دانشگاه تبریز

دانشکده فنی مهندسی عمران

گروه سازه

پایان نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی عمران – سازه

عنوان

رفتار لرزه ای قابهای فولادی سرد نورد شده با بادبندهای تسمه ای ضربدری

استاد راهنما

دکتر یوسف حسین زاده

استاد مشاور

دکتر سامان یغمائی

پژوهشگر

حسن تیزکار

بهمن ۱۳۹۰

نام خانوادگی دانشجو : تیزکار **نام** : حسن

عنوان پایان نامه : رفتار لرزه ای قابهای فولادی سرد نورد شده با بادبندهای تسمه ای ضربدری

استاد راهنما : دکتر یوسف حسین زاده

استاد مشاور : دکتر سامان یغمائی

مقطع تحصیلی : کارشناسی ارشد **رشته تحصیلی** : عمران **گرایش** : سازه **دانشگاه** : تبریز

دانشکده : فنی مهندسی عمران **تاریخ فارغ التحصیلی** : ۱۳۹۰/۱۱/ ۲۰ **تعداد صفحات** : ٦١

کلید واژه ها : قاب‌های فولادی سردنوردشده، بادبند تسمه‌ای، نمونه‌ی آزمایشگاهی، مدل المان محدود

چکیده :

این پایان نامه به بررسی رفتار لرزه‌ای قاب های فولادی سرد نورد شده با بادبند تسمه ای پرداخته است. جهت بررسی رفتار هر سازه ای، می‌توان از نمونه‌های آزمایشگاهی و مدل‌های المان محدود استفاده کرد. بررسی‌های آزمایشگاهی زیادی روی سازه های سردنوردشده انجام شده است، اما مدل‌های المان محدود برای بررسی و پیش بینی رفتار این سازه‌ها محدود است. برای تحمل بارهای جانبی در سازه های سرد نورد شده از بادبند تسمه ای یا دیوار برشی فولادی استفاده می شود . در این پایان‌نامه، مدل المان محدود یک قاب بادبندی شده از فولاد سرد نورد شده با بادبند تسمه‌ای، ایجاد شده است. جهت مدل سازی المان محدود، نرم افزار آباکوس مورد استفاده قرار گرفته است. پس از ایجاد مدل المان محدود، با مقایسه ی نتایج بدست آمده از تحلیل المان محدود و نتایج تجربی، صحت مدل المان محدود کنترل شده است . در این مدل المان محدود، رفتار غیر خطی مصالح، غیر خطی هندسی و خرابی های اجزای مختلف قاب بادبندی شده لحاظ شده است . در این پایان نامه همچنین با بررسی نتایج بدست آمده از تحلیل المان محدود، روش های مناسب جهت طراحی بادبندهای تسمه‌ای در سازه‌های سردنوردشده مورد بحث و بررسی قرار گرفته‌اند.

فهرست مطالب

مقدمه ۱

فصل اول : معرفی سازه های سرد نورد شده..... ۳

۱-۱ مقدمه ۳

۱-۲ تعریف سیستم قاب سبک فولاد ۳

۱-۳ تاریخچه ۴

۱-۴ روش های ساخت ۶

۱-۴-۱ ساخت همانند ساخت خانه ه‌ای چوبی..... ۶

۱-۴-۲ ساخت پانلی ۷

۱-۴-۳ ساخت مدولار ۷

۱-۵ سیستم های مهار جانبی..... ۸

۱-۶ مزیت های سازه های سرد نورد شده ۸

۱-۷ معایب سازه های سرد نورد شده..... ۱۰

۱-۸ مقایسه هزینه ساخت سه ساختمان پنج طبقه با استفاده از سیستم های فولادی، بتنی و سرد نورد شده با شرایط طراحی و محیطی کاملا یکسان..... ۱۰

۱-۹ مصالح استفاده شده درمقاطع فولادی سرد نورد شده..... ۱۳

۱-۱۰ مقاطع مورد استفاده در سازه های سرد نورد شده ۱۳

۱-۱۱ پوشش کف ۱۴

۱-۱۲ اتصالات رایج ۱۵

۱-۱۳ روش های طراحی و آیین نامه های رایج طراحی سازه های سرد نورد شده..... ۱۷

فصل دوم : معرفی سیستم مهار جانبی بادبند تسمه ای..... ۱۸

۲-۱ مقدمه ۱۸

۲-۲ معرفی قاب فولادی سرد نورد شده ی مهاربندی شده با بادبند تسمه ای..... ۱۸

۲-۳ جزئیات سیستم های بادبندی شده ی مورد مطالعه ۱۹

۲-۴ پیشینه ی پژوهش و تحقیق روی قاب های سرد نورد شده با بادبند تسمه ای..... ۲۱

۲-۵ پیشینه ی تحقیقات روی رفتار دینامیکی سازه های سرد نور د شده با باد بند تسمه ای.....۲۴

فصل سوم : مدل المان محدود قاب سرد نورد شده با بادبند تسمه ای..... ۲۶

۳-۱ مقدمه ۲۶

۳-۲ معرفی سازه ی مدل سازی شده ۲۶

۳-۳ مصالح مورد استفاده در قاب مورد آزمایش..... ۲۸

۳-۴ بارگذاری قاب ۲۸

۳-۵ مدل سازی در محیط نرم افزار..... ۳۱

۳-۵-۱ رسم اعضا و انتخاب نوع المانها..... ۳۱

۳-۵-۲ تعیین مشخصات مکانیکی مصالح ۳۲

۳-۵-۳ اختصاص مقاطع مورد نظر ۳۴

۳-۵-۴ مونتاژ اعضا و المان ها ۳۳

۳-۵-۵ نوع تحلیل ۳۶

۳-۵-۶ مش بندی ۳۸

۳-۵-۷ تعیین نوع برخوردها ۴۰

۳-۵-۸ تعیین و مدل کردن اتصالات ۴۱

۳-۵-۹ نحوه ی بارگذاری واعمال شرایط مرزی ۴۱

۳-۵-۱۰درخواست نتایج مورد نظر از نرم افزار ۴۳

۳-۵-۱۱ نحوه ی انجام تحلیل ۴۴

فصل چهارم : بررسی و مقایسه ی رفتار لرزه ای مدل های المان محدود و آزمایشگاهی.....۴۵

۴-۱ مقدمه ۴۵

۴-۲ نمودار تغییر مکان- برش پایه ۴۵

۴-۳ بررسی و مقایسه ی نتایج مدل المان محدود و نمونه ی آزمایشگاهی ۴۶

۴-۳-۱ برش پایه ۴۶

۴-۳-۲ سختی الاستیک قاب ۴۸

۴-۳-۳ تغییر مکان جانبی ۴۹

۴-۳-۴ خرابی های مشاهده شده و نقاط تمرکز تنش..... ۴۹

۴-۳-۵ بررسی نمودار چرخشی ۵۴

۴-۴ مقایسه نتیجه ی المان محدود و محاسبات مرسوم طراحی ۵۵

۴-۵ جمع بندی نتایج ۵۷

۴-۶ ارائه‌ی پیشنهاد برای کارهای آینده ۵۹

فهرست اشکال

شکل ۱-۱ سازه های سبک فولادی ۴

شکل ۱-۲ ساخت همانند ساخت خانه‌های چوبی ۶

شکل ۱-۳ ساخت پانلی ۷

شکل ۱-۴ ساخت مدولار ۷

شکل ۱-۵ سیستم های مهارجانبی ۸

شکل ۱-۶ سیستم های فولادی، بتنی و سرد نورد شده ۱۱

شکل ۱-۷ مقاطع سرد نورد شده ۱۳

شکل ۱-۸ سیستم سقف و کف ۱۵

شکل ۱-۹ شکل شماتیک پیچ های مورد استفاده در اتصالات سرد نورد شده ۱۶

شکل ۲-۱ شکل شماتیک از یک سیستم بادبندی شده ۱۹

شکل ۳-۱ شکل شماتیک مدل المان محدود [۲] ۲۷

شکل ۳-۲ نحوه ی قرارگیری سخت کننده های مثلثی سیمپسون [۲] ۲۷

شکل ۳-۳ رسم اعضا ۳۲

شکل ۳-۴ منحنی های فولاد ۳۳

شکل ۳-۵ معرفی مدول Property – قسمت Material ۳۳

شکل ۳-۶ معرفی مدول Property - قسمت section ۳۴
شکل ۳-۷ مدولassembly – شکل کامل نمونه ی المان محدود ۳۵
شکل ۳-۸ مدول step ۳۷
شکل ۳-۹ تنظیمات تحلیل دینامیکی ۳۷
شکل ۳-۱۰ مش بندی وادار ها در محل اتصالات ۳۸
شکل ۳-۱۱ مدول Mesh و تنظیمات مش بندی ۳۹
شکل ۳-۱۲ بادبند مش بندی شده ۴۰
شکل ۳-۱۳ بارگذاری در نرم افزار آباکوس ۴۲
شکل ۳-۱۴ نمایش شرایط مرزی در نرم افزار آباکوس ۴۳
شکل ۳-۱۵ مدول step – در خواست نتایج ۴۴
شکل ۳-۱۶ مدول Job - تنظیمات تحلیل. ۴۴
شکل ۴-۱ تغییرمکان جانبی قاب ۴۹
شکل ۴-۲ کمانش موضعی رانر ها ۵۰
شکل ۴-۳ کمانش کلی بادبند ها ۵۱
شکل ۴-۴ کمانش کلی بادبندها در نمونه‌ی آزمایشگاه..... ۵۲
شکل ۴-۵ توزیع تنش در سخت کننده‌ها ۵۳

شکل ۴-۷ توزیع تنش در در اطراف اتصالات ۵۴

شکل ۴-۷ قاب مهاربندی شده با بادبند تسمه‌ای ۵۶

فهرست جداول

جدول ۲-۱ مشخصات نمونه های مورد آزمایش [۲] ۲۱

جدول ۳-۱ مشخصات مصالح به کار رفته در وادارها، رانرها، سخت کننده ها [۲] ۲۹

جدول ۳-۲ مشخصات مصالح به کار رفته در بادبند های تسمه ای [۲] ۲۹

جدول ۳-۳ مقادیر وضرایب بارگذاری CUREE برای نمونه ی A-C 14 [۲] ۳۰

فهرست نمودارها

نمودار ۱-۱ مقایسه مصرف بتن در سیستم های مختلف نسبت به سیستم بتنی.....۱۲

نمودار ۱-۲ مقایسه مصرف فولاد در سیستم های مختلف نسبت به سیستم فولادی.....۱۲

نمودار ۱-۳ مقایسه هزینه ساخت در سیستم های مختلف نسبت به سیستم فلزی.....۱۲

نمودار ۳-۱ نمودار بارگذاری CUREE به صورت جابجایی در مقابل زمان برای نمونه ی A-C 14 [۲] ۳۰

نمودار ۴-۱ نمودارهای هیسترزیس مدل المان محدود و نمونه ی آزمایشگاهی.....۴۷

نمودار ۴-۲ نمایش پینچینگ و لغزش در نمودار هیسترزیس.....۵۵

مقدمه

در سالهای اخیر، با توجه به نیاز روزافزون به مسکن از یک طرف و محدودیت منابع از طرف دیگر، ضرورت استفاده از سازه‌های سبک با سرعت اجرای بالا احساس می‌شود. قابهای فولادی سردنورد شده LSF به عنوان یکی از سیستمهای نوین و مناسب به صورت روزافزونی در ساختمان‌سازی مورد استفاده قرار می‌گیرد. بنابراین شناخت رفتار استاتیکی و لرزه‌ای این قاب‌ها ضرورت دارد. در قاب‌های فولادی سرد نورد شده برای مقابله با اثرات نیروهای جانبی زلزله از سیستم های مختلفی استفاده می‌شود. از جمله این سیستم ها، سیستم دیوار برشی، سیستم دیوارهای بتنی، سیستم بادبند با پروفیل های مختلف و سیستم قاب خمشی می‌باشد. یکی از سیستم‌های پرکاربرد مهاربندی، بادبندهای فولادی ضربدری تسمه ای است.

رفتار قابهای فولادی سرد نورد شده به کمک آزمایش و مدل های المان محدود بررسی می شود. آزمایشات تجربی نیاز به تجهیزات مدرن و گران قیمت دارند، لذا استفاده از روش المان محدود در کنار داده های تجربی، روش مناسبی برای بررسی رفتار می باشد. در این پایان نامه از نرم‌افزار تحلیل المان محدود ABAQUS برای مدل سازی قاب استفاده شده است. در این پایان نامه رفتار یک سازه LSF تحت اثر بارهای جانبی که قبلا آزمایش تجربی روی آن انجام شده، مورد بررسی قرار گرفته است. این قاب مهاربندی شده دارای مهاربندهای ضربدری تسمه ای است.

مدل المان محدود قاب LSF با مهاربند ضربدری تسمه‌ای تهیه و پاسخ آن در برابر نیروهای رفت و برگشتی تعیین شده است. پس از تحلیل المان محدود، نتایج تحلیل المان محدود با داده‌های تجربی مورد مقایسه قرار گرفته است. پس از اطمینان از صحت مدل المان محدود، مکانیزم های خرابی و اثر رفتار مهاربند روی رفتار سازه مورد مطالعه قرار گرفته است.

این پایان‌نامه در چهار فصل تنظیم شده است. در فصل اول به معرفی کلی، همچنین معرفی اجزا، اتصالات رایج، موارد کاربرد و به برخی از محاسن و معایب سازه‌های سرد نورد شده اشاره شده است. در

فصل دوم به معرفی قاب های سرد نورد شده ی بادبندی شده با تسمه و نمونه های آزمایشگاهی مورد مطالعه، پرداخته شده است. در ادامه ی این فصل کارهای انجام شده و پیشینه ی پژوهشی قاب‌های سرد نورد شده با بادبند تسمه ای ذکر شده است. در فصل سوم به نحوه ی مدل سازی المان محدود قاب در محیط نرم افزار آباکوس پرداخته شده است . در فصل چهارم با مقایسه ی نتایج تجربی و المان محدود، تفسیر نتایج انجام گرفته و به بحث در مورد طراحی قاب های سرد نورد شده با بادبند تسمه ای پرداخته شده است.

فصل اول

معرفی سازه‌های سرد نورد شده

۱-۱ مقدمه

ساخت سازه‌های سبک با مقاومت بالا وسرعت اجرای زیاد، یکی از اهداف مهندسین عمران می باشد. این امر در سال‌های اخیر با ساخت سازه های موسوم به سازه های سبک فولادی LSF که به سازه‌های سرد نورد شده CFS نیز موسومند، تا حد زیادی تحقق یافته است. آزمایشات تجربی فراوانی روی این سازه ها انجام می گیرد. این آزمایشات جهت بررسی رفتار اتصالات، اجزا، نحوه گسیختگی و همچنین تعیین میزان اتلاف انرژی این سازه‌ها در مقابل بارهای لرزه‌ای انجام می‌گیرد. یکی از اهداف این آزمایشات تعیین رفتار سازه و اتصالات آن برای طراحی صحیح و توسعه روش‌های مناسب طراحی و ساخت آن‌ها است. این فصل به معرفی سازه های سبک فولادی اختصاص یافته است . در این فصل با معرفی این نوع سازه‌ها، تاریخچه، اجزا و روش‌های ساخت آن‌ها بیان شده است.

۱-۲ تعریف سیستم قاب سبک فولادی

سیستم ساخت قاب سبک فولادی که به اختصار LSF نامیده می‌شود، یک سیستم ساختمانی است که برای اجرای ساختمان های عمدتا کوتاه‌مرتبه و میان مرتبه (حداکثر تا پنج طبقه) استفاده می شود. روش ساخت این سیستم شباهت زیادی به روش های ساخت ساختمان‌های چوبی دارد و بر اساس کاربرد اجزایی به نام ستونک (Stud) یا وادار و تیرک (Track) یا رانر شکل گرفته است . با ترکیب نیمرخ‌های فولادی گالوانیزه سرد نورد شده، ساختار اصلی ساختمان برپا می شود. شکل ۱-۱ سازه‌ی سرد نورد شده و چوبی را نشان می‌دهد. مقاطع مورد استفاده در این سیستم U، C و Z است، که معمولاً با اتصالات پیچی یا پرچی به یکدیگر متصل می‌شوند. هر دیوار از تعدادی اجزای عمومی C شکل به عنوان وادار و به فواصل

۴۰ تا ۶۰ سانتی‌متر، که در بالا و پایین به اجزای افقی ناودانی U یا C شکل (تیرک یا رانر) متصل شده‌اند، تشکیل می‌شود. در صورتی که از مقاطع C شکل به عنوان تیرک (رانر) استفاده شود، لازم است برش‌هایی در محل نصب وادار انجام گیرد. این سیستم در اکثر موارد با سقف سبک و به صورت موردی با انواع دیگر سقف اجرا می شود. تیر و تیرچه های سقف های سبک، همانند وادار و رانرهای دیوار ها است. سقف بام مطابق شکل ۱-۱ معمولاً از نوع شیب دار و با استفاده از خرپاهای فلزی ساخته شده از پروفیل های سرد نورد شده اجرا می‌شود. قسمت‌های دیگر ساختمان نیز با استفاده از پروفیل‌های سرد نورد شده اجرا شده و با انواع مختلف صفحات گچی، سیمانی و چوبی پوشیده می‌شوند.

ب **الف**

شکل ۱-۱ سازه های سبک فولادی و چوبی

الف- سازه چوبی ب- سازه ی سرد نورد شده

۱-۳ تاریخچه

استفاده از فولاد فرم داده شده در حالت سرد یا CFS از سال ۱۸۵۰ در کشورهای انگلستان و آمریکا با بکارگیری در لوازم منزل و ماشین آغاز شد ولی تا قبل از جنگ جهانی اول در ساختمان سازی به کار

گرفته نمی‌شد. از سال ۱۹۵۰به بعد بکارگیری قطعات فولادی CFS در ساختمان‌های تجاری و صنعتی شروع شد اما از آنجا که نتوانست با سیستم های رایج ساخت مسکن از لحاظ اقتصادی رقابت کند، تا سال ۱۹۹۰ امکان بکارگیری گسترده‌ی قطعات فوق در بخش ساختمان، عملی نگردیده بود. از سال ۱۹۹۰ به بعد، گران شدن چوب و مطرح شدن مشکلات زیست محیطی در صنعت ساختمان سازی، سبب گردید سیستم ساختمانی LSF و استفاده از قطعات فولاد ی CFS از نوع گالوانیزه و یا ضد زنگ، برای ساخت واحدهای مسکونی رواج یابد. از مشخصات بارز قطعات فولادی CFS می توان به شکل پذیری، سختی، جوش پذیری و استحکام زیاد قطعات نسبت به وزنشان اشاره کرد. تمامی اجزای سازه‌ای، با اتصالات پیچی به هم متصل شده و تشکیل یک سیستم یکپارچه ساختمانی مقاوم در برابر باد، زلزله و برف را می دهد. استفاده از پانل های گچی و پانل های سیمانی در پوشش دیوارها شرایط پیش ساختگی را برای این ساختمان‌ها فراهم می سازد. سیستم ساختمانی قاب فولادی سبک یکی از سیستم های ساختمانی است که با بکارگیری ورق های فولادی فرم داده شده در حالت سرد در دهه اخیر بطور گسترده در کشورهای پیشرفته و در حال توسعه به کار گرفته می‌شود. شاید بتوان گفت این سیستم ساختمانی به دلیل نیازهای صنعت ساختمان سازی در کشورهای فوق و یا جهت جوابگوئی به اهدافی چون تولید صنعتی سا ختمان، اقتصادی نمودن ساخت و ساز ، ملاحظات زیست محیطی و توسعه پایدار در فعالیتهای صنعت ساختمان سازی، برنامه ریزی، طراحی و اجراء گردیده است. این سیستم ساختمانی تا به حال توانسته در کشورهای یاد شده گواهینامه ساخت دریافت نماید و برای صدور گواهینامه معمولاً ارگان‌های صادر کننده آزمایشات و کنترل‌های لازم را انجام می‌دهند. در ایران نیز این تاییدیه هم اکنون به چند شرکت فعال در این زمینه با توجه به مدارک و توان علمی آن‌ها داده شده است.

۴-۱ روش های ساخت

سازه‌های سرد نورد شده به سه روش ساخته می‌شوند. هر یک از این روش‌ها دارای محاسن و معایبی می‌باشند. انتخاب روش ساخت سازه به عوامل متعددی بستگی دارد، لذا کارفرمایان و مجریان طرح با توجه به شرایط و عوامل محیطی، اقتصادی و زمانی روش ساخت مناسب را انتخاب می کنند. در این قسمت سه روش ساخت سازه‌های سرد نورد شده و مزیت‌های آن‌ها شرح داده شده است.

۱-۴-۱ ساخت همانند ساخت خانه ه‌ای چوبی

در این روش تمام اجزا با مقاطع مختلف در محل پروژه ساخته و نصب می شوند . مطابق شکل **۱-۲** قطعات در محل اجرا تولید و بدون نیاز به جرثقیل یا ماشین آلات سنگین نصب می شوند . مزایای این روش عبارتند از :

- عدم نیاز به ماشین آلات سنگین
- سهولت در دسته بندی قطعات وقابل حمل بودن آنها
- عدم نیاز به تجهیزات پیچیده

الف **ب**

شکل ۱-۲ ساخت همانند ساخت خانه های چوبی

الف- تولید قطعات ب- نصب قطعات

۱-۴-۲ ساخت پانلی(panelized)

در این روش ساخت، پانل ها در کارخانه ساخته شده و با انتقال به محل اجرا، در آنجا نصب می شوند . (مطابق شکل ۱-۳) مزایای این روش عبارتند از:

- سرعت اجرا
- وجود کنترل در زمان ساخت در کارخانه
- کاهش هزینه‌ی اجرا در محل

۱-۴-۳ ساخت مدولار

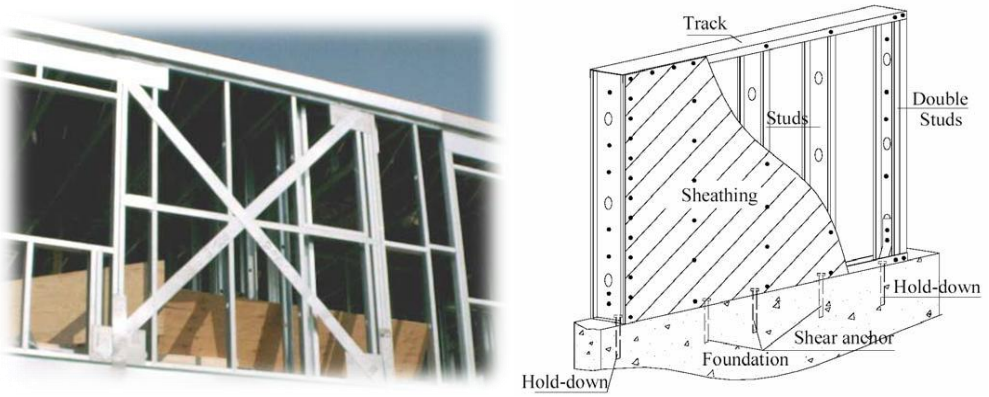
در این روش ساخت، سازه به طور کامل در کارخانه ساخته شده و به محل اجرا انتقال می یابد. این روش همانند کانکس‌سازی می‌باشد که اقتصادی‌ترین روش به نظر می‌رسد. (مطابق شکل ۱-۴)

شکل ۱-۳ ساخت پانلی

شکل ۱-۴ ساخت مدولار

۱-۵ سیستم های مهار جانبی:

در سازه های سرد نورد شده برای مقابله با نیرو های جانبی زلزله و باد از سیستم های مهار جانبی استفاده می‌شود. سیستم مهارجانبی شامل سیستم بادبند تسمه‌ای یا دیوار برشی است. قابل ذکر است که سیستم دیوار برشی به صورت ترکیبی از سازه های بتنی یا فولادی نیز ساخ ته می شوند. در فصل دوم به صورت کامل در مورد سیستم‌های بادبند بحث شده است. شکل ۱-۵ الف یک سیستم دیوار برشی و شکل ۱-۵ ب یک سیستم بادبند تسمه‌ای را نشان می دهند



ب **الف**

شکل ۱-۵ سیستم های مهارجانبی

الف-دیوار برشی ب-سیستم بادبند

۱- ۶ مزیت های سازه های سرد نورد شده

کاربرد مقاطع سردنوردشده فولادی مزایای زیادی به دنبال دارد که از مهمترین آن‌ها می توان به مواردی چون تولید راحت این مقاطع بدون نیاز به استفاده از عملیات حرارتی، عدم وجود تنش های

حرارتی پسماند در مقاطع، امکان ایجاد مقاطع با شکل‌های متنوع و دلخواه جهت دستیابی به حداکثر بازده مقاومتی ممکن در مقطع، سبک بودن، مقاومت و سختی بالا، دقت بالا در اجرای جزئیات و نصب سریع و آسان اشاره نمود. دیگر محاسن سازه‌ها عبارتند از :

- صرفه جویی درهزینه فونداسیون به میزان ۵۰ درصد.

- ایجاد ارزش افزوده با سرعت اجرای بالا و سهولت درنصب تاسیسات برقی، آب و مکانیکی و تنوع و گوناگونی فوق العاده درمصالح مورد استفاده درنما و نازک کاری داخل.

- عمرمفید بیش از ۷۵ سال.

- عدم نیاز به استفاده از ماشین آلات سنگین در کارگاه.

- صرفه جویی در مصرف انرژی با رعایت کامل مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان.

- سهولت تعمیر، نگهداری و تعویض تاسیسات.

- ساخت اسکلت به صورت تمام اتوماتیک در کارخانه و با استفاده از نرم افزارمخصوص.

- قابلیت بازیافت مصالح مصرفی و استفاده آن.

- رعایت استانداردهای جهانی درساخت سازه.

- کاهش فوق العاده بار مرده ساختمان نسبت به ساختمان های سنتی.

- پایداری مناسب به هنگام وقوع زلزله به دلیل اتصالات دقیق و وزن کم سازه.

- اجرای کلیه اتصالات توسط پیچ ومهره وپیچ های خودرو.

-کاهش مصرف فولاد اسکلت (فولاد مصرفی در اسکلت ۵ طبقه به ازای هرمترمربع ۳۰ تا ۴۰ کیلوگرم).

- قابلیت اجرا در مناطق کوهستانی وصعب العبور و بدون استفاده ازماشین آلات سنگین مانند لیفتراک یاجرثقیل.

- قابلیت احداث در کلیه شرایط آب و هوایی به دلیل خشک بودن عملیات اجرایی (استفاده محدود از بتن و ملات).