

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه آزاد اسلامی

واحد تهران مرکزی

دانشکده فنی و مهندسی گروه عمران

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد (M.Sc)

گرایش : سازه

عنوان :

تعیین تاثیر نوع سیستم سقف بر عملکرد سازه های بتنی (مطالعه موردی)

استاد راهنما :

جناب آقای دکتر منوچهر بهرویان

استاد مشاور :

جناب آقای دکتر شهریار طاووسی تفرشی

پژوهشگر :

رضا حسنی

تابستان ۱۳۹۱



ISLAMIC AZAD UNIVERSITY

Central Tehran Branch

Faculty Of Engineering Department of Civil

“M.Sc” Thesis

On structure

Subject:

**Determination of type of roof system on the performance of concrete
structures (case study)**

Advisor:

Dr. Manuchehr Behrooyan

Reader:

Dr. Shahriyar Tavoosi

By :

Reza Hasani

Sumer 2012

تشکر و قدر دانی :

در اینجا جا دارد از کلیه افرادی که در تدوین این پایان نامه به من کمک کردند تقدیر و تشکر کنم خصوصا از جناب آقای دکتر منوچهر بهرویان استاد راهنمای ارجمندم که راهنمایی های ایشان همواره مشکل گشای کارهای من بود ، استاد مشاور عزیزم جناب آقای دکتر شهریار طاووسی ، جناب آقای دکتر محرابی که راهنمایی های ایشان در جهت برنامه ریزی برای انجام سمینار و پایان نامه اینجانب در یکسال اخیر بسیار موثر و مفید بوده است. و همچنین پدر و مادر عزیزم که همواره راهنمای من در تمام طول زندگی بوده اند.

تقدیم به :

پدر و مادر عزیزم که همواره بهترین پشتیبان های من در تمام مراحل زندگی بوده اند.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	فصل اول
۲	۱-۱ مقدمه
۲	۲-۱ بیان مسئله
۲	۳-۱ هدف تحقیق
۳	۴-۱ ضرورت انجام تحقیق
۴	۵-۱ روش انجام تحقیق
۴	فصل دوم
۵	۱-۲ سیستم ثابت و اهمیت آن در سازه
۵	۲-۲ انواع سیستمهای سقف متداول
۶	۱-۲-۲ گروه سقفهای تیرچه دار
۶	۱-۱-۲-۲ سقف تیرچه بلوک
۷	۲-۲-۲ سقف تیرچه فلزی (کرومیت)
۸	۳-۱-۲-۲ سقف سیاک
۹	۲-۲-۲ گروه سقفهای کامپوزیت
۹	۱-۲-۲-۲ سقف کامپوزیت فولادی
۱۰	۲-۲-۲-۲ سقف کامپوزیت کرومیت
۱۲	۳-۲-۲ گروه سقفهای دال
۱۲	۱-۳-۲-۲ سقفهای مجوف پیش ساخته، پیش تنیده

۱۳	۲-۳-۲-۲ سیستم سقف مجوف بتن مسلح با گوی های توخالی کروی
۱۵	۳-۲ سوابق تحقیقات انجام شده و خلاصه ای از چند مقاله
۱۸	فصل سوم
۱۹	۱-۳ سیستمهای سقف مورد بررسی در این تحقیق و روش آنالیز و طراحی آنها
۱۹	۲-۲ آنالیز و طراحی سیستم سقف دال دو طرفه
۲۰	۱-۲-۳ انواع دال دو طرفه
۲۵	۲-۲-۳ مفهوم قاب در روشهای آیین نامه ای
۲۷	۳-۲-۳ اجزای نوار دال
۲۸	۴-۲-۳ نسبت سختی دال به تیر
۲۹	۵-۲-۳ ضخامت دال دو طرفه
۳۲	۶-۲-۳ لنگر استاتیکی ضریب دار در یک دهانه
۳۴	۷-۲-۳ روش طراحی مستقیم در آیین نامه
۴۲	۸-۲-۳ روش طراحی مستقیم در آیین نامه بتن ایران
۴۲	۹-۲-۳ برش در دال دو طرفه
۴۳	۱-۹-۲-۳ برش در دال دو طرفه با تیر بین تکیه گاهها
۴۴	۲-۹-۲-۳ برش در صفحات تخت یا دال های تخت
۴۹	۳-۹-۲-۳ برش در دال بدون تیر بر اساس آیین نامه ی بتن ایران
۵۱	۳-۳ آنالیز و طراحی سیستم سقف تیرچه و بلوک
۵۲	۱-۳-۳ انواع سقف های تیرچه و بلوک
۵۲	۲-۳-۳ اجزای تشکیل دهنده سقف، تیرچه و بلوک

۵۷	۳-۳-۳ فرضیات طراحی
۵۷	۴-۳-۳ مراحل طراحی
۶۸	۴-۳ آنالیز و طراحی سیستم سقف تیرچه فلزی (کرومیت)
۶۸	۱-۴-۳ اجزای تشکیل دهنده سقف، تیرچه فولادی
۷۱	۲-۴-۳ طراحی تیرچه فولادی در سقف های تیرچه و بلوک
۷۱	۳-۴-۳ ضوابط طراحی
۷۱	۴-۴-۳ فرضیات طراحی
۷۲	۵-۴-۳ مراحل طراحی
۸۲	۵-۳ آنالیز و طراحی سیستم سقف دال پیش تنیده
۸۲	۱-۵-۳ تئوری پیش تنیدگی
۸۳	۲-۵-۳ روش های پیش تنیدگی
۸۳	۱-۲-۵-۳ سیستم چسبیده
۸۴	۲-۲-۵-۳ سیستم نجسبیده
۸۴	۳-۲-۵-۳ مقایسه سیستم های چسبیده و نجسبیده
۸۵	۳-۵-۳ مراحل اجرای دال های پس کشیده با روش نجسبیده
۸۷	۴-۵-۳ مزایای دال های پس کشیده در ساختمان
۹۰	فصل چهارم
۹۱	۱-۴ مشخصات ساختمان مورد بررسی در این تحقیق
۹۱	۱-۱-۴ تعداد طبقات
۹۱	۲-۱-۴ مساحت طبقات

۹۱	۳-۱-۴ طول و عرض ساختمان
۹۲	۴-۱-۴ ارتفاع ساختمان
۹۲	۵-۱-۴ بررسی منظم بودن ساختمان
۹۲	۶-۱-۴ کاربری ساختمان
۹۲	۷-۱-۴ موقعیت ساختگاهی ساختمان
۹۲	۸-۱-۴ آیین نامه های مورد استفاده در طراحی
۹۳	۹-۱-۴ نرم افزارهای مورد استفاده
۹۳	۱۰-۱-۴ مشخصات مصالح مورد استفاده
۹۳	۱۱-۱-۴ هزینه مصالح مصرفی و دستمزدهای اجرایی در این پروژه
۹۴	۱۲-۱-۴ سیستم های باربر
۹۵	۱۲-۱-۴ بارگذاری
۹۵	۱۲-۱-۴ بارگذاری ثقلی
۹۶	۱۲-۱-۴ بارگذاری جانبی
۹۹	۲-۴ آنالیز و طراحی سازه با سیستم سقف دال دوطرفه دارای تیر بین تکیه گاه ها
۱۰۷	۳-۴ آنالیز و طراحی سازه با سیستم سقف دال دو طرفه تخت
۱۱۴	۴-۴ آنالیز و طراحی سازه با سیستم سقف تیرچه و بلوک
۱۲۱	۵-۴ آنالیز و طراحی سازه با سیستم سقف تیرچه فلزی (کرومیت)
۱۲۹	فصل پنجم
۱۳۰	۱-۵ نتیجه گیری
۱۳۰	۱-۱-۵ نیروهای موجود در اعضای سازه ای

- ۱۳۳ ۲-۱-۵ میزان فولاد مصرفی در هر سیستم سقف
- ۱۳۴ ۳-۱-۵ میزان بتن مصرفی در هر سیستم سقف
- ۱۳۵ ۴-۱-۵ هزینه اجرای هر سیستم سقف
- ۱۳۶ ۵-۱-۵ وزن سازه ای با سیستم های سقف مختلف
- ۱۳۷ ۶-۱-۵ زمان اجرای سازه ی ساختمان با سیستم های سقف مختلف
- ۱۳۸ ۷-۱-۵ میزان تغییر مکان نسبی طبقات ساختمان با سیستم های مختلف سقف

۲-۵ پیشنهادات

فهرست منابع و مراجع

فهرست شکل ها

- شکل ۱-۲ سقف تیرچه بلوک ۶
- شکل ۲-۲ سقف تیرچه فلزی ۷
- شکل ۳-۲ سقف سیاک ۹
- شکل ۴-۲ سقف کامپوزیت فلزی ۱۰
- شکل ۵-۲ سقف کامپوزیت کرومیت ۱۱
- شکل ۶-۲ دال پیش ساخته مجوف ۱۳
- شکل ۷-۲ دال Cobiax ۱۴
- شکل ۱-۳ دال های یک طرفه و دو طرفه ۲۰
- شکل ۲-۳ دال های تخت بدون تیر محیطی و با تیر محیطی ۲۱
- شکل ۳-۳ دال های تخت با سر ستون (کتیبه) ۲۲
- شکل ۴-۳ دال های مشبک (وافل) ۲۳
- شکل ۵-۳ دال های با تیر بین تکیه گاه ها ۲۴
- شکل ۶-۳ تعریف قاب ۲۶
- شکل ۱-۴ پلان ستون گذاری ۹۱
- شکل ۱-۵ میزان نیروی محوری در ستون B-2 طبقه چهارم در اثر بار زلزله در جهت X بر حسب کیلوگرم ۱۳۰
- شکل ۲-۵ میزان نیروی برشی در تیر B 2-3 طبقه چهارم در اثر بار زلزله در جهت X بر حسب کیلوگرم ۱۳۱
- شکل ۳-۵ میزان نیروی خمشی حداکثر در تیر B 2-3 طبقه چهارم در اثر بار ۱۳۲

زلزله در جهت X بر حسب کیلوگرم در متر

- ۱۳۳ شکل ۴-۵ میزان فولاد مصرفی در هر متر مربع سقف بر حسب کیلوگرم
- ۱۳۴ شکل ۵-۵ میزان بتن مصرفی در هر متر مربع سقف بر حسب متر مکعب
- ۱۳۵ شکل ۶-۵ هزینه اجرای هر متر مربع سقف بر حسب تومان
- ۱۳۶ شکل ۷-۵ وزن سازه ای در هر متر مربع سقف بر حسب کیلوگرم
- ۱۳۷ شکل ۸-۵ زمان اجرای سازه ی ساختمان بر حسب روز
- ۱۳۸ شکل ۹-۵ میزان تغییر مکان نسبی طبقات در جهت X برای سیستم های مختلف

سقف

چکیده:

یکی از اجزای اصلی تشکیل دهنده ی انواع ساختمان ها، سقف ها و از آن جمله سقف های بتنی می باشند که نقش اساسی آنها انتقال نیروهای قائم و افقی ناشی از بارهای ثقلی و نیروهای جانبی شامل بارهای باد و زلزله به سایر اعضای باربر است. سیستم سقف هر سازه تاثیر بسیار مهمی در عملکرد سیستم سازه ای هر ساختمان دارد و بسیاری از خرابی های ساختمانها در اثر زلزله به دلیل عملکرد ضعیف سیستم سقف در سازه ی ساختمانهای آسیب دیده بر اثر زلزله بوده است. این تحقیق به بررسی سیستم های متداول سقف در ایران و جهان می پردازد و برای ساختمانهای بتنی متداول در شهرهای کرج و تهران بسته به طول دهانه، تعداد طبقات و کاربری آن سیستم های مناسب سقف جهت ساختمانهای با سازه ی بتنی را در شرایط مختلف بررسی می کند و مناسب ترین سیستم سقف برای هر ساختمان را انتخاب می کند. در این پروژه با طراحی سیستم سازه ای و سیستم سقف ساختمان مورد بررسی با استفاده از سیستم های سقف دال با تیر، دال تخت، تیرچه و بلوک و تیرچه فلزی به برآورد میزان لنگر خمشی، نیروی برشی و نیروی محوری در اعضا و میزان بتن و فولاد مصرفی، هزینه های اجرایی، وزن سیستم سازه ای، زمان اجرای کل پروژه و تغییر مکان نسبی طبقات برای سیستم سازه ای با استفاده از هر یک از سیستم های سقف پرداخته شد و نتایج بدست آمده نشان می دهد که نیروهای ایجاد شده در اثر زلزله و تغییر مکان نسبی طبقات در دال های با تیر بین تکیه گاه بیشترین میزان و در دال های تخت با سیستم باربر جانبی دیوار برشی کمترین میزان می باشد همچنین میزان مصالح مصرفی، هزینه های اجرایی، وزن سازه ای و زمان اجرای سازه در سیستم های سقف تیرچه ای مقدار کمتری نسبت به سیستم های سقف دال دارد

فصل اول

مقدمه

بیان مسئله

هدف تحقیق

ضرورت انجام تحقیق

روش انجام تحقیق

۱-۱ مقدمه

یکی از اجزای اصلی تشکیل دهنده ی انواع ساختمان ها، سقف ها و از آن جمله سقف های بتنی می باشند که نقش اساسی آنها انتقال نیروهای قائم و افقی ناشی از بارهای ثقلی و نیروهای جانبی شامل بارهای باد و زلزله به سایر اعضای باربر است. سقف های سازه ای علاوه بر اینکه تحمل کننده ی بارهای ثقلی در ساختمانها هستند، براساس میزان صلبیت در هنگام زلزله وظیفه ی توزیع و انتقال نیروهای ایجاد شده در دیافراگم ها را به عناصر قائم باربر جانبی بر عهده دارند. همچنین این عناصر باید در برابر تغییر شکلهای افقی که در میان صفحه ی آنها ایجاد می شود، مقاومت و سختی کافی را دارا باشند.

۲-۱ بیان مسئله

سیستم سقف هر سازه تاثیر بسیار مهمی در عملکرد سیستم سازه ای هر ساختمان دارد و بسیاری از خرابی های ساختمانها در اثر زلزله به دلیل عملکرد ضعیف سیستم سقف در سازه ی ساختمانهای آسیب دیده بر اثر زلزله بوده است. این تحقیق به بررسی سیستم های متداول سقف در ایران و جهان می پردازد و برای ساختمانهای بتنی متداول در شهرهای کرج و تهران بسته به طول دهانه، تعداد طبقات و کاربری آن سیستم های مناسب سقف جهت ساختمانهای با سازه ی بتنی را در شرایط مختلف بررسی می کند و مناسب ترین سیستم سقف برای هر ساختمان را انتخاب می کند.

۳-۱ هدف تحقیق

با توجه به اینکه بسیاری از سازه های بتنی ساخته شده در دهه های اخیر توانایی مقابله با نیرو های لرزه ای که طبق ویرایش سوم آیین نامه ۲۸۰۰ باید توسط سازه تحمل شود را ندارند این تحقیق به بررسی ضعف های موجود در سازه های بتنی متعارف در سطح شهر های کرج و تهران می پردازد و بهترین راه حل برای مقابله با این ضعف ها تا جایی که این سازه ها بتوانند

نیروهای لرزه ای طبق ویرایش سوم آیین نامه ۲۸۰۰ و دستور العمل بهسازی لرزه ای را تحمل کنند ارائه می شود. همچنین در ساختمانهایی که طراحی می شود با به کار بردن مناسب ترین سیستم سقف بسته به طول دهانه، تعداد طبقات و کاربری آن برای هر سازه بهینه ترین طراحی انجام می شود یعنی سازه ها به گونه ای طراحی می شود که با کمترین هزینه سازه ای سبک و مقاوم در برابر زلزله داشته باشیم.

۴-۱ ضرورت انجام تحقیق

با بررسی گزارش های زلزله های اخیر در کشورمان مشخص است که بسیاری از آسیبهای ناشی از زلزله ها و تلفات جانی و مالی به علت ضعف در اجرای سیستم های متداول سقف و سازه بوده است این پروژه به بررسی ضعف های ساختمانهای بتنی متداول در شهرهای تهران و کرج می پردازد و سپس به مطالعه موردی ساختمانی با سازه بتنی دارای سیستم های مختلف سقف پرداخته می شود.

۵-۱ روش انجام تحقیق

با مدل کردن سیستم های مختلف سقف توسط نرم افزار و مقایسه رفتارهای آنها با توجه به تغییر مکانها و میزان تغییر شکلها و تلاشها و اعمال دستور العمل های آیین نامه های معتبر مربوطه به هر سیستم سقف برای هر ساختمان مناسب ترین سیستم سقف انتخاب می شود. در بررسی ها و آنالیز نتایج صلبیت کف ها که از الزامات اساسی طراحی سیستم های سازه ای است با روشهای دقیق مطابق آیین نامه ۲۸۰۰ کنترل می شود.

فصل دوم

سیستم سقف و اهمیت آن در سازه

تاریخچه سیستم سقف

انواع سیستم های سقف متداول

سوابق تحقیقات انجام شده و خلاصه ای از چند مقاله

۱-۲ سیستم سقف و اهمیت آن در سازه

یکی از اجزای اصلی تشکیل دهنده ی انواع ساختمان ها، سقف ها و از آن جمله سقف های بتنی می باشند که نقش اساسی آنها انتقال نیروهای قائم و افقی ناشی از بارهای ثقلی و نیروهای جانبی شامل بارهای باد و زلزله به سایر اعضای باربر است. سقف های سازه ای علاوه بر اینکه تحمل کننده ی بارهای ثقلی در ساختمانی هستند، براساس میزان صلبیت در هنگام زلزله وظیفه ی توزیع و انتقال نیروهای ایجاد شده در دیافراگم ها را به عناصر قائم باربر جانبی بر عهده دارند. همچنین این عناصر باید در برابر تغییر شکل‌های افقی که در میان صفحه ی آنها ایجاد می شود، مقاومت و سختی کافی را دارا باشند.

۲-۲ انواع سیستم های سقف متداول

بطور کلی می توان انواع روش‌های اجرای سقف را در سه گروه سقف های تیرچه دار، سقف‌های کامپوزیت، و دال‌های بتنی تقسیم بندی نمود:

گروه سقف های تیرچه دار شامل

سقف‌های تیرچه بلوک

سقف‌های تیرچه فلزی (کرومیت)

سقف‌های سیاک

گروه سقف های کامپوزیت شامل

سقف‌های کامپوزیت فلزی

سقف‌های کامپوزیت کرمیت

سقف‌های کامپوزیت CSD

سقف با قالب مشبک Roofix

گروه دال‌های بتنی شامل

دال بتني پيش تنيده (پيش کشيده و پس کشيده)

دال مجوف Cobiax

سقفهاي پيش ساخته و نيمه پيش ساخته (Predall - Hollow core - Double Tee)

لازم به ذکر است برخي ديگراز سيستمهاي سقف بخشي از يك مجموعه كامل سيستم سازه اي مي باشد که همراه با المانهاي ديگر سازه اي و به تناسب آنها طراحي و اجرا مي گردند ، در اين مورد ميتوان به سقف سيستمهاي ICF و LSF اشاره نمود.

۱-۲-۲ گروه سقفهاي تيرچه دار

۱-۱-۲-۲ سقف تيرچه بلوك

اين روش از رايج ترين روشهای اجراي سقف هاست که امروزه نیز بطور وسيعي در صنعت ساختمان سازي مورد استفاده قرار ميگيرد.



شکل ۱-۲ سقف تيرچه بلوك

اجزاي اين سيستم عبارتند از

۱- تيرچه بتني

۲- بلوك سيماني يا سفالي يا يونوليتي

۳- ميلگرد افت و حرارت

۴- میلگردهای تقویتی

۵- بتن پوشش رویه

۲-۱-۲-۲ سقف تیرچه فلزی (کرومیت)

امروزه تیرچه های کرومیت بعنوان یکی از گزینه های مناسب در مواردی که زیربنا کم بوده و بتوان چند سقف را با هم بتن ریزی نمود، شناخته می شود. این نوع سقف از سقفهای تیرچه فولادی باجان باز در ترکیب با بتن محسوب شده و دارای اجزای زیر است:

۱. تیرچه فولادی با جان باز

۲. بلوک

۳. میلگرد افت و حرارت

۴. کلاف عرضی

۵. بتن پوششی درجا



شکل ۲-۲ سقف تیرچه فلزی