

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه آزاد اسلامی
واحد تهران جنوب
دانشکده فنی و مهندسی

سمینار برای دریافت درجه کارشناسی ارشد " M.Sc "
مهندسی (عمران- سازه)
عنوان:

رفتار لرزه‌ای ستون‌های فلزی باکسی پرشده با بتن تحت نیروهای زلزله

استاد راهنما:

نام و نام خانوادگی دانشجو:

شماره دانشجویی:

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
چکیده	۱
فصل اول: مقدمه و مفاهیم کلی رفتار ستون‌های پر شده با بتن (CFT)	
۱-۱ مقدمه	۳
۱-۲ رفتار یکنواخت ستون‌های باکسی پر شده با بتن (CFT) (مقاومت محوری و سختی) ..	۵
۱-۳ مقاومت خمشی و سختی	۷
۱-۴ مقاومت تیر ستون	۸
۱-۵ مقاومت پیچشی و سختی	۹
۱-۶ خزش و جمع شدگی در CFT ها	۱۰
۱-۷ تنش پسماند در CFT ها	۱۰
۱-۸ رفتار چرخه‌ای باکس‌های فولادی پر شده با بتن	۱۰
۱-۹ طراحی ستون‌های باکسی فلزی پر شده با بتن	۱۴
فصل دوم: آزمایشات اعضای CFT و نتایج	
۲-۱ بررسی آزمایشات بر روی ستون‌های CFT و نتایج	۱۸
۲-۲ نوع المان و مش بندی در محاسبه	۱۹
۲-۳ آماده سازی نمونه‌ها	۲۰
۲-۴ تجهیزات اعمال بار سیکلی	۲۲

۲-۵ مدهای خرابی ۲۲

۲-۶ نتایج این آزمایشات ۳۰

فصل سوم: اثرات پیش بارگذاری روی اعضای CFT

۳-۱ نگاهی به پیش بارگذاری بر ستون‌های فلزی پر شده با بتن ۳۳

۳-۲ مطالعات انجام شده بر روی ستون‌های فلزی پر شده بابتن بر اثر پیش بارگذاری ۳۳

۳-۳ تحلیل تئوریک ۳۷

۳-۴ تحقیقات آزمایشگاهی ۴۳

۳-۵ جزئیات نمونه‌های آزمایش ۴۳

۳-۶ نتایج آزمایش و مشاهدات ۴۶

۳-۷ بررسی نتایج دیگر آزمایشات منتشر شده ۵۶

۳-۸ تحلیل المان محدود ۵۷

۳-۹ کالیبره کردن و مدلسازی عددی ۵۷

۳-۱۰ نتایج عددی ۶۰

۳-۱۱ یک روند گام به گام طراحی ۶۱

۳-۱۲ نتیجه‌گیری ۶۲

فصل چهارم: نکات آیین‌نامه‌ای در طراحی اعضای CFT

۴-۱ نکات آیین‌نامه‌ای در ستون‌های مختلط ۶۵

فصل پنجم: نتیجه گیری

۵-۱ نتیجه گیری ۷۲

مراجع ۷۴

پیوست ها ۸۴

فهرست اشکال

عنوان	صفحه
شکل ۱-۱ پلان سازه سه بعدی بادبندی نشده	۴
شکل ۲-۱ دتایل اتصال گیردار تیر ستون	۱۴
شکل ۱-۲ دتایل قاب‌های تحت آزمایش در نرم افزار آباکوس	۱۹
شکل ۲-۲ قرارگیری و مهاربندی قاب‌ها در حین آزمایش	۲۰
شکل ۳-۲ دتایل قاب مورد آزمایش	۲۱
شکل ۴-۲ مدهای خرابی در قاب	۲۲
شکل ۵-۲ تمام نمونه‌های قاب	۲۳
شکل ۶-۲ منحنی‌های هیستریزس بار جانبی - تغییر مکان	۲۳
شکل ۷-۲ پوش منحنی‌های بار جانبی - تغییر مکان	۲۴
شکل ۸-۲ منحنی بار جانبی-تغییر مکان قاب SF-22	۲۵
شکل ۹-۲ منحنی ایده آل بار-تغییر مکان	۲۶
شکل ۱۰-۲ برآورد ماکزیمم بار حدی جاری شدن قاب	۲۶
شکل ۱۱-۲ منحنی ضریب استهلاک هم ارز انباشتگی به تناسب تغییر مکان به تغییر مکان جاری شدن	۲۷
شکل ۱۲-۲ مقایسه پیش‌بینی و نتایج عددی منحنی بار-تغییر مکان	۲۸
شکل ۱۳-۲ مقایسه منحنی بار جانبی-تغییر مکان پیش‌بینی و نتایج عددی	۲۹
شکل ۱-۳ یک ساختمان چند طبقه تیپ با یک هسته دیوارهای داخلی	۳۴

- شکل ۳-۲ نشان‌دهنده ستون‌های فولادی لوله ای در اطراف سازه ۳۴
- شکل ۳-۳ سازه چند طبقه عمومی را که بتن در داخل لوله‌های فولادی توخالی آن ۳۵
- شکل ۳-۴ یک ستون مرکب متشکل از لوله مربع شکل فولادی ۴۰
- شکل ۳-۵ فاکتور کاهش پیش بار در مقابل ضریب لاغری بدون بعد را برای ستون‌های مرکب ۴۱
- شکل ۳-۶ تست فشاری بر اساس طول موثر ستون و دتایل‌های اندازه‌گیری ۴۴
- شکل ۳-۷ نمودار تغییر مکان تحت بار محوری برای CFT-S-40-30P و CFT-S-100-30P ۴۶
- شکل ۳-۸ یک تورم ذاتی جداره فولادی در ستون ۴۷
- شکل ۳-۹ منحنی بار تغییر مکان برای CFT-S-100-0P و CFT-S-100-30P ۴۷
- شکل ۳-۱۰ منحنی بار تغییر مکان برای CFT-I-40-30P و CFT-I-100-30P ۴۸
- شکل ۳-۱۱ مود خرابی را نشان می‌دهد ۴۹
- شکل ۳-۱۲ مود خرابی را نشان می‌دهد ۴۹
- شکل ۳-۱۳ منحنی بار تغییر مکان برای CFT-I-100-0P و CFT-I-100-30P ۵۰
- شکل ۳-۱۴ منحنی بار تغییر مکان برای CFT-I-130-40P ۵۰
- شکل ۳-۱۵ خرابی در اثر خورد شدن بتن نه بدلیل کماتش کلی معمول ۵۱
- شکل ۳-۱۶ منحنی بار تغییر مکان برای CFT-L-40-30P و CFT-L-100-30P ۵۲
- شکل ۳-۱۷ منحنی بار تغییر مکان را برای CFT-L-100-0P و CFT-L-100-30P و CFT-L-130 ۵۲
- شکل ۳-۱۸ منحنی بار تغییر مکان را برای CFT-L-100-0P و CFT-L-100-30P و CFT-L-130 ۵۳
- شکل ۳-۱۹ ستون CFT-L-40-30P قبل و بعد از خرابی ۵۳
- شکل ۳-۲۰ مقایسه نتایج آزمایشات و تحلیل المان محدود ۵۴
- شکل ۳-۲۱ مقایسه نتایج آزمایشات و تحلیل المان محدود ۵۵

- شکل ۲۲-۳ منحنی‌های ارتباط تنش – کرنش تک محوری برای بتن و فولاد ۵۷
- شکل ۲۳-۳ منحنی‌های ارتباط تنش – کرنش تک محوری برای بتن و فولاد ۵۷
- شکل ۲۴-۳ مش بندی کلی المان محدود برای بتن و فولاد ۵۸
- شکل ۲۵-۳ کاهش ظرفیت محوری ۵۹
- شکل ۲۶-۳ بار نهایی از شبیه سازی عددی در مقایسه با اعداد بدست آمده ۶۰

فهرست نمودار

عنوان	صفحه
نمودار ۱-۱ مقاومت مقطع ستون پر شده با بتن نرمال شده	۸
نمودار ۲-۱ منحنی رفتار هیستریزیس بار-تغییر مکان ستون cft	۱۱
نمودار ۳-۱ مقایسه طراحی مقاوم اندرکنش برای مقاطع دایره‌ای و مربعی و پر شده با بتن	۱۶
نمودار ۱-۲ تمام نتایج بارهای جانبی به تغییر مکان	۲۴
نمودار ۱-۳ لوله دایره‌ای پر شده با بتن و بخش رنج لاغری ستون	۴۳
نمودار ۲-۳ نسبت اختلاط بتن	۴۳
نمودار ۳-۳ مقایسه نتایج آزمایشات و تحلیل المان محدود	۵۴
نمودار ۴-۳ مقایسه نتایج آزمایشات و نتایج پیش‌بینی شده	۵۵
نمودار ۵-۳ مقایسه نتایج آزمایشات یکسان‌سازی	۵۶
نمودار ۶-۳ مقایسه نتایج آزمایشات	۶۰
نمودار ۷-۳ یکسان‌سازی نتایج آزمایشات	۶۱

چکیده

ستون‌های باکسی پرشده با بتن (CFT)^۱ در بسیاری از ساختمان‌ها در جهان استفاده شده‌اند. این سازه‌ها با ارتفاعها و وضعیت‌های گوناگون در دو موقعیت بدون نیروهای لرزه‌ای و در مناطقی که خطر لرزه‌ای بالایی دارند اجرا گردیده‌اند. این بازبینی کوتاه رفتار ستون‌های پرشده از بتن بامقطع دایره و مربع مستطیل به همراه بادبندها، و خصوصاً متمرکز شده بر رفتار آنها در زمان اعمال بارها به طور لرزه‌ای رفت و برگشتی در نظر گرفته است. این بحث با رفتار ستون‌های پرشده با بتن تحت بارهای محوری و خمشی و پیچشی شروع می‌شود و چکیده‌ای از اثرات خزش، جمع‌شدگی و عکس‌العمل کلی ستون‌های پرشده با بتن برای تنش‌های پسماند را نشان خواهد داد. مختصری از رفتار یکنواخت براساس بحث‌های متعاقب تحقیق شده بر روی رفتارسیکلی این ستون‌ها دیده می‌شود. این مقاله از چندین مقاله که در زمین‌های نیروی غیرلرزه‌ای برای محاسبه و طراحی این ستون‌ها کار شده برگرفته شده است.

فصل اول

مقدمه و مفاهیم کلی رفتار ستون‌های پر شده با بتن (CFT)

۱-۱ مقدمه

ستون باکسی مرکب، پر شده با بتن (CFT) به طور روزافزون بعنوان يك ستون یا تیر ستون در سازه‌های بادبندی شده و یا قاب‌های خمشی مورد استفاده قرار می‌گیرد. با استفاده از مقاطع سرد نورد شده دایره‌ای یا مستطیلی مربعی در ساختمان‌های مختلف با بتن‌های پیش تنیده یا درجا ریخته شده در سراسر جهان مرسوم گردیده است، این سازه‌ها با مقاطعی با ابعاد بالا و درجا ریخته شده در ستون‌های اصلی که باید در برابر نیروهای لرزه‌ای مقاوم باشد در ساختمان‌های چند طبقه بادبندی شده و قاب‌های خمشی استفاده شده است. ستون‌های باکسی پر شده با بتن از پلیت جوش شده به هم درست شده‌اند و در ساختمان‌های بلند جهان با ستون‌های دایره‌ای از لوله‌ها استفاده شده است. در مجموع در ژاپن از این روش برای ستون‌های پل به طور معمول استفاده می‌شود. [۳]

اعضای پر شده با بتن در سازه‌ها یکسری نتایج خوب با مقاطع متعادل از فولاد، بتن مسلح، و یا فولاد مسلح شده با بتن دارد. وقتی از قاب‌های مرکب از فولاد و بتن شامل مقاطع I شکل در تیرهای اصلی که به صورت مربعی مستطیلی یا دایره‌ای قاب شده‌اند که این قاب‌ها به طور کامل یا بخشی از آن یا اتصالات آنها گیردار شده‌اند، CFTها باعث یکنواختی عالی و مقاومت زیاد در برابر لرزه در جهت عمود بر هم و تناسب خوب برای مقاومت برابر خمش یکطرفه به همراه بار محوری می‌شود. برای طراحی لرزه‌ای CFTها در بخش مقاوم در خمش قاب‌ها نسبت (مقاومت بر وزن) را بسیار بالا می‌برد و بدلیل محبوس بودن بتن و بادبندی ممتد، باکس‌های نواری با نسیت بالایی (مقاومت بر وزن) از ستون‌های باکسی، باعث تأخیر در کماتش موضعی در آن می‌شود، رفتار استهلاکی تصحیح شده، در مقایسه با قاب‌های فولادی معمولی مشهود می‌باشد و افزایش شکل‌پذیری و سختی فولاد در بیرون محیطی که بطور مؤثر در مقاومت خمشی به خوبی کشش و فشار محوری بطور اجزای عمل می‌کند، قرار می‌گیرد در حالی که فرم‌های بتنی بعنوان يك هسته کمکی بسیار عالی به مقاومت در برابر بارهای فشاری خواهد کرد.

باکس‌های فولادی همچون قاب در سازه عمل می‌کنند و اجزای آنها می‌تواند برای سازه‌های چندطبقه ارجع باشد چون در آنها هزینه کارگری و مصالح را کاهش خواهد داد. هزینه تمام شده اعضا کمتر از هزینه فولاد و به سختی با بتن مسلح بر پایه (مقاومت بر هزینه) برابری می‌کند.

تحقیقات اخیر استفاده از بتن مقاومت بالا و یا فولاد با بتن مقاومت بالا را با موفقیت بیشتری نشان داده است [۸-۱۲]. با استفاده از بتن مقاومت بالا، CFTها در هر فوت مربع قویتر از ستون‌های بتنی مسلح معمولی هستند. با این روش قاب‌هایی کوچکتر و سبکتر روی فونداسیون ساخته خواهد شد.