دانشکده مهندسی

پایان نامه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی عمران (سازه)

عملکرد لرزه‌ای دیوار برشی فولادی در قاب های بتن مسلح

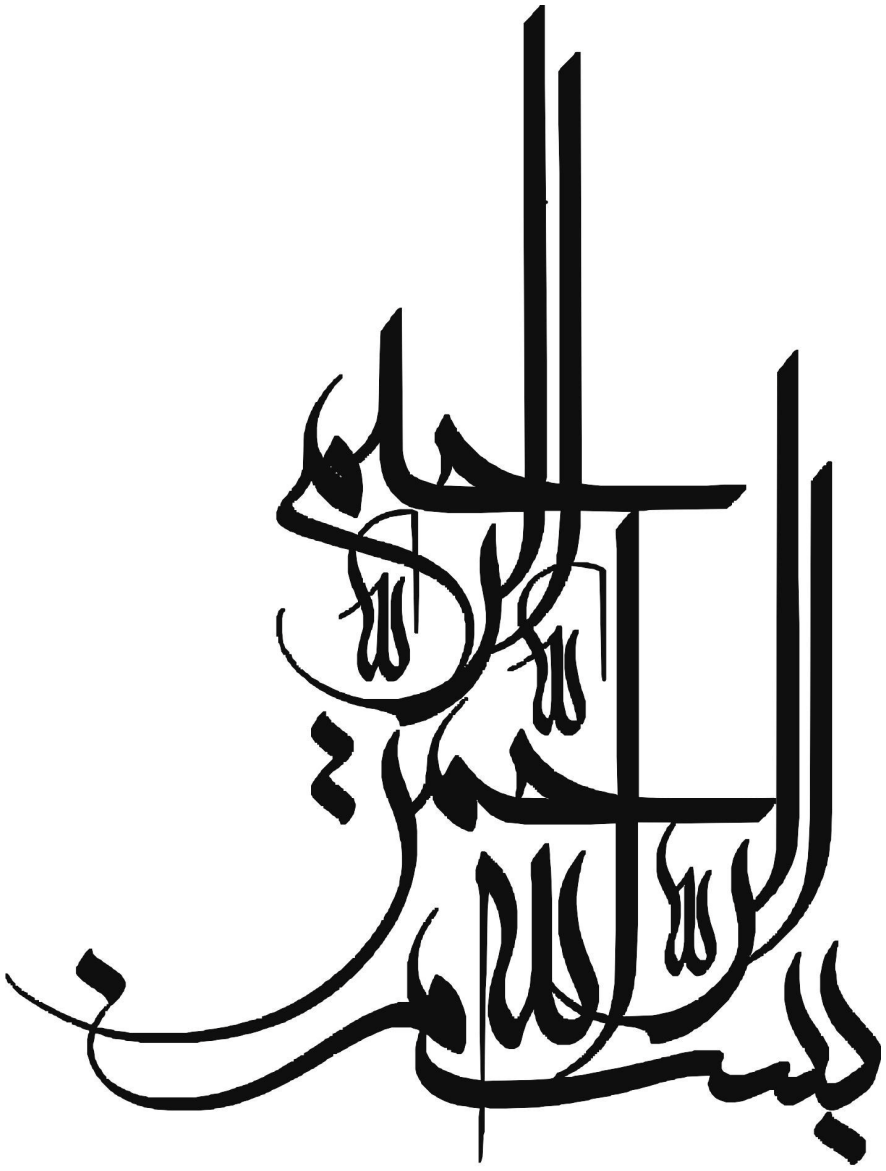
به کوشش

حسین صوفی

استاد راهنما

پروفسور محمودرضا ماهری

اسفند ۱۳۹۰


بسم الله الرحمن الرحيم

به نام خدا

اظهارنامه

اینجانب حسین صوفی (۸۸۰۷۶۹)

دانشجوی رشته مهندسی عمران گرایش سازه دانشکده فنی

اظهار می‌کنم که این پایان نامه حاصل پژوهش خودم بوده و در جاهایی که از منابع دیگران استفاده کرده‌ام، نشانی دقیق و مشخصات کامل آن را نوشته‌ام. همچنین اظهار می‌کنم که تحقیق و موضوع پایان نامه‌ام تکراری نیست و تعهد می نمایم که بدون مجوز دانشگاه دستاورد های آن را منتشر ننموده و یا در اختیار غیر قرار ندهم. کلیه حقوق این اثر مطابق با آیین نامه مالکیت فکری و معنوی متعلق به دانشگاه شیراز است.

نام و نام خانوادگی : حسین صوفی

تاریخ وامضا:

به نام خدا

عملکرد لرزه‌ای دیوار برشی فولادی در قاب های بتن مسلح

به کوشش

حسین صوفی

پایان نامه

ارائه شده به تحصیلات تکمیلی دانشگاه شیراز به عنوان بخشی

از فعالیت های تحصیلی لازم برای اخذ درجه کاشناسی ارشد

در رشته‌ی:

مهندسی عمران (گرایش سازه)

از دانشگاه شیراز

شیراز

جمهوری اسلامی ایران

ارزیابی شده توسط کمیته پایان نامه با درجه:

دکتر محمود رضا ماهری، استاد بخش راه و ساختمان (رئیس کمیته) .....

دکتر عبدالرسول رنجبران، دانشیار بخش راه و ساختمان .....

دکتر سید مهدی دهقان، استادیار بخش راه و ساختمان .....

اسفند ۱۳۹۰

تقدیم به سایه سار هستی ام

خسته از راههای توان فرسای کودکیم

و

چشم انتضار غربت جوانی ام

پدرم !

مهربان ترینم

مادرم !

او که لبانش بارگاه دعاست و شبنم نگاهش بدرقه گر همیشگی راهم.

به پاس تمامی محبت ها، صبر و رنجشان

خواهرم و **برادرم** که تجلیگاه آرزوهایم سعادتمندی و موفقیت آنهاست.

سپاسگزاری

سپاس خدای را که سخنوران، در ستودن او بمانند و شمارندگان، شمردن نعمت های او ندانند و کوشندگان، حق او را گزاردن نتوانند.

بدون شک جایگاه و منزلت معلم، بزرگتر از آن است که در مقام قدردانی از زحمات بی شائبه ی او، بـا زبـان قاصر و دست ناتوان، چیزی بنگاریم. اما از آنجایی که تجلیل از معلم، سپاس از انسانی است که هدف و غایت آفرینش را تامین می کند لذا بر خود می دانم که از استاد گرانقدر جناب پروفسور ماهری که نکته بینی ها و راهنمایی های ایشان، راه گشای اینجانب بود تشکر و قدر دانی کنم. همچنین از جناب آقای دکتر رنجبران و جناب آقای دکتر دهقان که زحمت داوری این پایان نامه را متقبل شده اند سپاسگزاری میکنم.

چکیده

عملکرد لرزه‌ای دیوار برشی فولادی در قاب های بتن مسلح

به کوشش

حسین صوفی

امروزه استفاده از دیوارهای برشی فولادی به عنوان یک سیستم باربر جانبی لرزه‌ای به طور کارامد در بهسازی لرزه‌ای به منظور افزایش مقاومت جانبی و سختی ساختمان‌ها در برابر زلزله، در سازه‌های بتنی و فولادی مورد توجه قرار گرفته است.

در این تحقیق به مطالعه رفتاری و پارامتری دیوار برشی فولادی در قاب بتنی پرداخته شده است. بدین منظور پارامترهای هندسی و مقاومتی مورد بررسی قرار گرفته‌اند که از میان پارامترهای هندسی، ضخامت صفحه فولادی و ابعاد بازشو و از میان پارامترهای مقاومتی، تنش تسلیم صفحه فولادی و مقاومت فشاری بتن مورد مطالعه قرار گرفت. قاب مورد بررسی قاب بتن مسلح با سه طبقه و یک دهانه در مقیاس یک به سه و کامل می‌باشد.

نتایج حاصل از این تحقیق بیانگر رفتار مقاومتی بهتر قاب بتنی با دیوار برشی فولادی نسبت به حالت بدون دیوار برشی فولادی است. همچنین با افزایش ضخامت صفحه و تنش تسلیم و مقاومت فشاری بتن و همچنین کاهش شعاع بازشو، سختی اولیه و مقاومت نهایی افزایش و شکل پذیری و در نتیجه مولفه مربوط به شکل پذیری ضریب رفتار (R_μ) نیز کاهش می‌یابد.

فهرست مطالب

عنوان صفحه

۱- مقدمه

۱-۱- مقدمه ۱

۱-۲- هدف و ضرورت انجام تحقیق ۲

۱-۳- کلیات پایان نامه ۳

۲- مروری بر تحقیقات گذشته

۲-۱- تاریخچه استفاده از دیوار برشی فولادی ۵

۲-۲- تحقیقات نظری و آزمایشگاهی ۶

۲-۳- ساختمانهای ساخته شده با استفاده از دیوار برشی فولادی ۱۳

۳- مفاهیم پایهای تحقیق

۳-۱- دیوار برشی فولادی ۱۶

۳-۱-۱- معرفی دیوار برشی فولادی ۱۶

۳-۱-۲- اجزاء تشکیل دهنده دیوار برشی فولادی ۲۱

۳-۱-۳- مقایسه دیوار برشی فولادی و مهاربند فولادی ۲۳

۳-۲- بررسی رفتاری دیوار برشی فولادی ۲۴

۳-۲-۱-رفتار سیستم دیوار برشی فولادی ۲۵

۳-۲-۲- اثر صفحه پر کننده بر رفتار قاب ۳۰

۳-۳- دیوار برشی فولادی سخت شده وسخت نشده ۳۲

۳-۳-۱- بررسی مقایسهایی اثر سخت کننده ۳۳

۳-۳-۲- سخت کننده های قطری ۳۶

۳-۴- بررسی دیوار برشی فولادی با بازشو ۴۲

۳-۵- تاثیر ضخامت و ابعاد صفحه در رفتار دیوار برشی فولادی ۴۵

۳-۵-۱- تأثیر ضخامت و ابعاد صفحه بر روی سختی ۴۵
۳-۵-۲- تأثیر ضخامت و ابعاد بازشو بر روی برش جذب شده توسط سیستم ۴۹
۳-۶- روشهای تحلیل دیوار برشی فولادی ۵۳
۳-۶-۱- روش مدل نواری ۵۳
۳-۶-۲- روش PFI (روش تحلیل و طراحی مبتنی بر جمع عملکرد قاب و دیوار در تغییر مکان های کوچک) ۵۵
۳-۶-۳- روش اجزای محدود ۵۶
۳-۷- اتصال دیوار برشی فولادی به قاب بتنی ۵۸
۳-۸- مبانی نظری ضریب رفتار ۵۹
۳-۸-۱- روش بدست آوردن تغییر مکان هدف ۵۹
۳-۸-۲- محاسبه شکل پذیری و ضریب رفتار ۶۴

۴- صحت سنجی مدلهای مورد مطالعه

۴-۱- بررسی مدل های آزمایشگاهی استفاده شده جهت صحت سنجی نتایج ۶۸
۴-۱-۱- مقدمه ۶۸
۴-۱-۲- مشخصات نمونهها ۶۸
۴-۱-۳- جزئیات بارگذاری و شرایط مرزی نمونهها ۷۱
۴-۱-۴- مشاهدات انجام شده ۷۲
۴-۲- مدل سازی قابهای بتنی با دیوار برشی فولادی و صحت سنجی نتایج ۷۴
۴-۲-۱- مدل سازی عددی ۷۴
۴-۲-۲- بارگذاری و شرایط مرزی ۷۸
۴-۲-۳- راست آزمایی قاب بتنی ۷۹
۴-۲-۴- صحت سنجی دیوار برشی فولادی ۸۰

۵- نتایج تحقیق

۵-۱- بررسی رفتاری دیوار برشی فولادی در قاب بتنی ۸۳
۵-۱-۱- قاب بتنی ۸۴
۵-۱-۲- شبکه آرماتور ۸۶
۵-۱-۳- صفحه فولادی ۸۸
۵-۲- مطالعه پارامتری دیوار برشی فولادی در قاب بتنی با مقیاس یک به سه ۹۰
۵-۲-۱- بررسی مقایسهای قاب بتنی و دیوار برشی فولادی در قاب بتنی ۹۱
۵-۲-۲- بررسی تاثیر ضخامت صفحه فولادی در پارامترهای مقاومتی ۹۲
۵-۲-۳- بررسی تاثیر تنش تسلیم دیوار برشی فولادی در پارامترهای مقاومتی ۹۵

۵-۲-۴- *تاثیر مقاومت فشاری بتن بر رفتار قاب* ۹۷
۵-۲-۵- *تاثیر باز شو بر رفتار قاب* ۹۹
۵-۳- بررسی پارامتری قاب با ابعاد واقعی ۱۰۲
۵-۳-۱- *مشخصات مدل* ۱۰۲
۵-۳-۲- *مدل سازی در ANSYS* ۱۰۳
۵-۳-۳- *بررسی رفتاری قاب با ضخامتهای مختلف صفحه فولادی* ۱۰۵

فهرست جداول

عنوان صفحه

جدول ۳-۱- درصد اختلاف بین منحنی های مستقل و معادل برای زاویه دریفت ۲/۵٪ ۳۲

جدول ۳-۲- مقدار ضریب C_0 ..... ۶۱

جدول ۳-۳- مقادیر ضریب C_2 ..... ۶۳

جدول ۳-۴- مقادیر A و B برای بدست آوردن ضریب کاهش شکل پذیری ۶۷

جدول ۴-۱- مشخصات قابهای آزمایش شده ۷۰

جدول۴-۲- خلاصه نتایج آزمایشگاهی ۷۳

جدول ۵-۱- مقایسه پارامترهای مقاومتی RC و RCIW ۹۲

جدول5-۲- مقایسه عددی پارامترهای مقاومتی RCIW برای ضخامتهای متفاوت ۹۴

جدول ۵-۳- مقایسه عددی پارامترهای مقاومتی RCIW برای تنش های مختلف صفحه فولادی ۹۶

جدول ۵-۴- مقایسه عددی پارامترهای مقاومتی RCIW برای مقاومت فشاری های متفاوت بتن ۹۸

جدول ۵-۵- بررسی عددی پارامترهای مقاومتی RCIW با بازشوهای دایره ای ۱۰۱

جدول ۵-۶- مشخصات قاب ۱۰۲

فهرست شکل‌ها

عنوان صفحه

شکل ۲-۱- نمونه هایی از آزمایش آستانه اصل..... ۱۰

شکل۲-۱- پلان و نماهایی از سیستم باربر جانبی لرزهای ساختمان ۳۵ طبقه کوبه ژاپن..... ۱۴

شکل۲-۲- ساختمان مسکونی ۵۲ طبقه در سانفرانسیسکو آمریکا ۱۵

شکل ۳-۱- دیوار برشی فولادی با سخت کننده(سمت راست) و بدون سخت کننده (سمت چپ)..... ۱۸

شکل ۳-۲- نمایی از دیوار برشی فولادی در قاب فولادی..... ۲۱

شکل ۳-۳- مشابهت دیوار برشی فولادی و تیر ورق طره ای..... ۲۲

شکل ۳-۴- مقایسه دیوار برشی فولادی و تیر ورق طرهای ۲۲

شکل ۳-۵- دهانههای مهاربندی شده و مشابه آن با استفاده از دیوار برشی فولادی..... ۲۳

شکل ۳-۶- نمودار بار جانبی – جابجایی قاب فولادی با دیوار فولادی مطالعه شده توسط علینیا..... ۲۵

شکل ۳-۷- نمودار سختی جانبی – زاویه دریفت قاب فولادی با دیوار برشی فولادی مطالعه شده توسط علی نیا ۲۵

شکل۳-۸- تنش های فون – میسز در SPSWS با $\boldsymbol{l/h}$ =1 و TW=3MM در نقطه A ۲۶

شکل ۳-۹- تنش های فون – میسز در SPSWS با $\boldsymbol{l/h}$ =1 و TW=3MM در نقطه C ۲۷

شکل ۳-۱۰- تنش های فون – میسز در SPSWS با $\boldsymbol{l/h}$ =1 و TW=3MM در نقطه D ۲۸

شکل ۳-۱۱- توزیع سهم برشی صفحه پرکننده و قاب طی بارگذاری روی سیستم..... ۲۹

شکل ۳-۱۲- مقایسه بین منحنی های بار جابجایی(۱/۴= $\boldsymbol{l/h}$ و TW=3MM)..... ۳۰

شکل ۳-۱۳- مقایسه بین منحنی های بار جابجایی(۲/۲= l/h و TW=5MM) ۳۱

شکل ۳-۱۴- مقایسه بین منحنی های بار جابجایی(3= l/h و TW=7MM) ۳۱

شکل ۳-۱۵- دیوار برشی فولادی با سخت کننده(سمت راست) و بدون سخت کننده (سمت چپ) ۳۳

شکل۳-۱۶- منحنی هیسترزیس دیوار برشی فولادی ۳۵

شکل ۳-۱۷- تنش های ون- میسز دیوار برشی فولادی با سخت کننده قطری ۳۶

شکل ۳-۱۸- سخت کننده قطری ۲×۲ PL ۶ MM × ۲۹/۵ MM ۳۷

شکل۳-۱۹- منحنی های نیرو – جابجایی نسبی قاب ، دیوار برشی فولادی تقویت نشده و تقویت شده با سخت کننده های مختلف قطری ۳۷

شکل ۳-۲۰- نتایج تنشهای ون – میسز مدل اجزای محدود دیوار برشی فولادی SPSW(A) ، تقویت نشده و با اتصالات صلب تیر به ستون ، و منحنی های هیسترزیس آن ۳۹

شکل ۳-۲۱- نتایج تنشهای ون – میسز مدل اجزای محدود دیوار برشی فولادی SPSW(B)، تقویت نشده و با اتصالات مفصلی تیر به ستون ، و منحنی های هیسترزیس آن ۳۹

شکل ۳-۲۲- نتایج تنش ون – میسز مدل اجزای محدود دیوار برشی فولادی SPSW(C) ، تقویت شده قطری با ۲×۲ PL ۱۰۰ MM × ۱۰ MM و با اتصالات صلب تیر به ستون ، و منحنی هیسترزیس آن ۴۰

شکل 3-۲۳- نتایج تنش ون – میسز مدل اجزای محدود دیوار برشی فولادی SPSW(D) ، تقویت شده قطری و گوشه ای با ورق ۲×۲ PL ۱۰۰ MM × ۲۰MM و با اتصالات صلب تیر به ستون ، و منحنی هیسترزیس آن ۴۰

شکل ۳-۲۴- نتایج تنش ون – میسز مدل اجزای محدود دیوار برشی فولادی SPSW(E) ، تقویت شده افقی با ورق ۲×۱۳ PL ۱۰۰ MM × ۱۰ MM @200 MM با اتصالات صلب تیر به ستون ، و منحنی هیسترزیس آن ۴۱

شکل ۳ -۲۵- نسبت ارتفاع به عرض بهینه بازشو ۴۵

شکل ۳-۲۹- منحنی سختی – دریفت دیوار برشی فولادی با ضخامت TW =3 MM و .....

نسبت طول به ارتفاع متغییر ۴۸

شکل ۳-۳۰- منحنی سختی – دریفت دیوار برشی فولادی با ضخامت TW =7 MM و .....

نسبت طول به ارتفاع متغییر ۴۸

شکل ۳-۳۱- نیروی برشی جذب شده توسط دیوار پرکننده برای ضخامت ۳ MM..... ۴۹

شکل ۳-۳۲- نیروی برشی جذب شده توسط دیوار پرکننده برای ضخامت۵MM..... ۵۰

شکل ۳-۳۳- نیروی برشی جذب شده توسط دیوار پرکننده برای ضخامت ۷MM ۵۰
شکل ۳-۳۴- درصد سهم دیوار پرکننده از برش طبقه برای ضخامت ۳ MM ۵۱
شکل ۳-۳۵- درصد سهم دیوار پرکننده از برش طبقه برای ضخامت ۵ MM ۵۲
شکل ۳-۳۶- درصد سهم دیوار پرکننده از برش طبقه برای ضخامت ۷ MM ۵۲
شکل ۳-۳۷- مدل خرپایی دیوار برشی فولادی نازک ۵۴
شکل ۳-۳۸- اثر نقص اولیه ۵۷
شکل ۳-۳۹- اتصال صفحه فولادی به قاب بتنی ۵۹
شکل۳-۴۰- نمایش دو خطی منحنی پوشآور و تعیین پارامترهای موثر در تعیین TE ۶۱
شکل ۳-۴۱- منحنی پوشآور با سختی پس از تسلیم مثبت سمت چپ و تسلیم منفی سمت راست..... ۶۳
شکل۴-۱- مشخصات هندسی قاب با دیوار برشی فولادی ۶۹
شکل ۴-۲- جزئیات اتصال دیوار برشی فولادی به قاب بتنی ۶۹
شکل ۴-۳- نحوه اعمال بار به نمونه آزمایشگاهی ۷۱
شکل ۴-۴- منحنی نیرو- جابجایی برای قاب با دیوار برشی فولادی ۷۲
شکل۴-۵- مکانیزم شکست قاب بتنی با و بدون دیوار برشی فولادی در نمونه آزمایشگاهی پارک..... ۷۳
شکل ۴-۶- شماتیک عنصر SOLID65..... ۷۴
شکل ۴-۷- نمای شماتیکی از آرماتور مدل سازی شده در قاب بتنی به وسیله نرم افزار ANSYS ۷۶
شکل۴-۸- نمای شماتیکی از آرماتورهای مدل سازی شده در مفصل قاب بتنی به وسیله نرم افزار ANSYS ۷۶
شکل4-9- شماتیک عنصر LINK 8 ..... ۷۷
شکل ۴-۱۰- شرایط مرزی و بارگذاری جانبی قاب مدل سازی شده جهت صحت سنجی ۷۹
شکل ۴-۱۱- نمایی از قاب بتنی مورد مطالعه ۸۰
شکل ۴-۱۲- صحت سنجی قاب بتنی ۸۰
شکل۴-۱۳- صحت سنجی SPIW1 ..... ۸۱
شکل۴-۱۴- صحت سنجی SPIW2 ..... ۸۱
شکل ۵-۱- اجزاء قاب بتنی با دیوار برشی فولادی..... ۸۳
شکل ۵-۲- توزیع تنش وان- میسز در قاب بتنی در بار 45KN ۸۴

شکل ۵-۳- توزیع تنش وان- میسز در قاب بتنی در بار 605KN ۸۵
شکل ۵-۵- توزیع تنش وان- میسز در شبکه آرماتور در بار 50KN ۸۶
شکل ۵-۶- توزیع تنش وان- میسز شبکه آرماتور در بار 600KN ۸۷
شکل ۵-۷- توزیع تنش وان-میسز در شبکه آرماتور در لحظه گسیختگی ۸۷
شکل ۵-۸- توزیع تنش وان میسز در صفحه فولادی ۹۰
شکل ۵-۹- مقایسه نمودار پوشآور قاب بتنی و دیوار برشی فولادی در قاب بتنی ۹۱
شکل ۵-۱۰- نمودار پوش آور RCIW برای ضخامتهای مختلف بر حسب میلیمتر ۹۳
شکل ۵-۱۱- روند تغییر مقاومت نهایی با ضخامت ۹۳
شکل ۵-۱۲- روند تغییر سختی الاستیک با ضخامت ۹۳
شکل۵-۱۳- نمودار پوش آور RCIW برای تنشهای مختلف صفحه فولادی ۹۵
شکل ۵-۱۴- روند تغییر مقاومت نهایی و سختی اولیه با تنش صفحه فولادی ۹۶
شکل ۵-۱۵- نمودار پوش آور RCIW برای مقاومت فشاری مختلف بتن پیرامونی ۹۷
شکل ۵-۱۶- روند تغییر مقاومت نهایی با تغییر در مقاومت فشاری بتن ۹۸
شکل ۵-۱۸- نمونهای از دیوار برشی فولادی مدل سازی شده با بازشو ۹۹
شکل ۵-۱۹- نمودار پوشآور RCIW با بازشوهای مختلف دایرهای ۱۰۰
شکل ۵-۲۰- روند تغییر مقاومت نهایی با تغییر شعاع بازشو ۱۰۰
شکل ۵-۲۱- روند تغییر سختی اولیه با تغییر شعاع بازشو ۱۰۰
شکل ۵-۲۲- مقدار آرماتور مورد نیاز قاب بتنی با مقیاس واقعی ۱۰۳
شکل۵-۲۳- شرایط مرزی قاب مورد بررسی ۱۰۴
شکل۵-۲۴- نمایی از مدل سازی آرماتور در ANSYS ۱۰۴
شکل ۵-۲۵- نمودار پوشآور قاب بتنی با ضخامتهای مختلف دیوار برشی فولادی ۱۰۵
شکل ۵-۲۶- روند تغییر سختی الاستیک با تغییر در ضخامت صفحه فولادی ۱۰۶
شکل ۵-۲۷- روند تغییر مقاومت نهایی با تغییر در ضخامت صفحه فولادی ۱۰۶
جدول۵-۷- مقایسه عددی پارامترهای مقاومتی RCIW برای ضخامتهای متفاوت ۱۰۷

۱- مقدمه

۱-۱- مقدمه

دیوار برشی فولادی برای گرفتن نیروهای جانبی زلزله و باد و مقاوم سازی ساختمان های فولادی در حدود ۲۰ سال اخیر مورد توجه خاص مهندسان سازه قرار گرفته است. این پدیده تقریباً نوین که کاربرد آن در جهان به سرعت رو به گسترش می باشد در ساخت ساختمان‌های جدید و همچنین تقویت ساختمان‌های موجود به خصوص در کشورهای زلزله خیزی همچون آمریکا و ژاپن بکار گرفته شده است. ویژگی‌های منحصر به فرد آن باعث جلب توجه بیشتر همگان شده است، از ویژگی های آن اقتصادی بودن، اجرای آسان، وزن کم نسبت به سیستم های مشابه، شکل پذیری زیاد، نصب سریع، جذب انرژی بالا و کاهش قابل ملاحظه تنش پسماند در سازه را می توان نام برد. تمام دلایل ما را به این فکر وا داشت که استفاده از آن را در ساختمان های بتنی مورد مطالعه قراردهیم. چون این سیستم دارای وزن کم بوده، به سازه بار اضافی وارد نکرده و حتی با اتصالاتش باعث تقویت تیر و ستونهای اطراف خود می شود.

شکل سیستم از نظر سختی برشی از سخت ترین سیستم‌های مهاربندی که مهاربند ضربدری یا همان X می باشد، سخت تر بوده و باتوجه به امکان ایجاد باز شو در هر نقطه از آن، کارایی همه سیستم‌های مهاربندی را از این نظر دارا می‌باشد. همچین رفتار سیستم در محیط پلاستیک و میزان جذب انرژی آن نسبت به سیستم‌های مهاربندی بهتر است. در سیستم دیوارهای برشی فولادی به علت گستردگی مصالح و اتصالات، تعدیل تنش ها به مراتب

بهتر از سیستم‌های مقاوم دیگر در برابر بارهای جانبی مانند قاب‌ها و انواع مهاربندی که معمولاً در آنها مصالح به صورت دسته شده و اتصالات متمرکز می باشند، صورت گرفته و رفتار سیستم بخصوص در محیط پلاستیک مناسب تر می باشد.

اخیراً روش‌های جدید و تکنولوژی‌های بدست آمده در زمینه فلزات، صفحات فولادی جدید را در دسترس ما گذاشته است. این نوع فولاد دارای تنش تسلیم کمتر و افزایش طول بالا می‌باشد و توانایی تغییر شکل دادن و جذب انرژی بیشتری را قبل از شکستن از خود نشان می‌دهد. یکی دیگر از ویژگی‌های آن پایین بودن نقطه تسلیم است که این باعث افزایش ناحیه پلاستیک و جذب بیشتر تنش می شود.

دیوارهای برشی فولادی در کاربردهای اولیه بیشتر بصورت تقویت شده بودند، اما امروزه برای پژوهشگران، عملکرد مناسب دیوارهای برشی فولادی بدون سخت کننده مشخص شده است. زمانی که ضخامت ورق فولادی کم می‌باشد، ورق در بارهای بسیار کم کمانش نموده و مکانیزم تحمل بار از برش درون صفحه به میدان کششی قطری تبدیل می گردد.

در این تحقیق به بررسی پارامترهای هندسی و مقاومتی بر روی رفتار دیوار برشی فولادی در قاب بتنی پرداخته شده است. پارامترهای هندسی در این تحقیق شامل ضخامت صفحه فولادی و ابعاد بازشو دایره‌ای در صفحه و پارامترهای مقاومتی شامل تنش تسلیم صفحه فولادی و مقاومت فشاری بتن می‌باشد.

۱-۲- هدف و ضرورت انجام تحقیق

استفاده از سیستم دیوار برشی فولادی، یک روش مناسب برای مقابله با نیروهای جانبی در ساختمان‌ها می‌باشد. به کار گرفتن این سیستم در سازه‌های بتن مسلح در بسیاری از موارد می‌تواند نسبت به سیستم‌های مقاوم جانبی دیگر ارجحیت داشته باشد. این سیستم، علاوه بر

این که می‌تواند در مقاوم سازی و سخت نمودن ساختمان‌های بتنی موجود، به علت اینکه کمترین وزن اضافی را به سازه اولیه می افزاید، استفاده شود، در طراحی سازه های بتنی نیز به عنوان سیستم مقاوم لرزه‌ای، موثر واقع می‌شود.

هدف از این تحقیق، بررسی عملکرد لرزه‌ای قاب‌های بتن مسلح با دیوار برشی فولادی است که نهایتاً منجر به بررسی رفتاری قاب تحت بار جانبی و نحوه تسلیم و گسیختگی قاب و اجزاء آن و همچنین بررسی تاثیر پارامترهای مقاومتی و هندسی بر روی رفتار سیستم و حصول پارامترهایی نظیر ضریب رفتار (R) و شکل پذیری(μ) برای این سیستم جدید می‌شود. پارامترهای فوق در تحلیل استاتیکی معادل کاربرد داشته و میزان جذب انرژی سازه تحت بارهای جانبی را نشان میدهند. سیستم دیوار برشی فولادی نسبت به سایر سیستم‌های مقاوم در برابر بار جانبی، جزء سیستم‌های تقریباً نوین محسوب می‌شود، از این رو مرجع قابل اطمینانی مانند آیین نامه های موجود، برای استخراج داده‌های فوق وجود ندارد. در سال‌های اخیر استفاده از دیوار برشی فولادی به عنوان یک سیستم مقاوم در برابر بارهای جانبی در قاب-های فولادی به طور گسترده مورد استفاده و بررسی قرار گرفته است، اما با توجه به جدید بودن این سیستم و همچنین پیچیدگی قاب بتنی نسبت به قاب فولادی، تحقیقات در زمینه استفاده از این سیستم در قاب بتنی هنوز در مراحل اولیه خود قرار دارد.

۱-۳- کلیات پایان نامه

این پایان نامه در شش فصل کلی ارائه شده که فصل اول با معرفی موضوع، ضرورت و هدف از انجام تحقیق و کلیات پایان نامه، شروع شده و در فصل آخر با نتیجه گیری‌های این تحقیق، خاتمه می یابد.

در فصل دوم تحقیقاتی که در گذشته در زمینه این موضوع انجام شده است مورد بررسی قرار می‌گیرند. این تحقیقات در زمینه مطالعات آزمایشگاهی و یا عددی بر روی دیوار برشی‌های فولادی در قاب های فولادی و بتنی به صورت سخت شده یا ساده می‌باشد.

فصل سوم در مورد مفاهیم پایه‌ای تحقیق است که شامل عملکرد کلی دیوار برشی فولادی و روابط و مبانی نظری ضریب رفتار و نحوه حصول آن می‌باشد. در این فصل به بررسی رفتاری سیستم و اجزاء آن پرداخته شده و به طور کلی پارامترهای هندسی و مقاومتی تاثیر گذار بر روی این سیستم و نحوه اتصال به قاب بتنی مورد مطالعه قرار گرفته است.

فصل چهارم به صحت سنجی مدل و بررسی مدل های آزمایشگاهی استفاده شده جهت صحت سنجی نتایج، اختصاص دارد. هندسه، مصالح مورد استفاده، جزئیات، شرایط تکیه گاهی و نحوه بارگذاری نمونه‌ها در این فصل ارائه شده است. همچنین در این فصل به مدل سازی غیر خطی قاب بتنی [1] (RC) و دیوار برشی فولادی[2] در قاب بتنی (SPIW) و صحت سنجی مدل‌های عددی پرداخته شده است. روند مدل سازی و صحت سنجی نتایج، تعریف پارامترهای مدل سازی عددی، تشریح روند مدل سازی (SPIW) و مقایسه نتایج مدل های اجزاء محدود با مدل های آزمایشگاهی در این فصل مطرح شده است.

در فصل پنجم به مطالعه رفتاری (SPIW) پرداخته شده است، در این فصل رفتار تک تک اجزاء تشکیل دهنده (SPIW) بررسی شده و نحوه تسلیم و گسیختگی مادامی که بار جانبی افزایش می‌یابد مورد ارزیابی قرار گرفته است. همچنین در این فصل به مطالعه پارامتریک (SPIW) پرداخته شده است. تاثیر پارامترهای هندسی ضخامت صفحه فولادی و بازشو در صفحه و پارامترهای مقاومتی تنش تسلیم صفحه فولادی و مقاومت فشاری بتن بر روی (SPIW) در این فصل مورد بررسی گرفته است. نتایج به صورت سختی اولیه و مقاومت نهایی استخراج شده است. در این فصل نتایج تاثیر پارامترهای متغیر موثر بر رفتار قاب شامل ضخامت و تنش تسلیم صفحه فولادی، بازشو در صفحه فولادی و مقاومت فشاری بتن به صورت ضرایب رفتار و شکل پذیری استخراج شده و با هم مقایسه شده‌اند.

در فصل ششم نتیجه گیری‌های کلی این تحقیق ارائه شده و پیشنهاداتی برای تحقیقات آینده مطرح گردیده است.

[1] -Reinforced Conceret
[2] -Steel Plate Infill Wall

۲- مروری بر تحقیقات گذشته

۲-۱- تاریخچه استفاده از دیوار برشی فولادی

اولین موارد استفاده کاربردی از صفحات فولادی، استفاده از آن به صورت ورق چین دار و پانل-های ساندویچی بود که با استفاده از پیچ و مهره فلزی، پرچ یا جوش به قاب اصلی متصل می-شدند[۱]. سپس با الهام از صنعت کشتی سازی، ایده‌ی استفاده از ورق فولادی تقویت شده وارد صنعت ساختمان سازی شد. در سال‌های اخیر دیوار برشی فولادی به علت مزایای خوب و رفتار مناسب خود هم در ساخت ساختمان‌های نوساز و هم در تقویت ساختمان‌های موجود در کشورهایی مانند ژاپن، آمریکا و کانادا به کار گرفته شده است. در سالهای نخستین کاربرد با این فرض که ورق میانی نباید در اثر بارهای وارده دچار کمانش گردد با انتخاب ورق‌های ضخیم و یا استفاده از تعداد زیادی سخت‌کننده از کمانش آن جلوگیری می‌شد. این سخت کننده ها معمولا به صورت افقی و قائم در نظر گرفته می شدند و امکان قرار گیری سخت کننده در یک یا دو طرف صفحه فولادی وجود داشت. استفاده از ورق ضخیم از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه نبوده و همچنین به کار بردن سخت‌کننده‌ها نیز از لحاظ مسایل اجرایی با دشواری‌هایی همراه است. از طرفی ایده ورق ضخیم یا ورق سخت شده نگرانی جاری شدن تیر و یا ستون قبل از جاری شدن صفحه را نیز به همراه دارد. به همین دلیل رفته رفته استفاده از ورق نازک سخت نشده مورد توجه محققان قرار گرفته است. با استفاده از ورق نازک در واقع اجازه کمانش به ورق داده می‌شود و مقاومت فراکمانشی آن در جهت مقابله با نیروهای جانبی به کار گرفته میشود. لازم به ذکر است که کمانش ورق به معنای زوال آن نمی‌باشد و اگر ورق به شکل مناسب در مرزهایش مهار شده باشد می‌تواند مقاومت فرا کمانشی قابل ملاحظه‌ای از