

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

017007



پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله

۱۳۸۱ / ۲ / ۱۷

راهنمای نگارش پایان نامه کارشناسی ارشد
مهندسی زلزله

پایان نامه کارشناسی ارشد

مهندسی زلزله

موضوع

مداسازی اجزا محدود دیوارهای آجری غیر مسلح

دانشجو

محمد رضا خباز تمیمی

استاد راهنما

دکتر فریبرز ناطقی الهی

استاد مشاور

دکتر اصغر وطنی اسکویی

۴۰۳۳۹

۱۳۷۸

تقديم به آقای نوری دبیر
هندسه تحلیلی سال چهارم
ریاضی دبیرستان شهید مطهری
منطقه ۶ (هشترودی سابق) که
به من آینده را بخشید.

تشکر و قدردانی

در آغاز لازم است که از زحمات کلیه اساتید گرامی « پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله » ، علی الخصوص آقایان دکتر فریبرز ناطقی الهی و دکتر اصغر وطنی اسکویی که مرا در کلیه مراحل راهنمایی نمودند تشکر و قدردانی بنمایم.

استاد راهنما: دکتر فریبرز ناطقی الهی

امضاء

استاد مشاور: دکتر اصغر وطنی اسکویی

امضاء

استاد ممتحن: دکتر عبدالرضا سروقد مقدم

امضاء

استاد ممتحن: دکتر منصور ضیایی فر

امضاء

استاد مدعو: دکتر حمزه شکیب

امضاء

سرپرست تحصیلات تکمیلی: دکتر بهرخ حسینی هاشمی

امضاء



سرپرست تحصیلات تکمیلی
دانشگاه گیلان

اغلب ساختمانهای بنایی موجود قبل از طرح آخرین معیارهای طراحی لرزه ای و ساختمان سازی موجود در کشور ساخته شده اند. ساختمانهای بنایی اکثراً "دازای ضعف در مقاومت برشی داخل صفحه و کمانش خارج از صفحه می باشند و همچنین دارای شکل پذیری مطلوب نمی باشند. از اینرو در برابر نیروهای جانبی به شدت آسیب پذیر می باشند و زندگی ساکنین آنها به خطر انداخته و زیانهای مالی و جانی فراوانی پدید می آورند. بنابراین از هر جهت اهمیت مقاوم سازی اینگونه ساختمانها بشدت احساس می شود. از طرفی، قبل از تعیین روش بهسازی هر ساختمان رفتار حقیقی آن سازه تحت نیروی زلزله می بایستی که مشخص شده باشد. بدین منظور در این تحقیق دیوارهای آجری غیر مسلح بصورت رایانه ای توسط برنامه اجزا محدود ANSYS VER5.0 مدل نموده شدند تا بتوان اثر زلزله و نحوه تخریب آنها را ارزیابی نمود تا، با کمک اطلاعات بدست آمده نقاط ضعف دیوارهای آجری غیر مسلح را تعیین و نسبت به برطرف نمودن آنها اقدام نمود

فصل اول (مقدمه

۲	(۱-۱) مقدمه
۲	(۲-۱) رفتار دیوارهای آجری غیر مسلح
۳	(۱-۲-۱) دیوار منفرد
۵	(۲-۲-۱) چهار دیوار مسدود بدون سقف
۶	(۳-۲-۱) دو دیوار موازی بهمراه سقف
۶	(۴-۲-۱) چهار دیوار مسدود بهمراه سقف
۷	(۳-۱) تشریح ترکها و علل وقوع آنها در دیوارهای آجری غیر مسلح
۹	(۴-۱) مدلسازی دیوارهای آجری غیر مسلح

فصل دوم (مشخصات دینامیکی غیر خطی مصالح بنایی

۱۲	(۱-۲) خواص مصالح بنایی
۱۲	(۲-۲) مقاومت‌های مصالح بنایی
۱۳	(۳-۲) خواص مکانیکی مصالح بنایی
۱۳	(۱-۳-۲) نمونه مورد آزمایش
۱۵	(۲-۳-۲) ابزار آلات اندازه گیری حرکات دیوارها
۱۶	(۳-۳-۲) برنامه آزمایش
۱۷	(۴-۳-۲) فرمول بندی مدل
۲۲	(۵-۳-۲) ارزیابی مدل
۲۴	(۴-۲) خلاصه ای از مشخصات دینامیکی

فصل سوم (فرمول بندی ترک در مصالح بنایی

۲۶	(۱-۳) ترک در مصالح بنایی
۲۶	(۲-۳) فرمول بندی ترک
۲۶	(۱-۲-۳) ترک در بندهای ملات
۳۰	(۲-۲-۳) ترک در لایه های آجر
۳۲	(۳-۲-۳) فرمول بندی ترک در مدل مرکب

فصل چهارم) مدلسازی دیوارهای آجری غیر مسلح با برنامه اجزا محدود ANSYS

۳۲	۱-۴) مدلسازی دیوارهای آجری غیر مسلح
۳۵	۲-۴) مشخصات هندسی مدلها
۳۶	۳-۴) مشخصات مکانیکی نمونه ها
۲۰	۴-۴) جزئیات نام گذاری گره ها و المانهای مدل
۴۱	۵-۴) مشخصات المانهای مصرفی
۴۱	۱-۵-۴) المان PLANE42
۴۲	۲-۵-۴) المان LINK10
۲۵	۴-۴) زلزله های اعمالی به مدلها
۲۶	۵-۴) نام گذاری آنالیزها

فصل پنجم) نتیجه گیری

۴۹	۱-۵) نتایج خروجی آنالیزها
۲۹	۱-۱-۵) پاسخ دیوارها
۵۵	۲-۱-۵) وضعیت تنش در مدلها
۵۹	۳-۱-۵) ترک در دیوارها
۶۹	۲-۵) نتیجه گیری
۶۹	۳-۵) تحقیقات آتی

فهرست منابع و مراجع

۷۱	پیوست الف: برنامه اجزا محدود ANSYS
۸۲	پیوست ب: اطلاعات ورودی آنالیز EXAM1
۹۹	پیوست ج: برنامه کمکی CRACK.BAS

۳	شکل ۱-۱) رفتار دیوار آجری غیر مسلح تحت تحریکات عمود بر صفحه
۳	شکل ۲-۱) تخریب دیوار منفرد بر اثر واژگونی
۳	شکل ۳-۱) تخریب دیوار منفرد بر اثر واژگونی
۴	شکل ۴-۱) رفتار دیوار آجری منفرد تحت تحریکات داخل صفحه
۴	شکل ۵-۱) گسیختگی و لغزش برشی در دیوار آجری
۴	شکل ۶-۱) رفتار دیوار محصور در قاب
۴	شکل ۷-۱) رفتار دیوار محصور در قاب با اتصال ضعیف
۵	شکل ۸-۱) رفتار چهار دیوار مسدود بدون سقف
۵	شکل ۹-۱) ریزش کلی سقف بعلا شدن دیوارهای متعامد
۶	شکل ۱۰-۱) سقف بر روی دو دیوار
۷	شکل ۱۱-۱) چهار دیوار مسدود به همراه سقف
۷	شکل ۱۲-۱) الگوهای ترک نمونه در ساختمانهای آجری غیر مسلح
۸	شکل ۱۳-۱) ترکهای خارج از صفحه دیوارهای بنایی
۸	شکل ۱۴-۱) جدایی لایه های دیوارهای بنایی
۹	شکل ۱۵-۱) نمونه هایی از تخریب های ساختمانهای آجری در زلزله های گذشته
۱۲	شکل ۱-۲) تعیین مقاومت های مصالح بنایی
۱۴	شکل ۲-۲) نمای دیوار مورد آزمایش
۱۴	شکل ۳-۲) دیوار مورد آزمایش بر روی میز لرزان
۱۵	شکل ۴-۲) نمای کناری دیوار مورد آزمایش به همراه موقعیت دستگاه های اندازه گیری
۱۵	کل ۵-۲) ابعاد آجر مصرفی
۲۰	شکل ۶-۲) نمودار تغییر K برای نمونه مورد آزمایش
۲۱	شکل ۷-۲) منحنی پوش سختی
۲۲	شکل ۸-۲) منحنی پوش ضریب میرایی
۲۳	شکل ۹-۲) مقایسه شتاب تئوری و آزمایشگاهی لبه فوقانی دیوار
۲۳	شکل ۱۰-۲) مقایسه تغییر مکان نسبی لبه فوقانی دیوارها در حالت های تئوری و تجربی
۲۴	شکل ۱۱-۲) نمودار شماتیک تغییرات مدول ارتجاعی و ضریب میرایی با کرنش
۲۷	شکل ۱-۳) موقعیت قرار گیری بند ملات در آزمایش برش مستقیم
۳۰	شکل ۲-۳) نمودار سطح شکست ملات
۳۲	شکل ۳-۳) نمودار سطح شکست لایه های آجر
۳۲	شکل ۴-۳) منحنی سطح شکست مدل مرکب مصالح بنایی
۳۳	شکل ۵-۳) ناحیه بندی حالات مختلف مدل مرکب از لحاظ ترک خوردگی
۳۴	شکل ۱-۴) موقعیت قرار گیری دیوارهای مدل
۳۴	شکل ۹-۴) جزییات بارگذاری سقف طاق ضریبی
۳۶	شکل ۳-۴) جزییات اندازه گذاری نمونه های مدل شده
۳۶	شکل ۴-۴) جزییات کلافها
۳۷	شکل ۵-۴) منحنی سطح شکست مصالح بنایی
۳۹	شکل ۶-۴) نمودار جریان تصحیح منحنی تنش کرنش

۳۸	شکل ۲-۷) منحنی مدول الاستیسیته - کرنش
۳۸	شکل ۲-۸) منحنی نهایی تنش - کرنش مصالح بنایی
۴۰	شکل ۲-۹) جزئیات شماره گذاری گره ها
۴۱	شکل ۲-۱۰) جزئیات نام گذاری المانها
۴۲	شکل ۲-۱۱) المان PLANE42
۴۴	شکل ۲-۱۱) المان LINK10
۴۵	شکل ۲-۱۳) تاریخچه زمانی شتاب و سرعت و تغییر مکان زلزله الاسترو (برحسب m/s^2 و m/s و m)
۴۶	شکل ۲-۱۴) تاریخچه زمانی شتاب و سرعت و تغییر مکان زلزله ناغان (برحسب m/s^2 و m/s و m)
۵۰	شکل ۵-۱) تاریخچه زمانی تغییر مکان لبه فوقانی دیوار در مدل EXAM1
۵۰	شکل ۵-۲) تاریخچه زمانی تغییر مکان لبه فوقانی دیوار در مدل EXAM2
۵۱	شکل ۵-۳) تاریخچه زمانی تغییر مکان لبه فوقانی دیوار در مدل EXAM3
۵۱	شکل ۵-۴) تاریخچه زمانی تغییر مکان لبه فوقانی دیوار در مدل EXAM4
۵۲	شکل ۵-۵) تاریخچه زمانی تغییر مکان لبه فوقانی دیوار در مدل EXAM5
۵۲	شکل ۵-۶) تاریخچه زمانی تغییر مکان لبه فوقانی دیوار در مدل EXAM6
۵۳	شکل ۵-۷) تاریخچه زمانی تغییر مکان لبه فوقانی دیوار در مدل EXAM7
۵۳	شکل ۵-۸) تاریخچه زمانی تغییر مکان لبه فوقانی دیوار در مدل EXAM8
۵۴	شکل ۵-۹) پوش پاسخ دیوار در هر گام بارگذاری برای زلزله الاسترو
۵۴	شکل ۵-۱۰) پوش پاسخ دیوار در هر گام بارگذاری برای زلزله ناغان
۵۵	شکل ۵-۱۱) تنش قائم برحسب Pa در مدل EXAM1
۵۵	شکل ۵-۱۲) تنش برشی برحسب Pa در مدل EXAM1
۵۶	شکل ۵-۱۳) تنش قائم برحسب Pa در مدل EXAM2
۵۶	شکل ۵-۱۴) تنش برشی برحسب Pa در مدل EXAM2
۵۶	شکل ۵-۱۵) تنش قائم برحسب Pa در مدل EXAM3
۵۶	شکل ۵-۱۶) تنش برشی برحسب Pa در مدل EXAM3
۵۶	شکل ۵-۱۷) تنش قائم برحسب Pa در مدل EXAM4
۵۶	شکل ۵-۱۸) تنش برشی برحسب Pa در مدل EXAM4
۵۷	شکل ۵-۱۹) تنش قائم برحسب Pa در مدل EXAM5
۵۷	شکل ۵-۲۰) تنش برشی برحسب Pa در مدل EXAM5
۵۷	شکل ۵-۲۱) تنش قائم برحسب Pa در مدل EXAM6
۵۷	شکل ۵-۲۲) تنش برشی برحسب Pa در مدل EXAM6
۵۸	شکل ۵-۲۳) تنش قائم برحسب Pa در مدل EXAM7
۵۸	شکل ۵-۲۴) تنش برشی برحسب Pa در مدل EXAM7
۵۸	شکل ۵-۲۵) تنش قائم برحسب Pa در مدل EXAM8
۵۸	شکل ۵-۲۶) تنش برشی برحسب Pa در مدل EXAM8
۶۵	شکل ۵-۲۷) نمودار بارامتر ترک خوردگی به تفکیک آنالیزهای آنگانه
۶۵	شکل ۵-۲۸) وضعیت ترک مدل EXAM1 در گام بارگذاری ۲۵۱ ام
۶۶	شکل ۵-۲۹) وضعیت ترک مدل EXAM2 در گام بارگذاری ۲۰۷ ام

۶۶	شکل ۳۰-۵) وضعیت ترک مدل EXAM3 در گام بارگذاری ۲۱۳ ام
۶۶	شکل ۳۱-۵) وضعیت ترک مدل EXAM4 در گام بارگذاری ۲۰۷ ام
۶۷	شکل ۳۲-۵) وضعیت ترک مدل EXAM5 در گام بارگذاری ۱۵۹ ام
۶۷	شکل ۳۳-۵) وضعیت ترک مدل EXAM6 در گام بارگذاری ۱۲۱ ام
۶۷	شکل ۳۴-۵) وضعیت ترک مدل EXAM7 در گام بارگذاری ۱۳۹ ام
۶۸	شکل ۳۵-۵) وضعیت ترک مدل EXAM8 در گام بارگذاری ۱۲۱ ام
۶۸	شکل ۳۶-۵) وضعیت ترک مدل EXAM9

۱۶	جدول ۱-۲) مقادیر ورودی و پاسخ نمونه های مورد آزمایش
۲۱	جدول ۲-۲) مقادیر متغیرهای موثر
۲۲	جدول ۱-۴) اطلاعات ورودی المان PLANE42
۴۳	جدول ۲-۴) اطلاعات خروجی المان PLANE42
۲۴	جدول ۳-۴) اطلاعات ورودی المان LINK10
۲۵	جدول ۲-۴) اطلاعات خروجی المان LINK10
۲۷	جدول ۵-۲) جزییات نام گذاری آنالیزهای انجام شده
۵۹	جدول ۱-۵) لیست گره های ترک خورده در مدل EXAM1
۶۰	جدول ۲-۵) لیست گره های ترک خورده در مدل EXAM2
۶۱	جدول ۴-۵) لیست گره های ترک خورده در مدل EXAM4
۶۲	جدول ۳-۵) لیست گره های ترک خورده در مدل EXAM3
۶۲	جدول ۵-۵) لیست گره های ترک خورده در مدل EXAM5
۶۳	جدول ۶-۵) لیست گره های ترک خورده در مدل EXAM6
۶۳	جدول ۷-۵) لیست گره های ترک خورده در مدل EXAM7
۶۴	جدول ۸-۵) لیست گره های ترک خورده در مدل EXAM8
۶۴	جدول ۹-۵) مقادیر حداکثر پاسخ و بارامتر ترک به تفکیک آنالیزها

فصل اول : مقدمه

اغلب ساختمانهای بنایی موجود قبل از طرح آخرین معیارهای طراحی لرزه ای ساختمان سازی موجود در کشور ساخته شده اند و از سوی دیگر این ساختمانها اکثراً دارای ضعف در مقاومت برشی داخل صفحه و کماتش خارج از صفحه خود می باشند و همچنین دارای شکل پذیری مطلوب نمی باشند. از اینرو مجموع عوامل فوق سبب می شود که ساختمانهای مصالح بنایی در برابر نیروهای جانبی به شدت آسیب پذیر بوده و زندگی ساکنین آنها به خطر انداخته و زیانهای مالی و جانی فراوانی بسار بیاورند. بنابراین از هر جهت اهمیت مقاوم سازی اینگونه ساختمانها بشدت احساس می شود. اما قبل از هر چیز و تعیین روش مقاوم سازی نکته ای که بسیار اهمیت دارد این می باشد که رفتار مصالح بنایی تحت نیروهای جانبی زمین لرزه می بایستی که کاملاً مشخص شده باشد تا بتوان با ارزیابی دیوارهای یک ساختمان بنایی مشخص نمود که آیا ساختمان فوق نیاز به تقویت داشته و یا اینکه توانایی تحمل نیروهای ناشی از زمین لرزه را دارد.

نکته جالب این می باشد که با وجود مصارف گسترده و تاریخی مصالح بنایی، مشکلات مهندسی این مصالح همچنان باقی می باشد، بدین منظور در این تحقیق سعی بر این شده است که این مشکل را برطرف نموده تا بتوان بنحو مطلوبی دیوارهای آجری غیر مسلح را بصورت رایانه ای مدل نمود و ترکهای احتمالی ناشی از بارگذاری زلزله را بر روی دیوارها مشخص نمود.

1-2) رفتار دیوارهای آجری غیر مسلح

در هنگام وقوع زلزله های شدید دیوارها چنانچه بخوبی به سقف مهار نشده باشند شروع بجداً شدن نموده و از محل خود جابجا می شوند. همچنین دیوارهای عمود بر هم در محل اتصال خود ترک خورده و از یکدیگر جدا می شوند این موضوع سبب می شود که شرایط هندسی مختلفی برای دیوارها بوجود بیاید که با توجه به هر کدام از این شرایط به اختصار مکانیزم گسیختگی مربوط به آن حالت شرح داده می شود که این شرایط شامل موارد زیر می باشد:

1) دیوار منفرد

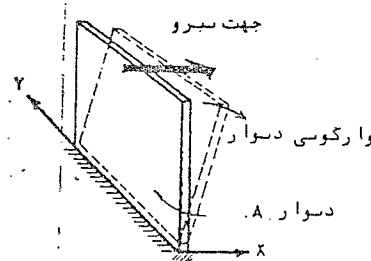
2) چهار دیواری مسدود بدون سقف

3) دو دیوار موازی بهمراه سقف

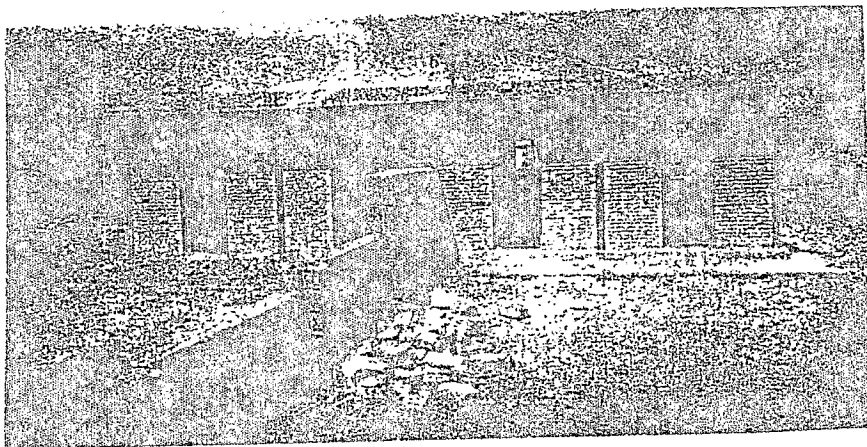
4) چهار دیواری مسدود بهمراه سقف

۱-۲-۱ دیوار منفرد

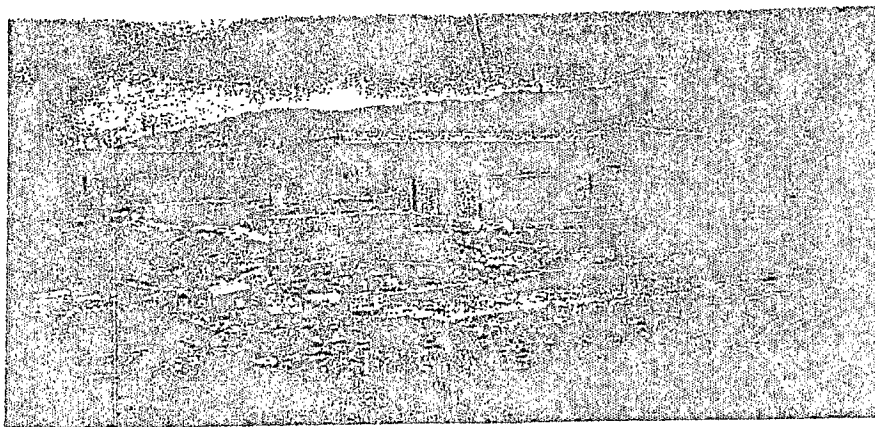
هرگاه دیوار منفردی تحت تحریکات ناشی از زمین لرزه در راستای عمود بر صفحه خود قرار گیرد، نیرویی که بر جرم دیوار اثر می کند در جهت واژگونی دیوار خواهد بود و از آنجایی که نیروی مقاوم در این حالت به مقاومت کششی ملات بستگی دارد که عملاً "بسیار کم می باشد، در نتیجه دیوار بر اثر واژگونی تخریب می شود (شکلهای ۱-۱ و ۲-۱ و ۳-۱).



شکل ۱-۱ رفتار دیوار آجری غیر مسلح تحت تحریکات عمود بر صفحه [۶]



شکل ۲-۱ تخریب دیوار منفرد بر اثر واژگونی [۹]



شکل ۳-۱ تخریب دیوار منفرد بر اثر واژگونی [۹]