

صلى الله عليه وسلم

١٣٥٤ هـ - ٢٠١٢ م

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

دانشگاه تفرش

دانشکده مهندسی عمران

پایان نامه کارشناسی ارشد

بررسی رفتار لرزه ای سازه های فولادی دارای دیوارهای برشی ساخته شده از ورق تاشده

استاد راهنما:

آقای دکتر مرتضی نقی پور

مجموعه اساتید ارشد
مهندسی عمران

دانشجو:

سید محسن اسماعیل زاده ۱۳۸۹/۲/۱۸

شهریور ۱۳۸۸

۱۳۵۳۵۰

تاریخ: ۱۳۸۸ / ۸ / ۲۰
شماره: ۴۵۴۹ / ۱۲۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰
پیوست:



دانشگاه تفرش
مدیریت تحصیلات تکمیلی

صور تجلسه دفاعیه پایان نامه کارشناسی ارشد

نام و نام خانوادگی: سید محسن اسماعیل زاده سید محله
شماره دانشجویی: ۸۵۳۱۲۱۰۰۱
گروه: مهندسی عمران
رشته تحصیلی/گرایش: مهندسی عمران / سازه

عنوان پروژه: بررسی رفتار لرزه ای سازه های فولادی دارای دیوارهای برشی ساخته شده از ورق تا شده

تعداد واحد: ۶
نمره نهایی: به عدد: ۱۸, —
تاریخ تصویب: ۸۶/۹/۲۷
تاریخ دفاع: ۸۸/۶/۳۱
به حروف: هجده تمام

امضاء	محل اشتغال	رتبه علمی	نام و نام خانوادگی	هیات داوران
	دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل	دانشیار	دکتر مرتضی نقی پور	استاد راهنما
	دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل	استادیار	دکتر علیرضا میرزا گل تبار	داور خارجی
	دانشگاه تفرش	استادیار	دکتر حمید رضا صبا	داور داخلی
 ۸۸/۸/۱۳	دانشگاه تفرش	استادیار	دکتر حمید رضا صبا	نماینده تحصیلات تکمیلی

۸۸/۸/۱۳



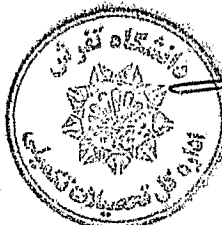
۸۸/۸/۱۳

مدیر گروه: دکتر ناصر عرفاتی

امضاء:

تاریخ:

مهر:



۸۸/۸/۱۳

مدیر تحصیلات تکمیلی دانشگاه: دکتر حمید رضا صبا

امضاء:

تاریخ:

مهر:

تقدیم بہ پدر و مادر مہربان

و ہمسر عزیزم

از زحمات بی‌شائبه استاد عزیزم جناب آقای دکتر مرتضی نقی پور و راهنمایی‌های آقایان

دکتر صبا و دکتر میرزا گل تبار کمال تشکر را دارم و همچنین از کمک شایان دوستان

عزیزم مهندس یشم سروش در یادگیری نرم افزار آباکوس و مهندس ایوب فلاح نژاد

در تنظیم پایان نامه قدردانی می‌نمایم.

چکیده

در ساختمانهای بلند جهت جلوگیری از تغییر شکل های جانبی سازه و تامین شکل پذیری و جذب انرژی بیشتر از دیوارهای برشی استفاده می شود. استفاده از دیوار برشی فلزی در ساختمانهای فولادی مرسوم می باشد. قرار دادن دیوارهای برشی در پانلهای قائم بین ستونها بدلیل داشتن ضخامت کم و یا همچنین خطای هندسی ورق، گاهی با مشکلاتی روبروست که برای فائق آمدن به مشکلات کمانش این گونه ورق ها آنها را به گونه های مختلف از جمله تقویت نمودن باورقهای تقویتی (Stiffner) مقاوم می کنند.

در این پایان نامه از نوع دیگری از ورقها که امکان کمانش آنها بسیار کم است استفاده می شود. ورقهای تا شده یا کرکره ای در این پایان نامه با ابعاد مختلف و زوایای تا شدگی مختلف مورد استفاده قرار می گیرد و رفتار آنها در برابر زلزله و شکل پذیری دیوارهای باورق تا شده نسبت به دیوارهای برشی معمولی مقایسه می گردد.

در اینجا ورقهای تا شده در قاب با ابعاد مختلف و زوایای تا شدگی متفاوت مورد بررسی قرار گرفته و با انجام تحلیلهای استاتیکی و دینامیکی غیر خطی، رفتار سازه در برابر بارهای اعمالی مورد بررسی قرار گرفته و سختی و شکل پذیری و قابلیت جذب انرژی دیوارهای با ورق تا شده نسبت به دیوارهای برشی با ورق ساده مقایسه گردیده است. با توجه به تحلیلهای انجام شده به روش اجزای محدود و نرم افزار آباکوس میتوان اینگونه اظهار نظر نمود که استفاده از ورقهای تا شده معادل وزنی با ورقهای ساده در قاب، عملکرد بهتری از لحاظ شکل پذیری، جذب انرژی و ظرفیت باربری نسبت به ورق ساده خواهد داشت و با استفاده از اینگونه ورقها نه تنها می توان بر مشکلات کمانشی ورقهای ساده فائق آمد، بلکه می توان از لحاظ اقتصادی نیز صرفه جویی فراوانی در مصرف ورق فولادی انجام داد.

فصل اول : مقدمه و کلیات

۲-۱- مقدمه	۲
۳-۱- دیوار برشی فولادی با ورق تاشده	۳
۴-۱- تعریف موضوع تحقیق	۳
۵-۱- اهمیت و اهداف مطالعه استفاده از دیوار برشی تاشده	۳
۶-۱- روش تحقیق	۴
۷-۱- محتوای فصول بعدی	۴

فصل دوم : دیوارهای برشی فلزی در سازه های فولادی

۱-۲- مقدمه	۶
۱-۱-۲- مزایای ساختمانهای اسکلت فلزی	۶
۲-۱-۲- معایب ساختمانهای اسکلت فلزی	۶
۲-۲- معرفی سیستم	۹
۳-۲- تاریخچه استفاده از دیوار برشی فولادی	۱۰
۴-۲- کاربردهای این سیستم در ساختمانها	۱۱
۱-۴-۲- استفاده در ساختمانهای نوساز	۱۱
۲-۴-۲- استفاده در تقویت ساختمانهای ساخته شده از قبل	۱۳
۵-۲- بررسی اقتصادی	۱۴
۶-۲- مزایا و معایب دیوار برشی فولادی	۱۵
۱-۶-۲- مزایای SPSW ها	۱۵
۲-۶-۲- معایب SPSW ها	۱۶
۳-۶-۲- چند فاکتور مهم توسط مهندس باید مراعات گردد تا اینکه یک SPSW ، رفتار خوب و پروسه ساختاری مناسب داشته باشد	۱۷
۷-۲- بررسی چگونگی عملکرد دیوار برشی فولادی در قاب	۱۷
۸-۲- سختی و مقاومت دیوار برشی فولادی	۱۹
۱-۸-۲- سختی و اثرات $P-\Delta$	۱۹
۲-۸-۲- اثر سخت کننده های مورب در رفتار دیوارهای برشی فولادی	۲۱
۳-۸-۲- آرایش بهینه تقویت های افقی و قائم در دیوار برشی فولادی	۲۳
۴-۸-۲- مقایسه سختی برشی و مقاومت برشی نهائی دیوارهای برشی فولادی با سیستم های دیگر	۲۳
۱-۴-۸-۲- نمونه ۱: مقایسه با مهارندهای X شکل لاغر	۲۳
۹-۲- تعیین بار کمانشی دیوارهای برشی دارای سخت کننده	۲۷
۱-۹-۲- خصوصیات لازم سخت کننده ها در رفتار دیوار برشی فولادی	۲۸

۲۹	۱-۱-۹-۲ سخت کننده های دو سر آزاد و دو سر گیردار
۲۹	۲-۱-۹-۲ : یک طرفه یا دو طرفه بودن سخت کننده ها
۳۰	۱۰-۲ ضریب رفتار
۳۱	۱-۱۰-۲ تاثیر ضریب شکل بر سختی دیوار برشی فولادی
۳۱	۲-۱۰-۲ تاثیر ضریب شکل بر مقاومت نهایی
۳۱	۳-۱۰-۲ تاثیر ضریب شکل بر شکل پذیری دیوار برشی فولادی
۳۱	۴-۱۰-۲ تاثیر ضریب شکل بر اتلاف انرژی
۳۱	۱۱-۲ جذب انرژی
۳۲	۱۲-۲ پایداری سازه های دارای دیوار برشی فولادی
۳۳	۱-۱۲-۲ فرمهای سازه ای در پایداری
۳۴	۱۳-۲ پیشنهاداتی در رابطه با بهبود عملکرد دیوارهای برشی فولادی
۳۵	۱۴-۲ طراحی دیوارهای برشی فولادی در گذشته
۳۶	۱۵-۲ اعمال نقص هندسی در مدل های دیوار برشی ساده (فاقد سخت کننده)
۳۶	۱۶-۲ تحلیل دیوار برشی فولادی و طراحی
۴۰	۱۷-۲ توصیه های دستور العمل بهسازی لرزه ای ساختمانهای موجود دارای دیوار برشی فولادی
۴۰	۱-۱۷-۲ سختی
۴۱	۱۸-۲ ضوابط لرزه ای دیوارهای برشی صفحه ای ویژه (SPSW) بر اساس AISC ۲۰۰۵
۴۳	۱-۱۸-۲ جان ها
۴۳	۲-۱۸-۲ مقاومت برشی
۴۵	۳-۱۸-۲ نسبت ظاهری پانل
۴۵	۴-۱۸-۲ بازشوها در جان
۴۵	۵-۱۸-۲ اتصالات جان به المانهای مرزی
۴۶	۶-۱۸-۲ مقاومت مورد نیاز المانهای مرزی افقی و عمودی
۴۷	۷-۱۸-۲ برنامه های کامپیوتری الاستیک خطی در ترکیب با روش طراحی ظرفیت
۴۷	۸-۱۸-۲ روشهای طراحی ظرفیت غیر مستقیم

فصل ۳: مدلسازی و بررسیهای تئوری و تحلیلی

۵۱	۱-۳ مقدمه
۵۱	۲-۳ روش اجزاء محدود
۵۳	۳-۳ معیارهای تسلیم
۵۴	۱-۳-۳ معیار تسلیم فون مایسز
۵۵	۴-۳ انتخاب نرم افزار

۵۵	..... ۳-۴-۱- آشنایی با نرم افزار ABAQUS
۵۶	..... ۳-۴-۱- معرفی محصولات ABAQUS
۵۶	..... ۳-۴-۱-۱ ABAQUS/Standard
۵۷	..... ۳-۴-۱-۲ ABAQUS/Explicit
۵۷	..... ۳-۴-۱-۳ ABAQUS/CAE
۵۸	..... ۳-۴-۱-۲ پیش پردازش و پس پردازش
۵۹	..... ۳-۵ نحوه ایجاد یک مدل تحلیلی
۵۹	..... ۳-۶ رفتار مصالح
۶۰	..... ۳-۶-۱- تعیین خواص مواد
۶۰	..... ۳-۶-۱-۱ ویژگی های الاستیک مواد مختلف
۶۱	..... ۳-۶-۱-۲ مواد ایزوتروپیک
۶۲	..... ۳-۷ نحوه مدل سازی
۶۲	..... ۳-۷-۱ ایجاد قطعات تشکیل دهنده قاب
۶۵	..... ۳-۷-۲ تعریف جنس و ضخامت اجزاء
۶۶	..... ۳-۷-۳ مونتاژ اجزاء
۶۶	..... ۳-۷-۴ تعریف اتصالات اجزاء با یکدیگر
۶۶	..... ۳-۷-۵ بارگذاری و ایجاد شرایط مرزی
۶۷	..... ۳-۷-۶ المان های بکار رفته و مش بندی
۶۸	..... ۳-۷-۷ حل
۶۸	..... ۳-۸ تشریح مدل های ساخته شده و بررسی آنها
۶۸	..... ۳-۸-۱ بررسی رفتار قاب به روش استاتیکی
	..... ۳-۸-۱-۱ مقایسه نتایج بدست آمده در رابطه با بررسی اثر تغییر زاویه ورق تا شده در رفتار قاب
۸۵	..... با تحقیقات انجام شده در قبل
۹۰	..... ۳-۸-۱-۲ بررسی رفتار سازه دارای دیوار برشی فلزی و مقایسه آن با دیگر سازه ها
	..... ۳-۸-۱-۳ نمایش تصویری رفتار قاب های بررسی شده در قسمت ۳-۸-۱ پس از اعمال تغییر
۹۱	..... مکان به طبقه
۹۳	..... ۳-۸-۲ بررسی رفتار قاب به روش دینامیکی (بارگذاری سیلکی)
۱۰۳	..... ۳-۸-۳ اعمال زلزله کوبینا ۱ بر قاب ۵ طبقه دارای دیوار برشی تا شده

فصل ۴ : نتیجه گیری و پیشنهادات

۴-۱ نتیجه گیری ۱۰۷

۴-۲ پیشنهادات ۱۰۹

منابع ۱۱۰

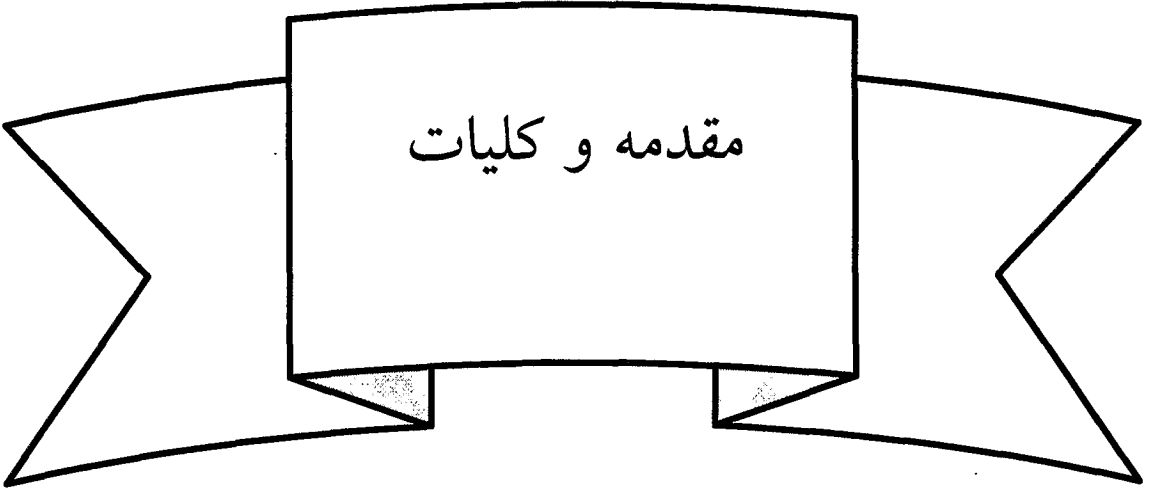
فصل سوم:

جدول (۱-۳): مشخصات هندسی پانلها به عرض ۶ متر و ارتفاع ۳ متر.....

جدول (۲-۳): مشخصات هندسی پانلها به عرض ۳ متر و ارتفاع ۳ متر.....

جدول (۳-۳): مقاطع I شکل استفاده شده در دهانه‌های ۶ متری و ۳ متری.....

فصل اول



۱-۱- مقدمه:

انواع سیستم های سازه ای موجود به صورت سیستم دیوارهای باربر، سیستم قاب ساختمانی ساده، سیستم قاب خمشی و سیستم دوگانه ترکیبی می باشند. یکی از انواع سیستم دوگانه می تواند قاب خمشی فولادی ویژه یا متوسط همراه با دیوارهای برشی فولادی باشد.

دیوارهای برشی فولادی (SSW)^۱ برای تحمل نیروهای جانبی زلزله و باد در ساختمانها، بویژه در ساختمانهای بلند در سه دهه اخیر مطرح و مورد توجه قرار گرفته است. این پدیده جدید در جهان به سرعت روبه گسترش بوده و نه تنها در ساخت ساختمانهای جدید کاربرد فراوانی داشته است، بلکه از این پدیده در تقویت ساختمانهای ساخته شده از قبل نیز به کار رفته است. مطالعات نشان داده است که استفاده از دیوار برشی فولادی در قابهای فولادی در مقایسه با قابهای فولادی ممان گیر تا درصد زیادی از مصرف فولاد صرفه جویی شده و وزن سازه تا حد قابل توجهی کاهش یافته که این امر می تواند گزینه بسیار خوبی برای مهار سازه در برابر زلزله باشد. ضوابط طرح و اجرای دیوار برشی فولادی نیز در برخی آئین نامه ها، مثل آئین نامه فولاد کانادا وارد شده است.

اما با این حال استفاده از دیوار برشی فولادی تقویت شده و تقویت نشده دارای معایبی می باشد. به عنوان مثال دیوار برشی فولادی تقویت نشده در هنگام باربری، قبل از جاری شدن دچار کماتش برون صفحه ای شده و همچنین حمل و نصب آن به علت کمی سختی برون صفحه ای با مشکل همراه است و از طرفی با وجود اینکه دیوار برشی تقویت شده نسبت به دیوار برشی تقویت نشده اندکی بهتر عمل می کند، ولی به دلیل تنش های پس ماند ناشی از جوشکاری سخت کننده ها و با جزئیات اجرای بیشتر نیاز به وقت و هزینه زیاد می باشد. بنابراین برای کاهش معایب مربوط به هر دو نوع دیوار برشی تقویت شده و تقویت نشده و همچنین با توجه به تحقیقات انجام شده بر روی تیر ورق های موج دار و رفتار مناسب لرزه ای آنها، مناسبترین گزینه استفاده از ورق فولادی موج دار خواهد بود.

با توجه به نتایج بدست آمده از مدل‌های این پایان نامه، دیوار با ورق تاشده یا کرکره ای می تواند با مقاومت خوبی که از خود در مقابل کماتش نشان می دهد، عملکرد بهتری نسبت به دیواری برشی ساده داشته باشد. دیوار برشی کرکره ای با توجه به اینکه پس از کماتش تغییر شکل برون صفحه ای کمتری نسبت به دیوار برشی ساده خواهد داشت می تواند جایگزین خوبی برای دیوار برشی ساده باشد.

^۱ -Steel shear wall

۱-۲- دیوار برشی فولادی با ورق تاشده:

یکی از روشهای مقابله با نیروی جانبی و باد در سازه های ساختمانی استفاده از سیستم دوگانه ترکیبی می باشد که قاب خمشی فولادی به همراه دیوار برشی فولادی از انواع این سیستم می باشد. استفاده از دیوار برشی فولادی در قابهای فولادی که از مدت زمان قبل در سازه ها متداول شده است دارای مزایا و معایب متعددی می باشد. یکی از معایب استفاده از دیوار برشی فولادی معمولی مشکل کماتش دیوار در دهانه های متفاوت با ارتفاع متفاوت می باشد. به ناچار برای مقابله با این عامل ناگزیر به استفاده از سخت کننده در دیوار می باشیم. در حالیکه اگر از دیوار برشی فولادی تا شده بازوایای تاشدگی متعدد استفاده نماییم تا حد بسیار زیادی می توانیم مشکل کماتش دیوار برشی ساده را حل نموده و با ذخیره شدن انرژی بیشتر در سازه بتوانیم عملکرد بهتری را از سازه انتظار داشته باشیم.

۱-۳- تعریف موضوع تحقیق:

در این پایان نامه برای بررسی عملکرد دیوار برشی تا شده در قابهای واقعی، از چند پارامتر مجزا که شامل تغییر در ضخامت ورق- تغییر در زاویه تاشدگی- تغییر در طول دهانه قابها- تغییر در ارتفاع قاب و تغییر در چگونگی اتصال دیوار به قاب می باشد، استفاده گردیده و عملکرد سازه در رابطه با رفتار لرزه ای و شکل پذیری سیستم بررسی شده و نتایج حاصله از قابهای واقعی با دیوار برشی تا شده با قابهای دارای دیوار برشی ساده مقایسه گردیده اند.

۱-۴- اهمیت و اهداف مطالعه استفاده از دیوار برشی تاشده:

نوع و عملکرد هر دیوار در سازه می تواند در رفتار کلی سازه اثر گذاشته و ساختمان را از سیستم مورد نظر به سیستم دیگری تبدیل نماید. مطالعه و بررسی رفتار لرزه ای و غیر خطی دیوار برشی تا شده در مقایسه با دیوار برشی ساده که از نظر کماتش دارای مشکلات زیادی می باشند بسیار ضروری به نظر می رسد. با توجه به تحقیق انجام شده می توان گفت استفاده از دیوار برشی تا شده می تواند از استفاده و نصب سخت کننده در دیوار برشی ساده تا حد بسیار زیادی جلوگیری کند و از لحاظ اقتصادی و وقت و نیروی انسانی صرفه های فراوانی داشته باشد.

هدف از بررسی استفاده از دیوار برشی فولادی تا شده، شناخت دقیق مزایا و یا معایب احتمالی استفاده از این نوع دیوار در قاب بوده تا بتوانیم رفتار واقعی این گونه دیوارها در قاب را شناسایی کنیم. قابل ذکر است که تحقیقات انجام شده دیوار برشی در داخل قاب واقعی نبوده ولی در این تحقیق انواع قابهای واقعی ساختمانی به همراه دیوار برشی مورد بررسی قرار گرفته است.

۱-۵ روش تحقیق

برای بررسی رفتار دیوارهای برشی تا شده و دیوارهای برشی معمولی در سازه های ساختمانی از آنالیز غیر خطی در حالت های استاتیکی و دینامیکی (بارگذاری سیکلی) مورد استفاده قرار گرفته است. به همین منظور مدل های مختلف با جزئیات گوناگونی از قبیل دیوار تا شده با دهانه های متفاوت- ضخامتهای مختلف ورق- زاویه تابش و متفاوت و نحوه اتصال به اجزای مرزی مختلف و ... در نظر گرفته شده است. در این راستا از تئوری تحلیل های غیر خطی با بهره گیری از منابع موجود مطالعه گردید و سپس با بررسی های اجمالی بر روی نرم افزارهای موجود در زمینه تحلیل غیر خطی، نرم افزار آباکوس^۱، مناسب تشخیص داده شد.

۱-۶- محتوای فصول بعدی:

فصل اول شامل مقدمه و کلیات است و در این فصل اشاراتی مختصر به مطالب این پایان نامه شده است. در فصل دوم به کلیاتی در رابطه با دیوار برشی فولادی از قبیل: معرفی سیستم دیوار برشی فولادی، تاریخچه استفاده از دیوار برشی فولادی، چگونگی کاربرد این سیستم در ساختمان ها، بررسی های اقتصادی و مزایا و معایب این دیوار، بررسی سختی و مقاومت دیوار برشی فولادی، استفاده از سخت کننده ها در دیوار برشی فولادی ساده، مقایسه سختی قابهای دارای دیوار برشی فولادی با دیگر قابها، شکل پذیری برشی فولادی، جذب انرژی و پایداری و مختصری از ضوابط لرزه ای دیوارهای برشی فولادی صفحه ای ویژه بر اساس آئین نامه ۲۰۰۵ AISC اشاره شده است.

فصل سوم اختصاص به کارهای مدلسازی و تئوری و تحلیلی دارد. در این فصل حالات مختلف ورق تابنده با ابعاد و ضخامت و زاویه تابش و متفاوت در تحلیل های استاتیکی و دینامیکی به صورت مجزا مدلسازی شده و با دیوار برشی فولادی معمولی مقایسه گردیده است و نمودارهای مربوط به برش پایه - تغییر مکان طبقه و منحنی های هیستریزیس و ... هر قاب ترسیم شده و با دیگر قابها مقایسه گردیده تا بتوانیم سختی و شکل پذیری و رفتار آنها در زمان وقوع زلزله را با یکدیگر مقایسه نماییم.

فصل چهارم مربوط به نتیجه گیری و پیشنهادات می باشد. نتایج بررسی های فصل ۳ نیز در این فصل آمده شده است. همچنین پیشنهاداتی جهت انجام تحقیقات آتی بر روی دیوارهای برشی فولادی تابنده ارائه شده است.

فصل دوم

دیوارهای برشی فلزی
در سازه های فولادی

۲-۱-۱-۲- مقدمه

امروزه ساخت ساختمانهای فولادی و بتنی در اکثر کشورهای دنیا متداول تر از بقیه ساختمانها می باشند. با توجه به اینکه در این پایان نامه در رابطه با ساختمانهای فولادی بحث می شود به برخی از مزایا و معایب ساختمانهای اسکلت فلزی اشاره می کنیم:

۲-۱-۱-۲- مزایای ساختمانهای اسکلت فلزی

- ۱- مصالح فلزی دارای خواص ایزوتروپیک، یکنواخت و متقارن با رفتار الاستوپلاستیک و خواص ایده آل ارتجاعی می باشد.
- ۲- پروفیل های فولادی اکثراً دارای تقارن محوری حول دو محور Y, X هستند.
- ۳- محاسبات اسکلت فلزی بعلت تحلیل واقعی تر تنش ها و کرنش ها، با توجه به رفتار مصالح، نتایج دقیق تری را حاصل می نماید.
- ۴- سازه های فلزی دارای شکل پذیری مناسبی می باشند.
- ۵- مصالح اسکلت فلزی قابلیت دسترسی بیشتری دارند.
- ۶- بعلت سابقه و قدمت نیروهای اجرائی مجرب در اسکلت فلزی، اجرای آن بهتر صورت می پذیرد هر چند با اجرای دقیق و مطابق استاندارد فاصله زیادی وجود دارد.
- ۷- اسکلت فلزی اجرا شده تا حدود زیادی با بررسی های چشمی و آزمایشات غیر مخرب قابل کنترل و نظارت است.
- ۸- اسکلت فلزی در هوای نامساعدتر جوی نسبت به مصالح بتنی قابل اجرا می باشد.
- ۹- تجهیزات اجرای اسکلت فلزی ساده تر و ارزان تر از اسکلت بتنی بوده و همچنین نیاز به قالب بندی های پیچیده ندارد.
- ۱۰- فولاد بدلیل مقاومت فشاری و کشش بالا، صرفه جویی در مصالح مصرفی و همچنین کاهش زیاد وزن سازه را بهمراه خواهد داشت.

۲-۱-۲- معایب ساختمانهای اسکلت فلزی

- ۱- فولاد در محیط های مرطوب و دارای مواد مضر مثل سولفات ها، سریعتر دچار خوردگی و فرسودگی می شود و مخصوصاً در قسمت های تحتانی و در مجاورت زمین و خاک می بایست به شدت محافظت گردد.
- ۲- ساختمانهای اسکلت فلزی مقاومت بسیار کمتری را در مقابل آتش سوزی از خود نشان می دهند.
- ۳- بعلت کوچکتر بودن ابعاد مقاطع فشاری فلزی نسبت به مقاطع بتنی، ضریب لاغری ستون افزایش یافته، و مخصوصاً در ارتفاع های بلند در مقابل کمانش مقاومت کمتری از خود نشان می دهند.
- ۴- اتصالات مقاطع فلزی و همچنین پروفیل های فولادی باید در مقابل کمانش موضعی و اعوجاج کنترل شده و با ورق های

مخصوصاً^۱، تقویت شوند و در غیر اینصورت ظرفیت خمشی و برشی آن به شدت کاهش می یابد [۱].

سازه یک ساختمان باید بتواند علاوه بر بارهای ثقلی، نیروهای جانبی ناشی از باد و یا زلزله را تحمل نماید. نیروی بار بیشتر در سازه های سبک مثل سوله، خرپا و ... مطرح است در حالیکه در ساختمانهای متداول نیروی زلزله حاکم می باشد. نیروی جانبی زلزله عملاً به سقف طبقات وارد شده و سپس از طریق آن به عناصر مقاوم برشی منتقل می گردد. نیروهای ثقلی نیز ابتدا به سقف و تیرهای فرعی اعمال شده و سپس از طریق تیرهای اصلی به ستون و به دنبال آن به صفحه زیر ستون^۲ و پی منتقل می گردد.

برای تحمل نیروهای جانبی زلزله باید سیستم های مقاوم در سازه ایجاد نمود. نیروهای جانبی ممکن است توسط قاب ممانگیر، بادبند، دیوار برشی و یا ترکیبی از این عوامل تحمل شود. یکی از این سیستم های مقاوم سیستم قاب ممانگیر به همراه دیوار برشی فولادی می باشد.

دیوارهای برشی فولادی برای گرفتن نیروهای جانبی زلزله و باد در ساختمانها، بویژه در ساختمانهای بلند در سه دهه اخیر مطرح و مورد توجه قرار گرفته است. این پدیده نوین که در جهان بسرعت رو به گسترش می باشد در ساخت ساختمانهای جدید و همچنین تقویت ساختمانهای موجود بخصوص در کشورهای زلزله خیزی همچون آمریکا و ژاپن بکار گرفته شده است. استفاده از آنها در مقایسه با قابهای فولادی ممان گیر تا حدود ۵۰٪ صرفه جویی در مصرف فولاد را در سازه ساختمانها بهمراه داشته است.

دیوارهای برشی فولادی از نظر اجرائی، سیستمی بسیار ساده بوده و هیچگونه پیچیدگی خاصی در آن وجود ندارد. لذا مهندسان، تکنسین ها و کارگران فنی با دانش فنی موجود و بدون نیاز به کسب مهارت جدید می توانند آنها اجرا نمایند. دقت انجام کار در حد دقت های متعارف در اجرای سازه های فولادی بوده و با رعایت آن ضریب اطمینان اجرائی به مراتب بالاتر از انواع سیستم های دیگر می باشد. با توجه به سادگی و امکان ساخت آن در کارخانه و نصب آن در محل، سرعت اجرای سیستم بالا بوده و از هزینه های اجرائی تا حد بالایی کاسته میشود.

دیوارهای برشی فولادی جایگزینی تمیزتر و سریعتر به لحاظ اجرایی و مطمئن تر به لحاظ مقاومت و رفتار برای دیوارهای برشی بتنی نه تنها در سازه های فولادی بلکه در سازه های بتنی می باشد.

سیستم از نظر سختی برشی از سخت ترین سیستم های مهاربندی که X شکل می باشد، سخت تر بوده و با توجه به امکان ایجاد بازشو در هر نقطه از آن، کارائی همه سیستم های مهاربندی را از این نظر دارا میباشد.

همچنین رفتار سیستم در محیط پلاستیک و میزان جذب انرژی آن نسبت به سیستم های مهاربندی بهتر است.

^۱-Stiffeners

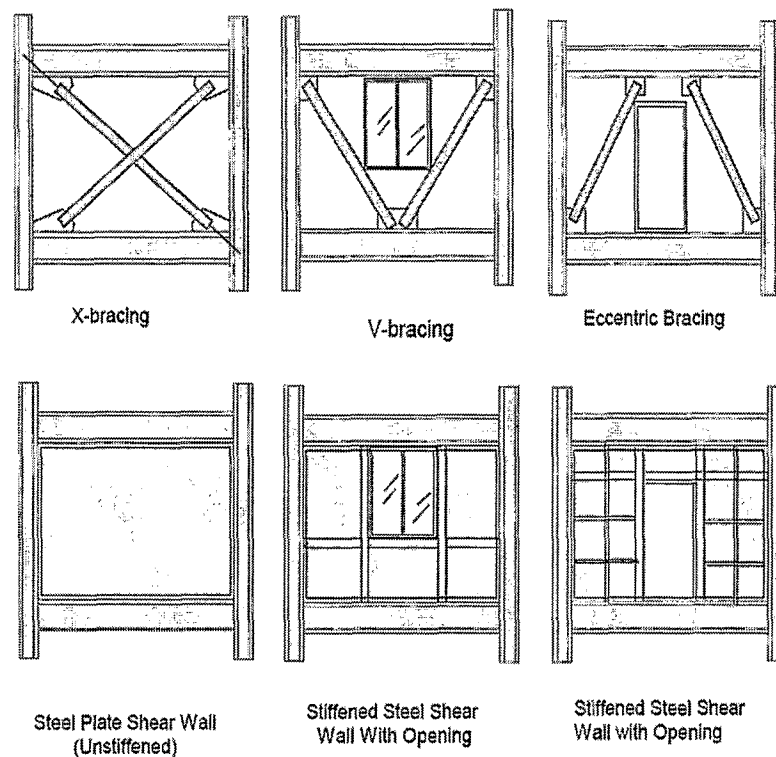
^۲-Base Plate

در سیستم دیوارهای برشی فولادی به علت گستردگی مصالح و اتصالات، تعدیل تنش ها به مراتب بهتر از سیستم های مقاوم دیگر در برابر بارهای جانبی مانند قاب ها و انواع مهاربندها 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.

در دیوارهای برشی فولادی با استفاده از ورق های نازک فولادی می توان از پدیده پس کمانش مشابه تیر ورق ها، بدون هیچگونه خلی در پایداری نیز استفاده نمود. آزمایشهای متعدد نشان می دهد منحنی های هیستریزس دیوارهای مذکور تحت اثر بارهای رفت و برگشتی با ورقه های نازک و یا با ورق های تقویت شده، کاملاً پایدار و میزان جذب انرژی در آنها بالا می باشد. [۳]

در شکل (۱-۲) چند نمونه از قاب های دارای مهاربند متمرکز و دیوار برشی فلزی نشان داده شده است.

چند نمونه از مهاربندهای متمرکز و انواع دیوار برشی فلزی



شکل (۱-۲): به ترتیب از بالا سمت چپ: قاب با مهاربند X شکل - قاب با مهاربند V شکل قاب با مهاربند برون مرکز ۸

شکل - قاب با دیوار برشی فاقد سخت کننده قاب با دیوار برشی دارای بازشوی پنجره و به همراه سخت کننده - قاب با

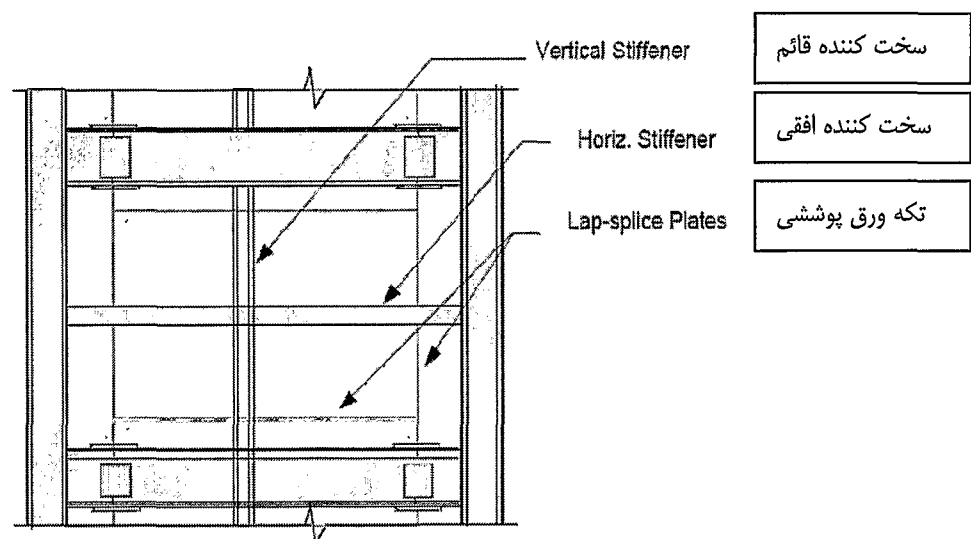
دیوار برشی دارای بازشوی درب به همراه سخت کننده [۲].

۲-۲ معرفی سیستم

دیوارهای برشی فولادی از ورق فولادی که توسط تیرها و ستونها احاطه شده است، تشکیل گردیده اند. در ورق فولادی در صورت نیاز می توان بازشو با شکل ها و ابعاد گوناگون و مورد نظر ایجاد نمود که تعدادی از آنها در شکل (۲-۱) آورده شده است. دیوار برشی فولادی مشابه تیر ورق طره ای عمل می نماید که در آن ستونها به منزله بالهای آن، تیرهای طبقات همانندسخت کننده های آن و ورق فولادی به عنوان جان آن می باشند. در این سیستم اتصال بین تیرها و ستون ها گیردار بوده و برخلاف تیورورها که به علت ضعیف بودن بالها در آنها، بالها نقش بسزایی در گرفتن نیروها ندارند، در دیوارهای برشی فولادی با توجه به قوی بودن ستونها، ستونها می توانند نقش خوبی را در باربری ایفا نمایند.

برای جلوگیری از کمانش ورق فولادی بخصوص در ناحیه الاستیک، همانطور که در شکل (۲-۲) نشان داده شده است، می توان ورق فولادی را به کمک سخت کننده های عمودی و افقی تقویت نمود.

با توجه به مقاومت بالای ورق فولادی، با بهره گیری از مقاومت پس کمانشی آن، ضخامت ورق حتی در دیوارهای برشی فولادی بلند و برای نیروهای برشی بزرگ، کم و یا به عبارت دیگر ورق فولادی نازک می باشد. بدین لحاظ می توان برای جلوگیری از کمانش آن تحت اثر بارهای سرویس و بجای افزایش ضخامت ورق که کاملاً غیر اقتصادی می باشد از سخت کننده ها برای تقویت آن استفاده نمود. تقویت ورق نه تنها از کمانش آن تحت اثر بارهای سرویس جلوگیری می نماید بلکه باعث بهبود رفتار آن به ویژه در محیط پلاستیک نیز می گردد [۳].



شکل (۲-۲): استفاده از سخت کننده افقی و قائم در ساختمان نیپون استیل^۱

^۱-Nippon steell