' h_2}$$

$\gamma_w + \gamma \neq \gamma_{sat}$ * چون آب فقط در فضاهای خالی خاک قرار می‌گیرد.

مثال ۵:


①
②
③
۲m
۳m
۲m
۴m
γ = ۱۷ kN/m³
ماسه
γsat = ۲۰ kN/m³
رس
γsat = ۱۹ kN/m³
سطح x-x
X
X

در ۳ صورت تنش موثر را در سطح x-x بیابید؟ ①، ②، ③ زمین کاملاً اشباع شده است

① حالت σ کل $= ۴(۱۹) + ۲(۲۰) + ۳(۱۷) = ۱۶۷ \ kN/m^۲$

u آب $= ۶ \times ۹٫۸ = ۵۸٫۸$

$\sigma' = \sigma - u = ۱۰۸٫۲$

② حالت σ کل $= ۴(۱۹) + ۵(۲۰) = ۱۷۶$

$u = ۹ \times ۹٫۸ = ۸۸٫۲$

$\sigma' = \sigma - u = ۸۷٫۸ \ kN/m^۲$

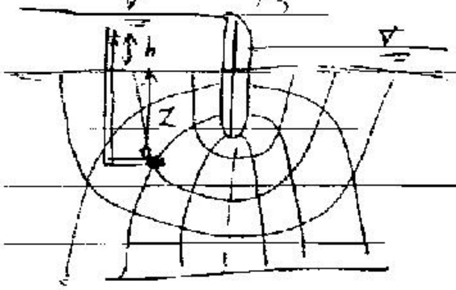
③ حالت σ کل $= ۴(۱۹) + ۵(۲۰) + ۲(۹٫۸) = ۱۹۵٫۶$

$u = ۱۱ \times ۹٫۸ = ۱۰۷٫۸$

$\sigma' = \sigma - u = ۸۷٫۸$

آب که از سطح زمین بالا برود تنش موثر دیگر تغییر نمی کند چون از این به بعد تنش موثر به اندازه ارتفاع آب زیاد می شود

و u آب هم به همین میزان زیاد می شود پس $\sigma' = \sigma - u$ ثابت می ماند



در حالتی که تراوش داریم دیگر نمی توان از این روابط استفاده کرد

$\gamma_w h + \gamma_{sat} z = \sigma$ کل

* $u \neq (h+z)\gamma_w$

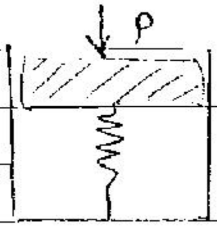
غلط X

Subject:
Year. Month. Date.

پس باید به مسئله دقت کرد که آیا تراوش داریم یا نه ؟

شرایط خاک را می‌شود به پیستون که توسط یک فنر به انتهای پیستون متصل شده شبیه سازی کرد داخل سیلندر می‌تواند آب و یا هوا باشد یک فاز همیشه فنر است که در واقع نقش اسکلت جامد خاک را بازی می‌کند بار P نشان‌دهنده تنش کل است بخشی از P به فنر بخشی به پیستون وارد می‌شود اگر آب داخل سیلندر نباشد تمام بار را فنر می‌برد و فشار آب صفر است و تنش موثر با تنش کل برابر است هر چه ذرات جامد خاک تنش بیشتری را تحمل کنند خاک متراکم‌تر می‌شود

خاکی که فضای خالی آن بیشتر باشد تفاوت بین γ و γ_{sat} آن بیشتر است .



Subject:
Year. ۸۴ Month. ۸ Date. ۷

به نام خدا

ج ۹

حالت موئینگی و تأثیر آن در تنش مؤثر :

دراثر خاصیت موئینگی آب در خاک بالا می رود :

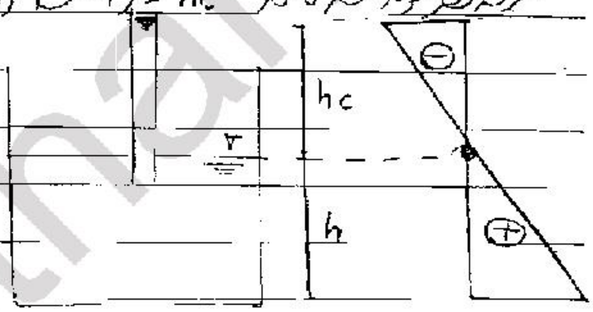
* خاصیت موئینگی : capillarity

لوله ای که قطر داخلی آن کم است داخل یک ظرف آب قرار دهیم آب داخل لوله بالا می رود تا ارتفاع h_c .

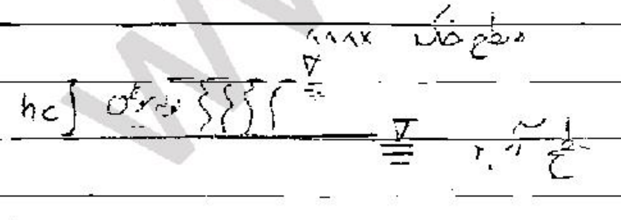
هرچه قطر لوله بیشتر باشد h_c کمتر است روی سطح فشار آب صفر است بالای آن فشار آب منفی داریم .

$$h_c \simeq \frac{T}{d}$$

قطر لوله



- در خاک ها حفرات بین خاک ها باهم ارتباط دارند و از ارتباط آنها این لوله های موئین بوجود می آیند و آب می تواند در آنها بالا برود . بالا رفتن آب ممکن است باعث شود بخشی از خاک که بالای سطح ایستابی قرار دارد نیز اشباع شود .



درعمل در خاک ها داریم که خلل و فرج دارند و هم متفاوت است جایی که خلل و فرج کوچکتر آب در آنجا بالا می رود و ممکن است در کنار آنها خلل و فرج درشت باشد و آب آنجا بالا نرود و در نتیجه یک محیط نیمه اشباع داریم .

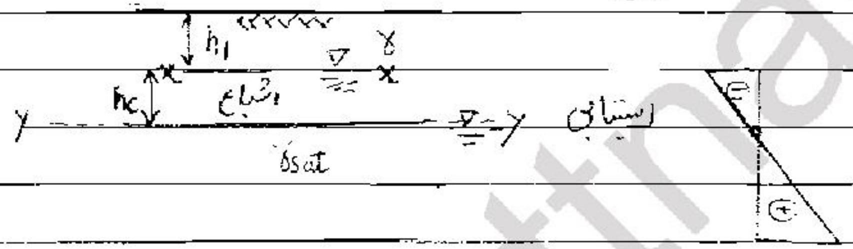
$$\boxed{h_c = \frac{C}{e \cdot d_{10}}}$$

C ضریب ثابت $10 < C < 50\ mm^2$

e نسبت خلاء

هرچه d_{10} کوچکتر باشد خاک ریزدانه‌تر است پس خلل وفرج آن هم ریزتر است پس h_c بیشتر خواهد بود.

برای این که بفهمیم سطح آب ایستابی کجاست یک پیزومتری لازم تا سطح واقعی ایستابی را بفهمیم چون لوله پیزومتر به اندازه کافی بزرگ هست تا تحت اثر موئینگی قرار نگیرد.



زیر سطح ایستابی فشار آب مثبت است در محدوده بخش تاثیر موئینگی فشار آب منفی است.

$x-x$:
$$\sigma_{\text{کل}} = \gamma h_1$$
$$u_{\text{آب}} = -h_c \gamma_w$$
$$\sigma'_{\text{موثر}} = \gamma h_1 + \underbrace{h_c \gamma_w}$$

این جمله ناشی از خاصیت موئینگی خاک است.

هر چه خاک ریزدانه‌تر باشد h_c بزرگتر است تنش موثر ممکن است بیشتر باشد.

$y-y$:
$$\sigma_{\text{کل}} = \gamma h_1 + \gamma_{sat} \cdot h_c$$
$$u_{\text{آب}} = 0$$
$$\sigma'_{\text{موثر}} = \gamma h_1 + h_c \cdot \gamma_{sat}$$

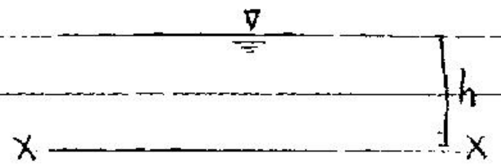
(در صورت عدم موئینگی) $\Longrightarrow \sigma' = \gamma h_1 + \gamma_w h_c \Longrightarrow$ افزایش تنش موثر ناشی از موئینگی $= h_c(\gamma_{sat} - \gamma_w)$

مویینگی باعث افزایش تنش مؤثر می‌شود و این افزایش باعث می‌شود تا باربری خاک در برابر بارهای وارده بیشتر شود و خاک متراکم‌تر شود .

* اگر خاک غیر اشباع باشد اما در بعضی جاها خاصیت مویینگی داشته باشد در بعضی جاها ناپیوسته باشد :

آب $u = -\left(\frac{S_r}{100}\right)\gamma_w h$ مویینگی

* بارگذاری و تأثیر آن روی تنش مؤثر :

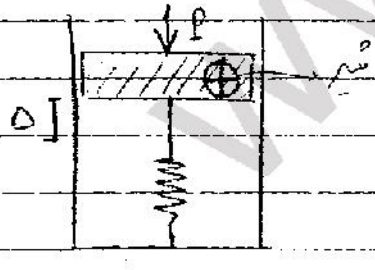


تنش کل اولیه $\sigma_0 = \gamma_{sat} h$

فشار آب حفره‌ای $u_0 = \gamma_w h$

مؤثر اولیه $\sigma'_0 = \underbrace{(\gamma_{sat} - \gamma_w)}_{\gamma'} h$

* اگر باری روی سطح خاک بگذاریم چقدر از این بار جذب فاز مایع می‌شود و چقدر جذب فاز جامد ؟



مثال : داخل سیلندر هم آب هست هم فنر اگر شیر باز باشد

نیروی P که اعمال می‌شود فنر کاهش طول می‌دهد و آب خارج می‌شود

جواب بار را کی می‌گیرد ؟

تغییر حجم $\Delta V = \Delta \cdot A$

اگر شیر بسته باشد اجازه خروج ندارد از طرفی آب تراکم ناپذیر است همه بار P را آب می‌گیرد چون اگر فنر بخواهد نیرو بگیرد باید کاهش طول دهد اما آب نمی‌گذارد پس تمام بار به آب وارد می‌شود

Subject:
Year. Month. Date.

* در مورد توده خاک هم همین طور است یعنی اگر بخواهد تنش مؤثر آن افزایش یابد باید کاهش حجم بدهد و برای این که کاهش حجم بدهد باید آب آن خارج شود .

اگر خاک ماسه باشد مثل این است که شیر باز است و لایه ماسه کاهش حجم می دهد و آب هم خارج می شود و تنش مؤثر افزایش می یابد .

$$\text{ماسه}\begin{cases}\sigma = \sigma_0 + q \\ u = u_0 \\ \sigma'_0 = \sigma_0 + q - u_0\end{cases}$$

به اندازه q اضافه می شود .

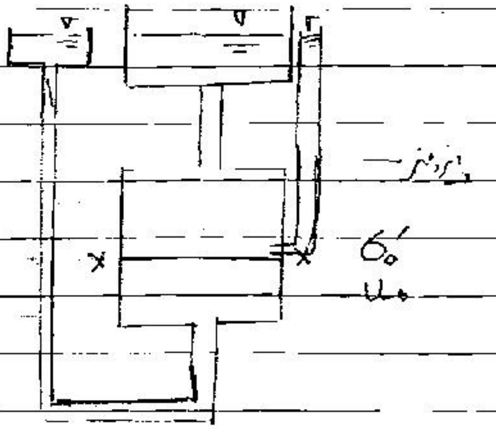
اگر ماسه در سیستم وجود نداشته باشد و رس داشته باشیم رس در صورتی می تواند کاهش حجم بدهد که آب خارج شود ولی آب به راحتی خارج نمی شود پس بار اضافی به آب منتقل می شود ولی به مرور زمان به تدریج آب از آن خارج می شود یعنی هر قدر از فشار آب خارج می شود و بر تنش اضافه می شود و همچنان هر زمان که مقدار آب کم می شود تنش مؤثر افزوده می شود ولی به اندازه q ای آب خارج شد و زمان طی شد تنش آن مثل ماسه می شود .

$$\text{رس}\begin{cases}\sigma = \sigma_0 + q_1 \\ u = u_0 + q_2 \Rightarrow q_2 = q - q_1 \\ \sigma' = \sigma'_0\end{cases}$$

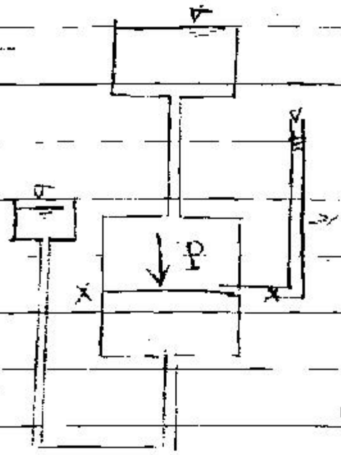
* فشار تراوش یا نیروی تراوش :

وقتی تراوش اتفاق می افتد عمل تراوش موجب تغییر تنش مؤثر می شود .

Subject:
Year. Month. Date.



در اینجا تراوش نداریم چون سطح آب در دو طرف یکسان است

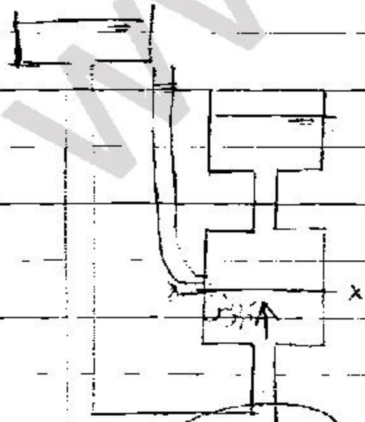


در اینجا تراوش داریم و جریان از سمت بالا بسمت پایین است یعنی در جهت حرکت ذرات را متراکم می کند .

برای تراوش داریم سطح آب بین بالا دست و پایین دست اختلاف می باشد .

$$\sigma' = \sigma'_0 + \Delta\sigma'$$
$$u = u_0 - \Delta u$$

* هر چه تنش موثر کم شود به فشار آب حفره ای اضافه می شود .

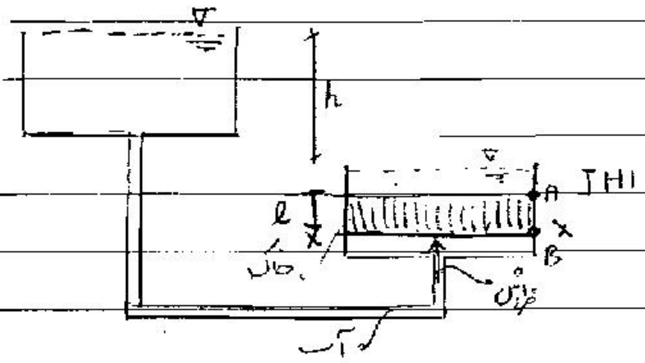


$\sigma' = \sigma'_0 - \Delta\sigma'$ u زیاد می شود که کم شود

در اینجا آب ذرات خاک را غوطه وری کند

* به تفاوت تنش موثر در حالت هیدرواستاتیک و حالت تراوش فشار تراوش می گوییم ؟

یا به عبارتی به تفاوت فشار آب حفره ای در شرایط هیدرواستاتیک با فشار آب حفره ای در تراوش فشار تراوش گوییم



جریان آب از پایین به بالا وجود دارد

www.tnar.ir

فشار آب حفره‌ای وقتی تراوش نداریم $U_s = \gamma_w (H1 + L)$

فشار آب حفره‌ای وقتی تراوش داریم $U_F = \gamma_w (h + H1 + L) \longleftrightarrow u_F = h_w(h - z) = h_w(h-(-(H1+L)))$

* فشار تراوش $= U_F - U_s = \gamma_w h$

* نیروی تراوش $= \gamma_w h \cdot A = J$

* نیروی تراوش در واحد حجم $= j = \frac{J}{V} = \frac{\gamma_w h \cdot A}{AL} = \frac{\gamma_w h}{L}$

* چون h، افت بین دو نقطه که متناظر با فاصله‌ی آنها L است از این رو گرادیان نامیده می‌شود $\frac{h}{l} = i$

و l، طول تراوش بین نقطه A، نقطه B است

* اگر h زیاد شود فشار تراوش زیاد می‌شود ⇐ پس تنش مؤثر کم می‌شود.

- آیا تنش مؤثر می‌تواند صفر شود؟

* بله، یعنی ذرات خاک در لابلای آب معلق باشند. در این حالت هیچ فشاری که ذرات خاک را

نگه دارد وجود نخواهد داشت بنابراین آن روان نامیم ⇐

جوشش :

X-X : کل $\sigma = L.\gamma_{sat} + H_1\gamma_w$

آب حفره‌ای $u = \gamma_w(L+H_1+h)$

مؤثر $\sigma' = \sigma - u = L\gamma' - h\gamma_w$

$$\sigma' = 0 : L\gamma' - h\gamma_w = 0 \Rightarrow L\gamma' = h\gamma_w$$

$$\Rightarrow \boxed{i = \frac{h}{l} = \frac{\gamma'}{\gamma_w}}$$

* این حالت، حالت بحرانی برای ماسه‌ست یعنی مناسب نیست به این گرادیان، گرادیان بحرانی یا i_{cr} گویند :

$$\boxed{i_{cr} = \frac{\gamma'}{\gamma_w}}$$

i_{cr} حول و حوش یک است.
([illegible] یک است. [illegible])

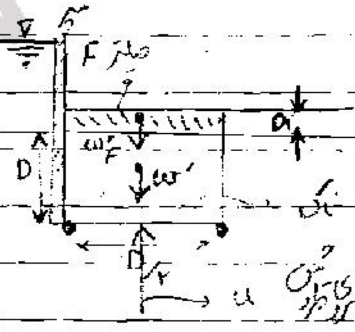
$$* \boxed{i_{cr} = \frac{\gamma'}{\gamma_w} = \frac{G_s - 1}{1+e}}$$

در پایین دست [illegible] گرادیان را محاسبه می‌کنیم، i موجود را
با i_{cr} مقایسه می‌کنیم

$$* \boxed{\text{ضریب اطمینان } F_s = \frac{i_{\text{بحرانی}}}{i_{\text{موجود}}}}$$

جوشش در پای سپر :

* راه دوم برای محاسبه ضریب اطمینان :



در این محدوده امکان دارد
کف بحرانی شود (دچار جوشش)
شود " Sand boiling "

با اندازه D_1 فیلتر می‌گذاریم تا خاک را نشورد. یک توده خاک به ابعاد $D \times D/2$ در نظر می‌گیریم. تمام نیروها در جهت پایداری

یکسری نیروها در جهت ناپایداری اند

$$* \quad F_S = \frac{\overbrace{W'_F + W'}^{\text{باعث پایداری}}}{\underbrace{U}_{\text{باعث ناپایداری}}}$$

$$* \quad W' = -D(D/2)(\gamma_w) + D/2\, D\, \gamma_{sat} = \frac{1}{2} D^2 \gamma'$$

$$W'_F = \frac{1}{2} D D_1 \gamma'_F$$

W' وزن موثر

فشار تراوش واحد حجم $j = \gamma_w \cdot i_{average}$ چون گرادیان پایین تا بالا فرق می کند

نیروی تراوش $U = j \cdot \underset{\text{حجم}}{V} = \frac{1}{2} D^2 \cdot i_{ave} \cdot \gamma_w$

$$\boxed{F_S = \frac{\gamma' + \frac{D_1}{D}\gamma'_F}{i_{ave} \cdot \gamma_w}}$$

* چرا W' گرفتیم ؟

می توانستیم ضریب اطمینان را به این صورت بدهیم

$$* \quad F_S = \frac{\bar{W}_F + \bar{W}}{\underset{\text{فشار آب}}{\bar{U}}}$$

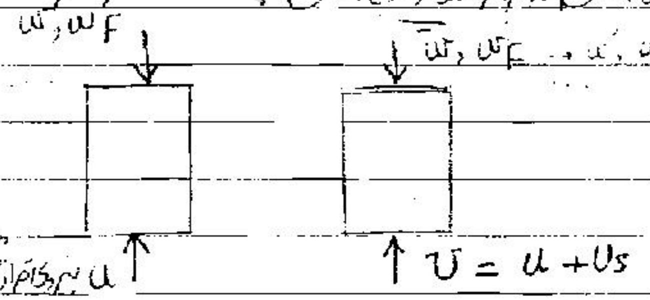
فرق این فرمول با فرمول قبلی در فشار آب است

$$\begin{cases} \bar{W} = D(D/2)(\gamma_{sat}) \\ \bar{W}_F = D_1(D/2)(\gamma_{sat_F}) \end{cases}$$

$$\begin{cases} W_F - W'_F = D_1(D/2)(\gamma_w) \\ W - W' = D/2\,(D)(\gamma_w) \end{cases}$$

تفاوت این دو $\Rightarrow \boxed{D/2\,(D+D_1)\,\gamma_w}$

یعنی صورت کسر به اندازه $(D_1+D)\gamma_w$ زیاد شده است که همان فشار آب است ؟



$U = u + U_s$

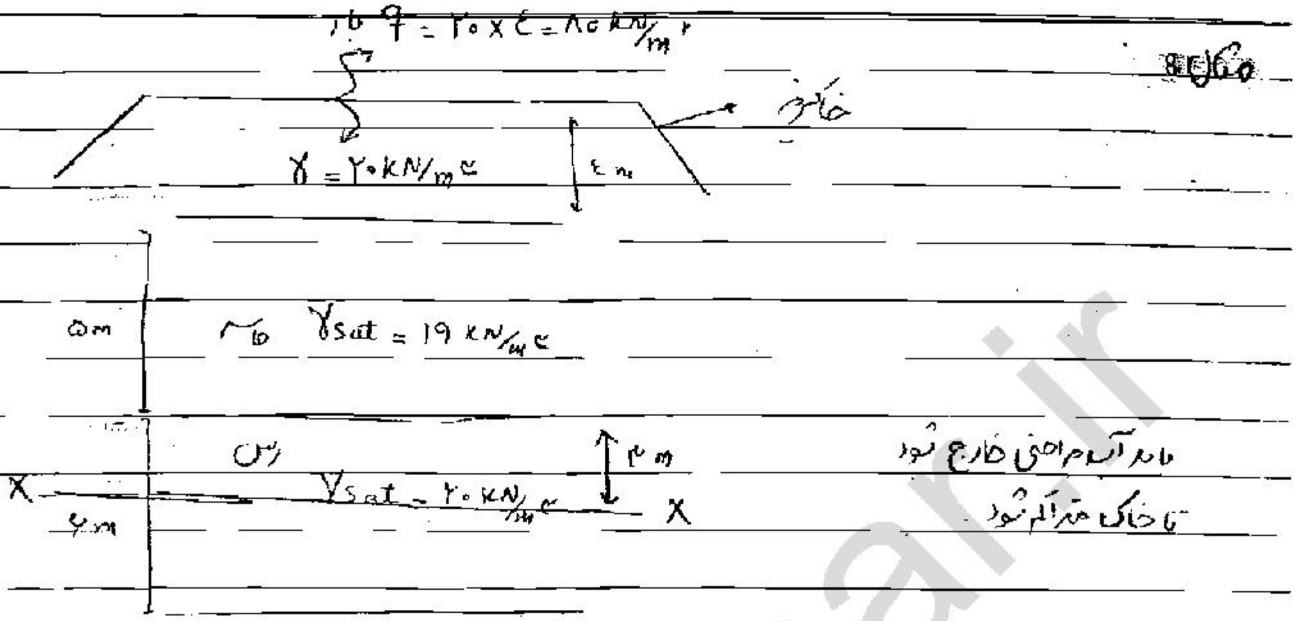
* نیروی ناشی از فشار آب واقعی $= \bar{U}$ نیروی تراوش $+ \underset{\text{نیروی آب در حالت ساکن}}{U_s}$

-18

Subject:
Year ۸۴ Month ۸ Date ۱۰

[illegible]

مثال ۸



بار $q = ۲۰ \times ۴ = ۸۰ \, kN/m^2$
خاکریز
$\gamma = ۲۰ \, kN/m^3$
۴ m
۵ m
ماسه $\gamma_{sat} = 19 \, kN/m^3$
رس
$\gamma_{sat} = ۲۰ \, kN/m^3$
۳ m
X
X
۶ m
باید آب حفره‌ای خارج شود
تا خاک متراکم شود

الف - بلافاصله بعد از اجرای خاکریز

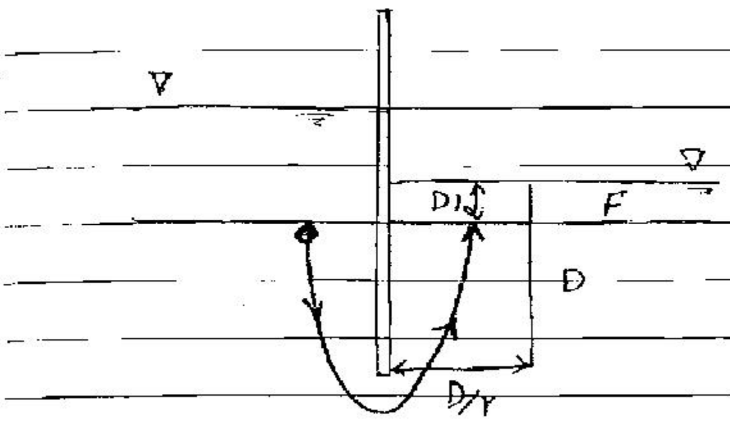
$\sigma = ۴ \times ۲۰ + ۵ \times ۱۹ + ۳ \times ۲۰ = ۲۳۵$
$u = ۸ \times ۹٫۸ + ۸۰ = ۱۵۸٫۴$
$\sigma' = \sigma - u = ۷۶٫۶$

نکته: سوال‌ها بار اضافه و فشار آب حفره‌ای منتقل می‌شود [illegible] منتقل می‌شود

ب - مدت زمان طولانی بعد از اجرای خاکریز

$\sigma = ۲۳۵$
$u = ۸ \times ۹٫۸ = ۷۸٫۴$
$\sigma' = ۲۳۵ - ۷۸٫۴ = ۱۵۶٫۶$

* پایداری خاک در پایین دست یک سپر فلزی :

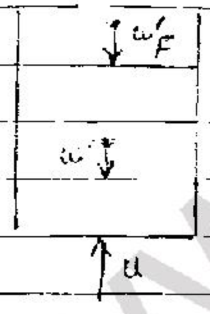


برای کنترل این که وضعیت در پایین دست سپر بحرانی است یا نه دو راه حل مطرح شد :

① راه اول $i_{cr} = \frac{\gamma'}{\gamma_w}$ با i موجود مقایسه نمودیم ضریب اطمینان را بدست آوردیم

$$* \quad F_s = \frac{i_{cr}}{i_{موجود}}$$

② راه دوم نیروهایی که باعث پایداری می شوند را به نیروی عامل ناپایداری تقسیم کنیم



U نیروی تراوش

$$* \quad W' = \frac{1}{2} D^2 \gamma'$$

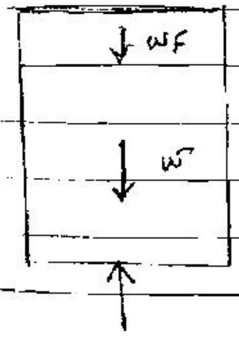
$$* \quad W'_F = \frac{1}{2} D D_1 \gamma'_F$$

پایدار

$$* \quad U = \frac{1}{2} D^2 i_{av} \gamma_w$$

ناپایدار

W' وزن موثر



می شود وزن کل را داشت و نیروی فشار آب

نیروی فشار آب به دو نیرو تفکیک می شود :

* نیروی ناشی از ارتفاع و نیروی فشار آب هیدرواستاتیکی

(نیروی شناوری)

Subject:
Year. Month. Date.

فشار آب حفره‌ای با در نظر گرفتن تراوش

$$\text{نیروی ناشی (از فشار آب)}\quad U = \overset{\text{تراوش}}{U_F} + \overset{\text{هیدرواستاتیک}}{U_s} \qquad \text{فشار تراوش} \leftarrow U_F = u - \underset{\text{فشار آب حفره‌ای در حالت هیدرواستاتیک}}{u_s}$$

$$W = \tfrac{1}{2} D^2 \gamma_{sat} = \tfrac{1}{2} D^2 \gamma' + \boxed{\tfrac{1}{2} D^2 \gamma_w} \downarrow +$$

$$W_F = \tfrac{1}{2} D D_1 \overset{\text{فیلتر}}{(\gamma_{sat})_F} = \tfrac{1}{2} D D_1 \gamma'_F + \boxed{\tfrac{1}{2} D D_1 \gamma_w} \downarrow$$

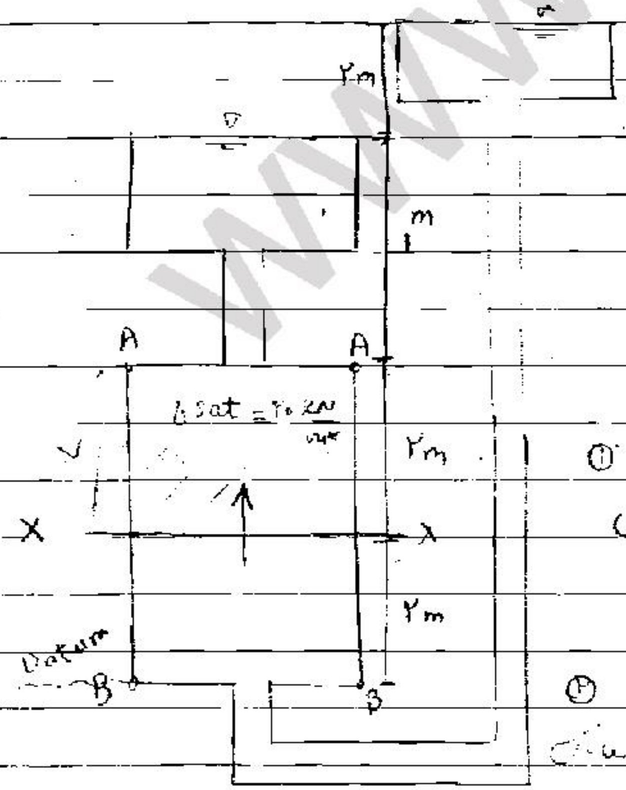
$$U = U_F + U_s = \tfrac{1}{2} D^2 i_{avr} = \boxed{\overset{\text{فشار آب}}{(D+D_1)\gamma_w \left(\tfrac{1}{2} D\right)}}$$

~~$W' + W_F$~~

+ اگر وزن کل را بگیریم نه وزن مؤثر چون اگر وزن کل را بنویسیم باید فشار آب را هم اضافه کنیم.

در وزن کل $\quad * \; W + W_F - U = cte$

وزن مؤثر $\quad * \; W'_F + W' - U_F = cte$



تمرین ۲-۶ Craig 8

تنش مؤثر در سطح X-X $\quad \sigma' = \sigma - u$

برای بدست آوردن تنش مؤثر ۲ راه حل داریم:

① $u = u_F + u_s$

در راه حل اول برای محاسبه فشار آب حفره‌ای شرایط تراوش را در نظر می‌گیریم.

② $\sigma' = \sigma - (u_f + u_s)$

راه حل دوم: برای محاسبه σ' فقط فشار آب هیدرواستاتیک را حساب می‌کنیم و از σ کم می‌کنیم بعداً فشار تراوش را به صورت جداگانه اضافه می‌کنیم.

Subject:
Year. Month. Date.

① راه‌حل :

$AA : \ h_e = ۴$
$h_p = ۱$
$h_t = ۵$

$BB : \ h_e = ۰$
$h_p = ۷$ — پس ترازش از پایین
$h_t = ۷$ — مبنا است ؛

* $h_t = ۶^m$ چون خاک یکنواخت است و x-x در نصف راه قرار دارد پس
$h_e = ۲$
$h_p = ۴$ — اگر غیر یکنواخت بود باید شکل تغییرات را می‌کشیم و در نظر بود .
نظر h_t را مساوی گرفتیم

* $\sigma = ۲ \times ۲۰ + ۱ \times ۹/۸ = ۴۹/۸ \ kN/m^۲$
$u = \underbrace{۴}_{h_t} \times ۹/۸ = ۳۹/۲ \ \frac{kN}{m^۲}$ ترازش را در نظر گرفتیم

$\sigma' = \sigma - u = ۱۰/۶ \ \frac{kN}{m^۲}$

② راه‌حل : $\sigma = ۴۹/۸$
$u = u_s = ۳ \times ۹/۸$
$\sigma' = ۴۹/۸ - ۲۹/۴ = ۲۰/۴$

حالا به عنوان فشار تراوش
را حساب کنیم ÷

فشار تراوش → $i \gamma_w z$

$x\text{-}x = \frac{۲}{۴} \cdot ۹/۸ \cdot ۲ = ۹/۸$

چون جهت جریان رو به بالاست از تنش مؤثر کم می‌کنیم ؛
$\sigma' = ۲۰/۴ - ۹/۸ = ۱۰/۶$

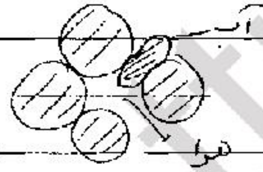
u از کجاست؛

- ما داریم تاثیر وزن شدن خاک را روی تنش موثر حساب می کنیم پس کششی از خاک که بالای X-X است بی وزن می شود پس فشار ترازش هم باید از همان وزن حساب شود.

- اگر ترازش به سمت پایین بود بازهم u را برای کشش اول می گذاشتیم چون می خواهیم ببینیم که چه قدر به وزن مقطع اول اضافه می شود

* تنش موثر در خاکهای غیر اشباع 8

σ' در این حالت یک محیط ۳ فازه داریم



اگر فضاهای با سطح مرتبط
نداشته باشند آن وقت یک فشار هوا
هم ممکن است ایجاد شود.

$$* \quad \sigma' = \sigma - \underbrace{u_a}_{\text{فشار هوا}} + \underbrace{\chi}_{\text{ضریب خی}} (u_a - \underbrace{u_w}_{\text{فشار آب}})$$

$1 < \chi <$

خاک کاملاً اشباع $\rightarrow \chi = 1$

خاک خشک $\longrightarrow \chi = 0 \longrightarrow$ فشار هوا هم فشار اتمسفر است که در نظر نمی گیریم.

از طرفی χ خطی نیست مثلاً در درجه اشباع ۵۰٪ نمی توان با یک خط تقریب زد

Subject:
Year. Month. Date.

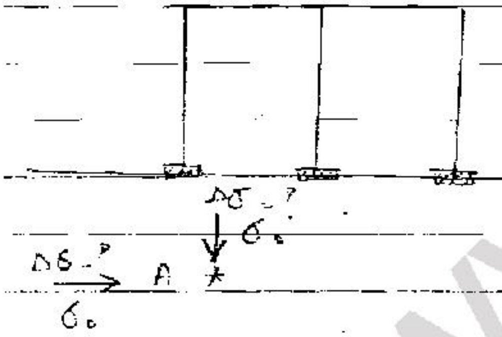
رابطه ساده تر $\sigma' = \sigma - (S_r)\,u \longrightarrow$ فشار آب حفره‌ای

* فصل پنجم تنش‌ها و تغییر شکل‌ها

(فصل سوم امیر احتشامی)

craig ch5

ما به دنبال این هستیم که تحت تأثیر بارهای اعمالی بر سطح زمین تنش‌ها چه تغییری می‌کنند و توده خاک چگونه تغییر شکل می‌دهد


$\Delta\sigma = ?$
σ_0
$\Delta\sigma = ?$
σ_0
A

می تنش چه قدر و چون
توده خاک تغییر شکل
می دهد.

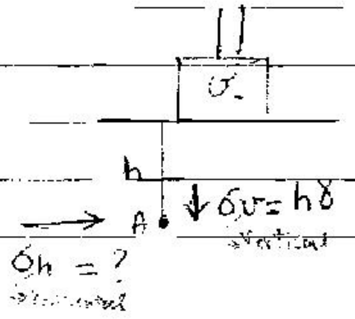
مثلاً در نقطه A بار وارده چه تغییری در تنش ایجاد کرد
و در جهت x و z یک مقدار تغییر در تنش داریم چه قدر است ؟

* تنش‌ها در خاک :

دو دسته‌اند : تنش‌های درجا (in situ) ، تنش‌های ایجاد شده Induced

1 ← در اثر وزن خاک روی سطح

2 ← در اثر بارگذاری


σ_0
h
A
$\sigma_v = h\gamma$
vertical
$\sigma_h = ?$
horizontal

قبل از اینکه بار بگذاریم
یک تنش درجا وجود
داشت در عمق h

یک تنش هم در اثر بارگذاری ایجاد می شود که تنش ایجاد شده است

از اصل superpoision برای محاسبه کل تنش استفاده می کنیم البته فقط برای مصالح الاستیک خطی.

* از این ها برای محاسبه تنش استفاده می کنیم که تنش ایجاد شده در آن نقش دارد :

* برای تاثیر تنیدگی خاک باید هر دو تنش را لحاظ کنیم .

①* تنش درجا :

تنش قائم را که بلدیم باید تنش افقی را بیابیم :

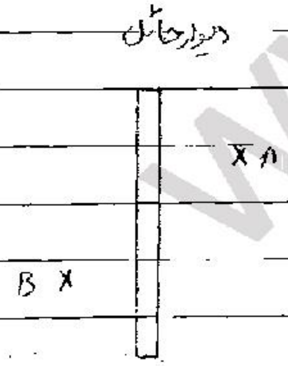
$\sigma_v = \gamma h$

رابطه کلی بین تنش مؤثر قائم و تنش مؤثر افقی

$$\frac{\sigma'_h}{\sigma'_v} = K$$

K بستگی به حالت و شرایط خاک دارد ۳ نوع K داریم :

* K active
* K_0
* K passive

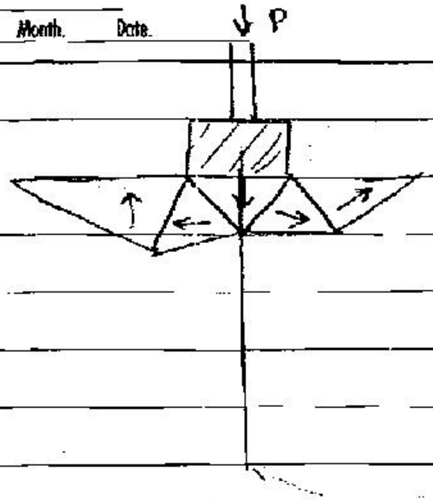


- Ka , Kp وقتی قبول می شوند که تغییر شکل افقی در خاک داشته باشیم

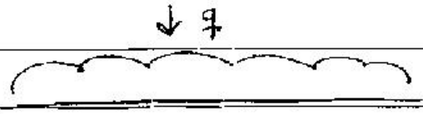
- در دیوار حائل تغییر شکل افقی داریم نقطه A به خاک فشار می آورد و دارای Ka است و نقطه B دارای Kp است .

- K_0 وقتی برقرار است که تغییر شکل افقی نداریم و دائم داریم :

Subject:
Year. Month. Date.



نحوه حرکت خاک زیری
هر تکه مثل گوه می باشد که به بغلی فشار می آورد
اما روی خط در شکل فقط Ka داریم



اگر روی سطح زمین بار گسترده یکنواخت اعمال کنیم
خاک فقط در جهت قائم حرکت می کند
چون بار گسترده است به همه خاک اعمال می شود
و از طرفی یکنواخت است

K_0	ساکن
K_a	کوچکترین
K_p	بزرگترین

K_a	برای یک نمونه	۱/۳	با زاویه اصطکاک داخلی ۳۰°
K_0	〃	۰/۵	
K_p	〃	۳	

φ زاویه اصطکاک داخلی خاک

$$* \quad K_0 = \frac{\sigma'_h}{\sigma'_v}$$

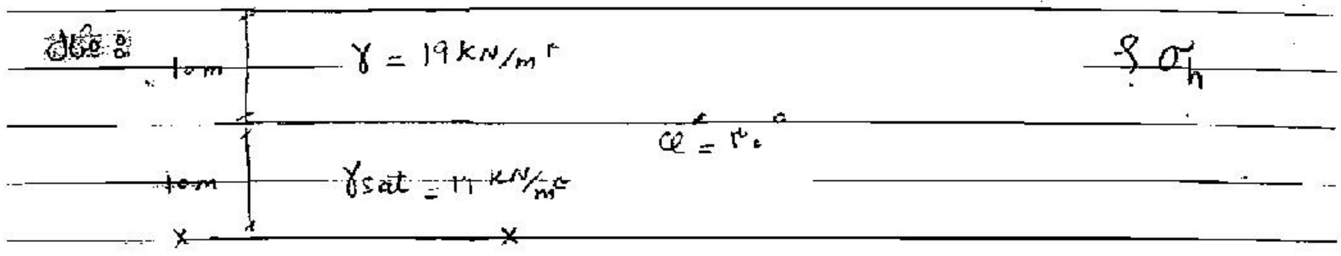
K_0 خاک دانه ای

$K_0 = 1 - \sin\varphi'$ برای

$K_0 = (1 - \sin\varphi')(OCR)^{\sin\varphi'}$ رس و ریزدانه

نسبت پیش تحکیم

مثال :


10m
$\gamma = 19\ kN/m^۳$
10m
$\gamma_{sat} = ۲۱\ kN/m^۳$
$\varphi' = ۳۰°$
$? \sigma_h$

$K_0 = 1 - \sin ۳۰ = ۰/۵$

$\sigma_v = 10 \times 19 + 10 \times ۲۱ = ۴۰۰$

$\sigma_h = ?$

باید σ'_v را سازیم $\Rightarrow$

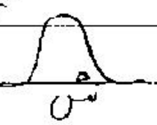
$\sigma'_v = ۴۰۰ - (10 \times ۹/۸)$ ۳۰۲ $N/m^۲$

$\sigma'_h = K_0 \cdot \sigma'_v =$ [illegible] $/m$

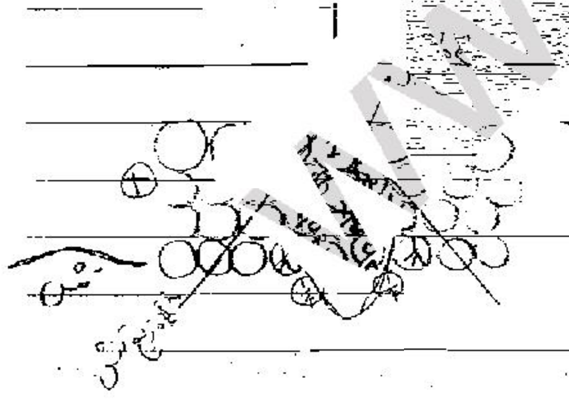
$\sigma_h = \sigma'_h +$ [illegible] $kN/m^۲$

$u = 10 \times$ [illegible]

② ✱ تنش ایجاد شده :



فرض کنیم باری به اندازه واحد
عمود بر کاغذ در طول قد عمل می کند


تنش
توزیع تنش

متشکل
اگر خاک متشکل از ذراتی هم شکل و هم اندازه
باشد که این چنین در کنار هم قرار گرفته باشند :

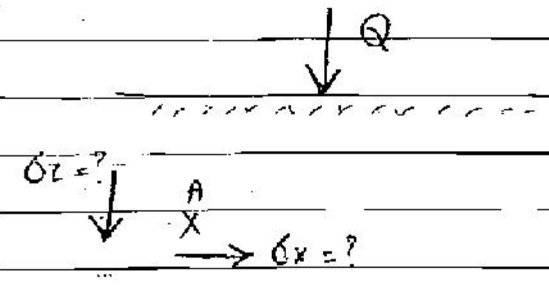
هر دانه به دانه زیری خود تنش را با زاویه ۴۵ به صورت روبرو
با شرایط واقعی البته فرق دارد چون نحوه چیدمان و شکل ذرات این چنین نخواهد بود

نکته : ما یک خط توزیع تنش داریم به عمق که می رویم سطح تاثیر تنش زیاد می شود اما از شدت آن
کم می شود

Subject:
Year. Month. Date.

یک خط تأثیر داریم که بیرون خط نقاطی که هستند تنش ناشی از بار را حس نمی کنند

* حباب تنش 8 نقاطی که تنش یکسان دارند اگر به هم وصل کنیم یک منحنی به ما می دهد که آن را حباب هم تنش گویند



بار نقطه‌ای :

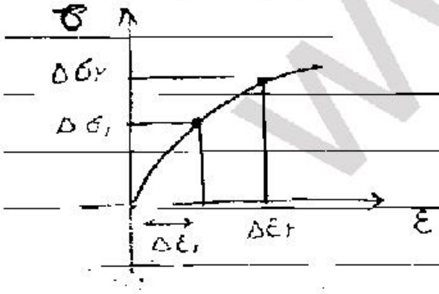
بار نقطه‌ای Q در سطح زمین اعمال شده است می‌خواهیم تنش‌ها را در نقطه مشخص یا دلخواه A بیابیم ؟

این راه‌حل‌ها مبتنی است بر تئوری ارتجاعی

این فرضیات می‌توان موارد آنها را لیست کرد :

۱- خطی بودن رابطه تنش - کرنش
۲- ارتجاعی بودن مصالح
۳- همسان بودن
۴- همگن بودن
۵- محیط نیمه بی‌نهایت
۶- بی‌وزن بودن خاک

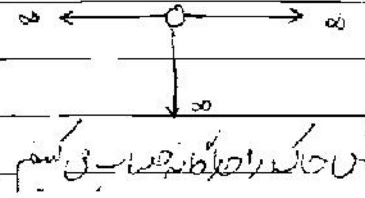
① برای این مجاز است که بتوان اصل superpoisition را بکار برد چون اگر رابطه غیرخطی باشد :



$$(\Delta\sigma_1 + \Delta\sigma_2) \not\Leftrightarrow (\Delta\varepsilon_1 + \Delta\varepsilon_2)$$

و این تناظر برقرار نیست

⑤ محیط نیمه بی‌نهایت یک نیم فضای بی‌نهایت است. نیم فضای بی‌نهایت فضای بی‌نهایتی است که یک صفحه آن را قطع کرده که این صفحه همان سطح زمین است .



⑥ بی‌وزن بودن خاک : تنش خاک را ناشی نمی‌شود و از طرفی تنش خاک را جداگانه حساب می‌کنیم

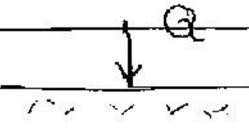
برای بار نقطه ای ۲ تئوری استفاده می شود :

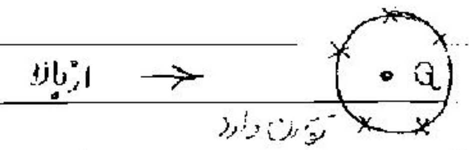
① Boussinesq خاک را همگن فرض می کنیم

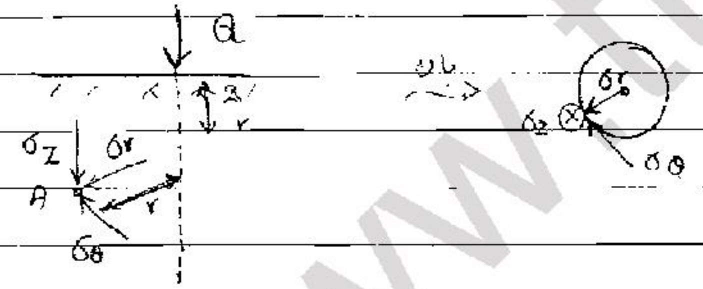
② Westergard خاک را لایه لایه فرض می کنیم ولی لایه ها همگن نیست .
معمولاً در روسازی استفاده می شود .

* در اینجا از تئوری Boussinesq استفاده می کنیم : که همه شرایط در مورد آن برقرار است ؛

در اینجا تقارن محوری وجود دارد نسبت به نقطه اثر اعمال بار :



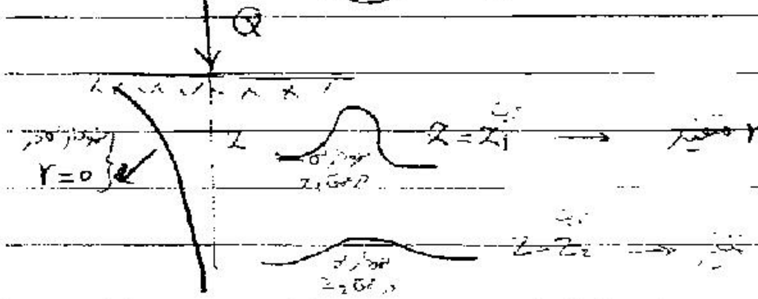

از بالا
Q
تقارن دارد


Q
z
r
σz
σr
A
r
σθ
بالا
σr
σz
σθ

$$* \quad \sigma_z = \frac{3Q}{2\pi z^2}\left(\frac{1}{1+\left(\frac{r}{z}\right)^2}\right)^{5/2}$$

$$* \quad = \frac{3Q}{2\pi}\,\frac{z^3}{R^5} \qquad R = \sqrt{r^2+z^2}$$

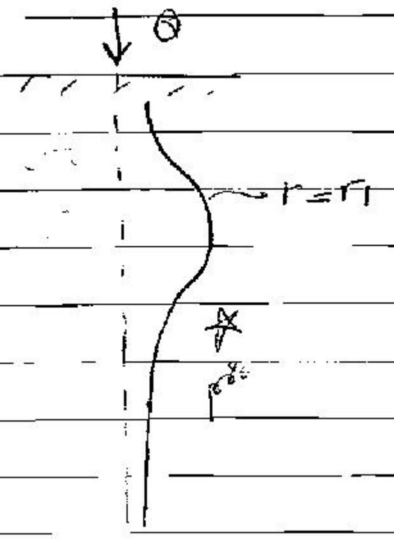
[illegible]


Q
r = 0
z
z = z₁ → r متغیر
z = z₂ → r متغیر

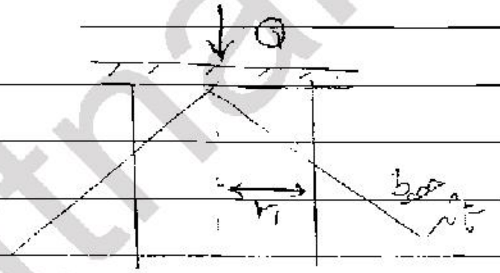
وقتی r=0 است تنش از ∞ در سطح شروع می‌شود تا صفر در عمق ∞ .

* چرا از ∞ شروع می‌شود؟

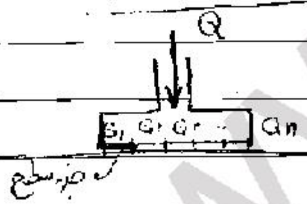
چون یک singularity داریم یعنی بار به یک نقطه وارد می‌شود پس نیرو در واحد سطح ∞ می‌شود :



اگر r=r1 یک مقداری داشته باشد و تغییر دهیم به صورت روبرو در می‌آید :



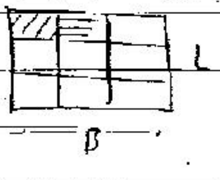
* تنش روی خط متناظر با r1 که حرکت کنیم اول صفر است به خطوط تأثیر که می‌رسیم دوباره تنش افزایش می‌یابد . وقتی از خط تأثیر دور می‌شویم تنش دوباره کاهش می‌یابد :



می‌خواهیم در نقطه A x
تنش‌ها را A
بیابیم :

فرض کنید یک بار Q روی یک پی اثر می‌گذارد :

$dx\,dy \cdot q = Q$



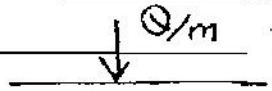
پی را به جزء سطح‌های کوچک
تقسیم می‌کنیم :
برای اجزای کوچک q تغییر نمی‌کند

* برای هر کدام σ ها را حساب می‌کنیم با استفاده از جمع آثار قوا σ کل را می‌یابیم :

* $\int_{-\infty}^{+\infty}$

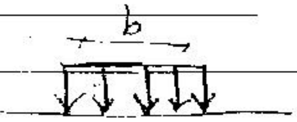
$$* \int_{-a/2}^{+a/2}\int_{-b/2}^{+b/2} \text{تنش ناشی از بار نقطه‌ای} = \text{تنش ناشی از بار مستطیلی به ابعاد } b, a$$

$$* \int_{-\infty}^{+\infty} \text{تنش ناشی از بار نقطه‌ای} = \text{تنش ناشی از بار خطی}$$

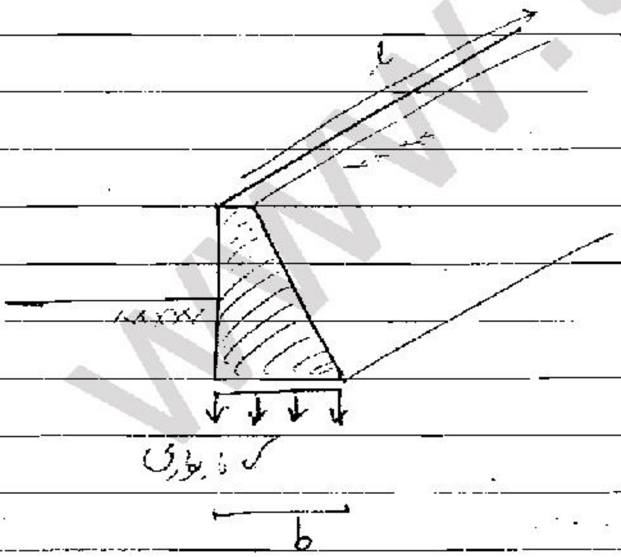


در بار خطی در جهت عمود بر تابلو دارای بعد ∞ است اما در جهت روبرو بی بعد است.

$$* \int_{-b/2}^{+b/2} \text{تنش ناشی از بار خطی} = \text{بار نواری به عرض } b$$



بعد آن در جهت عمود بر تابلو ∞ است اما در جهت تابلو دارای بعد b و محدود است. مثل پی نواری!



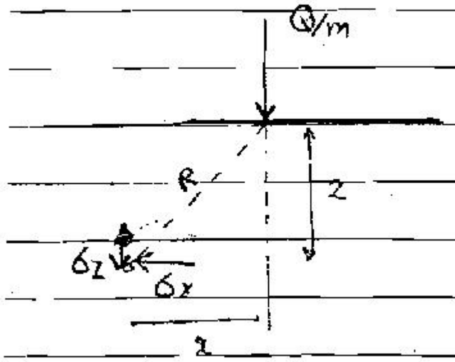
دیوار حائل

اگر نسبت طول به عرض بیش از 10 باشد پی را پی نواری گویند.

$\frac{L}{b} > 10 \rightarrow$ «پی نواری»

$\frac{L}{b} \leqslant 10 \rightarrow$ «پی مستطیلی»

شکل بارگذاری را شکل پی تعیین می‌کند اگر شکل پی مستطیلی باشد بار وارده بر آن به صورت مستطیلی در آورده می‌شود.



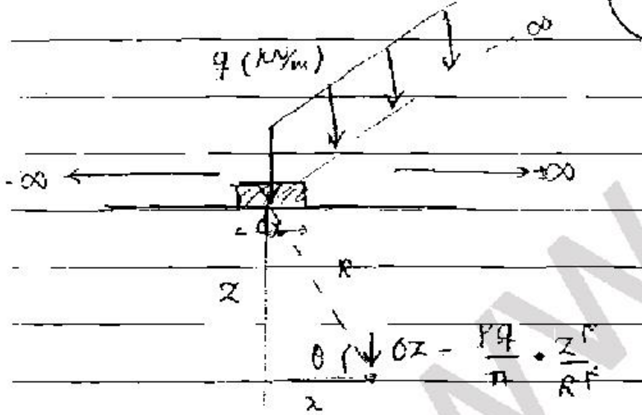
در اینجا تقارن محوری نداریم
نسبت به صفحه یا خطی تقارن داریم
و باید از همان سیستم مختصات کارتزین ببریم.

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

تقارن نسبت به صفحه یا خطی

$R^2 = x^2+z^2$

$$\Rightarrow \boxed{\sigma_z = \frac{2Q}{\pi}\cdot\frac{z^3}{R^4}}$$



$\sigma_z = \frac{2q}{\pi}\cdot\frac{z^3}{R^4}$

در اینجا گرفته شده $\Delta\sigma_z = \frac{2q\,dx}{\pi}\,\frac{z^3}{R^4}$

$$\tan\theta = \frac{z}{x}\ ;\quad x = \frac{z}{tg\,\theta}\ ,\quad dx = \frac{-z}{\sin^2\theta}\,d\theta$$

$$\Delta\sigma_z = \frac{-2q}{\pi}\,\frac{z^3}{R^4}\,\frac{z}{\sin^2\theta}\,d\theta$$

$$* \quad \Delta\sigma_z = \frac{-2q}{\pi}\,\sin^2\theta\,d\theta$$

www.ttmar.ir

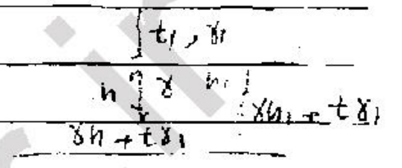
Subject:
Year. Month. Date.

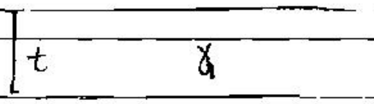
$x \to -\infty$ تا $+\infty$

$\theta \to \pi$ تا 0

$$\sigma z = \frac{-2q}{\pi} \int_{\pi}^{0} \sin^2\theta \, d\theta$$

$$\boxed{\sigma z = q}$$ ناشی از بار یکنواخت


t_1 , γ_1
h
γ
$\gamma h_1 + t\gamma_1$
$\gamma h + t\gamma_1$



خاک بی‌وزن

فرض کن γ را خاکریز کردیم

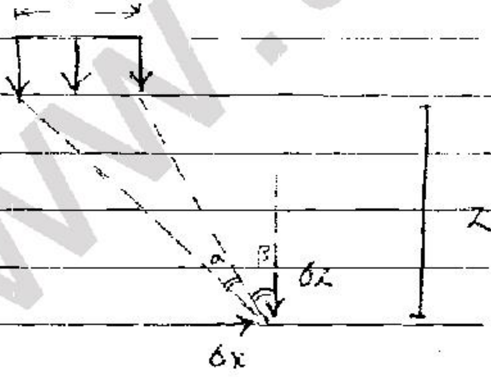
$\Delta\sigma z = t\gamma_1$

$\Delta\sigma z = t\gamma_1$

$\Delta\sigma z$ در هر نقطه به اندازه

$\underline{t\gamma_1}$ تغییر می‌کند

بار یکنواخت نواری

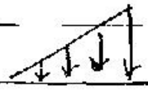


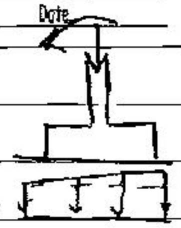
در شکل مقابل $\beta > 0$

همیشه $\alpha > 0$

$$* \quad \sigma z = \frac{q}{\pi} \left[\alpha + \sin\alpha \cos(\alpha + 2\beta) \right]$$

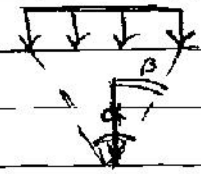
بار مثلثی





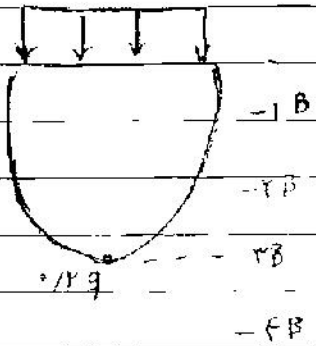
در پی‌ها
معمولاً با مثلثی است
یا ذوزنقه‌ای

مثلثی به مستطیل تبدیل می‌کنیم

* 

$\beta < 0$

برای بار یکنواخت نواری به عرض B حباب تنش ۰/۲q را رسم کنیم از عمق 3B می‌گذرد

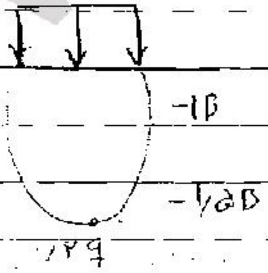


— این حباب نشان می‌دهد که در عمق 4B بار یکنواخت نواری
تنش ناشی از آن کم است ۰/۰۸q یا کمتر

— از عمق 4B به بعد در جهت خاک بار وارده را احساس نمی‌کند

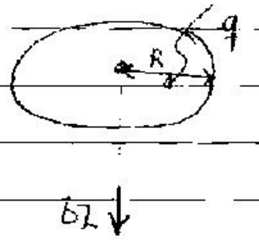
* معمولاً عمق تأثیر بار 4B است.

۲B

* پی مربعی 

عمق تأثیر بار مربعی 2B است

* بار یکنواخت دایره‌ای B

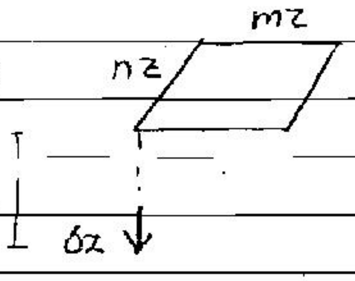


عمق تأثیر ۲B

Subject:
Year. Month. Date.

$$\sigma_z = q\left\{1-\left\{\frac{1}{1+(\frac{R}{z})^2}\right\}^{3/2}\right\}$$ * σz در نقطه ای زیر مرکز دایره است.

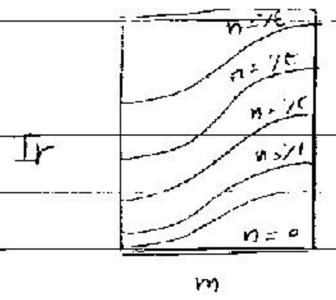
بار یکنواخت مستطیلی q



us Navy
ص ۸۸ کتاب

$$\sigma_z = q \cdot I_r$$

Ir را از روی منحنی بدست می آورند:



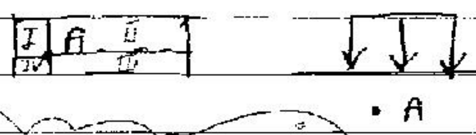
مثال: عمق z=۴ m می خواهیم σ را حساب کنیم ابعاد این هم mz=۴ nz=۲ می باشد:

$$\begin{cases} nz = \overset{z}{۴} \times n = ۲ \Rightarrow n = \frac{1}{2} \\ mz = \underset{z}{۴} \times m = ۴ \Rightarrow m = 1 \end{cases}$$

* در جدول بالا m = 1 محل تلاقی را با n=۰/۵ می یابیم و روی محور Ir ، Ir را پیدا می کنیم.

σz مربوط به نقاطی است که در زیر یکی از گوشه ها واقع شده باشد

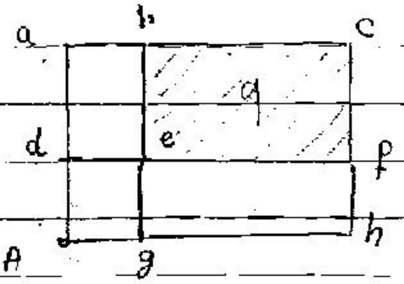
* اگر نقطه مورد نظر زیر گوشه نباشد:



به ۴ مستطیل تبدیل می کنیم که A زیر گوشه یک مستطیل واقع شود در این صورت

$$\sigma^A = \sigma_I + \sigma_{II} + \sigma_{III} + \sigma_{IV}$$

اگر نقطه مورد نظر داخل محدوده بارگذاری نباشد ؟



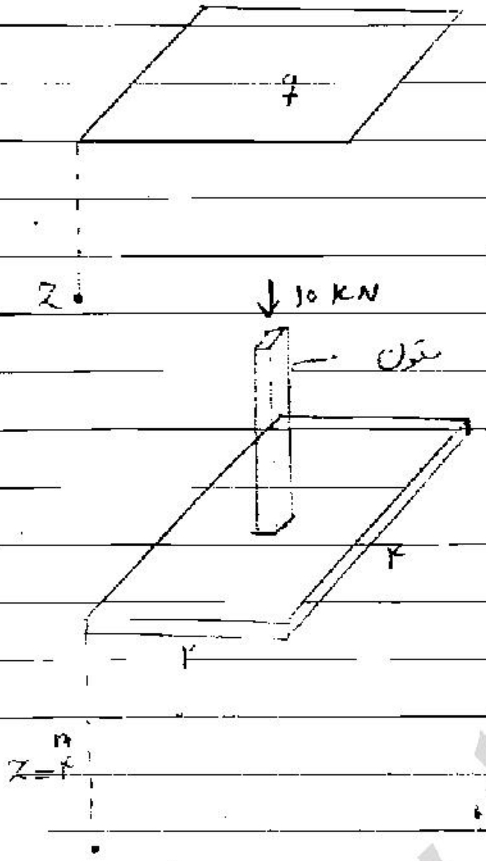
$$* \quad \sigma_A = \sigma_{Aach} - \sigma_{Aabg} - \underset{\sim}{\sigma_{egfh}} \qquad \times\ غ$$

تنش را در نقطه A ن
می شود حساب کرد باید مستطیل ها در راس A مشترک باشند

$$\Rightarrow \boxed{\sigma_A = \sigma_{Aach} - \sigma_{Aabg} - \sigma_{dfhA} + \sigma_{degA}}$$

www.ttrar.ir

بنام خدا



بار گسترده یکنواخت بر روی پی مستطیلی

در زیر یکی از ۴ رأس مستطیل $* \quad \sigma_z = q \cdot I_r$

مثال

$$\begin{cases} m = B/z = ۲/٤ = ۰/۵ \\ n = L/z = ٤/٤ = 1 \end{cases}$$

با داشتن m , n از روی منحنی Ir را می‌یابیم .

$I_r = ۰/۱۲$

فرض کردیم که در تماس پی با خاک فشار یکنواخت داریم

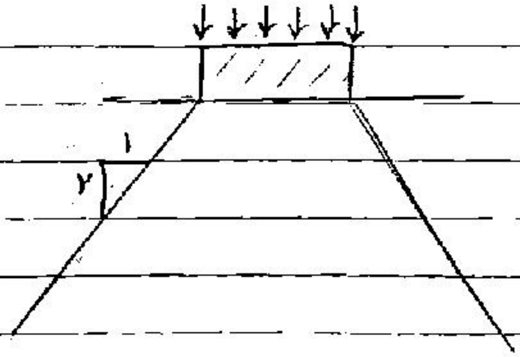
$q = \frac{10}{۲ \times ۴} = ۱/۲۵ \ \frac{KN}{m^۲}$

مشکل دارد که
تیر ارتجاعی باشد
پی سست باشد

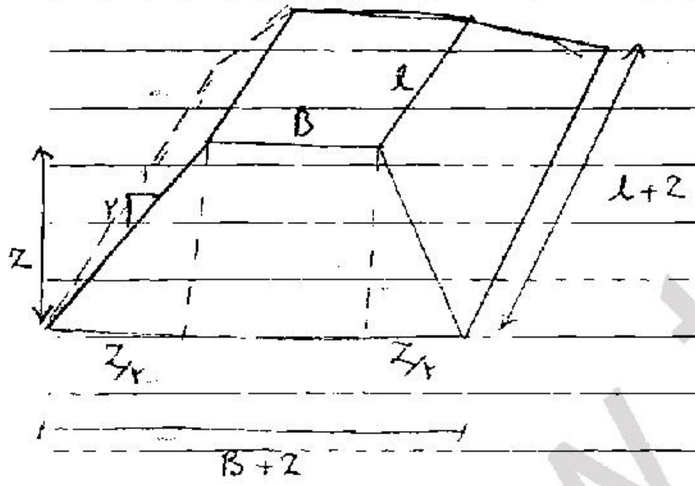
$* \Rightarrow \sigma_z = ۰/۱۲ \times ۱/۲۵ = ۰/۱۵ \ \frac{KN}{m^۲}$

اگر جای m , n عوض شود باز هم Ir = ۰/۱۲ است .

* روش تقریبی برای پی مستطیل 8



اگر پی‌ای داشته باشیم که بار یکنواخت روی
آن اثر می‌کند توزیع بار را به صورت یک
هرمش در نظر بگیریم با یک شیبی که ۱ به ۲
است توزیع شود.



در عمق Z ، q همان خواهد بود

با سطح مقطع جدید 8

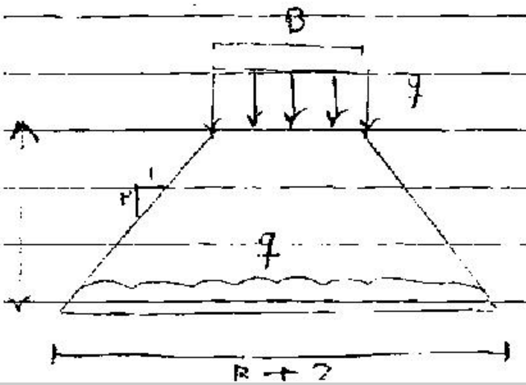
$$\sigma_z = \frac{q \times B \times l}{(B+Z)(l+Z)}$$

این روش تنش را طوری می‌دهد یعنی خارج شیب تنش ناشی از بار q صفر است.

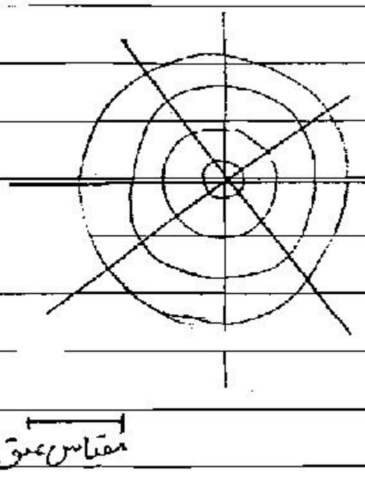
اما بیشتر اوقات از این روش برای تخمین نشست استفاده می‌کنیم ؟

* پی نواری 8

$$\sigma_z = \frac{qB}{B+Z}$$



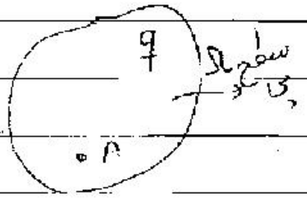
× منحنی نیومارک 8



از یکسری دوایر هم مرکز تشکیل شده است

که یکسری خطوط شعاع آنها را قطع کرده اند

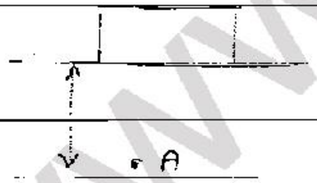
یک مقیاس عمق هم در پایین آن وجود دارد ؛



فرض کنیم با یک پی با هندسه نامشخص مواجه هستیم شدت بار q

به طور یکنواخت در آن اعمال شده است در نقطه A در یک عمق Z

می خواهیم تنش را حساب کنیم ؛



مراحل کار ؛

(I) سطح Ω را با مقیاس طوری رسم می کنیم که Z برابر با "مقیاس عمق" باشد ؛

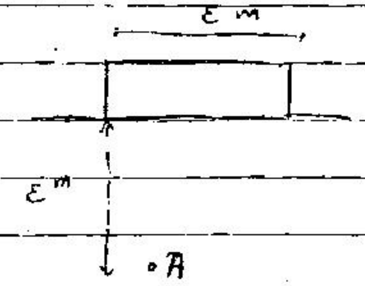
(II) نقطه A بر مرکز منحنی منطبق می شود

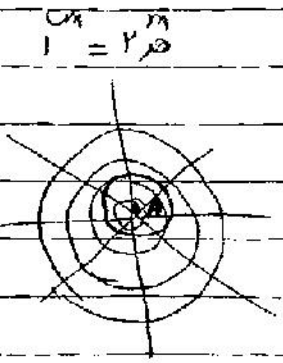
(III) تعداد بلوکهای واقع در سطح $N = \Omega$

(IV) $\sigma_z =$ ٠/٠٠۵ $N \cdot q$

www.ttmar.ir

فرض کنیم مقیاس عمق = ۲^{cm} باشد





تعداد بلوک‌های دایره وسط
را هم می‌شماریم

اگر A خارج از سطح پی بود باز هم A را بر مرکز منحنی منطبق می‌کنیم و منحنی شکل پی را می‌کشیم بالای A می‌افتد

در این صورت تعداد بلوک‌ها کاهش می‌یابد پس σ_z کمتر است

این روش برای وقتی است که بار q یکنواخت باشد !

* نشست 8 (فصل چهارم [illegible])

— زمین اشباع ثابت E = cte (مدول الاستیسیته)

— خاک‌های دانه‌ای متغیر E = varied (با افزایش عمق، افزایش می‌یابد)

اگر یک پی بر سطح زمین داشته باشیم و شکل از زمین

زمین اشباع — اشباع باشد و فقط از یک نوع خاک داشته باشیم

تقریباً می‌توان گفت با افزایش عمق مدول الاستیسیته ثابت می‌ماند

اما در مورد ماسه‌ها قضیه متفاوت است اگر یک لایه ماسه داشته باشیم از نظر دانه‌بندی یکنواخت E تابع

فشاری است که در لایه‌ها وارد می‌کند چون در عمق فشار بیشتر است پس در عمق E بیشتر است.

www.tnar.ir

در مورد رس اشباع باید توجه داشت که دو نوع نشست داریم :

۱- نشست تحکیمی

$\boxed{\downarrow\downarrow\downarrow}$

۲- نشست آنی : نشستی به طور آنی و بلافاصله بعد از بارگذاری اتفاق می افتد . رس اشباع

* ۱- در مورد رس اشباع وقتی تحت بار قرار می گیرد می خواهد متراکم شود و این متراکم شدن لازمه آن خروج آب است و این پروسه زمان بر است . کم کم آب خارج می شود متراکم رس با نشست همراه است این نشست را نشست تحکیمی می گویند در طی زمان اتفاق می افتد .

نشست آنی را از تئوری ارتجاعی حساب می کنیم و نشست تحکیمی را از تئوری تحکیم حساب می کنیم :

- در تئوری ارتجاعی برای محاسبه نشست آنی از فرض های زیر استفاده می کنیم :

۱- توده خاک ارتجاعی خطی

۲- همسان

۳- همگن

نشست آنی

$$S_i = \frac{q.B.(1-\nu^2)\,I_s}{E}$$

q شدت بار

B عرض بار → مربع ⇒ B

قطر D = دایره

عرض کوچک ⇒ نواری یا مستطیل

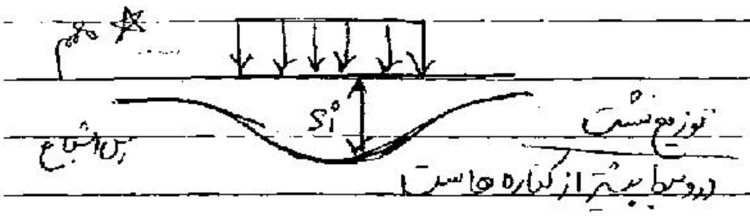
ν ضریب پواسون

I_s ضریبی است که با توجه به شکل پی داریم که نشست آنی در جاهای مختلف فرق دارد .

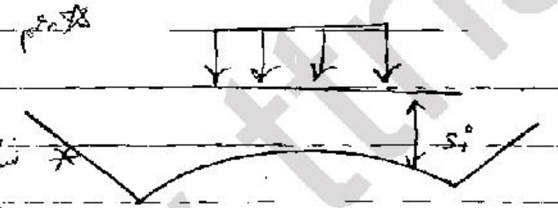
با فرض یکنواخت بودن q :

و ارتجاعی بودن پی

q ما داریم در صورتیکه پی و خاک است باری که پی روی زمین اعمال می کند = باری که روی پی اعمال می شود .

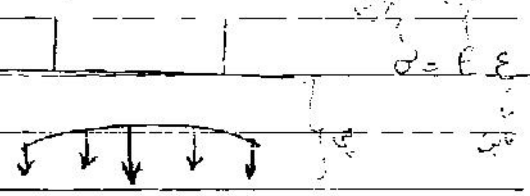

مهم ☆
S_i
رس اشباع
توزیع نشست
در وسط بیشتر از کناره هاست

اگر خاک زیرین دانه ای باشد :


مهم ☆
S_i
مهم
پی ارتجاعی
و یکنواخت

* نشست در گوشه ها اتفاق می افتد بیشتر از وسط است چون در وسط فشار بیشتر است تنش ناشی از بار افزایش بیشتر است E بیشتر می شود و نشست کمتر می شود .

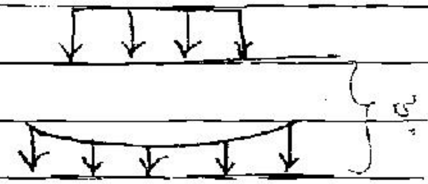
پی که در ساختمانها وجود دارد نه کاملاً ارتجاعی اند نه کاملاً صلب ، اگر پی صلب باشد فشارها همه جا ⊕ باشند فشاری باشند چرا که تنشی بین پی و خاک نداریم چون پی صلب است هیچ گونه ای از تغییر شکل ندهد نشست ها یکنواخت می شود در این صورت توزیع تنش نمی تواند یکنواخت باشد



پی صلب
q متمرکز
نشست یکسان

تنش در وسط بیشتر است $\varepsilon E = \sigma$
چون کرنش یکسان است
E متفاوت است .

Subject-
Year. Month. Date.



پی صلب مرن

بار q غیر یکنواخت

تنش یکسان

در اینجا در گوشه ها تمرکز تنش داریم.

پس تنش در گوشه ها بیشتر است . «تئوری ارتجاعی»

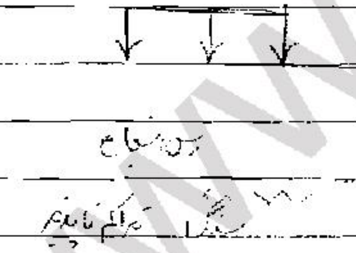
* در پی ها چون E متغیر است ولی در پی صلب همه جا E بیشتر است δ بیشتر است.

* برای یک پی صلب از همین رابطه استفاده می کنیم با این تفاوت که Is میانگین را از جدول

می گذاریم ، q متوسط را هم می گذاریم .

* یکی از فرضیات این است که توده خاک نیمه بی نهایت است .

در صورتی که روی یک لایه تراکم ناپذیر داریم



این فرمول صادق نیست توده خاک نیمه بی نهایت بود

تا بی نهایت زیر شالوده ادامه داشته باشد

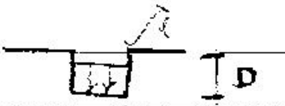
نشست که با فرمول بدست می آید بیشتر از واقعیت

است چون فرمول مربوط به لایه ای است که تا بی نهایت عمیق است .

— در این موارد از یک رابطه دیگر استفاده می کنیم .

$$* \ S_i = \mu_0 \mu_1 \frac{qB}{E}$$

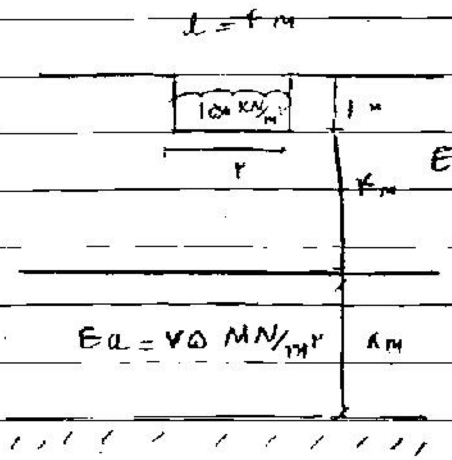
از جدول $\left\{\begin{matrix} H/B \\ L/B \end{matrix}\right. \rightarrow \mu_1 \quad \left\{\begin{matrix} L/B \\ D/B \end{matrix}\right. \rightarrow \mu_0$



اگر پی را روی سطح بگذاریم D داریم اگر $D=0$

پی نواری . $l = \infty$ است ؛ (کتاب ص ۲۰۱)

مثال 8



* E_u مدول الاستیسیته

دو لایه داریم .

$$\begin{cases} \frac{D}{B} = ۰/۵ \\ \frac{L}{B} = \frac{۴}{۲} = ۲ \end{cases} \longrightarrow \mu_0 = ۰/۹$$

① لایه اول : $E_u = ۴۰ \frac{MN}{m^2}$

فرض می‌کنیم تنها یک لایه [illegible]

$$\begin{cases} H/B = \frac{۴}{۲} = ۲ \\ L/B = ۲ \end{cases} \Longrightarrow \mu_1 = ۰/۷$$

$$* \quad S_i = ۰/۹ \times ۰/۷ \times \frac{۱۵۰ \times ۲}{۴۰ \times ۱۰۰۰} = ۴/۷\ mm$$

② فرض می‌کنیم هر دو لایه

$E =$ ۷۵ با وجود دارد

$$\begin{cases} H/B = ۴ \\ L/B = ۲ \end{cases} \rightarrow \mu_1 = ۰/۹$$

$$* \quad S_i = ۰/۹ \times ۰/۹ \times \frac{۱۵۰ \times ۲}{۷۵ \times ۱۰۰۰} = ۳/۲\ mm$$

لایه بالایی زیاد حساب شده باید کم شود .

③ $E=۷۵$ با لایه بالایی $H/B = ۲$

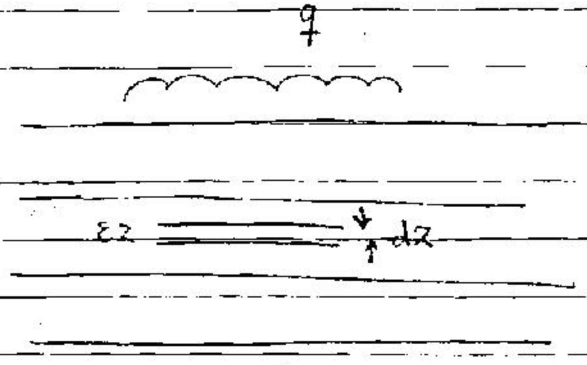
$L/B = ۲$

* $S_{۳} = ۲/۵$ mm

$\Rightarrow S_{i\,\text{کل}} = S_1 + S_2 - S_3 = ۴/۷ + ۳/۲ - ۲/۵ = ۵/۴$ mm

در اینجا لایه بالایی $\overset{\text{mm}}{۲/۷}$ نشست کرده لایه پایینی ۰/۷ که نشان دهنده‌ی تاثیر است.

نشست در خاک‌ها با E متغیر :



بارگذاری روی سطح زمین

انجام می‌شود در خاک زیرین متشکل

از لایه‌های است که مدول الاستیسیته آنها (E)

متفاوت است :

$$S_i = \int_0^{D_{inf}} \varepsilon_z \, dz$$

ε_z : کرنش قائم

dz : ضخامت لایه در عمق

dz

* Dinf = Depth of influence

تا جایی که کرنش های ناشی از بارگذاری قابل توجه اند انتگرال می‌گیریم :

$$* \quad \varepsilon_z = \frac{1}{E}\left[\sigma_z - \nu(\sigma_x + \sigma_y)\right]$$

$* \quad \sigma_z = \sigma_v$ قائم - ورتکال

$* \quad \sigma_y = \sigma_x = \sigma_h$ افقی

در جهت قائم $\varepsilon_v = \varepsilon_z = \dfrac{1}{E}(\sigma_v - 2\nu\sigma_h)$

ضریب تاثیر کرنش $I_z = \dfrac{E\varepsilon_v}{q}$ strain influence Facta

$* \quad I_z = \dfrac{\sigma_v}{q} - 2\nu\dfrac{\sigma_h}{q}$

Iz تابعی از E نیست .

Subject:
Year. Month. Date.

Iz فقط تابع L است تابع مدول الاستیسیته نیست
E

$$\varepsilon_v = \frac{q\,I_z}{E}$$

$$\Rightarrow \delta_i = q\int_0^{D_{inf}} \frac{I_z}{E}\,dz$$ ← خاک پیوسته

معادله تغییرات Iz را اگر داشته باشیم و تغییرات E را هم برحسب عمق داشته باشیم انتگرال را قابل حل می‌باشیم
خواهد بود ؟

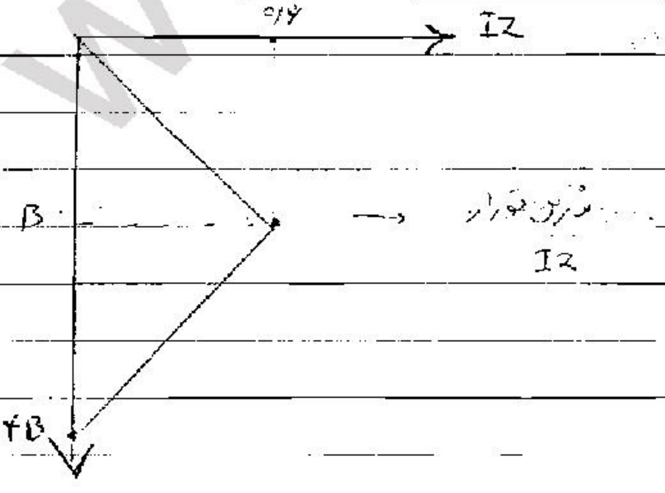
در حالی که E تابع عمق یعنی z است و Iz را هم برحسب عمق بنویسیم نشان داده می‌شود .

این انتگرال در صورتی قابل حل خواهد بود که خاک پیوسته باشد یعنی E یک تابع پیوسته باشد ؟

در غیر این صورت باید از رابطه زیر استفاده کنیم ؟

$$\delta_i = q\cdot\sum_{i=1}^{n} \frac{I_{z_i}}{E_{z_i}}\cdot\Delta z_i$$ ← خاک غیر پیوسته

* پی نواری



www.ttmar.ir