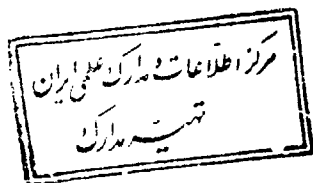


بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



وزارت علوم و تحقیقات و فن آوری

دانشگاه علوم و فنون مازندران

پایان نامه مقطع کارشناسی ارشد

رشته: مهندسی عمران - گرایش سازه

موضوع:

بررسی انواع سیستم‌های پیش ساخته

و تحلیل غیر خطی آنها

012313

استاد راهنما:

دکتر سهیل محمدی

دانشجو:

میریونس محمدی

۳۵۶۳۵

بهار ۷۹

بایاد ارواح طیبه پدر و مادرم
تقدیم می‌گردد به
همسر مهربان، فرزندان عزیز
و برادران گرامیم

چکیده

امروزه پانل‌های پیش ساخته بدلیل انعطاف پذیری و سرعت بالای ساخت و نصب قطعات و همچنین صرفه اقتصادی در ساخت و سازهای انبوه مورد توجه بیشتر دست‌اندرکاران و پژوهشگران قرار گرفته است.

در این نوشتار برخی از سیستم‌های پیش ساخته سنگین و سبک که در کشورهایی مانند انگلستان، فرانسه، ایتالیا متداول بوده و در احداث ساختمانهای بزرگ نظیر مدارس، بیمارستانها، دانشگاهها و ... بکار رفته‌اند معرفی شده‌اند.

همچنین رفتار اتصالات و دسته‌بندی آنها در ساختمانهای پیش ساخته و نقش کلیدی اتصالات در تأمین ایمنی سازه، بخصوص در برابر بارهای غیرمترقبه مورد بحث قرار گرفته‌اند.

در نهایت بعنوان یک روش خاص، پانل‌های اندوچی شاتکریتی و تکنولوژی ساخت آنها که اخیراً نیز در ایران مورد بهره‌برداری قرار گرفته‌اند بررسی شده، و یک مدل عددی و تحلیلی از اینگونه پانل‌ها به عنوان نمونه انتخاب و با استفاده از نرم‌افزار اجزاء محدود ELFEN تحلیل شده و نتایج حاصله با نتایج آزمایشات عملی مقایسه گردیده است. تستهای انجام شده به روش تحلیل غیرخطی شامل مدل خمشی المان سقف، مدل خمشی مدل دیوار، مدل فشاری و مدل برشی دیوار می‌باشد.

Abstract

Recently, precast panels have been widely used in mass construction projects due to their flexibility and fast construction / installation techniques.

In this research, some of the main light and heavy precasting systems are introduced, which have been used in many countries such as the U.K., France and Italy for construction of large scale buildings, schools, hospitals and universities.

Also, behaviour of connections in precasted buildings and their key role in maintaining the overall safety of the structure subjected to non - conventional loadings have been investigated. Finally, as a special case, shotcrete sandwich panels are discussed in more detail, and various construction methods which are currently being used in Iran, will be presented. A computational simulation of this type of panels based on the ELFEN finite element code, has been developed and adopted and is verified by some of the standard tests of precast panels. The results have shown that the numerical simulation can be effectively used in practice for modelling of real precast structures.

فصل ۱- کلیات

- ۱-۱- کلیاتی دربارهٔ صنعت پیش ساخته ۲
- ۲-۱- تعریف سیستم پیش ساخته ۳
- ۳-۱- انواع ساختمانهای پیش ساخته ۳
- ۴-۱- کاربرد صنعت پیش ساخته ۷
- ۴-۱- مزایای صنعت پیش ساخته ۸

فصل ۲- سیستم پیش ساخته سنگین:

- ۱-۲- روش ریما (Reema) ۱۱
- ۲-۲- روش اینترگرید (Inter grid-system) ۱۵
- ۳-۲- سیستم جی ۸۰ (G 80) ۱۹
- ۴-۲- سیستم تراکوبا (Tracoba - System) ۲۳
- ۵-۲- سیستم پیش ساخته دیسمان ۲۹
- ۶-۲- سیستم پیش ساخته کارخانه پرکامفورم ۴۰
- ۷-۲- سایر سیستمها ۴۵

فصل ۳- سیستمهای پیش ساخته سبک:

- ۱-۳- سیستم پیش ساخته پانل های ساندویچی ۴۷
- ۲-۳- سیستم پیش ساخته رین پانل ۵۳
- ۳-۳- عایق کاری ۶۰
- ۴-۳- توصیه های اجرائی ۶۰
- ۵-۳- سیستم پیش ساخته پوما ۶۱

فصل ۴- اتصالات در سیستمهای پیش ساخته

- ۴-۱- اهمیت اتصالات در ساختمانهای پیش ساخته ۷۳
- ۴-۲- دسته بندی و خصوصیات کلی انواع اتصالات ۷۳
- ۴-۳- معیارهای طراحی ۷۴
- ۴-۴- نقش اتصالات در حالات حدی و انسجام سازه ای ۷۵
- ۴-۵- دسته بندی مدل ها ۷۹

فصل ۵- بررسی پانل های ساندویچی شاتکریتی

- ۵-۱- تکنولوژی ساخت ۸۲
- ۵-۲- تحقیقات انجام شده ۹۳
- ۵-۳- طراحی دال کف از پانل های شاتکریتی ۱۰۸
- ۵-۴- شبکه های جوش شده ۱۱۵
- ۵-۵- کنترل عرض ترک در دال های پانل کف ۱۱۶
- ۵-۶- طرح تمرکز آرماتورهای تقویتی ۱۱۷
- ۵-۷- بررسی رفتار و طراحی برشی خرپایی در پانل های پیش ساخته ۱۱۹
- ۵-۸- پیوستگی و مهار شبکه جوش شده مفتولی ۱۲۲
- ۵-۹- طراحی پانل های دیواری پیش ساخته ۱۲۴

فصل ۶- تحلیل غیرخطی یک پانل ساندویچی شاتکریتی نمونه:

- ۶-۱- معرفی برنامه نرم افزاری ELFEN ۱۳۶
- ۶-۲- تقسیم بندی داده ها ۱۳۷
- ۶-۳- تحلیل عددی نمونه ۱۴۶
- جمع بندی و پیشنهادات ۱۵۷
- منابع فارسی ۱۶۳
- منابع انگلیسی ۱۶۴

فهرست اشکال

| صفحه | عنوان: |
|------|---|
| ۴ | شکل ۱-۱- سیستم تیر و ستونی |
| ۵ | شکل ۲-۱- سیستم پانلی |
| ۶ | شکل ۳-۱- نمونه‌ای از سیستم پانل بزرگ |
| ۷ | شکل ۳-۱- نمونه‌ای از سیستم پانل کوچک |
| ۱۴ | شکل ۱-۲- مربوط به روش ریما |
| ۱۷ | شکل ۲-۲- مربوط به روش اینترگرید |
| ۱۸ | شکل ۳-۲- مربوط به روش اینترگرید |
| ۲۲ | شکل‌های ۴-۲- روش G80 |
| ۲۷ | شکل‌های ۵-۲- مربوط به سیستم تراکوبا |
| ۲۸ | شکل‌های ۶-۲- مربوط به سیستم تراکوبا |
| ۳۰ | شکل ۷-۲- پی پیش ساخته |
| ۳۲ | شکل ۸-۲- تیر و ستونهای پیش ساخته |
| ۳۴ | شکل ۹-۲- سیستم پیش ساخته دیسمان |
| ۳۷ | شکل ۱۰-۲- سیستم پیش ساخته دیسمان |
| ۳۹ | شکل ۱۱-۲- سیستم دیسمان |
| ۴۹ | شکل ۱-۳- دیوارهای پانل ساندویچی |
| ۵۰ | شکل ۲-۳- درزهای عایق‌بندی |
| ۶۵ | شکل ۳-۳- پلان معماری یک واحد مسکونی در روش پوما |
| ۶۶ | شکل ۴-۳- نحوه استقرار پانل پوما بر روی شناژ خارجی |
| ۶۷ | شکل ۵-۳- نحوه استقرار پانل پوما بر روی شناژ داخلی |
| ۶۷ | شکل ۶-۳- نحوه اتصال دو قطعه پوما |

- شکل ۳-۷- نحوه اتصال دو دیوار متقاطع ۶۸
- شکل ۳-۸- نحوه اتصال دیوارهای کنج ۶۸
- شکل ۳-۹- نحوه اتصال قطعات سقف ۶۹
- شکل ۳-۱۰- نحوه اتصال دیوار باربر ۶۹
- شکل ۳-۱۱- نحوه اتصال تیر با سقف ۷۰
- شکل ۳-۱۲- نحوه اتصال سقف با دیوار ۷۰
- شکل ۳-۱۳- نحوه اتصال سقف با دیوار بیرونی ۷۱
- شکل ۵-۱- ساختمان مسکونی با پانل ساندویچی ۸۴
- شکل ۵-۲- نصب پانل دیوار به پی پانل ساندویچی ۸۵
- شکل ۵-۳- نصب پانل های دیوار ۸۶
- شکل ۵-۴- نصب چهارچوب در و پنجره ۸۹
- شکل ۵-۵- نصب لوله های برقی و مکانیکی ۹۰
- شکل ۵-۶- تأثیر درصد فولاد بر مقاومت پانل ۹۵
- شکل ۵-۷- تأثیر درصد بتن بر مقاومت حرارتی پانل ۹۵
- شکل ۵-۸- نمودار آزمایش بارگذاری برشی ۹۶
- شکل ۵-۹- نمونه آزمایش برشی ۹۷
- شکل ۵-۱۰- نمونه آزمایش خمشی ۹۹
- شکل ۵-۱۱- منحنی بار - تغییر مکان ۱۰۰
- شکل ۵-۱۲- کرنش در میله های FRP ۱۰۱
- شکل ۵-۱۳- کرنش در میله های FRP در نمونه A ۱۰۲
- شکل ۵-۱۴- نحوه آزمایش خمش در مقیاس واقعی ۱۰۵
- شکل ۵-۱۵- رابطه فشار اعمال شده به خیز وسط دهانه ۱۰۶
- شکل ۵-۱۶- برش افقی بین دو سطح دال پیش ساخته ۱۲۰

- شکل ۱-۶- المان تیرهای سه بعدی ۱۴۴
- شکل ۲-۶- شکل شماتیک یک پانل ساندویچی ۱۴۶
- شکل ۳-۶- مقطع عرضی پانل ۱۴۷
- شکل ۴-۶- مقطع پانل ساندویچی ۱۴۸

فهرست جداول

| عنوان: | صفحه |
|---|------|
| جدول ۱-۲- مقایسه روش سنتی با روش ریما | ۱۳ |
| جدول ۱-۳- تقسیم انواع مختلف بارهای وارده به سازه | ۷۸ |
| جدول ۱-۵- لنگر نهائی و دهانه مجاز آرماتورگذاری | ۱۱۰ |
| جدول ۲-۵- لنگر نهائی و دهانه مجاز آرماتورگذاری | ۱۱۰ |
| جدول ۳-۵- لنگر نهائی و دهانه مجاز آرماتورگذاری | ۱۱۱ |
| جدول ۴-۵- لنگر نهائی و دهانه مجاز آرماتورگذاری | ۱۱۱ |
| جدول ۵-۵- لنگر نهائی و دهانه مجاز آرماتورگذاری | ۱۱۲ |
| جدول ۶-۵- لنگر نهائی و دهانه مجاز آرماتورگذاری | ۱۱۳ |
| جدول ۷-۵- لنگر نهائی و دهانه مجاز آرماتورگذاری | ۱۱۴ |
| جدول ۸-۵- لنگر نهائی و دهانه مجاز آرماتورگذاری | ۱۱۵ |
| جدول ۹-۵- طول دهانه‌های مجاز در بارگذاریهای مختلف | ۱۳۱ |
| جدول ۱-۶- مشخصات مصالح | ۱۳۸ |
| جدول ۲-۶- ضرائب مورد نیاز مشخصات الاستیک مواد | ۱۳۹ |
| جدول ۳-۶- پارامترهای مشخصه | ۱۴۱ |
| جدول ۴-۶- اجزاء آنالیز غیرخطی نموی | ۱۴۲ |
| جدول ۵-۶- پارامترهای مورد نیاز | ۱۴۲ |
| جدول ۶-۶- گره‌های اصلی و فرعی | ۱۴۴ |
| جدول ۷-۶- بار نهایی المان سقف | ۱۵۳ |
| جدول ۸-۶- بار نهایی المان خمشی دیوار | ۱۶۱ |
| جدول ۹-۶- بار نهایی نمونه فشاری دیوار | ۱۶۳ |
| جدول ۱۰-۶- بار نهایی نمونه برشی | ۱۶۵ |

فصل اول

کلیات

۱-۱- کلیاتی درباره صنعت پیش ساخته:

آشنایی با صنعت پیش ساخته یکی از مباحث کاربردی در رشته عمران و صنعت ساختمان سازی می باشد.

تحولات و رخدادهای پرشتاب جهانی بخصوص در بخش صنعت سبب می گردد که جوامع برای بقاء و جلوگیری از عقب ماندگی و بهبود رشد اقتصادی، از آگاهی و پویایی در بخش های مختلف صنعت برخوردار باشند. علی الخصوص در چند دهه اخیر نظر به رشد سریع جمعیت جهان و به خصوص در کشورهای جهان، به کارگیری سیستم های جدید که مستلزم زمان و هزینه کمتر و راندمان بالاتر میباشند، در کانون توجه پژوهشگران قرار گرفته است.

یکی از پایه های مهم صنعت هر جامعه و خصوصاً بخش ساختمان، عمر مفید تولیدات آن است. نوع مصالح، چگونگی ساخت، طراحی، اجراء و نگهداری سازه ها، هر یک از محورهای اصلی افزایش عمر مفید ساختمانها می باشند. خصوصاً بتن مسلح بعلت دوام عالی، شکل پذیری، قیمت مناسب، مقاومت در برابر آتش سوزی و استحکام خوب پرمصرفترین ماده ساختمانی مورد استفاده می باشد.

صنعت ساختمان می تواند یکی از ارکان اصلی حفظ تمدنها و اعتبار تاریخی کشورها و از نشانه های فرهنگی و اجتماعی آنها می باشد. در این میان هر کشوری تلاش می کند در رشد و اعتلای جامعه برای آینده گام بردارد. [۲]

ایده تولید قطعات پیش ساخته در اجرای ساختمانها، در مقیاس وسیع توسط آقای جوزف پاکستون (joseph-paxton) در سال ۱۸۱۵ میلادی ارائه گردید و در سال ۱۹۱۰ میلادی آقای والتر گروپیوس (walter-geropius) طرح صنعتی کردن ساختمانها را با استفاده از قطعات پیش ساخته توسط ماشین مطرح کرد ولی تحول اساسی در گسترش و پیشرفت ساختمانهای پیش ساخته پس از جنگ جهانی بوده که نیاز به داشتن مسکن مناسب در بین مردم افزایش یافت و روش های سنتی خانه سازی نیز جوابگوی نیاز

کشورهای جنگ زده نبود. و به این علت روش های صنعتی خانه سازی بیش از پیش مورد توجه قرار گرفت. در این روشها قطعات ساختمان بصورت پیش ساخته در کارخانه ها تولید شده و به محل مصرف حمل میشود و سپس به همدیگر مونتاژ می گردند، که با بکارگیری ماشین آلات و تجهیزات مکانیزه در کارخانه های تولید قطعات پیش ساخته، می توان قیمت تمام شده آنها را به مقدار زیادی کاهش داد.

۱-۲- تعریف سیستم پیش ساخته:

«به طور کلی به ساختمانهایی که قطعات حجیم و بزرگی از آن مانند دیوارها، سقفها، تیرها، ستونها و ... قبلاً ساخته شده و در محل نصب گردد، ساختمان پیش ساخته می گویند.»

تمامی ساختمانها اعم از صنعتی، تجاری و مجتمع های مسکونی، مدارس، مراکز تفریحی، پل ها، و انواع سازه های دیگر را می توان با استفاده از قطعات پیش ساخته احداث نمود.

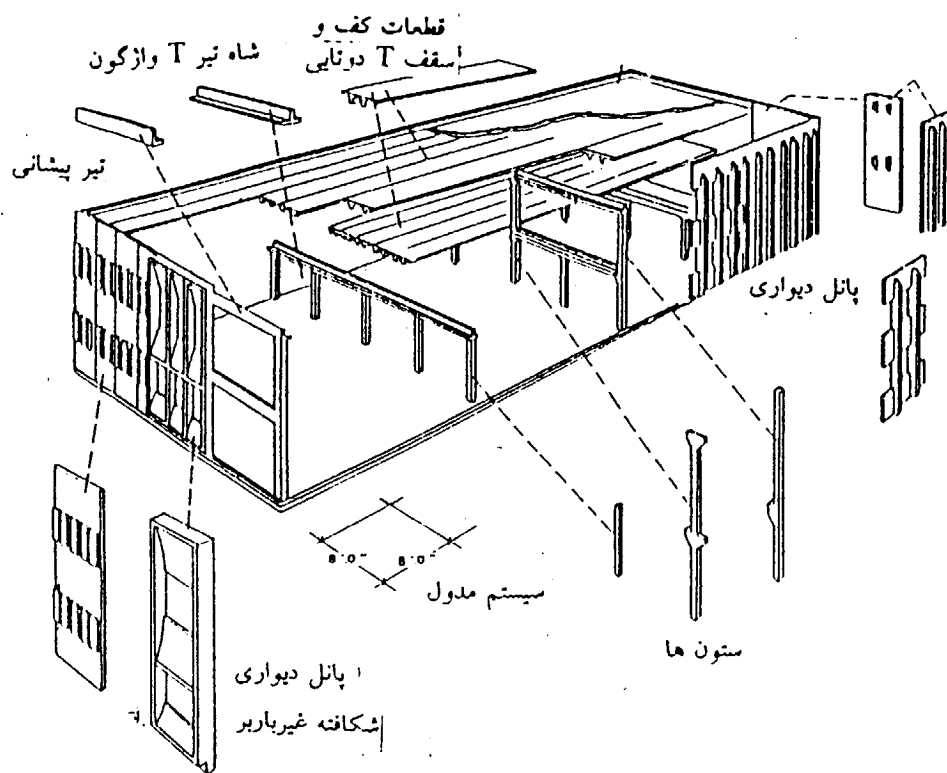
در حال حاضر بیش از ۵۰ کارخانه پیش ساخته در داخل کشور وجود دارد که غالب آنها به دلایل مختلفی از قبیل عدم استقبال از سیستم های پیش ساخته، عدم تکنیک فنی لازم و عدم کارائی و ... قابل بهره برداری نیستند.

۱-۳- انواع ساختمانهای پیش ساخته:

۱-۳-۱- سیستم های تیر و ستونی:

در این سیستم ها، که نمونه ای از آنها در شکل ۱-۱ نشان داده شده است، ستونها و تیرها قبلاً ساخته شده و در محل مونتاژ می گردند. سقفها، دیوارها و تیغه ها در محل کارگاه ساخته می شود. برای دیوارهای جداکننده این نوع ساختمانها معمولاً از قالبهای گچی و یا آجر سبک استفاده می شود. سقفها ممکن است بتنی و یا پیش ساخته و یا

تیرچه و بلوک باشند با این متد خانه‌های مسکونی تاسی طبقه ساخته می‌شود. [۳]



شکل ۱-۱- سیستم تیر و ستونی [۳]

۱-۳-۲- سیستم پانلی:

در این سیستم بجای استفاده از تیر و ستون از پانل‌های دیواری و سقفی استفاده می‌گردد. پانل‌ها نقش دیوار باربر، برشی و یا سقف را دارند.

سیستم پانلی به شکل‌های مختلفی تولید می‌گردند:

۱-۳-۲-۱- سیستم پانل منفرد (Single-Panel):

در این فرم، پانل‌های مجزا در امتداد ارتفاع ساختمان نصب می‌شوند یعنی بین پانل‌ها فقط اتصال قائم وجود داشته و در جهت ارتفاع پیوسته می‌باشند و اتصال برش‌گیر افقی وجود ندارد. این سیستم در ساختمانهای یک طرفه کاربرد دارد. (شکل ۲-۱)