وزارت راه و ترابری
شرکت مادر تخصصی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

معرفی آزمایشها و بررسی ضروریات انجام آزمایشهای آزمایشگاهی در مطالعات ژئوتکنیک

مقدمه

- اطمینان از عملکرد یک سازه بستگی به وضعیت عملکرد شالوده آن دارد.
- شناسایی‌های زمین
- فراهم آوردن اطلاعات لازم برای رسیدن به یک طرح ایمن و اقتصادی برای مقاصد پی سازی
- تعیین منشاء و رفتار مصالح موجود در سازه های خاکی

وسعت دامنه شناسایی

- بسته به نوع خاک و تنوع ذرات
- موقعیت سطح آب زیر زمینی
- اهمیت پروژه
- میزان اطلاعات موجود
- میزان اطلاعات مورد نیاز

اطلاعات شرایط موجود

- بررسی وضعیت توپوگرافی محل
- مطالعه و بررسی نقشه‌های زمین‌شناسی
- مطالعه و بررسی گزارشات ژئوتکنیکی و زمین شناسی مربوط به محل(در صورت وجود از محل پروژه یا مجاور آن)
- مشاهده، بررسی، و جمع آوری اطلاعات از برش‌های راهسازی و گودبرداریها
- بررسی ظاهری قابلیت خاک برای رشد گیاهان سطحی
- مشاهده و بررسی علائم نوسانات آب مثلاً بر روی پایه‌های پلهای موجود، سواحل و ترازهای حداقل و حداکثر آب در اثر جزر و مد
- مشاهده و بررسی نوسانات سطح آب زیر زمینی بکمک چاههای حفر شده موجود در محل پروژه یا مجاورت آن
- بررسی دقیق ساختمانها و ابنیه ساخته شده، بویژه دقت در پایه‌ها و دیوارهای آن از نقطه نظر نشست‌های احتمالی
- مشاهده نشست‌های نسبی موجود در محل و همچنین بررسی نشست‌های وسیع(مثلاً در اثر فعالیت‌های معدنکاری)
- مشاهده و بررسی شیب‌های موجود در محل بویژه بالا دست شیب‌ها بمنظور کنترل پایداری و لغزشهای احتمالی فعال

دامنه کاربرد آزمایشات آزمایشگاهی

- بدست آوردن مشخصات رفتاری خاک
  - ✓ سه محوری
  - ✓ تحکیم
- بدست آوردن پارامترهای مقاومتی خاک
  - ✓ سه محوری
  - ✓ برش مستقیم
- بدست آوردن خصوصیات نفوذپذیری
  - ✓ نفوذپذیری
  - ✓ تحکیم
- بدست آوردن خصوصیات تراکم پذیری
  - ✓ تحکیم
  - ✓ سه محوری

تعیین نوع آزمایش

- پارامترهای مقاومت برشی ϕ و c مقادیر مطلقی نیستند و بستگی به سطح تنشهای اعمال شده، درجه تحکیم تحت این تنش‌ها و شرایط زهکشی هنگام برش دارند. لذا این مقادیر باید در شرایطی در آزمایشگاه تعیین گردند که متناظر با شرایط موجود در محل باشد.
- خاک‌های درشت دانه مانند ماسه، شن و سیلت‌های غیر پلاستیک معمولاً دارای نفوذپذیری بالایی هستند بطوریکه فشارهای آب منفذی تحت تنش‌های اعمال شده هنگام بارگذاری بوجود نمی‌آید. مقاومت برشی این خاک‌ها عموماً بر حسب زاویه اصطکاک داخلی ϕ که از آزمایش تحکیم یافته زهکشی شده بدست می‌آید بیان می‌شود.
- تعیین مقاومت برشی خاکهای ریز دانه مانند رس و سیلت‌های پلاستیک بسیار پیچیده تر از خاکهای درشت دانه است. زیرا این خاکها دارای نفوذپذیری کم و تخلخل بیشتر بوده و اندر کنش دانه‌های خاک و آب منفذی حائز اهمیت است.

آزمونهای آزمایشگاهی

- آزمایش سه محوری
- آزمایش برش مستقیم
- آزمایش تحکیم
- آزمایش نفوذپذیری
- آزمایش سه محوری سیکلی

آزمایش سه محوری

- نحوه انتخاب نوع آزمایش
- نتایج آزمایش
- نکات قابل توجه

انجام آزمایش



نحوه انتخاب نوع آزمایش



- بر اساس نوع پروژه
  - بارگذاری کوتاه مدت
  - بارگذاری میان مدت
  - بارگذاری بلند مدت

نتایج UU

- پارامترهای مقاومتی
  - در صورت اشباع بودن نمونه
    - C بیان کننده مقاومت برشی پسماند در حالت بارگذاری گذرا است و در نتیجه مقادیر بالاتری نسبت به سایر آزمایشات خواهد داشت
    - Φ نزدیک به صفر است. بدلیل بوجود آمدن ذون های غیر اشباع موضعی در اکثر موارد این پارامتر صفر نخواهد شد.
  - در صورت عدم اشباع نمونه
    - C افزایش می یابد.
    - Φ افزایش می یابد.
- مدول الاستیسیته
- فشار آب حفره ای ناشی از بارگذاری
- نمودار تغییرات درجه اشباع

نتایج CU

- پارامترهای مقاومتی
  - در صورت اشباع بودن نمونه
    - C نتها برای خاکهای رسی پیش تحکیم یافته مخالف صفر است.
    - Φ مقادیر کمتری نسبت به آزمایشهای CD می دهد.
  - در صورت عدم اشباع نمونه
    - C بیشتر خواهد شد.
    - Φ با توجه به درجه اشباع تغییر می کند.
- تحکیم پذیری و مدول الاستیسیته
- فشار آب حفره ای ناشی از بارگذاری
- نمودار تغییرات درجه اشباع

نتایج CD

- پارامترهای مقاومتی
  - در صورت اشباع بودن نمونه
    - C نتها برای خاکهای رسی پیش تحکیم یافته مخالف صفر است.
    - Φ بیشترین مقدار خود را خواهد داشت.
  - در صورت عدم اشباع نمونه
    - C بیشتر خواهد شد.
    - Φ با توجه به درجه اشباع تغییر می کند.
- تحکیم پذیری و مدول الاستیسیته
- کرنش حجمی ناشی از بارگذاری
- نمودار تغییرات درجه اشباع

نکات قابل توجه انجام آزمایش

- عمل آوری و زمان نمونه گیری
- نمونه گیری صحیح
- نحوه صحیح قرار دادن نمونه
- نحوه صحیح قرار دادن پیستون
- استفاده از آب هواگیری شده بمنظور اشباع نمونه
- اطمینان از اشباع بودن کامل نمونه

آزمایش برش مستقیم

- نحوه انتخاب نوع آزمایش
- نتایج آزمایش
- نکات قابل توجه انجام آزمایش



نحوه انتخاب نوع آزمایش

- بر اساس نوع پروژه
  - بارگذاری بلند مدت
- نوع خاک
  - نفوذ پذیری بالا
  - نفوذ پذیری پایین



نتایج آزمایش

- پارامترهای مقاومتی
  - در صورت اشباع نمونه
    - C تنها برای خاکهای رسی پیش تحکیم یافته مخالف صفر است.
    - Φ بیشترین مقدار خود را خواهد داشت.
  - در صورت عدم اشباع نمونه
    - C بیشتر خواهد شد.
    - Φ با توجه به درجه اشباع تغییر می کند.
  - کرنش حجمی ناشی از بارگذاری

نکات قابل توجه انجام آزمایش

- نمونه گیری صحیح
- اطمینان از اشباع بودن نمونه
- زمان کافی برای تحکیم نمونه
- سرعت آزمایش باید به نحوی باشد که زهکشی بطور کامل انجام شود و فشار آب حفره ای در طول بارگذاری صفر باشد
  - در صورت عدم رعایت این مهم مقادیر Φ کمتر خواهد شد

آزمایش تحکیم

- نحوه انتخاب نوع آزمایش
- نتایج آزمایش
- نکات قابل توجه

انجام آزمایش



نحوه انتخاب نوع آزمایش



- بر اساس ابعاد ذرات

نتایج آزمایش

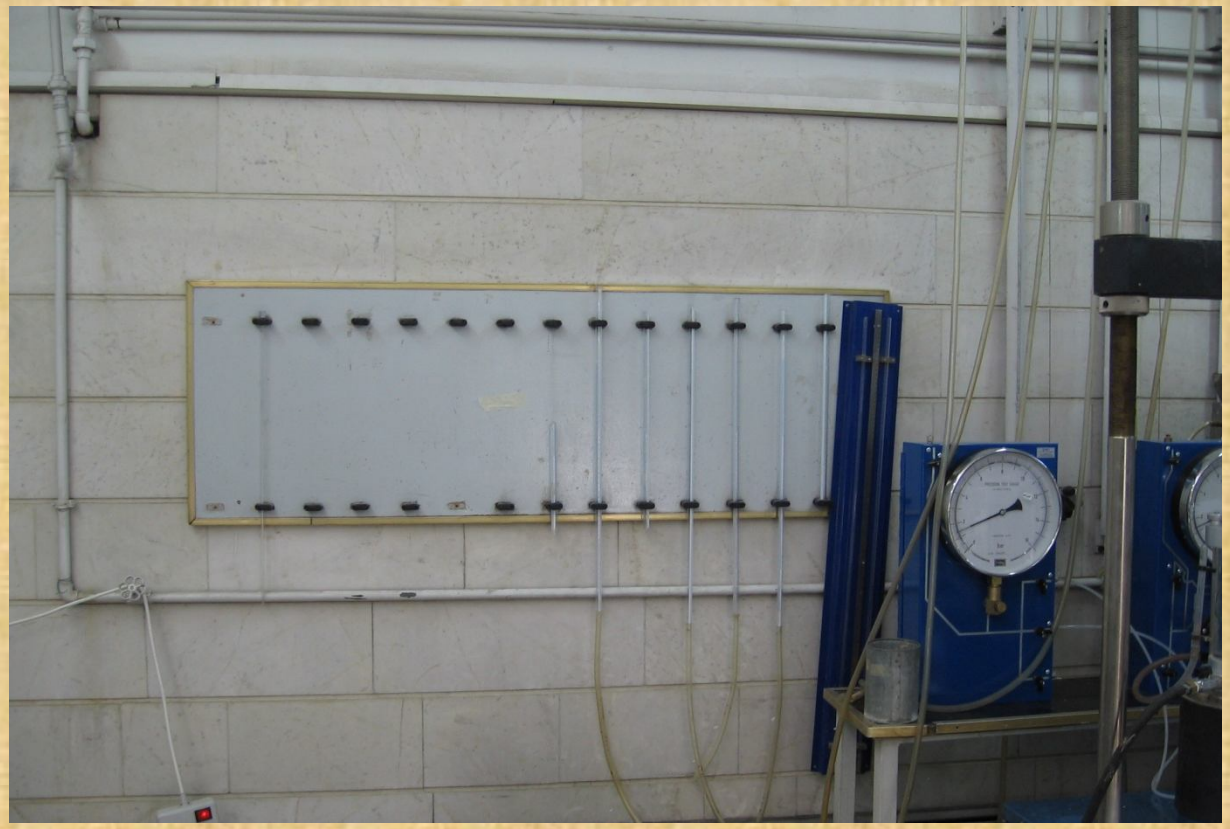
- فشار پیش تحکیمی در منحنی تحکیم
- پارامترهای تحکیم
- نفوذپذیری
- مدول الاستیسیته در تراز تنشهای مختلف با توجه به فشار پیش تحکیمی

نکات قابل توجه آزمایش

- کالیبراسیون دستگاه
- قرائت اولیه در زمان قراردادن نمونه
- قرائت دقیق در زمان مربوطه
- اندازه گیری دقیق وزن نمونه پس از آزمایش
- بار نشاننده تقریبی بمنظور جلوگیری از تورم (۲ تا ۳ کیلوپاسکال)
- تراز بودن بازوی بارگذاری در تمام طول آزمایش

آزمایش نفوذپذیری

- نحوه انتخاب نوع آزمایش
  - √ با توجه به نوع خاک
- نتایج آزمایش
- نکات قابل توجه
- انجام آزمایش



نتایج آزمایش



- ضریب نفوذپذیری در جهت مورد نظر

نکات قابل توجه انجام آزمایش

- ثابت نگاه داشتن هد آبی پایین نمونه
- آزمایش صحرایی(لوفران) بجای هد افتان(بدون استاندارد)
- مناسب بودن گرادیان هیدرولیکی
- نمونه گیری صحیح بمنظور بدست آوردن ضریب نفوذپذیری در جهت مورد نظر
- تصحیح حرارتی در ۲۰ درجه

آزمایش سه محوری سیکلی

- دامنه کاربرد

۱. تحلیل و طراحی دینامیکی خطی و غیر خطی سازه های خاکی
۲. تعیین پتانسیل روانگرایی
۳. تعیین مدول برجهندگی خاک
۴. تعیین میرایی خاک
۵. تعیین مدول الاستیسیته دینامیکی در شرایط مختلف تراز تنش

آزمایش سه محوری سیکلی

- قابلیتهای دستگاه

۱. اشباع نمونه بصورت خودکار
۲. تنظیم خودکار فشار در صورت کاهش یا افزایش فشار
۳. وارد کردن منحنی شتاب نگاشت زلزله
۴. انجام آزمایش بر روی نمونه های ۵/۱، ۴ و ۶ اینچ

آزمایش سه محوری سیکلی

- نتایج آزمایش

۱. پارامترهای مقاومتی خاک در شرایط استاتیکی و دینامیکی
۲. تعیین میرایی خاک
۳. تعیین مدول برجهندگی خاک
۴. تعیین مدول الاستیسیته دینامیکی خاک در ترازهای مختلف تنش

آزمایش سه محوری سیکلی

