



آزمایشگاه مکانیک خاک

گزارش کار آزمایش شماره ۶

« آزمایش تعیین تراکم »

دانشجو:

عبدالرحیم طهرانی نژاد

تاریخ آزمایش : ۱۳۹۵/۹/۱۶

استاد: مهندس امین احمدی

نام آزمایش : تعیین تراکم خاک به روش پراکتور استاندارد

الف: عنوان و هدف

هدف از انجام عملیات تراکم ، کاهش میزان تخلخل خاک است. وجود آب تا میزان مشخصی سبب تسهیل این عملیات می گردد. به دست آوردن این حد رطوبت و وزن مخصوص خشک بیشینه خاک (وزن واحد حجم حداکثر) پس از به کار بردن میزان معینی انرژی کوبشی ، هدف مهم آزمایش تراکم است. این کار با ترسیم رابطه رطوبت $\omega\%$ و وزن واحد خشک خاک γ_d حاصل می شود.

ب: مقدمه و تئوری آزمایش

در بسیاری از سازه های خاکی ، مثل سدها ، دیوار های حائل ، بزرگ راه ها ، فرودگاه ها و.. متراکم کردن خاک امری ضروری برای بهبود مقاومت خاک است. متراکم کردن خاک که عبارت است از قراردادن خاک در یک موقعیت چگال تر به چند دلیل مطلوب است :

الف : کاهش نشست ها در آینده ب: افزایش مقاومت برشی ج: کاهش نفوذ پذیری د: بهبود خواص مکانیکی خاک ه: کاهش قابلیت تورم خاک

در کارگاه برای تراکم خاک از غلتک استفاده می شود. تأثیر تراکم حاصل از دستگاه های فوق محدود به اعماق ۱۵ تا ۳۰ سانتی متری سطحی است.

برای افزایش عمق نفوذ تراکم و متراکم کردن لایه های عمقی از روش های دیگری نظیر تراکم ارتعاشی و تراکم دینامیکی استفاده می شود.

آب در خاک ، مخصوصاً خاک های ریز دانه نقش مهمی ایفا می کند. وقتی آب به خاک خشک اضافه می شود. ذرات خاک یک لایه نازک از آب (فیلم) را جذب سطحی می کنند. بر اثر اضافه کردن بیشتر آب این لایه های نازک ضخیم تر می شوند و اجازه می دهند تا ذرات خاک راحت تر روی همدیگر بغلتند. این مرحله اغلب «روغن کاری» نامیده می شود. تا وقتی که ضخامت این لایه نازک آب روی ذرات درشت ، در مقایسه با ذرات قابل توجه نباشد ، تأثیر عمل روغن کاری تنها به ذرات ریز دانه محدود می شود. به همین دلیل اضافه کردن مقدار کمی آب به خاک خشک به عمل متراکم کردن خاک کمک می کند.

در عمل متراکم کردن، آب اضافه شده جایگزین هوایی می شود که در خلل و فرج خاک وجود دارد ولی بعد از رسیدن به درصد بالایی از اشباع، آب فضاهای خالی را که می تواند توسط ذرات خاک پر شود، اشغال می کند و مقدار هوای محبوس شده در خاک اساساً ثابت می ماند.

همچنین اگر میزان آب از حد معینی بیش تر شود، آب انرژی وارد شده را بدون تغییر شکل جذب می کند. $(\sigma = \sigma' + u)$ و فشار وارد شده به خاک به فشار آب حفره ای تبدیل می شود و مانع از آن می شود که انرژی به دانه های خاک وارد شود و آن ها را جابجا کند.

بنابر این یک مقدار بهینه آب برای خاک مورد نظر و عمل تراکمی که بیشینه وزن مخصوص خاک را می دهد، وجود دارد. هدف از انجام آزمایش تراکم در آزمایشگاه پیدا کردن این مقدار بهینه آب است.

مقایسه بین تعدادی از آزمون های آزمایشگاهی

نوع آزمایش	اندازه قالب (in×in)	وزن چکش (lb)	تعداد لایه ها	ارتفاع سقوط چکش (in)	تعداد ضربات روی هر لایه	انرژی حاصله در واحد حجم (lb × ft ³)
پراکتور استاندارد و	قطر) ۴/۶×۴	۵/۵	۳	۱۲	۲۵	۱۲۴۰۰
آشوی استاندارد	قطر) ۵×۶	۵/۵	۳	۱۲	۵۵	۱۲۴۰۰
پراکتور اصلاح شده و	قطر) ۴/۶×۴	۵/۵	۱۰	۱۸	۲۵	۵۶۳۰۰
آشوی اصلاح شده	قطر) ۵×۶	۵/۵	۱۰	۱۸	۵۵	۵۶۳۰۰
پراکتور ۱۵ ضربه ای	قطر) ۴/۶×۴	۵/۵	۳	۱۲	۱۵	۷۴۰۰
پراکتور ۱۵ ضربه ای	قطر) ۵×۶	۵/۵	۳	۱۲	۳۵	۷۸۰۰

برخی از فرمول ها و روابط مورد استفاده در این آزمایش عبارت اند از :

$$\text{ارتفاع سقوط} \times \text{تعداد لایه} \times \text{تعداد ضربه} \times \text{وزن چکش} = \frac{\text{انرژی در واحد حجم}}{\text{حجم قالب}}$$

$$\omega = \frac{W_{\omega}}{W_{sd}} \quad \gamma_d = \frac{\gamma_m}{1+\omega} \quad \gamma_m = \frac{W_{sm}}{V}$$

$$V_c = \left(\frac{\pi D^2}{4}\right) h \quad \omega\% = \omega \times 100 \quad W_{sd} = W_3 - W_1 \quad W_{\omega} = W_2 - W_3$$

$$W_{sm} = W_{c,sm} - W_c$$

ج: وسایل مورد نیاز در این آزمایش:

۱- چکش و قالب مورد نیاز مطابق با روش انجام آزمایش

۲- ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۱ گرم

۳- چکش لاستیکی

۴- اسپری آب پاشی

۵- ظرف تعیین رطوبت

۶- کاردک بلند

۷- گرمخانه

۸- وسایل جانبی

د: روش انجام کار

قالب مورد نیاز را با توجه به نوع آزمایش انتخاب شده انتخاب می کنیم در این جا آزمایش ما به روش پراکتور استاندارد می باشد.

ابتدا ابعاد قالب خالی را اندازه گیری کرده و همچنین وزن آن را اندازه گیری می کنیم. با استفاده از ابعاد به دست آمده می توانیم حجم قالب را به دست بیاوریم.

همچنین تعداد ۶ ظرف کوچک فلزی جهت تعیین رطوبت انتخاب کرده و آنها را شماره گذاری و وزن می نماییم. مقداری نمونه از خاکی که باید آزمایش شود بر اساس روش انتخاب شده (پراکتور استاندارد) تهیه می کنیم برای این کار ابتدا خاک را با چکش لاستیکی می کوبیم تا کلوخه های احتمالی آن خرد شوند سپس از الک شماره ۴ عبور می دهیم . مقدار خاک مورد نیاز حدود ۳ کیلو گرم می باشد.

حلقه بالایی را روی قالب می بندیم و در ۳ مرحله خاک را به اندازه کمی بیش از ۱/۳ در قالب ریخته و چکش را روی سطح خاک قرارداده و همزمان با چرخاندن قالب و چکش در خلاف جهت همدیگر دسته چکش را به بالا کشیده و آن را رها می کنیم تا چکش به سطح خاک ضربه بزند این اقدام موجب تراکم گرفتن خاک می شود. در هر نوبت خاک ریزی ۲۵ بار ضربه به خاک می زنیم پس از پرشدن قالب زیرین ، حلقه بالایی را

برداشته و سطح خاک اضافه را به آرامی تراشیده سطح آن را هم تراز سطح قسمت پایینی قالب می کنیم و وزن خاک و قالب را با ترازو اندازه گیری می کنیم. سپس مقداری از نمونه را از داخل قالب در ظرف تعیین رطوبت ریخته و وزن آن را اندازه گرفته و سپس درون گرمخانه قرار می دهیم پس از ۲۴ ساعت باید دوباره وزن نمونه های تعیین رطوبت را پس از خشک شدن به صورت کامل قرائت کرده و یادداشت نماییم.

اکنون خاک مرحله قبل را از قالب خارج کرده با اسپری کردن مقدار ۹۰ گرم آب به سطح خاک آن را به هم می زنیم تا به نحو مناسبی رطوبت بین همه آن پخش شود. سپس مجدداً مقداری از خاک را داخل قالب ریخته و مراحل پرکردن، ضربه زدن و توزین و انتخاب مقداری نمونه جهت تعیین رطوبت را تکرار می کنیم.

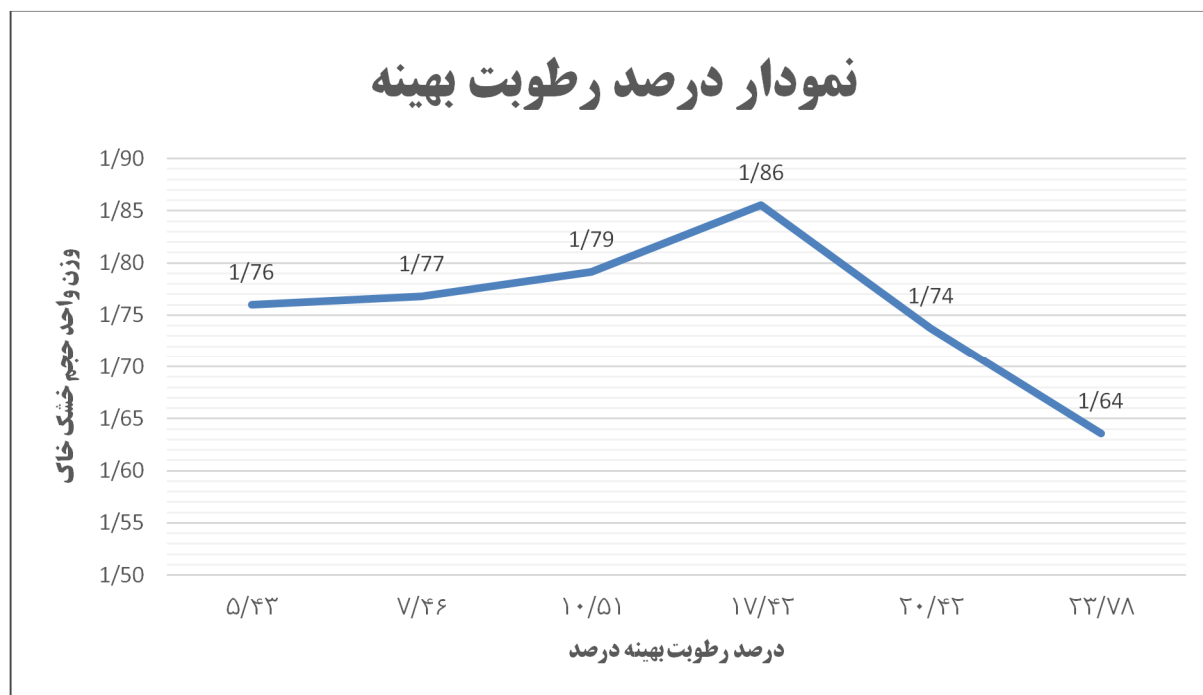
این کار به تناسب دقت کار حداقل ۶ بار باید تکرار شود.

ه: محاسبات و جداول

وزن چکش مورد استفاده: ۲۵۵۰ گرم معادل ۵/۵ پوند - h : عمق قالب - ۱۲/۸ سانتی متر معادل ۵ اینچ

D : قطر ظرف قالب - ۱۰ سانتی متر معادل ۴ اینچ - $V = h \times \frac{\pi d^2}{4}$: حجم قالب خالی 1005.31 cm^3

	6	5	4	3	2	1		
1	2659.7	2659.7	2659.7	2659.7	2659.7	2659.7	وزن قالب خالی W_c	
2	10	10	10	10	10	10	قطر قالب D	
3	12.8	12.8	12.8	12.8	12.8	12.8	ارتفاع قالب h	
4	1005.31	1005.31	1005.31	1005.31	1005.31	1005.31	حجم قالب $V = h \times \frac{\pi d^2}{4}$	
5	4695	4763	4850	4650	4570	4525	وزن قالب و خاک مرطوب $W_{c,sm}$	
6	2035.3	2103.3	2190.3	1990.3	1910.3	1865.3	وزن خاک مرطوب $W_{sm} = W_{c,sm} - W_c$	
7	2.02455	2.09219	2.17873	1.97979	1.90021	1.85545	وزن واحد حجم خاک مرطوب $\gamma_m = \frac{W_{sm}}{V}$	
8	41	39.6	44.4	46.5	49.2	51.4	وزن ظرف خالی تعیین رطوبت W_1	
9	412.1	346.3	292.4	259.9	240.8	210.6	وزن ظرف رطوبت و خاک مرطوب W_2	
10	340.8	294.3	255.6	239.6	227.5	202.4	وزن ظرف رطوبت و خاک خشک W_3	
11	71.3	52	36.8	20.3	13.3	8.2	وزن آب خاک $W_w = W_2 - W_3$	
12	299.8	254.7	211.2	193.1	178.3	151	وزن خاک خشک $W_{sd} = W_3 - W_1$	
13	0.23783	0.20416	0.17424	0.10513	0.07459	0.0543	مقدار رطوبت $\omega = \frac{W_w}{W_{sd}}$	
14	1.64	1.74	1.86	1.79	1.77	1.76	وزن واحد خشک خاک $\gamma_d = \frac{\gamma_m}{1+\omega}$	
15	23.78	20.42	17.42	10.51	7.46	5.43	درصد رطوبت $\omega\% = \omega \times 100$	



و: نتیجه گیری

براساس نمودار و نتایج به دست آمده معلوم می شود که حداکثر تراکم ایجاد شده در شرایط آزمایشگاهی در هنگامی است که رطوبت خاک به میزان ۱۷/۴۲ درصد برسد که حداکثر وزن واحد خشک خاک در این حالت

$$1/86 \frac{gr}{cm^3} \text{ می باشد.}$$

ز: خطاها

خطاهای این آزمایش شامل خطای قرائت ، خطای وزن نمونه ، خطای محاسباتی می باشد.

ح: منابع

آزمایشگاه مکانیک خاک، افتخاریان لاله و دیگران، نشر کتاب دانشگاهی ، ۱۳۸۷