

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

۴۵۸۳۲



دانشگاه تربیت مدرس

دانشگاه تربیت مدرس
دانشکده فنی و مهندسی

وزارت اطلاعات و آمار علمی ایران
گنجینه اسناد

۱۳۸۲ / ۴ / ۲۰

پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی عمران - مهندسی زلزله

تأثیر نحوه تشکیل مفاصل پلاستیک در رفتار لرزه ای قابهای
خمشی فولادی

کاوه وثوقی

استاد راهنما:

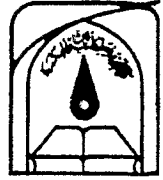
دکتر فرهاد دانشجو

استاد مشاور:

دکتر فریبرز ناطقی الهی

زمستان ۱۳۸۱


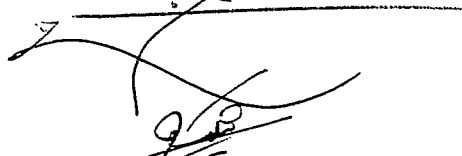

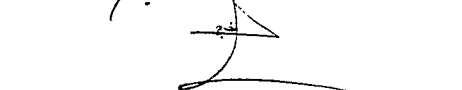

۴۵۸۳۳



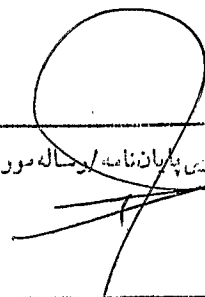
دانشگاه تریت مدرس

تاییدیه هیات داوران

آقای کاوه وثوقی پایان نامه ۶ واحدی خود را با عنوان تأثیر نحوه تشکیل مفاصل پلاستیک در رفتار لرزه‌ای قابهای خمشی فولادی در تاریخ ۸۱/۱۱/۲۰ ارائه کردند. اعضای هیات داوران نسخه نهائی این پایان نامه را از نظر فرم و محتوی تایید و پذیرش آنرا برای تکمیل درجه کارشناسی ارشد رشته مهندسی عمران باگرایش زلزله پیشنهاد می‌کنند.

<u>امضاء</u>	<u>نام و نام خانوادگی</u>	<u>اعضای هیات داوران</u>
	آقای دکتر دانشجو	۱- استاد راهنما:
	آقای دکتر ناطقی الهی	۲- استاد مشاور:
	آقای دکتر شکیب	۳- استادان ممتحن:
	آقای دکتر برگی	
	آقای دکتر خاجی	۴- مدیر گروه:
		(یا نماینده گروه تخصصی)

این نسخه به عنوان نسخه نهایی پایان نامه / رساله مورد تأیید است.
امضای استاد راهنما:





بسمه تعالی

آیین‌نامه چاپ پایان‌نامه (رساله)‌های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان‌نامه (رساله)‌های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس، مبین بخشی از فعالیت‌های علمی - پژوهشی دانشگاه است بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش‌آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می‌شوند:

ماده ۱ در صورت اقدام به چاپ پایان‌نامه (رساله)ی خود، مراتب را قبلاً به طور کتبی به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اطلاع دهد.

ماده ۲ در صفحه سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه)، عبارت ذیل را چاپ کند:
کتاب حاضر، حاصل پایان‌نامه کارشناسی ارشد / رساله دکتری نگارنده در رشته ^{مهندسی عمران} ^{مهندسی عمران} ^{مهندسی عمران} است
که در سال ۱۳۸۱ در دانشکده ^{مهندسی عمران} دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی سرکار خانم / جناب
آقای دکتر ^{محمد داغی} مشاوره سرکار خانم / جناب آقای دکتر ^{فریدون زاهدی} و مشاوره سرکار
خانم / جناب آقای دکتر _____ از آن دفاع شده است.

ماده ۳ به منظور جبران بخشی از هزینه‌های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت چاپ) را به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می‌تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر در معرض فروش قرار دهد.

ماده ۴ در صورت عدم رعایت ماده ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ شده را به عنوان خسارت به دانشگاه تربیت مدرس، تأديه کند.

ماده ۵ دانشجو تعهد و قبول می‌کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می‌تواند خسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصول کند؛ به علاوه به دانشگاه حق می‌دهد به منظور استیفای حقوق خود، از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در ماده ۴ را از محل توقیف کتابهای عرضه شده نگارنده برای فروش، تأمین نماید.

ماده ۶ اینجانب ^{کاوه دوبری} دانشجوی رشته ^{مهندسی عمران} مقطع کارشناسی ارشد تعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می‌شوم.

نام و نام خانوادگی: کار و دوستی

تاریخ و امضا:

۸۲/۱/۱۴

فرز اطلاعات
مهندسی عمران

تقدیم به پدر و مادرم

که هرچه دارم از آنهاست

تشکر و قدردانی

بر خود واجب می‌دانم که تشکر صمیمانه خود را از استاد ارجمند جناب آقای دکتر فرهاد دانشجو که راهنمایی این تحقیق را قبول نموده‌اند ابراز نمایم. از استاد عزیز جناب آقای دکتر فریبرز ناطقی الهی که مشاوره این تحقیق را به عهده داشته‌اند کمال تشکر را دارم. از آقای مهندس سید محمد میرجلیلی که در پیشبرد این تحقیق نقش مؤثری داشته‌اند سپاسگذارم. همچنین از آقایان مهندس محمد سلامت، مهندس رحمت کریمی‌زاده، مهندس عباس قاسمی، مهندس علیرضا نظامی و خالد رمضان‌زاده صمیمانه تشکر می‌نمایم.

چکیده:

تشکیل مفاصل پلاستیک و نحوه توزیع آنها و مکانیزم شکست نقش بسیار مهمی را در طراحی لرزه ای سازه می تواند ایفا نماید. نوع مکانیزم بر حساسیت قاب نسبت به اثرات ثانویه و مقدار شکل پذیری کلی و موضعی و میزان جذب انرژی و پایداری سازه تا قبل از خسارت و ناپایداری کلی و انهدام اثر می گذارد. مکانیزم شکست قابهای خمشی تحت اثر زلزله را می توان در سه نوع عمده (اول و دوم و سوم) در نظر گرفت. مکانیزم نوع اول مکانیزم حاصل از ایجاد مفاصل در تیرها و ستونهای چند طبقه اول به بالا و مکانیزم نوع دوم مکانیزم حاصل از ایجاد مفاصل در تیرها و ستونهای چند طبقه فوقانی و مکانیزم نوع سوم مکانیزم یک طبقه میانی را شامل می شود. مکانیزم شکست نوع سراسری یا کلی یک حالت خاص مکانیزم نوع دوم می باشد که در آن مفاصل پلاستیک در دو انتهای تیرها و در ستونهای طبقه اول در نزدیکی اتصال به شالوده می باشد این نوع مکانیزم بر اساس تحقیقات انجام شده بیشترین میزان جذب انرژی را در برابر زلزله از خود نشان می دهد.

هدف از این تحقیق بررسی نحوه تشکیل مفاصل پلاستیک و در نتیجه نوع مکانیزم شکست در رفتار لرزه ای قابهای خمشی فولادی است. برای رسیدن به این هدف در این تحقیق نه قاب فولادی خمشی سه، شش و ده طبقه و یک، دو و سه دهانه با آئین نامه ۵۱۹ و ۲۸۰۰ بارگذاری و توسط آئین نامه ایران (مقررات ملی ساختمانی ایران (مبحث دهم)) و بدون در نظر گرفتن معیار نسبت مقاومت ستون به تیر (در هر اتصال) آئین نامه ۲۸۰۰ در قابهای خمشی ویژه و با در نظر گرفتن این معیار و روش ستونهای یکسان و روش آقای گرسی و روش نهایی طراحی گردیده و تحت اثر سه زلزله طبس، ناغان و السترو و توسط نرم افزار DRAIN 2DX آنالیز غیر خطی دینامیکی شده اند. در حالت طراحی با آئین نامه ایران در قابها عموماً مکانیزم نوع سه رخ می دهد و شکل پذیری بسیار کم است. در حالت کنترل معیار ۲۸۰۰ مکانیزم عموماً مکانیزم نوع اول در چند طبقه اول می باشد و شکل پذیری بهتر است. در حالت ستونهای یکسان و استفاده از روش گرسی مکانیزم نزدیکتر به مکانیزم نوع سراسری است و در نتیجه مقاومت و شکل پذیری سازه بهتر است. در روش نهایی که با سعی و خطا انجام گردید نتیجه حاصل از پژوهش نشان داد که مکانیزم سراسری در هنگام شکست بوجود می آید و شکل پذیری آن نسبت به روشهای قبلی مطلوبتر و مقاومت آن بیشتر است.

کلمات کلیدی: قابهای فولادی، طراحی لرزه ای، مفاصل پلاستیک، نحوه شکست، رفتار دینامیکی غیر خطی.

۱	فصل اول مقدمه
۲	..... (۱-۱) مقدمه
۴	..... (۲-۱) طرح مسئله
۴	..... (۱-۲-۱) بحث کلی
۴	..... (۲-۲-۱) تأثیر بر ضریب پایداری
۱۵	..... (۳-۲-۱) تأثیر بر ظرفیت چرخشی مورد نیاز
۱۶	..... (۴-۲-۱) تأثیر بر توزیع خسارت
۱۹	..... (۳-۱) مروری بر تاریخچه تحقیقات

فصل دوم طراحی قابها با روشهای مختلف

۳۴	
۳۵	..... (۱-۲) مقدمه
۳۵	..... (۲-۲) طراحی بر اساس مبحث دهم مقررات ملی
۳۸	..... (۳-۲) کنترل معیار ۲۸۰۰
۳۹	..... (۴-۲) یکسان کردن ستونها در طبقه
۴۰	..... (۴-۲) طراحی قابها با روش GHERSI

فصل سوم تحلیل غیرخطی دینامیکی

۶۲	
۶۳	..... (۱-۳) مقدمه
۶۴	..... (۲-۳) معادله تعادل نموی حرکت
۶۵	..... (۳-۳) روش انتگرال گیری مستقیم گام به گام از معادلات حرکت
۶۶	..... (۱-۳-۳) روش شتاب خطی
۶۶	..... (۲-۳-۳) روش شتاب متوسط
۶۹	..... (۴-۳) خطاهای عددی موجود

۷۰	..... ( ۵-۳) ماتریس سختی المانها
۷۰	..... ( ۱-۵-۳) المان تیر ستون
۷۳	..... ( ۲-۵-۳) المان خریا
۷۶	..... ( ۶-۳) المان اتصال نیمه صلب
۷۷	..... ( ۷-۳) ماتریس میرایی سازه
۷۹	..... ( ۸-۳) قابلیت نرم افزار DRAIN-2DX, DRAIN-2D

۸۰ فصل چهارم بررسی نحوه تشکیل مفاصل پلاستیک

۸۱	..... ( ۱-۴) مقدمه
۸۱	..... ( ۲-۴) بررسی نحوه تشکیل مفاصل پلاستیک
۱۱۹	..... ( ۳-۴) بررسی شکل پذیری قابها

۱۳۱ فصل پنجم نتیجه گیری و پیشنهادات

۱۳۲	..... ( ۱-۵) نتیجه گیری
۱۳۶	..... ( ۲-۵) پیشنهادات

- شکل (۱-۱) نمایش شیب نزولی منحنی α - δ (ضریب پایداری) ۵
- شکل (۲-۱) انواع مکانیزم‌های شکست قابهای خمشی تحت اثر بارهای افقی لرزه ای ۵
- شکل (۳-۱) جابجایی‌های مجازی افقی و عمودی ۷
- شکل (۴-۱) قابهای شش طبقه : تأثیر مکانیزم شکست ۱۴
- شکل (۵-۱) قابهای نه طبقه : تأثیر مکانیزم شکست ۱۴
- شکل (۶-۱) قابهای دوازده طبقه : تأثیر مکانیزم شکست ۱۵
- شکل (۷-۱) مقادیر ضریب تمرکز خسارت برای طرحهای مختلف سازه ای ۱۸
- شکل‌های مربوط به تحقیق آقای « گرسی » ۲۲
- شکل‌های مربوط به تحقیق آقای « دویینا » ۲۳
- شکل‌های مربوط به تحقیق آقای « گرسی » ۲۸
- شکل‌های مربوط به تحقیق آقای « آری برت » ۳۲
- شکل (۱-۲) مکانیزم شکست سراسری ۴۲
- شکل (۲-۲) تعادل قسمت پایینی طرح ۴۲
- شکل (۳-۲) ضرایب واقعی و تقریبی نسبت مجموع ممان خمشی ستونهای طبقه اول به ممان خمشی تیرهای آن طبقه ۴۲
- شکل (۴-۲) مشخصات قابهای سه طبقه (a) یک دهانه (b) دو دهانه (c) سه دهانه ۴۹

- شکل (۲-۵) مشخصات قابهای شش طبقه (a) یک دهانه (b) دو دهانه (c) سه دهانه ۵۰
- شکل (۲-۶) مشخصات قابهای ده طبقه (a) یک دهانه (b) دو دهانه (c) سه دهانه ۵۱
- شکل (۳-۱) روابط ممان-انحنای و ممان-چرخش ۷۱
- شکل (۳-۲) سطوح اندرکنش گسیختگی المان تیر ستون ۷۲
- شکل (۳-۳) مؤلفه های تغییر شکل در المان تیر ستون ۷۲
- شکل (۳-۴) رفتار نیرو تغییر مکان المان خریا ۷۴
- شکل (۳-۵) نحوه تفکیک رفتار المان به دو مؤلفه الاستیک و غیرالاستیک ۷۴
- شکل (۳-۶) مؤلفه های تغییر شکل المان خریا ۷۵
- شکل (۳-۷) منحنی تغییرات نمودار M-θ اتصال نیمه صلب ۷۶
- شکل (۳-۷) شتاب نگاشت زلزله های طبس و ناغان و السترو ۸۲
- شکل های مربوط به نحوه تشکیل مفاصل پلاستیک در هنگام شکست در قابهای طراحی شده با روشهای (a) آیین نامه ایران (b) کنترل ۲۸۰۰ (c) ستونهای همسان (d) گرسی (e) نهایی تحت اثر زلزله طبس ناغان و السترو ۹۲
- شکل (۴-۲۸) تعاریف مختلف جابجایی تسلیم ۱۲۱
- شکل (۴-۲۹) تعاریف مختلف جابجایی نهایی ۱۲۳
- منحنی های جابجایی بام-برش پایه برای قابهای مختلف طراحی شده با روشهای مختلف ۱۲۶

فهرست جداول

صفحه

۲۸	..... جدول (۱-۱) مشخصات قابهای مختلف در تحقیق آقای گرسی
۵۳	..... جداول مشخصات مقاطع در قابهای مختلف
۹۰	..... جدول (۱-۴) میزان افزایش مصالح مصرفی نسبت به طراحی بر اساس آئین نامه ایران
	..... جدول (۲-۴) نسبت مجموع مقاومت خمشی ستونهای یک طبقه به تیرهای آن طبقه
۹۱	..... در روش نهائی

فصل اول

مقدمه

کشور ایران به عنوان یکی از کشورهای زلزله خیز جهان در طی سالیان گذشته همواره در معرض زلزله های ویران کننده قرار داشته است. شرایط طبیعی زمین ساختاری ایران از نقطه نظر استعداد وقوع زلزله های مخرب ایجاب می کند که مسأله مصون سازی جامعه را از هر لحاظ در مقابل آثار زلزله به طور جدی در دستور کار قرار گیرد و به ویژه از نظر ایجاد بناهای مقاوم در مقابل زلزله به طور جدی مراعات گردیده و مقررات مربوطه به مرحله اجرا در آید.

در میان سیستمهای سازه ای مورد استفاده در سازه ها کاربرد سیستم قاب خمشی در کشور ما در طیف وسیعی بکار می رود لذا شناخت دقیق و کامل عملکرد این سیستم در مقابل زلزله ها یک امر واجب و ضروری می باشد. از آنجا که نوع مکانیزم شکست سازه روی شکل پذیری و مقاومت و توزیع خسارت اثر مستقیم دارد بنابراین سعی می شود سازه طوری طراحی گردد که مکانیزم شکست بطوری باشد که این خصوصیات سازه را بهتر کند. اگر شکست سازه بصورت سراسری باشد چون شکل پذیری سازه نیز بهتر می شود در نتیجه شکست بصورت نرم اتفاق می افتد و شکست ترد رخ نمی دهد، بنابراین در هنگام زلزله افرادی که در ساختمان ساکن هستند فرصت پیدا می کنند که ساختمان را تخلیه نمایند.

در آئین نامه های لرزه ای جدید کاهش شکل پذیری موجود بنحاضر مکانیزم شکست نامطلوب برای محاسبه معیارهای طراحی که هدف آن بهره برداری از ذخایر پلاستیک از طرح سازه می باشد، در نظر گرفته می شود بنابراین بیشتر توجه به سمت آماده سازی قواعد طراحی ساده ایست که توانایی رسیدن به شکست سازه ها در مدهای سراسری را داشته باشد. برخی از این قواعد به نوعی در آئین

نامه های ECCS , EUROCODE 8 , UBC 90 , LRFD-AISC , CONR-GNDT و مقالات تحقیقاتی آورده شده است. همچنین در آئین نامه ۲۸۰۰ ایران هم یک نسبت مقاومت ستون به تیر داده شده است که برای بهبود مکانیزم شکست می باشد. البته توجه به این نکته ضروری است که هرچند حصول اطمینان از نوع شکست سراسری هنوز کاملاً میسر نیست در نظر گرفتن معیارهای طراحی و امکان طراحی سازه طوریکه حتی بدون دست یابی به مکانیزم شکست سراسری بتوان زلزله های شدید را تحمل کند خیلی مهم به نظر می رسد، زیرا قوانین طراحی ساده ای که باعث شکست سازه از نوع سراسری شوند هنوز در دسترس نمی باشد.

در این تحقیق در فصل اول ابتدا به طرح مسئله پرداخته می شود و تأثیر مکانیزم شکست بر ضریب پایداری (شیب شاخه نزولی منحنی $F-\delta$) و در نتیجه شکل پذیری سازه و همچنین تأثیر آن بر ظرفیت چرخشی مقطع و توزیع خسارت بررسی می گردد و سپس مروری بر تاریخچه تحقیقات انجام می شود. در فصل دوم قابهای سه، شش و ده طبقه و یک دو و سه دهانه با روشهای مختلف طراحی می گردند. در فصل سوم آنالیز دینامیکی غیر خطی توضیح داده می شود و همچنین به معرفی برنامه غیر خطی آنالیز سازه ها DRIN-2DX پرداخته می شود و در فصل چهارم قابهای مختلفی که با روشهای مختلف طراحی شده اند تحت اثر زلزله های طبرس و ناغان و السترو آنالیز غیر خطی دینامیکی می شوند و نحوه تشکیل مفاصل پلاستیک در هنگام شکست سازه در آنها بررسی می شود و سپس شکل پذیری قابها بررسی می شود و برای قابهایی که با روشهای مختلف طراحی شده اند نمودارهای برشی پایه به جابجایی بام آورده می شود. در فصل پنجم نتیجه هایی که از این تحقیق بدست آمده بصورت خلاصه آورده می شود و همچنین توصیه هایی در مورد طراحی پیشنهاد می گردد. در ادامه در بخش (۱-۲) نقش مکانیزم شکست در طراحی لرزه ای سازه ها بررسی می شود.