

۱۵۹۲۴۴۱

ژئوتکنیک لרزه‌های مهندسی

تألیف:

Ikko Towhata

ترجمه:

احمد رضا مظاهری

عضو هیئت علمی دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آیت الله العظمی بروجردی (ره)

مسعود پاک‌نهاد

عضو هیئت علمی گروه عمران، مرکز آموزش عالی محلات



مهرگان پبلیشرز

www.mehran.com
Info@me-moran.com

عضو:



انجمن کتابخانه‌های ایران

این اثر مشمول قانون حمایت مولفان و مصنفان و هنرمندان مصوب ۱۳۴۸ است، هرکس تمام یا قسمتی از این اثر را بدون اجازه ناشر و مؤلف، نشر یا پخش یا عرضه کند مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.

سرشناسه	توهاتا، ایکو Towhata, Ikuo
عنوان و پدید آورنده	ژئوتکنیک لرزه‌ای مهندسی / تالیف ایکو توهاتا : ترجمه مسعود پاک‌نهاد، احمدرضا مظاهری.
مشخصات نشر	تهران : علم عمران ، ۱۳۹۶.
مشخصات ظاهری	۳۰۹ ص: مصور (بخشی رنگی)، جدول، نمودار.
شابک	۳۰۰۰۰۰ ریال 978-600-517-644-5
عنوان اصلی:	Geotechnical earthquake engineering, c2008
موضوع	کتاب حاضر همچنین با عنوان "مهندسی ژئوتکنیک لرزه‌ای" با ترجمه امیدرضا بهادری‌نژاد، محمدسعید پارسامهر، انتشارات مصفاى الوند، ۱۳۹۶ ترجمه و فیا دریافت کرده است. مهندسی ژئوتکنیک لرزه‌ای، زلزله - مهندسی،
موضوع	Earthquake engineering، خاک - مکانیک، Soil mechanics
نسخه افزوده	پاکنهاد، مسعود، ۱۳۴۴ - مترجم
شنا افزوده	مظاهری، احمدرضا، ۱۳۶۴ - مترجم
رده‌بندی کنگره	۱۳۹۶: ۹۷۹ TA6۵۴/۷
رده‌بندی دی	۶۲۴/۱۷۶۲:
شمارهٔ کتابخانه ملی	۴۹۸۸۶۸۶:



نشر علم عمران

ژئوتکنیک لرزه‌ای مهندسی	ژئوتکنیک لرزه‌ای مهندسی
تألیف: Towhata, Ikuo	تألیف: Towhata, Ikuo
ترجمه: مسعود پاک‌نهاد، احمدرضا مظاهری	ترجمه: مسعود پاک‌نهاد، احمدرضا مظاهری
چاپ اول	پاییز ۱۳۹۶
حروف چینی و صفحه‌آرایی	علم عمران
تعداد و قطع صفحات	۳۰۹ صفحه شست
شمارگان	۱۰۰۰
بهای کتاب	۳۰۰۰۰۰ ریال
شابک ۹۷۸-۶۰۰-۵۱۷۶-۴۴-۵	ISBN 978-600-5176-44-5

نشر علم عمران: تهران، یوسف آباد، خیابان جهان آرا، بین خیابان‌های ۱۶ و ۱۸، پلاک ۳۳، طبقه دوم، واحد ۱۱،

تلفن: ۸۸۳۵۳۹۳۰، دورنگار: ۸۸۳۵۳۹۳۲

حقوق چاپ و نشر برای نشر علم عمران محفوظ است.

مقدمه

نویسنده

پیشگفتار

این کتاب نتیجه فعالیت های طولانی من در هر دو زمینه تحقیق و تدریس است. چاپ این کتاب با همکاری مالی وزارت آموزش و فرهنگ و صنعت میسر شده است. بعنوان تدریس، مطالب را به سال اولین بار از سال ۱۹۸۵ برای تدریس دینامیک خاک در انستیتوی تکنولوژی در بانکوک، تایلند تدریس کرده ام. یافته های میدانی و آزمایشگاهی را در مطالب چاپ شده و تعدادی دست نویس جمع آوری کرده ام. از آنجا که تکنولوژی کامپیوتر خیلی در دهه های ۸۰ پیشرفت نکرده بود. دست نویس ها بصورت قطعه ای پاره شده و کنار هم گذاشته شده بصورت دستی بودند و بسیاری از صفحات بصورت دست نویس بودند. پس از آن در سال ۱۹۹۵ در دانشگاه کیو هون موضوع را تدریس کرده ام. از آن زمان به بعد من اطلاعات بسیاری از نتایج تحقیقات میدانی و تست های آزمایشگاهی و همچنین تحلیل های عددی را اضافه کرده ام. و امکان آن پیدا شد که همه آن بصورت رسانه کامپیوتری در آمده و تدریس آن آسانتر شود. خواننده میتواند ببیند که کتاب حاوی نوشته های راپتر در میان کلمات انگلیسی نیز هست. زیرا این متن برای تدریس در توکیو آماده شده بود. هدف اصلی این کتاب جمع آوری داده هایی مفید برای فهم و صنعت تکنولوژی پیشرفته و کاربردهای آن در موضوعات نوین است. فهم موارد اساسی اهمیت دارد زیرا در عمل و تئوری ها و شیوه تفکرمان در مورد مسائل درسیان بسیار را قبول می کنیم. و این سیاست من بوده است که با استفاده از آزمایشات و پیش زمینه های دانش نشان دهم چرا در عمل این ایده ها بکار می آیند. این تفکر و ایده اکنون نیز تغییر نکرده است.

جمع آوری اطلاعات پیش زمینه برای یک شخص واحد بسیار ساده هم نیست. لازم است که بسیاری از نشریات خوانده شوند. که بعضی در نیمه اول قرن بیستم به چاپ رسیده اند و تعدادی در نشریات محلی به چاپ رسیده اند. کار غیر معقول نیست اما جمع آوری این اطلاعات در وهله اول یک کار بسیار زمان بر است. و همچنین دسترسی به بسیاری از منابع نشریات قدیمی اکنون نیز ساده نیست. بر این من در این کتاب تلاش کرده ام اطلاعات را هر چقدر که میسر بوده جمع آوری کنم تا در زمان مطالعات نسل جدید خوانندگان صرفه جویی شود. بنابر این بسیاری از شکل های نشریات اصلی بازتولید شده است. علاوه بر این تلاش کرده ام سایت های با اهمیت را بازدید کرده و عکس هایی را برای نشان دادن ایده های عملی و معنادار کردن مطالب تهیه نم. اگرچه نتیجه کامل نیست. اما اطلاعات این کتاب میتواند برای خوانندگان گانی که نیاز به درک عملی وضعیت فعلی دارند مفید خواهد بود تا بتوانند در کار فعلی و آینده خود بهبود ایجاد کنند. این خصوصاً اهمیت دارد زیرا گسترش جامعه ما مسائل جدیدی را ایجاد می کند و روش های جدیدی را برای حل آنها بصورت مداوم نیاز خواهد داشت.

یک مسئله با اهمیت در این کتاب اطلاعات فوق العاده زیاد آن است. برای هر خواننده جوان که به تازگی مهندسی ژئوتکنیک و مهندس خاک را آغاز کرده است، اهمیت دارد که یک دید کلی پیدا کرده و بعد جزئیات مطالب را یاد بگیرد. تعداد کل صفحات و محتوی این کتاب میتواند مانع تلاش آنها شود. به

همین منظور من تصمیم گرفتم که محتوی کتاب را به سه بخش تقسیم کنم. بخش مقدماتی، پیشرفته و متفرقه. لذا خواننده می تواند به جای نیاز به خواندن سرتاسر کتاب، فقط قسمتی از مطالب مورد نیاز و دلخواه خود را انتخاب کند. مطالب متفرقه به معنای بی اهمیت بودن آن نیست، بعضی از اوقات موضوعات بسیار جالبی را در آنها میتوان یافت. بنابر این توصیه می شود که خوانندگان جوان نگاه کلی به این صفحات نیز داشته باشند. از سوی دیگر انتظار نمی رود که خوانندگان از ابتدا تا انتهای کتاب را صفحه به صفحه بصورت پیوسته مطالعه کنند.

من امیدوارم که اطلاعات آورده شده در این کتاب به خوانندگان برای گسترش دانش و فعالیت هایشان در زمینه مهندسی ژئوتکنیک کمک کند. مطمئناً در محتوی این کتاب موضوعات با اهمیت دیگری آورده نشده است. من در صفحه شخصی خود اصلاحات و مطالب جدید را اضافه خواهم کرد. به خوانندگان توصیه می شود، از سایت آزمایشگاه مهندسی ژئوتکنیک، دانشکده مهندسی دانشگاه توکیو، ژاپن بازدید نمایند.

Ik uo Towhata

ژوئن ۲۰۰۷

مقدمه

مترجمین

امروزه با گسترش علم ژئوتکنیک، لزوم شناخت دقیق تر رفتار خاک در زمان وقوع زلزله و پس از آن بیشتر از گذشته احساس می گردد. با شناخت درست عوامل محرک ایجاد لرزه و بررسی دقیق خاک محل می توان حرکت زمین در حین زلزله و تغییر شکل های ماندگار بعد از وقوع زلزله را پیش بینی نمود. به منظور شناخت عوامل محرک لازم است شناخت دقیقی از منابع تولید زلزله و گسل های موجود ایجاد گردد، انواع امواج ناشی از زلزله، سرعت انتشار و نحوه مستحاط شدن انرژی آنها به خوبی بررسی گردد. علاوه بر آن نیاز است تا شناخت دقیقی از خصوصیات خاک نیز حاصل شود که این موضوع می تواند انجام تست های آزمایشگاهی و صحرایی استاتیکی و دینامیکی ایجاد شود.

کتاب حاضر ترجمه کتاب *Technical Earthquake Engineering* نوشته آقای پروفیسور Ikuo Towhata می باشد که توسط انتشارات Springer در سال ۲۰۰۸ چاپ شده است. یازده فصل در کتاب پیشرو آمده است که در فصل اول و دوم مسائل مقدماتی ژئوتکنیک لرزه ای مورد بحث قرار گرفته و پس از آن در فصول سوم، چهارم و پنجم مباحث مربوط به زلزله شناسی، انتشار امواج و اثراتی که زمین لرزه می تواند ایجاد کند پرداخته شده است. در فصل ششم پاسخ دینامیکی در خاکها و اثراتی که لای های خف می تواند بر امواج زلزله از سنگ بستر تا سطح زمین بگذارد بررسی شده است. به منظور ارزیابی رفتار خاک لازم است تا شناخت دقیقی از مشخصات دینامیکی خاک صورت گیرد که این موضوع با معرفی و شناخت تست های صحرایی و آزمایشگاهی در فصول بعدی کتاب حاصل شده است.

امید است که ترجمه این کتاب بتواند موجب آشنایی بیشتر پژوهشگران و دانشجویان با مبانی و موضوعات مطرح در مهندسی ژئوتکنیک باشد. همچنین با توجه به موضوعات مطرح شده در این کتاب، می تواند به عنوان مرجع مفیدی در دروس دینامیک خاک، ژئوتکنیک لرزه ای، مبانی مهندسی لرزه ای در مقاطع کارشناسی ارشد و دکتری مورد استفاده دانشجویان و اساتید محترم در کلاس درس قرار گیرد.

مسعود پاکنهاد، احمد رضا مظاهری

۳-۲- نواحی با احتمال وقوع زمین لرزه‌های بزرگ.....	۳
۳-۳- لرزه خیزی به علت تحریک مخزن آب.....	۶
مراجع.....	۷

فصل چهارم: انتشار امواج در فضای الاستیک.....۹

۴-۱- موج‌های زلزله: موج برشی S.....	۱۰
۴-۲- موج‌های زلزله: موج طولی P.....	۱۱
۴-۳- ایده‌آل سازی انتشار موج قائم.....	۱۳
۴-۴- انتشار قائم موج برشی S در سطح زمین.....	۱۵
۴-۶- تمرین شماره ۱- بزرگ نمایی حرکت زمین.....	۱۹
۴-۷- امواج زلزله: موج رابلی.....	۲۹
۴-۸- امواج زلزله: موج لار.....	۳۱
۴-۹- پاسخ محیط الاستیک به تحریک سطحی.....	۳۳
۴-۱۰- انتقال و اثرات موج در محل تلاقی دو لایه (اینترفیس).....	۴۰
۴-۱۱- مناسبه انرژی موج لرزه ای.....	۴۱
۴-۱۲- ایجاد ارتعاش در زمین.....	۴۷
مراجع.....	۴۹

فصل پنجم: اثرات زمین لرزه.....۱

۵-۱- شدت حرکت زلزله.....	۲
۵-۲- شدت زلزله اصلاح شده.....	۴
۵-۳- ابزار آلات تعیین شدت زلزله.....	۵
۵-۴- بزرگی زلزله.....	۷

فصل اول: اصول مقدماتی در مکانیک خاک.....۱

۱-۱- خواص فیزیکی خاک.....	۲
۱-۲- وزن و دانسیته خاک.....	۳
۱-۳- تنش موثر و فشار آب جفزه ای.....	۵
۱-۴- ملاحظات و تغییرات حجم.....	۹
۱-۵- تغییر شکل برشی و مقاومت ماسه.....	۱۳
۱-۶- اتساع یا تغییرات حجم برشی.....	۱۴
۱-۷- آزمایش برش زهکشی نشده یا با حجم ثابت.....	۱۶
۱-۸- فشار آب جفزه ای اضافی و دیاگرام مسیر تنش.....	۱۷
۱-۹- دستگاه برش سه محوری.....	۲۰
۱-۱۰- نفوذ در غشا.....	۲۱
۱-۱۱- دینامیک مقدماتی.....	۲۳
۱-۱۲- آزمایش نفوذ استاندارد.....	۲۵
۱-۱۳- جریان آب زیرزمینی.....	۲۸
۱-۱۴- نوار برش.....	۳۱
مراجع.....	۳۲

فصل دوم: مقدمه.....۳۵

۲-۱- اهداف مهندسی ژئوتکنیک لرزه ای.....	۳۶
۲-۲- مسائل ژئوتکنیکی که در حین زلزله با آن مواجه می‌شویم.....	۳۷
۲-۳- دیاگرام کلی نمایش رابطه مابین مسائل لرزه ای ژئوتکنیک.....	۳۸

فصل سوم: دانش زلزله شناسی.....۳۹

۳-۱- گسیختگی گسل بعنوان علت زلزله.....	۴۰
--	----

۱۴۲	۱۷-۶- تمرین شماره ۲ تحلیل پاسخ دینامیکی بر روی خاک الاستیک
۱۴۳	مراجع

فصل هفتم: تحلیل شبه استاتیکی محدود ۱۴۵

۱۴۶	۱-۷- ضریب زلزله
۱۵۱	۲-۷- روش اصلاح شده ضریب زلزله
۱۵۳	۳-۷- حرکت قائم
۱۵۶	۴-۷- امتداد نیروی اینرسی زلزله در طراحی
۱۵۷	مراجع

فصل هشتم: آزمایشات صحرایی ۱۵۹

۱۶۰	۱-۸- آزمایشات صحرایی برای سرعت موج برشی
۱۶۱	۲-۸- عملیات اکتشاف در چاه بصورت معلق
۱۶۴	۳-۸- آزمایش عرضی گمانه
۱۶۵	۴-۸- روابط تجربی مابین Vs و N-SPT در خاک‌های آبرفتی
۱۶۷	۵-۸- رابطه مابین Vs و N-SPT در خاک‌های شنی
۱۶۹	۶-۸- رابطه مابین Vs و N-SPT در خاک‌های پلیستوسن
۱۷۱	۷-۸- روش انکسار لرزه‌ای برای اکتشاف و بررسی خاک
۱۷۳	۸-۸- تکنیک اثباته کردن برای حذف نویز از سیگنال
۱۷۶	۹-۸- تأثیر نفوذ وزنه سوئدی
۱۷۸	۱۰-۸- لرزه‌نگاری ضعیف (ریز لرزه)
۱۸۳	۱۱-۸- بررسی خاک با وسیله ثبت امواج سطحی
۱۸۶	مراجع

فصل نهم: پاسخ دینامیکی مدلهای حالت مدول خاک به فرم

۱۸۷	اعداد مختلط
۱۸۸	۱-۹- مدل کردن رابطه تنش - کرنش با اعداد مختلط
۱۹۰	۲-۹- نسبت میرایی در دینامیک خاک و نسبت میرایی بحرانی
۱۹۱	۳-۹- ارتعاش میرا در مدل اعداد مختلط
۱۹۳	۴-۹- ارتعاش اجباری در مدل اعداد مختلط

۷۹	۵-۵- تاریخچه زمانی حرکت زمین
۸۰	۶-۵- تأثیر وضعیت خاک محل بر روی حداکثر شتاب
۸۱	۷-۵- چند رکورد حرکت زلزله‌های مشهور
۸۳	۸-۵- حرکت زمین در حین زلزله مکزیک در سال ۱۹۸۵
۸۴	۹-۵- قدرت تاریخچه زمانی شتاب
۸۶	۱۰-۵- فاصله از منبع زلزله
۸۷	۱۱-۵- تخمین شدت حرکت زلزله
۸۸	۱۲-۵- تخمین زمان تداوم حرکت زلزله
۹۰	۱۳-۵- تعیین زلزله طراحی
۹۲	۱۴-۵- آسیب‌های زلزله در خانه‌های مسکونی
۱۰۰	۱۵-۵- مطالعات شناسایی خرابی‌های ناشی از زلزله
۱۰۴	مراجع

فصل ششم: آنالیز پاسخ دینامیکی ۱۲۵

۱۰۶	۱-۶- رفتار مستقل از نرخ کرنش در خاک رس
۱۰۷	۲-۶- اهمیت تجزیه و تحلیل جامع با اعداد مختلط
۱۰۸	۳-۶- پاسخ زودگذر
۱۱۲	۴-۶- انجام آنالیزها در دامنه زمانی یا دامنه فرکانسی
۱۱۴	۵-۶- انتگرال گیری عددی معادله حرکت در بازه زمانی
۱۱۶	۶-۶- روش بنای نیومارک
۱۱۹	۷-۶- مقدمه‌ای بر تحلیل پاسخ لرزه‌ای
۱۲۰	۸-۶- بزرگ نمایی حرکت در آبرفت سطحی
۱۲۳	۹-۶- اهمیت حرکت بیرون زدگی ها
۱۲۴	۱۰-۶- پاسخ لرزه‌ای خاک‌های چند لایه
۱۲۶	۱۱-۶- بزرگ نمایی حرکت در بالای تپه ها
۱۲۸	۱۲-۶- تحلیل بزرگ نمایی ناشی از تپه ها
۱۳۰	۱۳-۶- اثرات بزرگ نمایی محاسبه شده توپوگرافی تپه ای
۱۳۱	۱۴-۶- مشاهدات ثبت شده از اثرات توپوگرافی
۱۳۴	۱۵-۶- تئوری توابع بسل
۱۳۶	۱۶-۶- شرایط مرزی نامتناهی

۵۱	۱۵-۱۰- نسبت میرایی در خاک رس
۵۲	۱۶-۱۰- تأثیرات زمان تحکیم بر روی میرایی خاک رس
۵۴	۱۷-۱۰- منحنی های $G-\gamma$ و $h-\gamma$ در نمونه های دست نخورده
۵۵	۱۸-۱۰- تغییر شکل دینامیکی خاک های شنی
۵۷	۱۹-۱۰- جمع آوری نمونه های دست نخورده خاک
۶۲	۲۰-۱۰- روش منجمد کردن نمونه های ماسه ای
۶۲	۲۱-۱۰- میزان دست خوردگی نمونه
۶۵	۲۲-۱۰- رابطه مابین سرعت سطحی و کرنش در توده خاک
۶۶	۲۳-۱۰- رفتار سیکلی غیر خطی بتونیت سدیم
۶۸	۲۴-۱۰- رفتار سیکلی غیر خطی ضایعات جامد شهری
۷۸	مراجع

فصل یازدهم: مدل های تنش - کرنش

۸۰	۱-۱۱- مدل های تنش - کرنش هایپربولیک و رامبرگ - اسگود (Ramberg-Osgood)
۸۳	۲-۱۱- اتساع ماسه تحت اثر برش زهکشی شده چرخه ای
۸۶	۳-۱۱- تئوری الاستو پلاستیک
۹۱	۴-۱۱- اتساع در شرایط بارگذاری چرخه ای
۹۳	۵-۱۱- مدل فنرهای غیر خطی چندگانه
۹۶	۶-۱۱- تحلیل المان گسسته
۱۰۰	مراجع

۱۹۵	۵-۹- انتشار موج در خاک با مدل اعداد مختلط
۱۹۶	۶-۹- جواب های عددی حقیقی در زمین با مدول الاستیک مختلط
۱۹۸	۷-۹- بزرگ نمایی بستر بیرون زده در حالت زمین با مدول اعداد مختلط
۱۹۹	۸-۹- تمرین شماره ۴ تحلیل پاسخ توده خاک چند لایه
۲۰۰	۹-۹- تغییرات مدول برشی در محل تلاقی لایه های خاک
۲۰۳	۱۰-۹- مدل خطی معادل
۲۰۴	۱۱-۹- تئوری سری های فوری
۲۰۷	۱۲-۹- تحلیل طیف پاسخ با سری فوری
۲۱۱	۱۳-۹- تحلیل دینامیکی با مدل خطی معادل
۲۱۳	۱۴-۹- مثال تحلیل خطی معادل
۲۱۶	۱۵-۹- پردازش حرکت زلزله
۲۲۱	۱۶-۹- نکات بیشتر در باره مدل خطی معادل
۲۲۳	مراجع

فصل دهم: تست های آزمایشگاهی برای خصصه های دینامیکی

۲۲۵	خاک
۲۲۶	۱-۱۰- آزمایش ستون تشدید (رزونانس) بر روی خاک ها
۲۲۸	۲-۱۰- اصول اساسی در تفسیر اثرات بزرگ نمایی کرنش بر روی مدول برشی و نسبت میرایی
۲۲۹	۳-۱۰- عوامل موثر بر روی مدول و میرایی ماسه
۲۳۱	۴-۱۰- عوامل موثر در مدول و میرایی رس
۲۳۲	۵-۱۰- مدول برشی ماسه در دامنه کرنش کوچک
۲۳۶	۶-۱۰- اثرات دامنه کرنش بر روی مدول برشی
۲۳۸	۷-۱۰- اثرات تنش موثر بر روی مدول برشی ماسه
۲۳۹	۸-۱۰- نسبت میرایی ماسه
۲۴۰	۹-۱۰- وابستگی ماهیت رس به نرخ بارگذاری
۲۴۳	۱۰-۱۰- اثرات پلاستیسته بر روی رفتار سیکلی خاک های رس
۲۴۵	۱۱-۱۰- اثرات دانسیته بر روی مدول برشی خاک رس
۲۴۶	۱۲-۱۰- تأثیرات سن بر روی مدول برشی خاک رس
۲۴۸	۱۳-۱۰- تأثیرات دامنه کرنش بر روی مدول برشی خاک رس
۲۴۹	۱۴-۱۰- افت مدول برشی در خاک رس