۱۵/۱۹ ق

سازمان اطلاعات و امنیت کشور ایران
کمیته مرکزی

۴۰۳۲۷

۱۳۸۱ /۱۲/ ۲۰

پایان نامه کارشناسی ارشد

مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران
تحویل مدارک

017020

موضوع :

تعیین ضریب رفتار ساختمانهای بتن‌آرمه دارای دیوار برشی ومقایسه آن با ضرایب پیشنهادی آیین‌نامه‌های ۲۸۰۰ و UBC 97

۴۳۲۷

استاد راهنما:

دکتر فریبرز ناطقی الهی

دانشجو :

حسین رضازاده

۱۳۷۸

۴۰۳۲۷

محل امضاء اساتید

۱۳۸۱ /۲/ ۲۰

استاد راهنما : دکترفریبرزناطقی الهی

استاد مدعو(ازدانشگاه شریف): دکترعبدالرضا جغتایی

اساتید ممتحن (پژوهشگاه):

دکتربهرخ هاشمی حسینی

دکتر مهران تیو

دکترمحمود حسینی

باسپاس پروردگار مهربان

تشکر و قدردانی

از آقای دکتر ناطقی الهی که راهنمای من در انجام این پایان‌نامه بودندوهمچنین از کلیه اساتید پژوهشگاه بین المللی زلزله‌شناسی ومهندسی زلزله بویژه آقای دکتر غفوری آشتیانی که مساعدتهای آموزشی فراوانی در دوران تحصیل‌مان انجام داده‌اند تشکر می‌نمایم.

همچنین از پدر و مادر عزیزم و اعضا خانواده که مشوق و یاور دیرینه‌ام هستند، قدردانی می‌نمایم.

و از دوستان عزیزی که راهنمایی‌های سودمندشان در این پایان‌نامه استفاده شده است،سپاسگزاری می‌کنم.

امید است این پایان‌نامه ،برای دانش‌پژوهان و محققین دیگر در زمینه رفتار سازه‌های بتن آرمه در حین زلزله سودمند گردد.

فهرست مندرجات

عنوان	صفحه
-بسم‌الله‌الرحمن‌الرحیم	الف
-عنوان پایان‌نامه	ب
-محل امضای اساتید	ج
-تقدیر و تشکر	د
-فهرست مندرجات	ه
-چکیده	۱
-فصل اول-مقدمه	۲
-فصل دوم -ضریب رفتار در آیین‌نامه‌های زلزله	۶
۲-۱-تاریخچه روش ا ستاتیکی معادل	۷
۲-۲- ضریب کاهش نیروهای زلزله	۸
۲-۳-طیف غیر الاستیک در آیین‌نامه‌های زلزله	۹
۲-۴- ضریب اضافه مقاومت	۱۶
۲-۵- ضریب شکل پذیری (μ_s)	۱۹
۲-۶- رابطه R_μ ،μ_s و T	۲۱
۲-۷- ضریب تشدید تغییر مکان جانبی C_d	۲۴
۲-۸- رابطه بین Δ_{eu} ،Δ_{max}	۲۶
فصل سوم - رفتار غیر خطی سازه های بتن آرمه	۳۵
۳-۱- رفتار غیر خطی بتن	۳۶
۳-۲- رفتار غیر خطی آرماتور فلزی	۳۷
۳-۳- رفتار هیسترتیک اعضای قابهای بتنی مسلح	۳۷
۳-۳-۱- رفتارهای هیسترتیک تیرهای بتنی مسلح	۳۷
۳-۳-۲- رفتار هیسترتیک ستونهای بتن مسلح	۳۹
۳-۳-۳- رفتار هیسترتیک اتصالات بتن مسلح	۴۰
۳-۴- انواع متداول دیوارهای برشی	۴۲
۳-۵- شکل پذیری	۴۸

عنوان	صفحه
۳-۶- جذب و استهلاک انرژی	۴۸
فصل چهارم - روشهای تعیین طیف غیر ارتجاعی	۵۵
۴-۱- مقدمه	۵۶
۴-۲- تهیه طیف غیر ارتجاعی از طیف ارتجاعی - ضریب کاهش R	۵۷
۴-۲-۱- طیف طراحی ارتجاعی وغیر ارتجاعی نیو مارک و هال	۵۸
۴-۲-۲- روش لای و بیگز	۶۴
۴-۲-۳- روش مستقل هرنرید	۶۶
۴-۲-۴- روش ا لقدمسی و محرز	۶۸
۴-۲-۵- نتیجه گیری و بحث- رهیافتی به مبانی آیین نامه ها	۷۰
۴-۲-۵-۱- مطالعات ریدل و همکارانش	۷۱
۴-۲-۵-۲- مطالعات ویدیک و همکارانش	۷۳
۴-۲-۵-۳- مطالعات رهنما و کراوینکلر- ناصرو استراس و کراوینکلر	۷۶
-فصل پنجم -تحلیل استاتیکی غیر خطی مدلها	۱۱۷
۵-۱-مدلهای انتخابی	۱۱۸
۵-۲-آنالیز غیر خطی استاتیکی قابها	۱۱۹
۵-۳-برنامه Drain 2dx	۱۲۰
۵-۴-برنامه RFACTOR	۱۲۲
۵-۵-شکل پذیری	۱۲۴
۵-۶-ضریب رفتار	۱۲۶
۵-۷-مقایسه ضریب در رفتار آیین‌نامه‌های ۲۸۰۰و UBC97	۱۲۹
-فصل ششم -نتایج	۱۸۶
۶-۱-نتیجه گیری	۱۸۷
۶-۲- توصیه برای تحقیقات آتی	۱۸۹
-پیوست ۱-مشخصات سازه‌ای مدلهای انتخابی	۱۹۰
-مراجع	۲۱۱

چکیده

سازه‌های بتن‌آرمه دارای دیوار برشی یکی از مناسب‌ترین سیستمهای مقاومت در برابر نیروهای جانبی می‌باشد. ضریب رفتار این سازه‌ها که برای لحاظ کردن میزان جذب انرژی و استهلاک آن در آیین‌نامه‌های زلزله مورد استفاده قرار دارد، موضوع این پایان‌نامه است. از آنجا که ضریب رفتار به عواملی نظیر شکل‌پذیری و اضافه مقاومت بستگی دارد، سعی شده است تا برای سیستمهای بتن‌آرمه با تعداد طبقات مختلف این پارامترها تعیین گردد.

در فصل دوم نحوهٔ ارائه ضریب کاهش نیروهای زلزله در آیین‌نامه‌های زلزله و پارامترهای تعیین کنندهٔ این ضریب بررسی شده است. در فصل سوم، رفتار غیرخطی سازه‌های بتن‌آرمه و دیوارهای برشی بتن‌آرمه بررسی گردیده است. در فصل چهارم روشهای تبدیل طیف ارتجاعی به طیف غیرارتجاعی که توسط محققین ارائه شده است، بحث می‌گردد.

در فصل پنجم پاسخ تحلیل استاتیکی غیر خطی مدلهای انتخابی ارائه شده است .در این فصل با استفاده از روش Push over و برنامهٔ آنالیز غیرخطی Drain 2dx مدلهایی تحلیل گردیده و از نتایج آن ضرایب شکل‌پذیری و اضافه‌مقاومت و ضریب رفتار مدلها محاسبه شده است.

براساس نتایج تحلیل استاتیکی غیر خطی مدلهای انتخابی ،با افزایش تعداد طبقات، ضریب شکل پذیری سیستمهای قاب خمشی بتن آرمه از ۱تا۴ افزایش می‌یابد و ضریب شکل پذیری سیستمهای مرکب قاب خمشی و دیوار برشی از ۱تا ۲ افزایش می‌یابد.باافزایش تعداد طبقات، اضافه مقاومت قابهای خمشی از ۸تا ۲ کاهش می‌یابد و اضافه مقاومت سیستم مرکب از بیش از ۲۰ تا ۴ کاهش می‌یابد .

با توجه به تغییرات ضرایب فوق برای تعداد طبقات و سیستمهای مختلف توصیه می‌گردد،برای سیستمهای سازه‌ای مختلف ضرایب شکل‌پذیری و اضافه مقاومت به طور مجزا تعیین گردد،تا از حاصل ضرب آنها ضریب رفتار محاسبه شود.

مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران

فصل اول

مقدمه

مقدمه

زمین‌لرزه یکی از مهلک‌ترین پدیده‌های طبیعی جهان در سالهای گذشته بوده است بطوریکه میزان تلفات انسانها در طی سالهای ۱۹۴۷ تا ۱۹۸۰ حدود ۴۵۰ هزار نفر در سراسر جهان اعلام شده است. [۲۸]

بسیاری از مناطق ایران نیز خطر لرزه‌خیزی بالایی دارند و هر سال چندین زمین‌لرزه در مناطق مختلف کشور اتفاق می‌افتد. از آنجاکه اغلب سازه‌های موجود بدون رعایت اصول مهندسی ساخته شده‌اند: هنگام وقوع زمین‌لرزه شاهد تلفات جانی فراوان هستیم. چنانچه در دو دههٔ اخیر بالغ بر صدهزار نفر در اثر زلزله از بین رفته‌اند. (طبس ۲۰هزار نفر، رودبار ۴۰هزار نفر و...)

علاوه بر تلفات جانی زمین‌لرزه‌ها، لطمات اقتصادی سنگین نیز به‌دنبال زمین‌لرزه‌ها مشهود می‌گردد.

بنابراین مقاوم ساختن ساختمانهای مختلف در برابر زلزله اهمیت بسزایی بلکه ضرورت انکارناپذیری دارد.

برای مقاوم ساختن سازه‌ها در مقابل نیروهای ناشی از زلزله راههای گوناگونی وجود دارد که یکی از آنها تعبیه دیوارهای برشی است که می‌توانند انرژی زلزله راکاملاً شبیه قابها مستهلک نمایند.برای تحقیق چنین امری لازم است جزئیات آرماتورگذاری که نتیجهٔ روش تحلیلی و طراحی است به نحو مطلوب و دقیق پیش‌بینی گردد.

تعبیه دیوارهای برشی در ساختمانهایی که بیش از ۳۰ طبقه هستند به دو دلیل اقتصادی وکنترل خیز جانبی الزامی است ولی در ساختمانهای تا ۲۰ طبقه می‌توان از این قبیل دیوارها استفاده کرد.

یکی از بزرگترین رسالتهای آیین‌نامه‌ها و دستورالعمل‌های طراحی در برابر زمین‌لرزه، تسهیل فرآیند تحلیل و طراحی ضمن ارائه یک تصویر روشن از رفتار سازه و نقاط ضعف یا قوت آن است. هرگونه ساده‌سازی که به

قیمت قربانی نمودن مفاهیم اساسی و صرفاً به انگیزهٔ تسهیل در امر طراحی صورت گیرد، دستورالعمل را به یک مانع اساسی بر سر راه پیشرفت کیفی خود و درس‌آموزی جامعه مهندسین از زمین‌لرزه‌ها مبدل می‌سازد . برعکس، پیچیدگی روشها و روابط نیز می‌تواند به قیمت قربانی شدن مفاهیم و رسالت آیین‌نامه‌ها در انتقال این مفاهیم به نحو روشن، بی‌تکلف و هر چه موفق‌تری به مهندسین حرفه‌ای، گردد.

در بکارگیری روش مدی - طیفی در تحلیل و طراحی سازه‌ها، با هدف بروز رفتار غیرارتجاعی آنهادر مقابل شدیدترین زمین‌لرزه محتمل، آیین‌نامه‌های مختلف فرضیات و روشهای خاصی را مورد استناد و استفاده قرار می‌دهند[۲۶]. بررسی رفتار غیرارتجاعی سازه و طراحی آن با توجه به عوامل ذیل صورت می‌پذیرد:

۱- رفتار پسماند سازه یا اجزای سازه‌ای

۲- معیار خرابی سازه

۳- مشخصات زمین‌لرزه از جمله بیشینه پارامترهای حرکت، مدت زمان تکان قوی و محتوای فرکانسی آن

۴- مقدار ونوع میرائی لزج (متناسب با جرم، متناسب با سختی لحظه‌ای و یا متناسب با فرکانس)

۵- پرید سازه

طیف طرح غیرارتجاعی که توسط آیین‌نامه‌ها بعنوان مبنای طراحی سازه‌ها در مقابل زمین‌لرزه طرح ارائه می‌گردد، عوامل فوق را بطور ضمنی و نه چندان دقیق در خویش مستتر دارد، بطوریکه می‌توان بطور تقریب با توجه به مشخصات سازه مورد نظر و مشخصات زمین‌شناسی و خاک منطقه، سابقه و احتمال لرزه خیزی منصفه، بیشینه شتاب محتمل در سازه تک درجه آزادی با مشخصات بدست آمده بکمک تحلیل مدی را، به ازای معیار و مقدار معینی از شاخص خرابی بدست آورد.

ضریب رفتار سازه‌ها که برای لحاظ کردن میزان جذب انرژی و استهلاک آن در آیین‌نامه‌های زلزله مورد استفاده قرار دارد، موضوع این پایان‌نامه است. از آنجاکه ضریب رفتار به عواملی نظیر شکل‌پذیری و اضافه مقاومت بستگی دارد، سعی شده است تا برای سیستمهای بتن‌آرمه با تعداد طبقات مختلف این پارامترها تعیین گردد.

مطالب فصول مختلف پایان‌نامه به شرح زیر می‌باشد.

در فصل دوم دربارهٔ نگرش آیین‌نامه‌های مختلف زلزله دربارهٔ ضریب رفتار سیستمهای سازه‌ای بتن‌آرمه بحث شده است و همچنین پارامترهای مختلف مؤثر در ضریب رفتار سازه‌ها شامل اضافه مقاومت ، شکل‌پذیری و غیره بحث می‌گردد.

در فصل سوم دربارهٔ خواص غیرخطی اعضای سازه‌های بتن‌آرمه مطالعه می‌شود. همچنین در این فصل دربارهٔ رفتار دیوارهای برشی در ساختمانهای متداول بحث می‌گردد.

در فصل چهارم دربارهٔ تحقیقات انجام شده درمورد تهیه طیف غیرارتجاعی مطالبی ارائه می‌شود.

در فصل پنجم پاسخ تحلیل استاتیکی غیرخطی مدلهای سازه‌ای انتخاب شده بررسی می‌شود.با مطالعهٔ تغییر مکان و نیروی برشی طبقات ضرایب رفتار برای مدلهای انتخابی محاسبه و بحث می‌شود.

در پیوست شمارهٔ (۱) هم مشخصات سازه‌ای مدلها معرفی می‌گردد.

فصل دوم

ضریب رفتـــار در آیین‌نامـــه‌های زلـــزله

۲-۱ تاریخچه روش استاتیکی معادل:

این روش که رایج آیین نامه هاست در ابتدا بر اساس تجربه و نه براساس اصول دینامیکی و ارتعاشات پیشا تدوین شده است. اما به آسانی می توان نشان داد که $V = CW$ برابر با پاسخ ناشی از مد اول (مد اصلی) ارتعاش ساختمان است یا برابر پاسخ مدل یک درجه آزاد معادل با سیستم چند درجه آزاد است.

اولین بار در اواخر دهه اول قرن بیستم توسط محققین براساس تجربیات و مطالعات انجام شده برروی رفتار سازه ها در زلزله سینارجیو ایتالیا با در نظر گرفتن نیروی جانبی علاوه بر نیروی ثقلی، کل نیروی برشی(افقی) وارده بر سازه در اثر زلزله به صورت ضریبی از وزن کل سازه در نظر گرفته شد.

$$V = CW \qquad C = \frac{1}{12}$$

در دهه ۱۹۳۰ با این فرض که اگر سازه ای صلب تحت اثر شتاب افقی زمین $a(t)$ قرارگیرد شتاب ایجاد شده در سازه همان شتاب زمین خواهد بود. بر اساس اصل دوم نیوتن نیروی وارده بر سازه در اثر زلزله به این صورت تعریف گردید:

$$v = Ma(t) = \frac{w}{g}a(t)$$

$$Vmax = w\frac{a_{max}}{g_{10}} = WC$$

اولین بار در سال ۱۹۳۳ در لس آنجلس آمریکا رابطه فوق به صورت آیین نامه ای مورد تصویب قرار گرفت و مقدار C برای سازه های مهم و مدارس مقدار ۰/۱ و برای سازه های معمولی مقدار ۰/۰۸ در نظر گرفته شد.

کاهش مقدار C از ضریب $\frac{a_{max}}{g_{10}}$ که برای زلزله های شدید بین ۰/۳ تا ۰/۸ و حتی بیشتر نیز می باشد، به مقداری حدود ۰/۱ با توجه به احتمال وقوع زلزله، شکل پذیری ، رفتار غیر ارتجاعی و ظرفیت جذب انرژی سازه ها انجام شده است.

در سال ۱۹۴۳ با گسترش علم دینامیک سازه و شناخت بهتر از اشکال ارتعاش سازه ها و همچنین با توجه به اینکه هر چه سازه بلندتر شود انعطاف پذیرتر ودر نتیجه دوره تناوب بیشتر و شتابهای ناشی از زلزله کمتر خواهد بود. ضریب C به تعداد طبقات ساختمان (N) مرتبط گردید. $C = \frac{0.6}{N+4.5}$

در ۱۹۵۹ برای بهتر منظور کردن رفتار سازه های مختلف ضریب K با مقداری بین $\frac{2}{3}$ تا $\frac{4}{3}$ به عنوان ضریب رفتار سازه ها در نظر گرفته شد و نیروی برشی به رابطه زیر تبدیل گردید. [۲۴]

$$V = K * C * W$$

با افزایش دانش زلزله و شناخت پارامترهای مختلف مؤثر در پاسخ سازه ها در برابر زمین لرزه روابط ارائه شده در آیین نامه های زلزله نیز تکمیل تر می شوند. امروزه در اغلب آیین نامه های زلزله اثر میزان خطر لزره خیزی منطقه، اهمیت سازه ها، نوع خاک، پریدسازه، شکل پذیری سیستم های سازه ای، پیچش سازه حین زمین لرزه و نیروی جانبی اضافی تراز بام (شلاقی)و مؤلفه قائم زمین لرزه وبرخی دیگراز پارامترهای ناشی از زلزله مورد توجه می باشند.

۲-۲ ضریب کاهش نیروهای زلزله

به منظور در نظر گرفتن عواملی از قبیل شکل پذیری سیستم سازه ای، درجات نامعینی سازه و اضافه مقاومت موجود در سازه ها و همچنین قابلیت جذب انرژی ساختمان، آیین نامه های مختلف نیروهای زلزله محاسبه شده را با توجه به نوع سیستم سازه ای کاهش می دهند. اعمال این ضریب از جنبه اقتصادی ساختمان سازی کشورها نیز قابل بحث می باشد. زیرا طراحی در حد الاستیک نیروهای زلزله با توجه به ویژگی احتمالاتی وقوع زلزله در مناطق مختلف غیر اقتصادی می باشد.

– این ضریب کاهشی در آیین نامه های مختلف با عبارات و روابط متفاوت بیان می شود. برای مقایسه بین این ضرایب باید توجه داشت که در واقع باید ضریب زلزله را که حاصل ضرب ضریب کاهشی در

دیگر پارامترهای زلزله می باشد را به همراه ترکیب بار نیروی زلزله در آیین نامه طراحی مورد استفاده مقایسه نمود. در زیر به برخی از این عبارات اشاره می شود:

- ضریب رفتار (Behavior Coefficient) . (آیین نامه ایران)

- ضریب واکنش (Performance Factor) (آیین نامه هند)

- ضریب کاهش (Reduction Factor) .(آیین نامه های مکزیک - آرژانتین- کانادا)

- ضریب نوع سازه (Structural Type Factor). (آیین نامه های ژاپن - UBC- اندونزی - ترکیه - ایتالیا- شوروی سابق)

- ضریب شکل پذیری (Ductility Factor)(آیین نامه های نیوزیلند- پرو)

- ضریب اصلاح پاسخ سازه (Structural Response Modification Factor)(آیین نامه های استرالیا- یونان-بلغارستان). [۱]

صرفنظر از عبارت بیان کننده این ضریب کاهشی، برخی از آیین نامه ها نظیر مکزیک و آرژانتین ضریب کاهشی را بر اساس پرید سازه تعیین می کنند. در سایر آیین نامه های مذکور نیز مقادیر ثابت برای سیستم‌های سازه ای مختلف تهیه شده است. تأثیر کاهشی این ضرایب برای محاسبه ضریب زلزله برای سیستم های شکل پذیر نظیر سیستم های مقاوم خمشی و دوگانه بیشتر از سیستم های ساده مهاربندی شده می باشد.

۲-۳-طیف غیر الاستیک در آیین نامه های زلزله :

در آیین نامه های امروزی طراحی ساختمانها در برابر زلزله، این مطلب روشن است که یک سازه ((خوب طراحی شده))، در صورتیکه قادر باشد در اثر تکانهای شدید زلزله در محدوده غیر الاستیک تغییر مکان دهد، می تواند مقدار زیادی انرژی را مستهلک نماید. در تعیین مقدار نیروی زلزله طراحی برای تأمین مقاومت سازه، این آیین نامه ها اجازه می دهند که مقدار نیروی وارده در اثر زلزله به