Archive OF SID

سازمان بنادر و دریانوردی به عنوان تنها مرجع حاکمیتی کشور در امور بندری، دریایی و کشتی‌رانی بازرگانی به منظور ایفای نقش مرجعیت دانشی خود و در راستای تحقق راهبردهای کلان نقشه جامع علمی کشور مبنی بر "حمایت از توسعه شبکه‌های تحقیقاتی و تسهیل انتقال و انتشار دانش و سامان‌دهی علمی" از طریق "استانداردسازی و اصلاح فرایندهای تولید، ثبت، داوری و سنجش و ایجاد بانک‌های اطلاعاتی یکپارچه برای نشریات، اختراعات و اکتشافات پژوهشگران"، اقدام به ارایه این اثر در سایت SID می‌نماید.

سازمان بنادر و دریانوردی

مرکز بررسی اطلاعات علمی

ICOPMAS

www.SID.ir

Archive of SID

دومین کنفرانس بین‌المللی سواحل، بنادر و سازه‌های دریائی. (ICOPMAS) ۱۱ - ۱۴ آذرماه ۱۳۷۵، تهران، ایران

کاربرد نتایج آزمایشهای متناوب سه محوری و برش ساده درطراحی پی سازه‌های دریای

دکتر نادر هاتف

بخش مهندسی راه و ساختمان دانشگاه شیراز

چکیده

طراحی درست پی هرسازه‌ای مستلزم شناخت دقیق رفتار ، مقاومت و خواص خاک زیر پی تحت بارهای وارده می‌باشد. بارهای وارده به سازه‌های دریایی ناشی از امواج دریا در شرایط عادی و طوفانی دارای شدت،دامنه و فرکانس متغیر بوده و در نتیجه رفتار خاک تحت اینگونه بارها با رفتار آن تحت بارهای استاتیکی متفاوت می‌باشد.

به منظور بررسی رفتار خاکها در طراحی پی سازه های دریایی لازم است که پارامترهای دینامیکی خاک از طریق آزمایشهای صحرایی و آزمایشگاهی مشخص گردد. دراین مقاله ضمن تشریح روش آزمایش متناوب سه محوری (Cyclic Triszial) و برش ساده (Shear Cyclic Simple) که از جمله آزمایش های پراهمیت دینامیکی خاک میباشند. و بررسی معایب و مزایای هر روش ، سیستم های خودکا آزمایش های متناوب سه محوری و برش ساده ساخته شده در بخش مهندسی راه و ساختمان ، دانشگاه شیراز تشریح شده است. نمونه نتایج آزمایش های انجام شده بر خاک رس لای دار شیراز ارائه گردیده است. این نتایج نشان می دهد که پارامترهای مقاومتی خاک در شرایط بارگذاری سه محوری و برش ساده تابع دفعات ، دامنه و فرکانس بار گذاری می‌باشند . کاربرد این نتایج در طراحی پی سکوهای وزنی دریایی نیز تبیین گردیده است.

۱- مقدمه :

امروزه با پیشرفت فعالیتهای عمرانی ،سازه های با اهمیت از قبیل آسمان خراشها و ساختمانهای صنعتی بزرگ، سدهای خاکی و بتنی ، راهها و پلهای عظیم ، سازه های دریایی ، نیروگاه ها و ... و سازه‌های بسیار

www.SID.ir

Archive of SID

دیگری از این قبیل ساخته می‌شود که علم مکانیک خاک در طراحی پی آنها نقش اساسی دارد. علاوه بر بارهای متعارف که در طراحی پی سازه‌های معمولی در نظر گرفته می شود در سازه‌های دریایی به علت شرایط محیطی بارهای ناشی از زلزله ، باد ، امواج دریا در شرایط طوفانی و عادی و همچنین ارتعاشات ناشی از فعالیت ماشینها و غیره نیز بایستی مد نظر قرار گرفته شود و اثرات این بارها بر خاک زیرپی سازه مورد نظر به خوبی مشخص گردد. برای تعیین رفتار خاک تحت بارهایی که دارای شدت و فرکانس متغیری هستند (مانند بارناشی از امواج درسازه‌های دریایی) خاک بایستی تحت بارگذاری متناوب قرار گیرد. بدیهی است که رفتار دینامیکی خاک این نوع بارگذاری از رفتار آن تحت بارگذاری استاتیکی متمایز خواهد بود.

به منظور پیش بینی رفتار خاکها تحت بارهای دینامیکی لازم است پارامترهای دینامیکی خاک از طریق انجام آزمایشهای صحرائی و یا آزمایشگاهی تعیین گردند.

آزمایشهای صحرایی را میتوان به دو گره دسته بندی نمود: گروه اول آزمایشهای بدون بارگذاری دینامیکی مانند آزمایش فشار سنجی (Pressuremeter test) و آزمایش بارگذاری صفحه‌ای (Plate loading test) و گروه دوم آزمایشهای بار بارگذاری دینامیکی مانند آزمایش انکسار لرزه‌ای (Seismic refraction Surcey) [۱].

در دسته آزمایشهای آزمایشگاهی در دهه‌های اخیر تعداد متنابهی آزمایش ابداع گردیده است که بعضی به صورت نسبتاً گسترده در صنعت انجام می‌گردد و بعضی هنوز جنبه تحقیقاتی دارد. از جمله این آزمایشها می توان به آزمایش سه محوری متناوب (Cyclic triaxial) ، آزمایش تحکیم متناوب ، آزمایش برش ساده (Simpie Shear)، آزمایش سیلندر توخالی متناوب (Hollow cylinder) و آزمایش ستون تشدید (Resonant Column)اشاره نمود [۱].

۲- آزمایشهای دینامیکی خاک:

برای بررسی رفتار خاک تحت بارگذاری متناوب در آزمایشگاه دستگاههای مختلفی ابداع و بکار گرفته شده اند. اگر چه عمده تحقیقات انجام شده با استفاده از دستگاه سه محوری و برش ساده متناوب انجام شده‌اند. در ادامه این مقاله آزمایش‌های سه محوری و برش ساده شرح داده خواهند شد.

این دو دستگاه به دو صورت می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند روش تنش کنترل شده (Controlled Stress) و روش کرنش کنترل شده (Strain - Controlle) در روش تنش کنترل شده میزان معینی تنش (معمولاً درصدی از مقاومت استاتیکی) خاک بصورت متناوب برنمونه خاک اعمال میگردد و تغییرات کرنش و دیگر پارامترهای خاک در این میان اندازه گیری میشود. در روش کرنش کنترل شده میزان کرنش بین دو حد معین تغییر می‌نماید و تغییرات تنش و دیگر پارامترهای خاک اندازه گیری می شود.

فرکانش بارگذاری متناوب بسته به کاربرد نتایج آزمایشها انتخاب می شود ومعمولاً برای بررسی اتر زلزله از فرکانسهای بالا و برای بررسی اتر امواج دریا از فرکانسهای پائین در محدود ۱/- ۰۱/ هرتز استفاده میشود.

پس از این مقدمه بشرح دستگاههای سه محوری و برش ساده و متناوب که در دانشگاه شیراز ساخته شده است می‌پردازیم:

www.SID.ir

Archive of SID

۱-۲- دستگاه سه محوری متناوب :

دستگاه سه محوری مورد استفاده برای انجام آزمایشهای سه محور متناوب از نوع ELE بوده که دارای سیستم میکروپروسسوری است که میتوان از سه طریق دستی ، کامپیوتری و همچنین با استفاده از یک تایمر سرعت و جهت حرکت صفحه بارگذاری دستگاه را کنترل نمود. با توجه باینکه انجام آزمایشهای متناوب توسط سیستم دستی عملاً امکان پذیر نمی‌باشد ، جهت اصلاح سیستم ، یک تایمر دیجیتال که از طریق پایانه (PORT) تعبیه شده در دستگاه سه محوری بتواند علاوه بر تنظیم پرید حرکت صفحه بارگذاری تعداد حرکت پیستون و در نتیجه تعداد دور بارگذاری راشمارش و کنترل نماید، طراحی و ساخته شد. [۳].بدین ترتیب امکان اعمال کرنش های متناوب بین دو حد ثابت با تنظیم زمان حرکت و تعداد دوره‌های بارگذاری فراهم گردید. جهت اندازه گیری پارامترهای مورد نیاز از سایر دستگاههای تجاری موجود از قبیل سیستم‌های تأمین فشار ، مبدل های الکتریکی (Transducers)فشار ، تغییر مکان ، بار ، تغییر حجم،واحد تحصیل داده‌ها و کامپیوتر (PC) استفاده شده است. شرح کامل دستگاه درجای دیگر ارائه گردیده است [۳،۲]. شکل شماره (۱) نمایی از این دستگاه را نشان میدهد.

۲-۲- دستگاه برش ساده متناوب

در طراحی و ساخت دستگاه برش ساده مورد استفاده در این تحقیق از نمونه دستگاه ساخته شده توسط Roscoe در سال ۱۹۵۳ در دانشگاه کمبرج اقتباس شده است [۴]. در این دستگاه نمونه خاک درون یک غشاء لاستیکی قرارداده شده و دیواره‌ها طوری طراحی گردیده‌اند که کف و سرنمونه همواره موازی قرار گرفته و میتواند نسبت به هم حرکت افقی داشته باشند اگر چه در دستگاه امکان اعمال فشار جانبی وجود ندارد ولی بدنبال وجود دیواره‌های فلزی می‌توان فشار آب منفذی (Pore Water Pressure)در حد بالا را در خاک ایجاد نمود بدیهی است که سایر دستگاههای لازم جهت اندازه گیری پارامترهای مربوطه همانند حالت قبل بکار گرفته شده است. مقطع دستگاه بصورت مربع بوده و برای کنترل زمان و رفت و برگشت دستگاه از یک رله کنترل کننده موتور که به دستگاه برش مستقیم معمولی (ELE) وصل شده ، استفاده گردیده است [۴]. شکل شماره (۲) نمایی از دستگاه مورد استفاده را نشان میدهد.

۳- نمونه نتایج آزمایشهای انجام شده:

۱-۳ آزمایشهای سه محوری متناوب:

نتایج یک سری آزمایش بر روی نمونه‌هایی از خاک رس لای دار شیراز که تحت تنش برابر با ۱۵۰ کیلو پاسکال تحکیم شده‌اند به ترتیب در شکلهای ۳ تا ۹ آورده شده است . این خاک با داشتن ۹۵ درصد عبوری از الک ۲۰۰ و حد روانی ۳۳ درصد و نشانه خمیری ۱۲ درصد طبق سیستم طبقه‌بندی یکنواخت (Unified Classification System)به صورت CL دسته بندی می‌گردد. شکل (۳) چگونگی بارگذاری متناوب را نشان میدهد. مطابق شکل نمونه خاک نسبت به ارتفاع اولیه‌اش به میزان ۱/ درصد فشرده شده پس از برگشت

www.SID.ir

Archive of SID

به ارتفاع اولیه اش مجدداً به میزان ۱/ درصد کشیده میشود. بنابراین اوج تا اوج کرنش اعمال شده برابر با ۲/ درصدخواهدبود . فرکانس بارگذاری در این آزمایشها برابر ۱/۱۲۰ هرتز انتخاب گردیده است. با توجه باینکه آزمایشها بصورت کرنش کنترل شده صورت پذیرفته است، تنزل تنش انحرافی (Deviatoric Stress)با اعمال هردور کرنش را در شکل (۴) شاهد می‌باشیم البته با توجه به میزان کم دامنه کرنش متناوب این تنزل به کندی صورت پذیرفته است، درعین حال در پایان آزمایش تنش انحرافی به میزان ۲۸ درصد کاهش یافته است. در شکل (۵) مسیر تنش طی شده توسط نمونه نشان داده شده است. با توجه به ترسیم خطوط حالت حدی (Critical State lines)فشاری وکششی درفضای تنش انحرافی و تنش میانگین (mean stress,q-p)بخوبی مشاهده می شود که با اعمال کرنش فوق درطی ۱۰۰ دور بار گذاری ، حالت تنش نمونه به سمت خطوط حالت حدی میل میکند. درعین حال با توجه به میزان کم دامنه کرنش متناوب هنوز به این خطوط نرسیده است شکل (۶) این مسیر تنش را برای دوره‌های اول پنجم ، دهم ، پنجاهم و صدم نشان میدهد. فشار آب منفذی اضافی (Excess pore pressure)آنچنانکه در شکل (۷) نشان داده شده است، بصورت متناوب تغییر می‌نماید. البته میزان فشار آب در شرایط زهکش نشده می‌باشد. شکل (۸) منحنی های هیسترزیس را نشان میدهد که حرکت به سمت محور افقی این منحنی‌ها با افزایش تعداد دورهای بارگذاری در این شکل مشاهده میشود. اهمیت منحنی های از این قبیل در تعیین ضریب میرایی خاک مشخص می‌گردد.در شکل (۹) تنزل مدول سکانتی (Secant modulus)که بر حسب تعداد دور بارگذاری در مقیاس لگاریتمی ترسیم شده نشان داده شده است چنانکه مشاهده می شود مدول سکانتی طی ۱۰۰ دور بارگذاری از میزان ۶۶۰۰۰ کیلو پاسکال به ۴۳۰۰۰ کیلو پاسکال تنزل پیداکرده است، که نشان دهنده معادل درصد قابل توجه کاهش در این پارامتر که از پارامترهای مهم طراحی پی است می باشد.

۲-۳ برش ساده متناوب :

آزمایش‌های انجام شده در این مورد نیز از نوع کرنش کنترل شده بوده است که میزان کرنش برش برای بررسی رفتار خاک رس لای دار شیر از تحت بارگذاری برش ساده متناوب تغییرداده شده است. شکل (۱۰) حلقه های هیسترزیس حاصل از بارگذاری متناوب تحت کرنش ۵/ درصد را نشان میدهد در شکل مزبور حلقه های مربوط به دوره های ۱،۲،۵،۱۰،۵۰،۱۰۰ ترسیم شده اند.

همانطوری که از شکل مشخص است با افزایش تعداد دورها،حداکثر تنش برشی کاهش می‌یابدکه در نتیجه باعث کاهش مدول برشی (Sheat modulus)میگردد.

فشار منفذی ایجاد شده طی بارگذاری متناوب برای کرنش های مختلف درشکل (۱۱) نشان داده شده است. همانطور که در شکل مشخص است باافزایش دورهای بارگذاری فشار آب منفذی اضافی افزایش یافته وباتکرار دورهای بارگذاری نرخ افزایش فشار آب منفذی کاهش می‌یابد که تقریباً در ۱۰۰ دور بارگذای نرخ افزایش به صفر می‌رسد/. در شکل فوق همچنین تأثیر کرنش های برشی متناوب بر ایجاد فشار آب منفذی مشهود است بطوری که با افزایش دامنه کرنش برشی،برای تعداد دور مشخص ، مقدار فشار آب منفذی اضافی افزایش قابل توجهی می‌یابد.

www.SID.ir

Archive of SID

۴- کاربرد نتایج در طراحی پی سکوهای وزن دریایی :

به طور کلی برای طراحی سازهایی که تحت بارهای دینامیکی قرار دارند و یا جهت بررسی رفتار خاک زیر پی آنها باید خصوصیات زیادی ازخاک زیر پی را بدانیم. مهمترین این خصوصیات علاوه بر پارامترهای معمول عبارتند از سختی(Stiffness) ،میرایی(Damping) و میزان کاهش مقاومت یا افزایش فشار آب منفذی بر اثر بارگذاری دینامیکی ، سختی و میرایی پارامترهایی هستند که به ترتیب فرکانس طبیعی و استهلاک انرژی در سیستم را طی بارگذاری متناوب مشخص می‌نمایند. مدول برشی (G) به صورت نشانه ای از سختی خاک می تواند در نظر گرفته شود. تغییرات این پارامترها با تعداد دورهای بارگذاری از طریق آزمایشهای ذکرشده در فوق قابل تعیین است.

۴-۱- مقاومت برشی خاک :

حالت تنش درزیر سازه های دریایی تحت اثر ترکیبی ازبارگذاری استاتیکی و دینامیکی بسیار پیچیده می باشد و تعیین یک مدل که به تنهایی این پیچیدگی را نشان دهد بسیار مشکل است شکل (۱۲) تنش های اعمال شده برروی المانهای خاک زیر یک سکوی وزنی را نشان میدهد. تنش‌های ناشی از بار سکو و بارهای ناشی از امواج درهریک از این المانها با استفاده از آزمایش های سه محوری و برش ساده قابل شبیه سازی در آزمایشگاه می‌باشد. چنانکه در شکل مشاهده می شود این المانها تحت تأثیر تنش برشی اولیه (τ_a) و تنش برش متناوب (τ_a) واقع می شوند که لزوم استفاده از آزمایش های دینامیکی را ایجاب می نماید. المان ۲ و ۴ توسط آزمایش فشاری سه محوری متناوب و المانهای ۱ و ۳ توسط آزمایش برش ساده متناوب برش ساده قابل مدل کردن است. بنابراین آزمایش‌های سه محوری و برش ساده متناوب بایستی در برنامه آزمایشهای مختلف که در آزمایشگاه انجام می شود گنجانده شوند.

تنش برشی (τ_a) درخاک ناشی از تنش اولیه در خاک قبل از استقرار سکو و تنش برشی اضافه ناشی از وزن سکو می باشد. این تنش اضافی ابتدا در شرایط زهکشی نشده خاک وارد شده ولی به مرور زمان به شرایط زهکشی شده تبدیل میگردد. در حالتی که خاک پی دانه ای باشد زهکشی بسرعت انجام شده و منطقی است که فرض کنیم خاک در اثر وزن سکو تحکیم شده باشد.

تنش برشی متناوب (τ_a) در اثر امواج ایجاد میگردد. با توجه به اینکه ارتفاع امواج و زمان تناوب آنها بطور پیوسته متفیر است تنش برشی متناوب همواره در حال تغییر است. تغییر بارگذاری متناوب باعث توزیع مجدد تنش‌های استاتیکی شده لذا (τ_a) طی بارگذاری متناوب با زمان تغییر می‌یابد.

تفاوت عمده بین بارگذاری متناوب ایجاد شده بوسیله امواج و دیگر انواع بارگذاری متناوب در پریود بارگذاری و تعداد دوره‌های آن میباشد زمان تناوب امواج بین ۵ تا ۲۰ ثانیه بوده و تعداد دوره‌های ناشی از طوفان دریایی ممکن است به هزاران عدد برسد. در صورتیکه یک زلزله تنش برشی با زمان تناوب ۱ تا ۱/ ثانیه وعموماً تعداد دورهای بین ۱۰تا ۱۰۰ دور ایجاد می‌نماید. البته این تفاوتها رفتار اصلی خاک تحت بارگذاری متناوب را تغییر نخواهد داد ولی ممکن است مقادیر عددی خصوصیات خاک را تغییر دهد. به منظور محاسبه پارامترهای خاک مورد نظر در آنالیز طراحی ، نمونه های خاک بایستی درابتدا در آزمایشگاه در شرایط تنش

www.SID.ir

Archive of SID

مؤثر محلی تحکیم شده و سپس تحت اثر تنش برشی که حالتهای مختلف المانهای موجود درمحل و در زمان بارگذاری متناوب را نشان می دهد آزمایش گردند با استفاده از دستگاههایی که در طی این تحقیق ساخته شده و شرح آن گذشت امکان اعمال این شرایط و بررسی رفتار خاک طی بارگذاری متناوب وجود دارد و در نتیجه پارامترهای لازم جهت آنالیز رفتار خاکهای پی‌سازه تحت اثر بارگذاری متناوب و استاتیکی را بدست آورد.

اهمیت بار گذاری متناوب و انجام آزمایشهای سه محوری متناوب و برش ساده متناوب هنگامی مشخص تر میگردد نتایج آزمایشهای بارگذاری صفحه‌ای نشان دهنده این است که ظرفیت باربری تحت ترکیبی از بارگذاری متناوب استاتیکی بطورقابل ملاحظه‌ای کوچکتر از ظرفیت باربری حالت استاتیکی خالص می‌باشد. البته درعمل اغلب جهت طراحی پی ها از مقاومت برش استاتیکی کاهش یافته خاک به منظور تأثیر دادن بارگذاری متناوب استفاده میشود که این ممکن است از واقعیت بسیار دور بوده و دربعضی مواقع ناایمن باشد. مقاومت برشی ناشی از ترکیبات مختلف بار گذاری استاتیکی و دینامیکی مشابه آنچه که به خاک وارد میگردد نتایج نزدیکتری به واقعیت رابدست خواهد داد.

از آنجا که تنش برشی متناوب در طی بارگذاری در آزمایشگاه معمولاً مقدار ثابتی است در حالی که در یک طوفان مقدار آن با هر دور بارگذاری متغییر است . از تعداد دورهای هم ارز (Equivalent number of cycles)با توجه به تنش برشی متناوب ثابت که تاثیر مشابه بارگذاری واقعی را بجای می‌گذارد استفاده میشود. میزان تنش استاتیکی را می توان به روشهای مختلف بعنوان مثال توسط روش المانهای محدود محاسبه نمود.

با انجام آزمایشهای فوق الذکر و استخراج پارامترهای مربوطه می توان از روش های پیشنهاد شده توسط Andersonو یا برنامه های کامپیوتری که بدین منظور ارائه شده است جهت آنالیز رفتار خاک استفاده نمود.[۱].

۲-۴- میزان نشست:

نشست زیر سکوهای دریایی را می توان به دو نوع نشست ناشی از بارهای استاتیکی و نشست ناشی از بارهای متناوب تقسیم بندی نمود. برای محاسبه نشست نوع اول از روابط معمول مکانیک خاک می‌توان استفاده نمود در حالیکه محاسبه نشست قائم تحت بارگذاری متناوب معمولاً پیچیده و مشکل است.

روش عمومی به منظور ارزیابی این نوع نشست عبارت است از انجام آزمایشهای متناوب (معمولاً از نوع تنش کنترل شده) و بدست آوردن روابط تجربی برای خاک مورد نظر،که بعنوان مثال منجربه تعیین نرخ نشست معینی در واحد زمان برای خاک می شود . روش دیگر برای محاسبه نشست تحت اثر بارگذاری متناوب استفاده از روش المانهای محدود است که محدود است که منحنی تنش کرنش در آن به تعداد دورهای بارگذاری بستگی داشته باشد که از طریق آزمایشهای متناوب تعیین می شود.

نحوه استخراج نتایج و نمونه محاسبات انجام شده برای سکوهای وزنی معمول در صنعت نفت در مرجع (۱) آورده شده است.

۵- نتیجه گیری:

www.SID.ir

Archive of SID

اهمیت طراحی درست سازه های دریایی مخصوصاً سکوهای نفتی واضح و روشن است. از طرفی اساس طراحی درست این سازه‌ها مخصوصاً در مورد طراحی پی داشتن اطلاعات درست از رفتار خاک زیر این پی‌هاست. گسیختگی برشی و یا نشست غیرپیش بینی شده در خاک زیر این سازه ها باعث ایجاد تنشهای اضافی درلوله ها ، چاههای نفت وسایر تأسیسات متصل به این سکوها میگردد. بارگذاری اضافی در این اعضاء ممکن است نتایج نامطلوب وخیمی بدنبال داشته باشد.

با اصلاح و تعبیه تجهیزاتی به دستگاههای سه محوری وبرش مستقیم آنچنانکه شرح آن گذشت می توان آزمایشهای متناوب را که رفتار واقعی خاک درمحل را شبیه سازی مینماید انجام داد و پارامترهای لازم جهت طراحی رابدست آورد.

ارائه نمونه‌هایی از آزمایشهای انجام شده مشخص کننده تفاوت رفتار خاک تحت تأثیر بارگذاری متناوب با رفتار آن تحت تأثیر بارگذاری استاتیکی می باشد. بابدست آوردن این پارامترها پیش بینی مقاومت خاک و میزان نشست به مراتب با دقت بیشتری می تواند انجام گردد.

قدردانی:

نویسنده از دانشکده مهندسی دانشگاه شیراز که امکانات انجام تحقیقات مربوطه را با در اختیار گذاشتن آزمایشگاه و تجهیزات لاز فراهم نموده و از آقایان مهندس آقا ابراهیمی و مهندس رحیمی دانشجویان کارشناسی ارشد بخش راه وساختمان قدردانی می نماید.

-1 OReilly M.P. Brown , S. F., Edir., Sylic loading of soils ,, Blackie and son Ltd ., 1991.

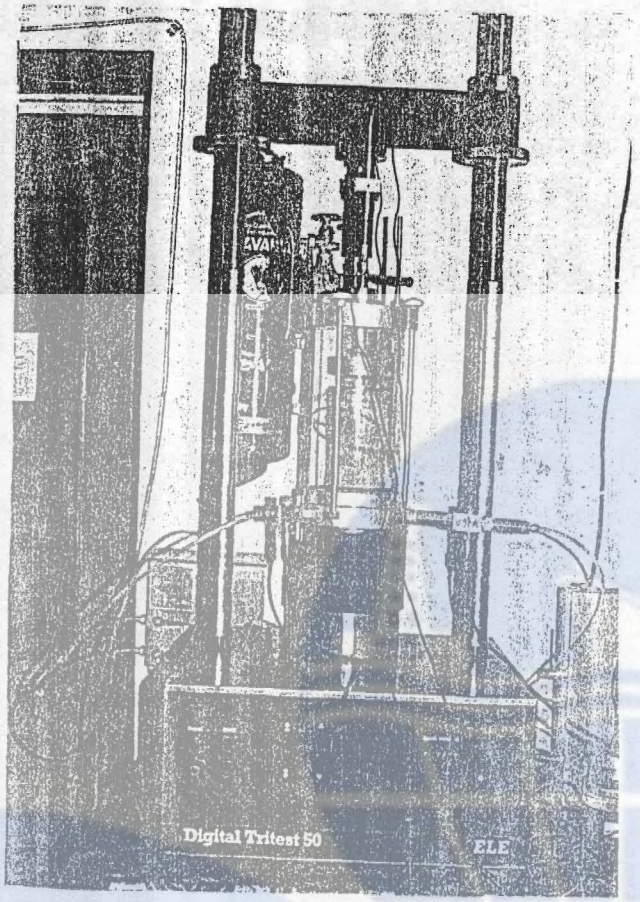
-2 Hataf , N. and Aghaebrahimi, S., "An automated triaxial system for montonic and cyclic loanding test on Shiraz silty clay " , Proc, of 2an Int. cond . on Seismology and Earthquake Engineering, Tehran, Iran, pp. 1509-1516,1995.

۳- سعید آقا ابراهیمی ، مطالعه رفتار خاک چسبنده شیراز تحت بارگذاری متناوب پایان نامه کارشناسی ارشد،دانشگاه شیراز ،. ۱۳۷۳.

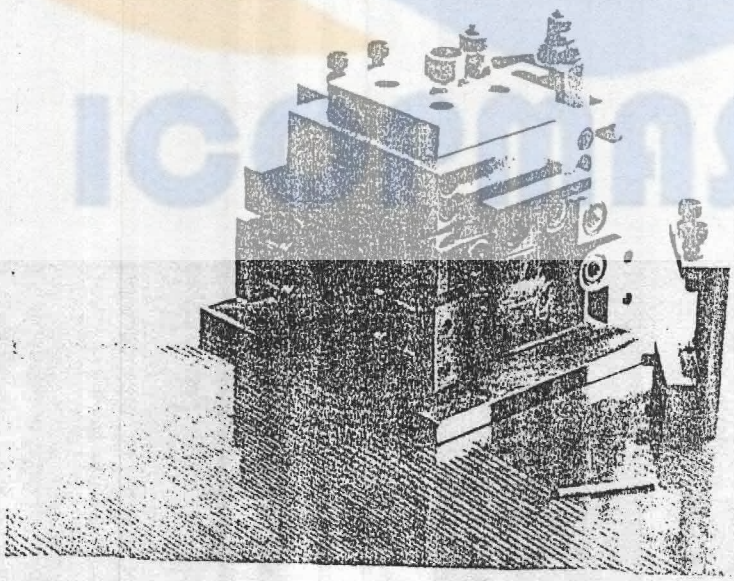
۴- بهادر رحیمی بررسی رفتار دینامیکی خاک رس لای دار شیراز تحت اثر بار گذاری متناوب با استفاده از دستگاه از دستگاه برش ساده ، دانشگاه شیراز ، ۱۳۷۴.

www.SID.ir

Archive of SID

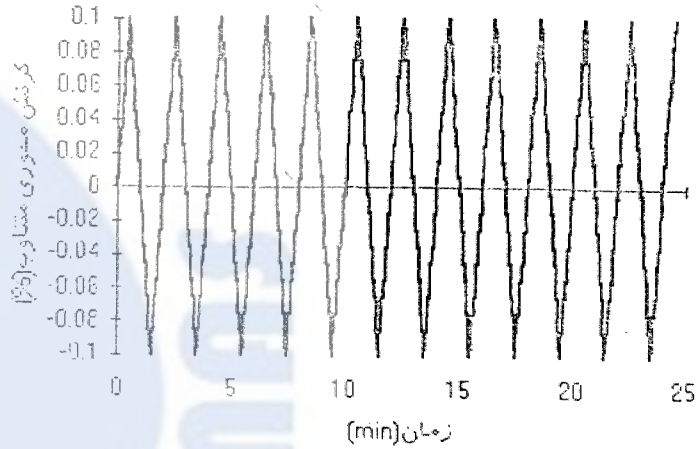


شکل (۱): :نمای کلی از دستگاه سه محوری متناوب

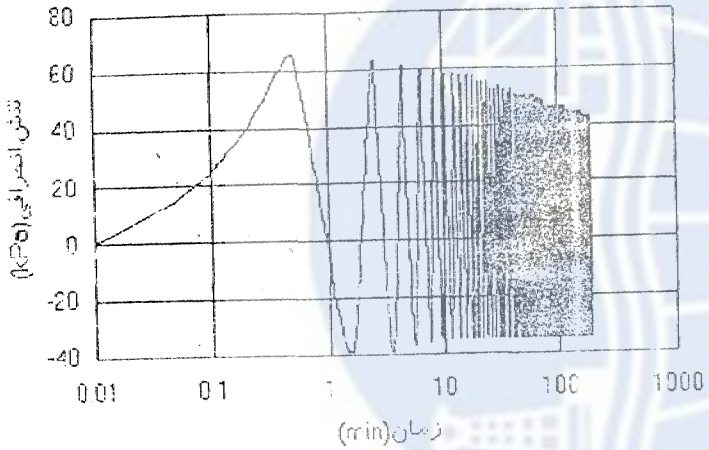


شکل (۲)::نمای کلی از دستگاه برش ساده متناوب

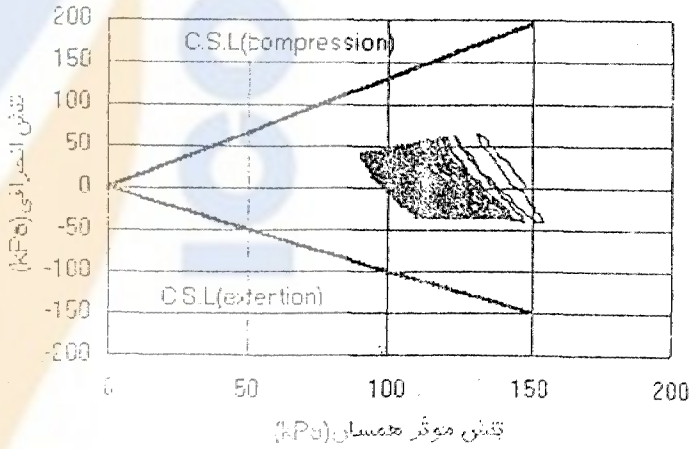
www.SID.ir



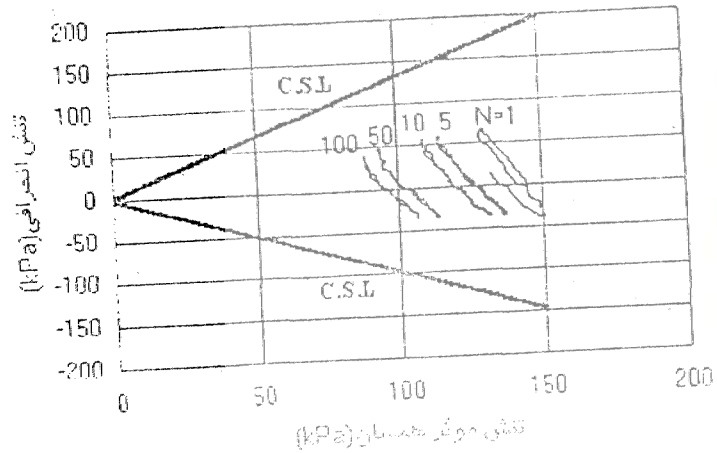
شکل (۳): بارگذاری متناوب با کرنش ثابت ۰/۱ درصد



شکل (٤): :تنزل تنش انحرافی برای بارگذاری متناوب **با کرنش ثابت ۰/۱ درصد**



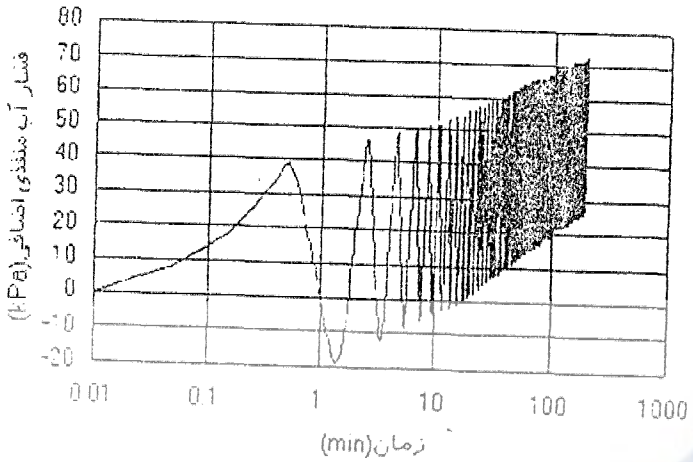
شکل (٥): مسیر تنش برای بارگذاری متناوب با کرنش ثابت ۰/۱ درصد



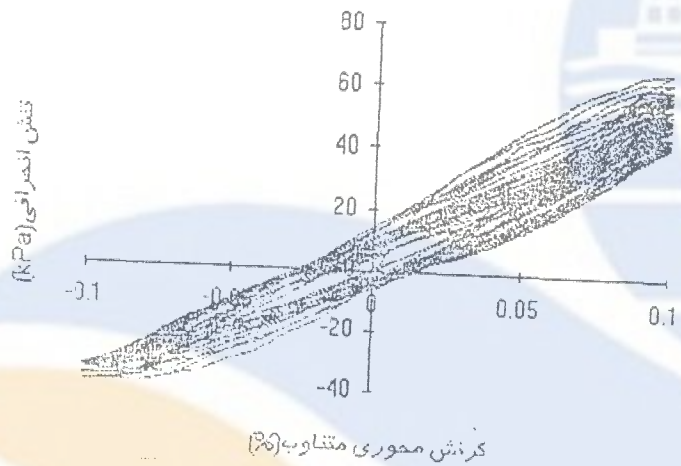
شکل (٦): مسیر تنش در دورهای مختلف بارگذاری (کرنش ثابت ۰/۱ درصد)

www.SID.ir
Archive of SID

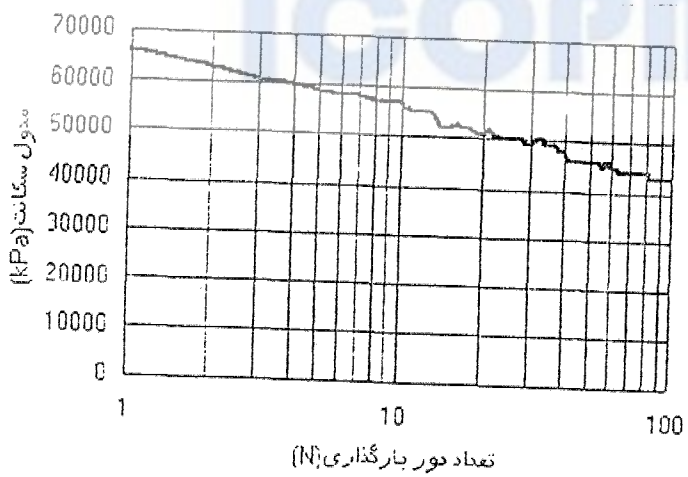
Archive of SID



شکل (۷): افزایش فشار آب منفذی بر اثر بارگذاری متناوب (کرنش ثابت ۰/۱ درصد)



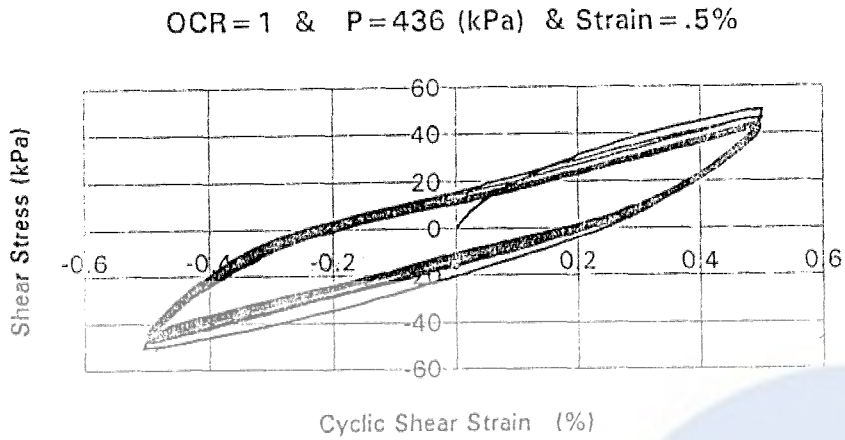
شکل (۸): منحنی های هیسترزیس (کرنش ثابت ۰/۱ درصد)



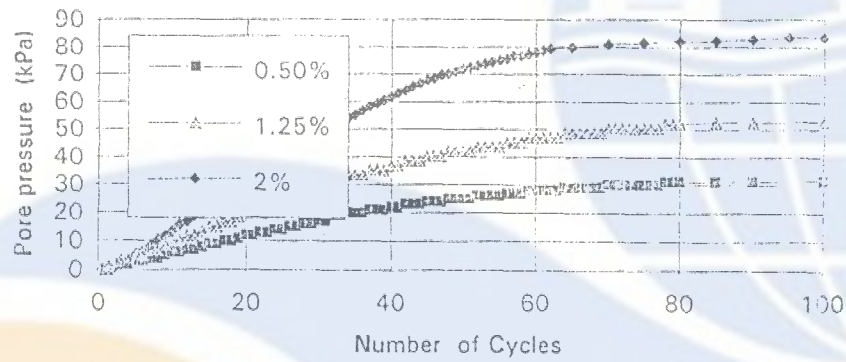
شکل (۹): تنزل مدول سکانتی بر اثر بارگذاری متناوب (کرنش ثابت ۰/۱ درصد)

www.SID.ir

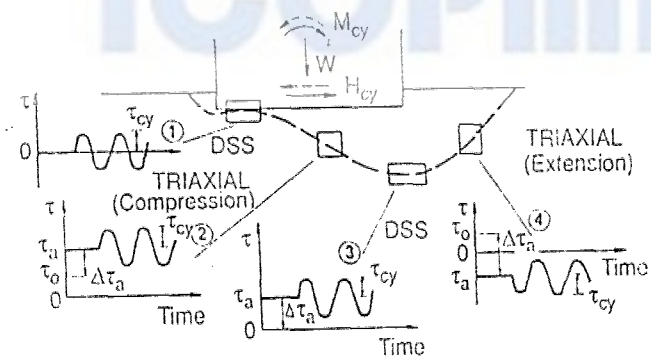
Archive of SID



شکل (۱۰): منحنی های هیسترزیس (کرنش برشی ثابت ۰/۵ درصد)



شکل (۱۱): افزایش فشار آب منفذی برای کرنش های برشی ثابت ۰/۵ ، ۱/۲۵ و ۲ درصد)



شکل (۱۲): شرایط تنش در زیر سکوی وزنی برای بعضی از المانهای خاک در راستای یک صفحه گسیختگی (مرجع ۱)

www.SID.ir

Archive of SID

Applying Results of Cyclic Triaxial and Simple Cyclic Shear Tests in Designing Foundations for Maritime Structures

N. Hatef, Ph.D.

Roads and Construction School of Shiraz University

Abstract

Proper designing of every structure needs accurate and precise knowledge of the behavior, strength and features of the soil underneath the foundation of enforced loads. The loads of sea waves on maritime structures in normal and stormy conditions have variable intensity, amplitude and frequency, and the behavior of the soil underneath such loads consequently differs from its behavior under the static charges. In order to investigate the behavior of the soil in designing the base for maritime structures, it is necessary to determine the dynamic parameters of the soil by laboratory and field testing. Cyclic Triaxial and Simple Cyclic Shear Testing methods are among the most significant dynamic soil tests. By investigating the advantages and disadvantages of each method, the constructed automatic test systems of Cyclic Triaxial and Simple Cyclic Shear tests are described in the Roads and Construction School of Shiraz University, and some of the results of the implemented test on Shiraz Layered clay soil are presented. These results indicate that the strength parameters of the soil under triaxial and simple-shear loading circumstances are dependent on the amplitude, frequency and the repetition of loading. The application of these results in designing the base of the maritime ballast platforms is explained at the end.

Keywords: Cyclic Triaxial Test; Simple Cyclic Shear Test; maritime structures

www.SID.ir