

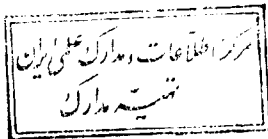
دانشگاه تربیت مدرس

دانشکده فنی و مهندسی

۱۳۷۴ / ۴ / ۱۸

پایان نامه:

کارشناسی ارشد مهندسی عمران
گرایش مکانیک خاک و پی سازی



موضوع:

**بررسی پدیده روانگرایی با استفاده از آزمایش
ستون تشدید و سه محوری دینامیکی (سیکلی) و
مطالعه موردی ماسه آستانه اشرفیه**

استاد راهنما:

دکتر علی کمک پناه

نگارش:

سعید رسولی

سال تحصیلی: ۱۳۷۴

موضوع

بررسی پدیده روانگرایی بوسیله آزمایشهای سه محوری دینامیکی و ستون تشدید و مطالعه موردی ماسه آستانه اشرفیه

توسط

سعید رسولی

پایان نامه

برای دریافت درج کارشناسی ارشد
رشته مهندسی عمران - گرایش خاک و پی

از این پایان نامه در تاریخ ۲۹ / ۳ / ۱۳۷۴ در مقابل هیئت داوران
دفاع به عمل آمد و مورد تصویب قرار گرفت.

اعضای محترم هیئت داوران

۱- خانم / آقای دکتر علی کمک پناه

استاد راهنما

۲- خانم / آقای دکتر احمد علی فحیمی

استاد مشاور

۳- خانم / آقای دکتر —

استاد مشاور

۴- خانم / آقای دکتر محمد کاظم جعفری

استاد ممتحن

۵- خانم / آقای دکتر میر قاسمی

استاد ممتحن

۶- خانم / آقای دکتر احمد علی فحیمی

مدیر د/۴۳۳۴/گروه

۷۳.۹۷.۴۰۳ م

تقدیم به والدین عزیزم:

آن دو اسوه پر معنای حیات

و دیدگان با رأفت و عطف

و به آن مهربانیها

تقدیم به همسر مهربانم:

به آن اسوه صبر و شکیبایی

که در تمام لحظات یاوری دلسوز است

و مراد پر نمودن این راه تشویق و ترغیب نمود.

تقدیر نامه

حمد و سپاس بی قیاس و نامتناهی مختص خدای سبحان است. تنها به یاد او جان آرام می‌گیرد و ظرف بی حد و مرز جان و روان از شادی و سرور لبریز می‌گردد و تنها از بهر جمال او مرغ شوق، در سینه ابدیت آشیانه گزیده و نغمه سرایی می‌کند، و درود و سلام بر فرستاده او سرور کائنات حضرت رسول اکرم (ص) و خاندان بهشت سایه او حضرت امیرالمومنین لاسیما بقیه... فی الارضین حضرت مهدی (عج) که کائنات همه از بهر یمن وجودشان از بستر عدم سر برافراشته‌اند و با شتاب شادمانی در جاده عالم راه یافته، و خستگی را نمی‌شناسند و چراغ هدایت را فقط از رد پای آنان ساخته‌اند.

پس از حمد و سپاس الهی، بر خود لازم می‌دانم از همه اساتید معظم و محترمی که طی این دوره توفیق بهره‌گیری و کسب فیض از محضرشان را داشته‌ام قدردانی نمایم. بویژه از زحمات بیدریغ استاد گرانقدر جناب آقای دکتر علی کمک‌پناه که امر هدایت و راهنمایی این پژوهش را بمعهد داشته و با شکیبایی، دقت و نکته‌سنجی خاص خویش، در جریان تحقیق اینجانب را راهنمایی و همراهی فرمودند تشکر و سپاسگزاری می‌نمایم.

همچنین از استاد محترم جناب آقای دکتر احمد علی فخریمی که در مشاوره این پایان‌نامه کمک بسیاری نمودند کمال تشکر را دارم.

و نیز از موسسه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله مخصوصاً کارشناسان آزمایشگاه مکانیک و دینامیک خاک آن به جهت فراهم نمودن مکانی مناسب برای انجام آزمایشهای مورد نیاز در این پژوهش قدردانی و تشکر می‌نمایم.

چکیده

بسیاری از عواملی که بر روی سرعت موج برشی و مدول برشی تأثیر می‌گذارند، بر روی پتانسیل روانگرایی نیز مؤثرند. به همین دلیل و به لحاظ کاربرد سریع و نسبتاً آسان و کم هزینه نتایج اندازه‌گیری‌ها، محققان بسیاری درصددند که بتوانند انطباق میان نتایج سرعت موج برشی و مدول برشی خاکها را با پتانسیل روانگرایی بدست آورند. در همین راستا جهت برآورد مدول برشی و پتانسیل روانگرایی از آزمایشهای ستون تشدید و سه محوری سیکلی استفاده شده است. در فصل اول و دوم شرحی از دستگاههای آزمایش سه محوری دینامیکی و ستون تشدید که برای اولین بار در ایران نصب و راه‌اندازی شد، آمده است. در فصل سوم رابطه بین مدول برشی و پتانسیل روانگرایی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و در فصل چهارم پتانسیل روانگرایی ماسه آستانه اشرفیه بررسی شده است. بدین منظور بر روی این ماسه آزمایشهای سه محوری سیکلی مختلفی انجام شده و در شرایط کاملاً یکسان مدول برشی با استفاده از آزمایش ستون تشدید در کرنش برشی 10^{-5} تعیین گردیده است. با تغییر فشار همه جانبه مدول برشی‌های مختلف بدست آمده و در هر فشار همه جانبه نسبت تنش سیکلی موجود روانگرایی محاسبه شده است. سپس مدول برشی بوسیله فشار همه جانبه نظیر خود تصحیح شده و در برابر نسبت سیکلی تنش موجود روانگرایی رسم گردید. با توجه به نمودارهای رسم شده روشی جهت تحلیل پتانسیل روانگرایی با استفاده از مدول برشی ارائه شده است. در خاتمه پیشنهاد گردیده تا با انجام آزمایشات اندازه‌گیری مدول برشی در جا و مدول برشی آزمایشگاهی، نسبت تصحیح مدول برشی آزمایشگاهی تعیین و از این مدول در محاسبات پتانسیل روانگرایی استفاده شود.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱.....	مقدمه.....
۲.....	فصل اول - آزمایش سه محوری سیکلی.....
۳.....	۱-۱- مقایسه آزمایش سه محوری سیکلی و استاتیکی.....
۳.....	۱-۱-۱- دستگاههای آزمایش سه محوری سیکلی.....
۴.....	۲-۱-۱- دستگاه بارگذاری پاندولی.....
۸.....	۲-۱- دستگاه سه محوری سیکلی مؤسسه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله.....
۹.....	۱-۲-۱- شکل کلی دستگاه DTC-384.....
۱۰.....	۲-۲-۱- واحد بارگذاری سینوسی.....
۱۲.....	۳-۲-۱- واحد تنظیم فشار آب و هوا.....
۱۵.....	۴-۲-۱- محفظه قرارگیری نمونه.....
۱۶.....	۵-۲-۱- واحد ثبت اطلاعات خروجی.....
۱۸.....	۳-۱- تعیین پتانسیل روانگرایی با استفاده از آزمایش سیکلی.....
۲۱.....	۴-۱- استفاده از نتایج آزمایشها در محاسبات مربوط به پتانسیل روانگرایی.....
۲۴.....	۵-۱- رفتار ماسه شل تحت بارگذاری سیکلی.....

۲۹	فصل دوم - آزمایش ستون تشدید
۳۰	۱-۲- آزمایش ستون تشدید
۳۰	۲-۲- دستگاه ستون تشدید
۳۱	۳-۲- دستگاه ستون تشدید مؤسسه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله
۳۳	۱-۳-۲- محفظه قرارگیری نمونه
۳۴	۲-۳-۲- نوسان ساز یا اسیلاتور
۳۵	۳-۳-۲- اسیلسکوپ دستگاه
۳۶	۴-۳-۲- اسیلوگراف
۳۸	۵-۳-۲- روش کار با دستگاه
۳۹	۴-۲- روش محاسبه در آزمایش ستون تشدید
۴۰	۱-۴-۲- انتشار امواج در یک میله ارتجاعی
۴۰	۱-۱-۴-۲- ارتعاش طولی میله‌ها
۴۳	۲-۱-۴-۲- ارتعاش پیچشی میله‌ها
۴۴	۳-۱-۴-۲- حل معادله موج
۴۷	۴-۱-۴-۲- حرکت پیچشی در میله‌های کوتاه
	۵-۲- روشی برای محاسبه E و V_c در آزمایش ستون تشدید با توجه به شرایط مرزی
۴۸	گیردار - آزاد
۵۱	۶-۲- محاسبه V_s و G با استفاده از آزمایش ستون تشدید
	۷-۲- روشی جدید بمنظور کالیبراسیون دستگاه ستون تشدید و محاسبه مدول برشی و
۵۲	سرعت موج برشی

- ۵۸.....۱-۷-۲- اینرسی تشدید جرم بالایی
- ۶۲..... فصل سوم: روانگرایی و رابطه آن با مدول برشی
- ۶۳..... ۱-۳- روانگرایی
- ۶۴..... ۲-۳- مطالعات پیرامون ارزیابی پدیده روانگرایی
- ۶۵..... ۱-۲-۳- استفاده از تجربیات گذشته
- ۶۶..... ۲-۲-۳- مطالعات آزمایشگاهی
- ۶۶..... ۳-۲-۳- مطالعات صحرایی
- ۶۶..... ۱-۳-۲-۳- آزمایشهای مقاومت نفوذی
- ۶۷..... ۳-۳-۲-۳- آزمایشهای ژئوسایسیمیک
- ۶۷..... ۳-۳- ارزیابی روانگرایی با استفاده از خواص برشی خاکها
- ۶۸..... ۴-۳- مدول برشی
- ۶۹..... ۵-۳- روشهای تعیین مدول برشی و سرعت موج برشی
- ۶۹..... ۱-۵-۳- آزمایشات محلی
- ۶۹..... ۱-۱-۵-۳- روشهای استفاده از امواج عبوری
- ۶۹..... ۱-۱-۱-۵-۳- روش گمانه با استفاده از انتشار امواج عبوری از خاک
- ۷۱..... ۲-۱-۱-۵-۳- روش گمانه با انتشار امواج صعودی یا نزولی
- ۷۲..... ۲-۱-۵-۳- روش انتشار امواج سطحی
- ۷۵..... ۳-۱-۵-۳- روشهای آزمایشگاهی متداول

- ۷۵..... ۱-۳-۱-۵-۳- آزمایش برش ساده نوسانی
- ۷۸..... ۲-۳-۱-۵-۳- آزمایش سه محوری سیکلی
- ۸۱..... ۳-۳-۱-۵-۳- آزمایش ستون تشدید
- ۸۱..... ۶-۳- ارتباط سرعت موج برشی و روانگرایی
- ۸۴..... ۷-۳- ارتباط مدول برشی و روانگرایی
- ۸۵..... ۱-۷-۳- اثر فشار محیطی و نوع خاک
- ۸۷..... ۲-۷-۳- مقاومت روانگرایی و مدول برشی تصحیح شده
- ۸۸..... ۳-۷-۳- مقاومت روانگرایی و مدول برشی نرمالیزه شده
- ۹۰..... ۴-۷-۳- اثر بزرگی زلزله
- ۹۱..... ۸-۳- روش عملی تعیین پتانسیل روانگرایی
- ۹۲..... فصل چهارم: روانگرایی ماسه آستانه اشرفیه
- ۹۳..... ۱-۴- روانگرایی در آستانه اشرفیه
- ۹۴..... ۲-۴- منطقه آستانه اشرفیه
- ۹۸..... ۳-۴- ماسه آستانه اشرفیه
- ۹۹..... ۴-۴- آزمایش های دینامیکی بر ماسه آستانه اشرفیه
- ۹۹..... ۱-۴-۴- آماده سازی نمونه
- ۱۰۰..... ۲-۴-۴- قرار دادن نمونه در دستگاه و اشباع کردن آن
- ۱۰۱..... ۵-۴- شرایط اولیه آزمایش
- ۱۰۲..... ۶-۴- آزمایش سه محوری سیکلی

- ۱۰۲..... ۱-۶-۴- نتایج آزمایش سه محوری سیکلی
- ۱۰۴..... ۷-۴- آزمایش ستون شدید
- ۱۰۶..... ۱-۷-۴- تصحیح فشار همه جانبه
- ۱۰۸..... ۸-۴- انطباق بین نتایج آزمایش ستون شدید و سه محوری سیکلی
- ۱۱۰..... ۹-۴- نسبت تنش سیکلی و مدول برشی نظیر آن
- ۱۱۲..... ۱۰-۴- تعیین روانگرایی منطقه برای یک عمق مشخص
- ۱۱۶..... نتیجه گیری
- ۱۱۷..... پیشنهادات
- ۱۱۸..... منابع
- ۱۲۰..... چکیده انگلیسی

مقدمه:

امروزه در جهان پایداری سازه‌ها تحت اثر بارگذاری دینامیکی مانند زلزله از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. از جمله مسائلی که در تخریب و غیرقابل استفاده کردن سازه‌ها و بناها ... نقش بسزایی در زمان وقوع زلزله دارد رفتار خاک زیر پی و بنا می‌باشد. رفتار سازه‌های خاکی نیز از این امر مستثنی نیستند بلکه حالت جدی‌تری خواهند داشت. بنابراین لازم است که رفتار خاکها تحت اثر بارهای دینامیکی (زلزله) مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گیرند.

به منظور بررسی رفتار خاکها تحت اثر بارگذاری متناوب و دینامیکی احتیاج به تحلیل‌های دینامیکی و شبه دینامیکی می‌باشد که در این تحلیل‌ها باید خواص و پارامترهایی از خاک در دسترس باشد. از جمله این پارامترها می‌توان به مدول برشی دینامیکی و نسبت میرایی خاکها اشاره کرد. روشهای مختلفی جهت تعیین خواص دینامیکی خاک ارائه گردیده است که متداول‌ترین آنها استفاده از آزمایشات آزمایشگاهی می‌باشد که بعنوان مثال می‌توان به آزمایشهای میز لرزان، برش ساده، سه محوری سیکلی و ستون تشدید اشاره کرد. پایان‌نامه حاضر، در این راستا تحت عنوان «بررسی پدیده روانگرایی بوسیله آزمایش ستون تشدید و سه محوری دینامیکی، مطالعه موردی ماسه آستانه اشرفیه» تعریف و مورد مطالعه قرار گرفته است که در فصول مختلف مورد تجزیه و تحلیل قرار خواهد گرفت.

فصل اول

آزمایش سه محوری سیکی

۱-۱- مقایسه آزمایش سه محوری سیکلی و استاتیکی

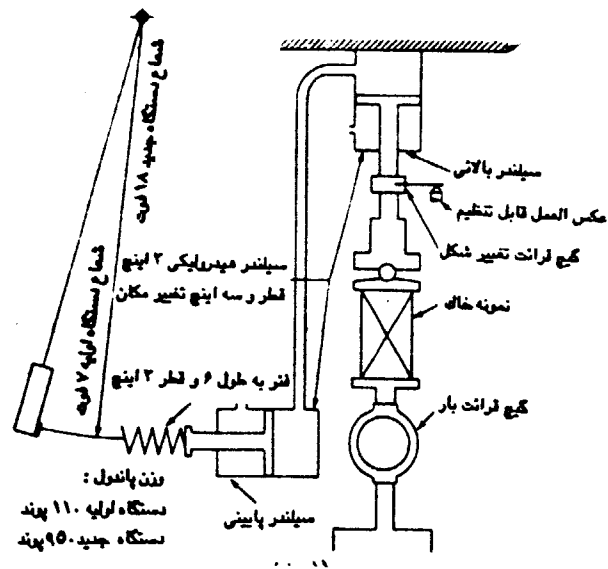
در آزمایشات سه محوری معمولی اندازه‌گیری تنشها و تغییر شکلها نوعاً توسط وسایل دستی و گیج‌های مکانیکی انجام می‌گیرد. این امر به دلیل ماهیت بارهای وارد، به دستگاه می‌باشد که از نوع استاتیکی بوده و تغییرات آنها با زمان کم می‌باشد. لیکن در آزمایشات دینامیکی خاکها بدلیل تغییرات شدید میدانهای بارگذاری با زمان، کلیه قرائتهای متعلق به پارامترهای مختلف خاک بایستی بطور اتوماتیک انجام شود بعنوان مثال سرعت بارگذاری محوری در دستگاه استاندارد سه محوری که در حدود ۱/۲۵ میلی‌متر بر دقیقه می‌باشد و این نوع بارگذاری ممکنست موجب گسیختن نمونه در فاصله زمانی ۱۰ الی ۱۵ دقیقه شود در بارهای دینامیکی بسیار زیاد خواهد بود، بطوریکه بار مربوطه ممکنست در جزئی از یک ثانیه بر نمونه وارد شود. [۳]

۱-۱-۱- دستگاههای آزمایش سه محوری سیکلی

وسایل متعددی جهت انجام آزمایشات دینامیکی خاکها ساخته شده است. اولین دستگاه سه محوری دینامیکی توسط کازاگرانده^۱ و شانون^۲ (۱۹۲۹) در دانشگاه هاروارد ساخته شد که بنام دستگاه بارگذاری پاندولی نامیده شد. (شکل ۱-۱). در همین رابطه دستگاههای آزمایش سه محوری استاندارد (سنتی) که جهت تعیین پارامترهای مقاومت برشی و نیز مطالعات تنش تغییر شکل استاتیکی خاکها بکار می‌رفت نیز با اصلاحاتی در سیستم بارگذاری در مطالعات دینامیکی بصورت سیکلی مورد استفاده قرار گرفت.

1- Casagrande

2- Shannon



شکل (۱-۱) دستگاه بارگذاری پاندولی / ۳

بدنبال ساخت و توسعه دستگاههای سه محوری واقعی در سالهای اخیر، استفاده از دستگاههای سه محوری مکعبی سیکلی در تعیین رفتار تنش - تغییر شکل دینامیکی خاکها جهت دستیابی به رفتار واقع گرایانه تر خاکها در بعضی از دانشگاهها و مراکز تحقیقاتی پیشرفته جهان متداول گردید. ذیلاً به شرح مختصری از اولین دستگاه سه محوری (پاندولی) و دستگاه سه محوری سیکلی موجود در آزمایشگاه دینامیک خاک مؤسسه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله پرداخته می شود.

۱-۱-۲ = دستگاه بارگذاری پاندولی

همانطور که در شکل (۱-۱) نشان داده شده است این دستگاه بوسیله انرژی پاندولی که از ارتفاع معینی رها می شود عمل می نماید. در اثر ضربات پاندول به یک فنر، یک سیلندر هیدرولیکی افقی (پایینی) و متعاقب آن سیلندر هیدرولیکی دیگری (بالایی) که مستقیماً به نمونه خاک متصل است متأثر شده و نمونه مربوطه تحت