بررسی عملکرد لرزه‌ای دیوارهای برشی فولادی مرکب با تاکید بر تاثیر ضخامت ورق فولادی و پوشش بتنی

مرتضی رستاخیز
کارشناس ارشد عمران-سازه، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مراغه، مراغه، ایران
احمد ملکی*
استادیار دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مراغه، مراغه، ایران
maleki_civil@yahoo.com
تاریخ دریافت: ۹۴/۰۹/۲۲ تاریخ پذیرش نهایی: ۹۴/۱۱/۲۹

چکیده:

دیوار برشی فولادی مرکب به عنوان سیستم مقاوم جانبی است که برای سازه‌های جدید و هم بعنوان سیستم تقویت کننده برای ساختمان‌های موجود مناسب است. دیوارهای برشی مرکب در مقایسه با دیوارهای برشی بتنی مسلح، یک دیوار مرکب طراحی شده برای همان نیروی برشی، با وجود سختی و مقاومت برشی بیشتر،دارای ضخامت و وزن کمتری می‌باشد مقاله‌ی حاضر به بررسی امکان بهبود پارامترهای لرزه‌ای دیوارهای برشی مرکب می‌پردازد. میزان افزایش در ظرفیت باربری، شکل‌پذیری و میزان استهلاک انرژی از پارامترهایی هستند که مورد بررسی قرار گرفته‌اند. تحلیل عددی با استفاده از نرم‌افزارهای اجزای محدود برای بررسی پارامترهای مذکور مورد استفاده قرار گرفته است. بررسی مقایسه‌ای نتایج آزمایشگاهی با نتایج مدلسازی‌ها نشان می‌دهد که نرم افزارهای اجزای محدود توانایی مدلسازی مناسب را داشته باشد. نتایج حاصل از مطالعات عددی نشان داد که افزایش ضخامت ورق فولادی سختی اولیه نمونه‌ها را افزایش داده است و به ترتیب ضخامت ۸,۴ و ۱۳۱ میلی‌متر برای ورق فولادی و پوشش بتنی بعنوان مناسب‌ترین ابعاد هندسی برای دیوار برشی مرکب با ابعاد ۲,۵*۳ متر می‌باشد.

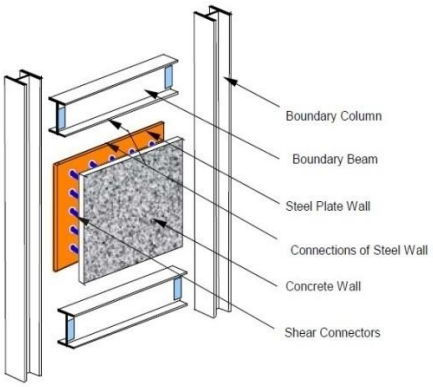
کلید واژگان:دیوار برشی مرکب، رفتار لرزه‌ای، شکل‌پذیری، ضخامت بتن، ضخامت فولاد

Archive of SID
www.SID.ir

۱- مقدمه

سازه‌های فولادی به طور گسترده در ساخت و سازهای ساختمانی در مناطق لرزه‌خیز به علت مقاومت و شکل‌پذیری بالا استفاده می‌شوند. سیستم‌های جانبی مقاوم در ساختمان‌های فولادی معمولاً بعنوان قاب های مقاوم خمشی و قاب‌های مهاربندی طراحی می‌شوند. هر یک از سیستم‌ها مزایا و معایبی دارند. برای مثال، معمولاً شکل‌پذیری قاب های خمشی بالاتر از قاب‌های مهاربندی شده است و سختی قاب‌های مهاربندی شده معمولاً بیشتر از قاب‌های خمشی است. در سال‌های اخیر استفاده از دیوارهای برشی فولادی مرکب به عنوان یک سیستم مقاوم مناسب در برابر بارهای جانبی رو به افزایش است. یکی از سیستم‌های مرسوم در برابر بارهای جانبی، دیوار برشی فولادی مرکب است که به وسیله‌ی صفحات بتن مسلح در یک یا دو طرف در نقاط مختلف بولت شده است و تشکیل دیوار برشی مرکب می‌دهد.نقش صفحات بتن مسلح، جلوگیری از کمانش ورق فولادی قبل از تسلیم و همچنین مشارکت در سختی و مقاومت سیستم لرزه‌ای می باشد.

دیوار برشی فولادی مرکب[11] (CSSW) به عنوان سیستم مقاوم جانبی است که برای سازه‌های جدید و هم بعنوان سیستم تقویت‌کننده برای ساختمان‌های موجود، مناسب است. دیوار برشی مرکب، شامل یک دیوار برشی صفحه فولادی همراه با صفحات بتن مسلح متصل شده به یک و یا دو طرف آن است که این دو توسط پیچ یا زائده‌های برشی بصورت مکانیکی به یکدیگر متصل شده‌اند. دیوارهای برشی مرکب در مقایسه با دیوارهای برشی بتنی مسلح، یک دیوار مرکب طراحی شده برای همان نیروی برشی، با وجود سختی و مقاومت برشی بیشتر،دارای ضخامت و وزن کمتری می‌باشد. همچنین دیوار برشی مرکب قابلیت اجرا در محل و یا بصورت دیوار پیش ساخته را دارد. قطعات و اجزای اصلی دیوارهای برشی مرکب مطابق شکل ۱ شامل دیوار فولادی، دیوار بتنی، اتصال دهنده‌های برشی، ستون‌ها، تیرها، اتصال دهنده دیوار فولادی به تیرها و ستون‌ها و اتصال‌دهنده های تیر به ستون می‌باشند.

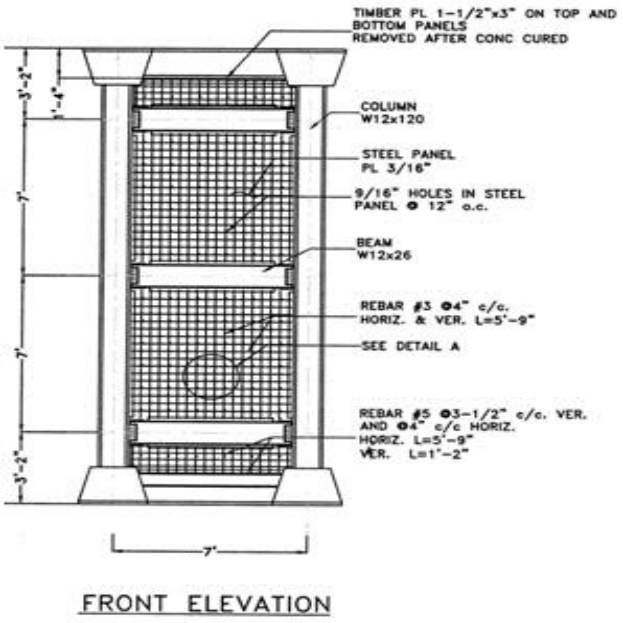


شکل ۱ –اجزاء اصلی یک دیوار برشی مرکب [۱]

به غیر از تحقیقات انجام‌یافته در ژاپن و کانادا بر روی دیوارهای برشی فولادی در دهه‌ی ۹۰ میلادی، یک سری مطالعات تجربی و عددی نیز در اوایل قرن حاضر میلادی در زمینه‌ی دیوار برشی فولادی مرکب مورد بررسی و آزمایش قرارگرفته، که برخی از آنها در مقاله‌ی حاضر ارائه شده است. اما بدلیل روند افزایشی کاربرد دیوار برشی مرکب در ساختمان‌های جدید و نیاز به اطلاعات جامع‌تر و شناخت عملکرد رفتاری آن، چنین تحقیقی در راستای بررسی رفتار دیوار برشی مرکب لازم می‌باشد. بنابراین با مدلسازی رفتار دیوار برشی فولادی مرکب با استفاده از نرم‌افزار ABAQUS [۲] و نیز صحت سنجی آن، نتایج حاصله در مدلسازی دیوار برشی مرکب با تاکید بر اثر ضخامت دیوار بتنی و فولادی، مورد استفاده قرار گرفته است.

۲- تاریخچه تحقیق

در سال ۲۰۰۲ میلادی آزمایشی بر روی دیوارهای برشی مرکب طرح ساده و طرح ابتکاری توسط پروفسور آستانه اصل و همکارش [۱] در دانشگاه برکلی کالیفرنیا انجام شده است. تنها تفاوت دیوار برشی مرکب طرح ساده و طرح ابتکاری در وجود یک درز بین دیوار بتنی و تیر و ستون‌های کناری در دیوار مرکب طرح ابتکاری خلاصه می‌شد. هدف اصلی از انجام این تحقیق، بررسی رفتار پریودیک سیستم جدید دیوار برشی مرکب و ارائه‌ی روش‌های طراحی و توصیه‌های آئین‌نامه ای بود. نمونه‌های آزمایش در مقیاس ۰,۵ و بصورت سه طبقه و یک دهانه ساخته شدند. شکل ۲ نمایی از آرماتوربندی نمونه‌های مورد آزمایش را نشان می‌دهد. صفحه‌ی فولادی مورد استفاده در این نمونه‌ها A36(ST37)و تیرها و ستون‌ها از نوع A572(ST52) بودند و مقاومت مشخصه‌ی بتن ۲۷,۵۸ مگاپاسکال بود.



شکل ۲–نمایی از آرماتوربندی نمونه [۱]

بطور خلاصه، رفتار دیوارهای برشی مرکب درزدار و ساده که مورد آزمایش قرار گرفتند نشان داد که هر دو سیستم در مقادیر بالاتر از

[11] Composite Steel Shear Wall

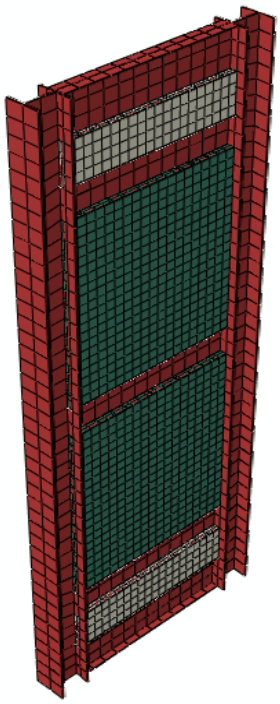
Archive of SID
www.SID.ir

تغییر مکان نسبی ۴ درصد طبقه، بدون کاهش در مقاومت برشی، توانایی و مقاومت بسیار عالی در برابر بار جانبی دارند. در مجموع، هر دو نمونه توانایی رسیدن به بیش از تغییرمکان نسبی ۵ درصد طبقه را داشته در حالیکه هنوز مقاومت موجود در حدود ۸۰ درصد مقاومت ماکزیمم بود. در دیوار برشی مرکب طرح درزدار، صفحه‌ی بتنی تا مقدار تغییر مکان نسبی ۳ درصد طبقه کاملا بدون تخریب مانده و بعنوان یک مهاربند عالی برای صفحه‌ی فولادی، جلوی کمانش آن را گرفته و صفحه‌ی فولادی را قادر ساخت تا به حد تسلیم رسیده و از آن نیز فراتر رود.

در سال ۲۰۰۶ میلادیتوسط حاتمی و رهایی پژوهشی در مورد رفتار سیستم CSSW انجام شد که شامل هر دو کار تجربی و عددی بود[۳و۴]. این محققان در نهایتیک فرمول برای ضخامت بهینه‌ی کاور بتن پیشنهاد کردند [۴]. علاوه بر این، حاتمی و سحری نشان داده‌اند که برای ضخامت ثابت کاور بتن، افزایش ضخامت صفحه‌ی فولادی تا یک مقدار بهینهدر کاهش برون صفحه‌ای ورق فولادی موثر خواهد بود [۵]. ایازی و همکاران وی در مقاله‌ای از شش نمونه-ی تئوری و یک نمونه‌ی آزمایشگاهی یک طبقه و یک دهانه با حالت‌ها و ترکیبات مختلف آرایش بولت‌ها استفاده کرده و تاثیر آنها بر شکل پذیری، تغییر مکان جانبی و مقاومت دیوار برشی مرکب را بررسی کردند. همچنین مدل اجزا محدود با نمونه آزمایشگاهی مقایسه شده و انطباق مناسبی بین نتایج آنها به دست آمده است بر اساس نتایج حاصله از این تحقیق، نحوه آرایش و تعداد برشگیرها تاثیر زیادی بر رفتارکلی دیوار برشی مرکب دارد[۶].همچنین احمدی و همکاران در سال ۲۰۱۳ به بررسی تأثیر فاصله‌ی بولت‌ها بر روی رفتار CSSW به روش المان محدود پرداخته‌اند. مطالعات نشان می‌دهدکه افزایش فاصله بین بولت‌ها تا یک حد مشخص، رفتار سیستم را بهبود می بخشد. افزایش فاصله بین بولت‌ها تا یک حد مشخص منجر به افزایش کشش حداکثر در اطراف بولت‌ها می‌شود و زمانی‌که فاصله‌ی بولت‌ها کم می‌باشد پدیده‌ی کمانش به سادگی در گوشه‌های ورق رخ خواهد داد. به عبارت دیگر بخش‌های داخلی صفحه‌ی فولادی کمتر از گوشه‌ها تحت کمانش جانبی قرار می‌گیرند، که این امر، اهمیت بولت‌های پر مقاومت را به منظور جلوگیری از جابجایی‌های برون صفحه‌ای مرکز ورق معین می‌سازد [۷].

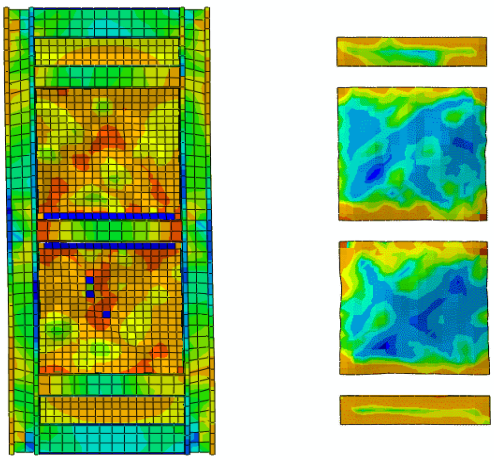
۳- مدل سازی و صحت سنجی دیوار برشی

به علت قابلیت بالای مدلسازی روش اجزای محدود، استفاده از این روش در تحلیل مسائل هندسی بسیار فراگیر و قابل اطمینان شده است. در این میان نرم افزار اجزای محدود ABAQUS از نظر دارا بودن دقت فراوان در حل عددی قابل مقایسه با هیچ یک از نرم افزارهای المان محدودی نمی‌باشد. بنابراین در ادامه مدل تجربی دیوار برشی مرکب طرح ساده که توسط آستانه اصل و همکارش [۱] تحت بار لرزه‌ای آزمایش شده، با استفاده از نرم‌افزار ABAQUS مدل‌سازی و صحت سنجی شده است. شکل ۳ دیوار برشی مرکب مدل‌سازی شده را نمایش می‌دهد.



شکل ۳: مدل مش بندی دیوار برشی مرکب

در شکل ۴ کانتور تنش قسمت‌های فولادی و بتنی در زمان ماکزیمم مقاومت نشان داده است. بطوریکه بیشترین تنش‌ها در صفحات بتنی در کناره‌ها و در قاب فولادی در محل اتصالات رخ داده است.

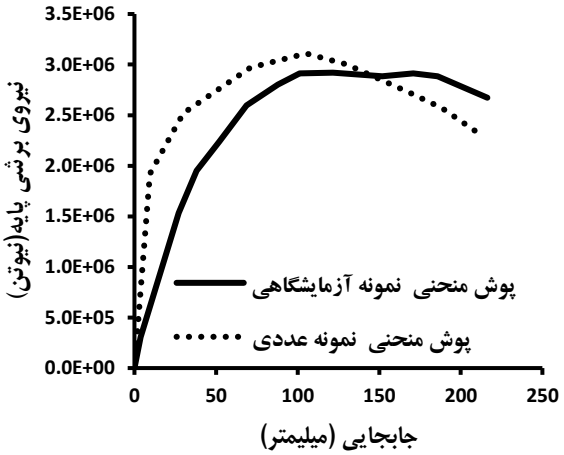


شکل ۴– کانتور تنش قسمت‌های بتنی و فولادی دیوار برشی مرکب

داده‌های منحنی برش– تغییر شکل مربوط به تحلیل عددی به برنامه‌ی Excel انتقال داده شده است و با منحنی برش– تغییرشکل

Archive of SID
www.SID.ir

نمونه‌ی آزمایشگاهی به صورت شکل ۵ مقایسه شده است. همانطور که از شکل واضح است، منحنی برش پایه- تغییر مکان حاصل از تحلیل عددی،نیروی برشی و جابجایی نسبتا بیشتری در مقایسه با مدل آزمایشگاهی دارد که این به علت ایده‌آل گرفتن مصالح و اندرکنش بین اعضای متصل به هم و همچنین شرایط بارگذاری می باشد. بطوریکه هر دو منحنی تقریباً در جابجایی ۱۰۵ میلی‌متر دارای ماکزیمم نیروی برشی پایه هستند که در مدل آزمایشگاهی و عددی به ترتیب برابر با ۲۹۱۰ و ۳۱۱۰ کیلو نیوتن است. در مدل‌های عددی با بارگذاری چرخه‌ای، هم پوشانی منحنی‌ها تا این حد قابل قبول بوده و صحت مدل سازی عددی را تامین می‌کند.

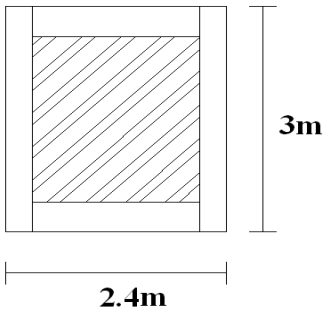


شکل ۵- مقایسه‌ی منحنی برش پایه- تغییر مکان مدل آزمایشگاهی و عددی

بنابراین با توجه به صحت شبیه‌سازی یاد شده، در ادامه، دیوارهای برشی مرکب مدل شده با تاکید بر تاثیر ضخامت ورق فولادی و پوشش بتنی، تحت شرایط بارگذاری یکسان، مورد ارزیابی قرار گرفته و نتایج حاصل در شرایط گوناگون گزارش شده است.

۴-بررسی تاثیر ضخامت ورق فولادی و پوشش بتنی

در این بخش، دیوار برشی مرکب مطابق شکل ۶ مدلسازی و تحلیل شده است. جهت شبیه‌سازی شرایط مرزی دیوار برشی، تیر تحتانی در تمام جهات گیردار کامل بوده و تیر فوقانی جهت شبیه‌سازی عملکرد سقف، در جهت عمود بر صفحه‌ی بارگذاری مقید شده است. همچنین، نمونه‌ها با همان ابعاد تیر و ستون و به ازای همان مصالح و سیکل بارگذاری مدل صحت‌سنجی شده، آنالیز شده‌اند و تا مرحله گسیختگی مدل پیش رفتند.ارزیابی‌های تحلیلی، اغلب کلیه‌ی فعالیت‌های محاسباتی، اعم از مدل‌سازی، تحلیل عددی و استخراج نتایج از رفتار و پاسخ یک سیستم خاص مانند دیوار برشی مرکب و اجزای تشکیل دهنده‌ی آن را در بر می‌گیرد. این تحلیل‌ها عمدتاً بر پایه خواص هندسی و مکانیکی شرایط موجود سیستم‌ها بنا می‌گردد. بر این اساس نتایج تحلیل برحسب میزان تغییر مکان جانبی، تغییر مکان خارج از صفحه، بیشترین مقدار تنش و کرنش پلاستیک قاب فولادی و منحنی هیسترزیس ارائه خواهد شد.



شکل ۶- مشخصات مدل تحلیل عددی

۴-۱-روش نامگذاری مدل‌ها

برای نامگذاری مدل‌ها از سه مشخصه استفاده می‌شود. مشخصه‌ی اول SW می‌باشد که برای تمام مدل‌ها ثابت بوده و مخفف Shear Wall می‌باشد. مشخصه دوم در برگیرنده‌ی متغییر مورد بررسی می باشد که حروف P و C به ترتیب نشان دهنده‌ی ورق فولادی و پوشش بتنی می‌باشند و مشخصه‌ی سوم مطابق مطابق جدول ۱ لیست شده است.

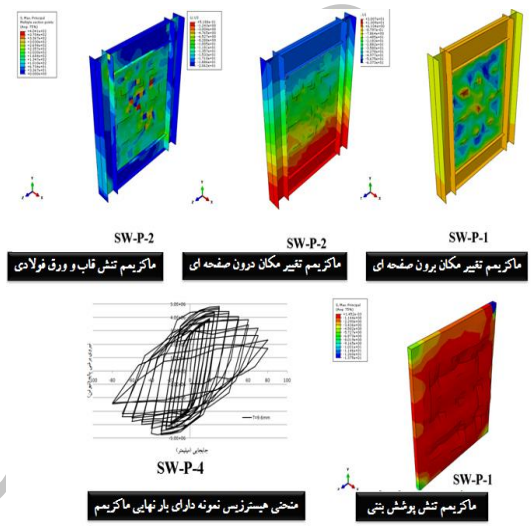
جدول ۱- مدل‌های تحلیلی برای مطالعه پارامتری

ردیف	شماره نمونه	ضخامت بتن (mm)	ضخامت ورق (mm)	قطر بولت (mm)	تعداد بولت در هر ردیف و ستون
۱	SW-P-1	۷۵	۶	۲۲,۲	۳
۲	SW-P-2	۷۵	۷,۲	۲۲,۲	۳
۳	SW-P-3	۷۵	۸,۴	۲۲,۲	۳
۴	SW-P-4	۷۵	۹,۶	۲۲,۲	۳
۵	SW-C-1	۹۴	۸,۴	۲۲,۲	۳
۶	SW-C-2	۱۱۳	۸,۴	۲۲,۲	۳
۷	SW-C-3	۱۳۱	۸,۴	۲۲,۲	۳
۸	SW-C-4	۱۵۰	۸,۴	۲۲,۲	۳

۴-۲-تحلیل عددی مدل با تنوع ضخامت ورق فولادی

www.SID.ir

در این قسمت نتایج عددی مدل‌های تحلیلی SW-P-1تا SW-P-4 به تفکیک مدل در ادامه ارائه می‌گردد. به طوریکه شکل۷ به ترتیب شامل نمونه‌هایی است که در بین چهار نمونه دارای بیشترین تغییر مکان برون صفحه‌ای، درون صفحه‌ای و تنش ماکزیمم قاب و ورق فولادی و همچنین تنش ماکزیمم مصالح بتنی در بار نهایی و در نهایت منحنی هیسترزیس نمونه دارای بار نهایی ماکسیمم می باشد.همچنین درجدول۲ مقادیر بار نهایی و تغییر مکان‌های برون و درون صفحه‌ای نمونه‌ها در بارنهایی لیست شده است.



شکل ۷- نتایج تحلیل عددی مدل با تنوع ضخامت ورق فولادی

جدول ۲-مقایسه بار نهایی و تغییر مکان درون و برون صفحه ای نمونه‌های SW-P-1 تا SW-P-4

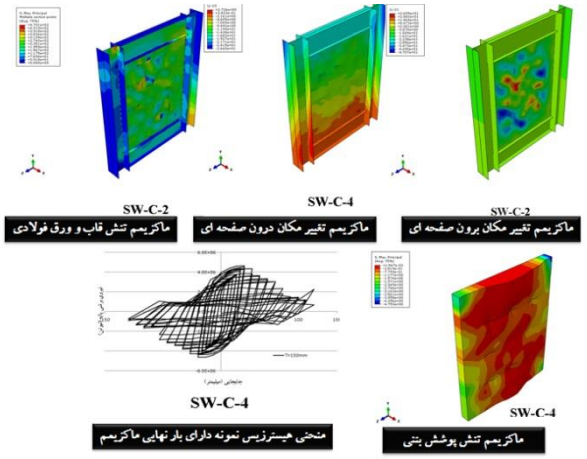
شماره نمونه	بار نهایی (کیلو نیوتن)	تغییر مکان برون صفحه‌ای (میلی‌متر)	تغییرمکان درون صفحه‌ای (میلی‌متر)
SW-P-1	۳۷۷۰	۲۱,۳	۶۳,۷
SW-P-2	۴۱۱۰	۲۰,۶	۶۷,۹
SW-P-3	۴۴۳۰	۲۰,۳	۶۳,۸
SW-P-4	۴۸۲۰	۱۹,۵	۶۷,۴

افزایش ضخامت ورق فولادی باعث افزایش بار نهایی می‌شود همچنین به نظر می‌رسد با افزایش ضخامت ورق فولادی، تا یک حد مشخصی مقدار کمانش درون صفحه‌ای کاهش پیدا می‌کند. بنابراین مناسب‌ترین ضخامت برای ورق فولادی مقدار ۸,۴ میلی‌متر در نظر گرفته شده، البته قابل ذکر است که در این انتخاب باید هزینه و طرز ساخت فولادی را نیز مورد بررسی قرار داد چرا که با افزایش ۲۵ درصدی ضخامت، بار نهایی به طور میانگین ۹ درصد افزایش می‌یابد.

انتخاب این ضخامت مبتنی بر تغییرمکان درون صفحه‌ای و شکل پذیری نمونه‌ی SW-P-3 می‌باشد.در ادامه تاثیر ضخامت پوشش بتنی بر روی دیوار با ضخامت انتخابی در این قسمت بررسی شده است.

۴-۳- تحلیل عددی مدل‌با ضخامت‌های مختلف پوشش بتنی

در این قسمت نتایج عددی مدل‌های تحلیلی SW-C-1تا SW-C-4 نیز همانند قسمت قبلی مطابق شکل ۸ به تفکیک مدل در ادامه ارائه می‌گردد. همچنین در جدول ۳ مقادیر بار نهایی و تغییر مکان‌های برون و درون صفحه‌ای نمونه‌ها در بار نهایی لیست شده است.



شکل ۸- نتایج تحلیل عددی مدل باضخامت‌های مختلف پوشش بتنی

جدول ۳-مقایسه بار نهایی و تغییر مکان درون و برون صفحه ای نمونه‌های SW-C-1 تا SW-C-4

شماره نمونه	بار نهایی (کیلو نیوتن)	تغییر مکان برون صفحه‌ای (میلی متر)	تغییر مکان درون صفحه‌ای (میلی متر)
SW-C-1	۴۴۲۰	۴۵,۶	۲۱,۱
SW-C-2	۴۳۴۰	۴۷,۱	۲۲
SW-C-3	۴۵۸۰	۴۰,۸	۲۵,۸
SW-C-4	۴۶۶۰	۴۰,۹	۲۶,۶

ضخامت ۱۳۱ میلی‌متر پوشش بتنی (SW-C-3) باعث می‌شود کاهش در کمانش ورق فولادی نسبت به بقیه نمونه‌ها بیشتر باشد اگرچه در نمونه‌ی SW-C-4 بار نهایی مقداری بیشتر از SW-C-3 است ولی تغییر مکان‌ها، جذب انرژی و شکل‌پذیری آن ثابت می‌باشد درحالیکه ضخامت پوشش بتنی ۲۹ میلی‌متر افزایش یافته است. بنابراین، مناسب‌ترین ضخامت برای پوشش بتنی ۱۳۱میلی‌متر پیشنهاد می‌شود.

۱۰- نتیجه‌گیری

Archive
www.SID.ir

در این مقاله، ابتدا دیوار برشی صفحه فولادی مرکب با استفاده از نرم افزار آباکوس مدلسازی شده و توسط مقایسه با نتایج آزمایشگاهی تحقیقات پیشین کالیبراسیون شده است. سپس عملکرد آن با شرایط مختلف هندسی در ۸ مدل عددی بررسی شده است که شامل موارد زیر می‌باشد: ضخامت‌های مختلف ورق فولادی و پوشش بتنی. نتایج زیر از بررسی مدل‌های دیوار برشی مرکب بدست آمده است:

۱. نرم‌افزار اجزای محدود به خوبی توانسته خصوصیات دیوار برشی مرکب از جمله اندرکنش مابین بتن و فولاد، کمانش ورق فولادی، رفتار پلاستیک مصالح و بارگذاری چرخه‌ای را شبیه سازی کند و تطابق خوبی با نتایج آزمایشگاهی داشت.

۲. افزایش ضخامت ورق فولادی سختی اولیه نمونه‌ها را افزایش داده است بطوریکه منحنی هیسترزیس نمونه‌ی SW-P-1 قبل از بار نهایی نسبت به نمونه‌های دیگر مایل‌تر است. افزایش ضخامت ورق فولادی باعث افزایش بار نهایی می‌شود همچنین به نظر می‌رسد با افزایش ضخامت ورق فولادی، تا یک حد مشخصی مقدار کمانش درون صفحه‌ای کاهش پیدا می‌کند. بنابراین در این قسمت مناسب‌ترین ضخامت برای ورق فولادی مقدار ۸,۴ میلی‌متر در نظر گرفته شده، البته قابل ذکر است که در این انتخاب باید هزینه و طرز ساخت فولادی را نیز مورد بررسی قرار داد چرا که با افزایش ۲۵ درصدی ضخامت، بار نهایی به طور میانگین ۹ درصد افزایش می‌یابد. انتخاب این ضخامت مبتنی بر تغییرمکان درون صفحه‌ای و شکل‌پذیری نمونه‌ی SW-P-3 می‌باشد.

۳. ضخامت ۱۳۱ میلی‌متر پوشش بتنی SW-C-3 باعث می‌شود کاهش در کمانش ورق فولادی نسبت به بقیه نمونه‌ها بیشتر باشد اگرچه در نمونه‌ی SW-C-4 بار نهایی مقداری بیشتر از SW-C-3 است ولی تغییر مکان‌ها، جذب انرژی و شکل‌پذیری آن ثابت می‌باشد درحالیکه ضخامت پوشش بتنی ۲۹ میلی‌متر افزایش یافته است. بنابراین، در نهایت نمونه‌ی SW-C-3 با بولت‌های ۳*۳ به قطر ۲۲,۲ میلی‌متر و به ترتیب با ضخامت ۸,۴ و ۱۳۱ میلی‌متر برای ورق فولادی و پوشش بتنی بعنوان دیوار برشی مرکب مناسب با ابعاد هندسی بهینه انتخاب شد.

۱۱- مراجع

1. Astaneh-Asl, A. Seismic behavior and design of composite steel shear walls. Steel TIPSReport, Structural Steel Educational Council, Moraga, California,2002.
2. SIMULIA, ABAQUS Version 6.12-1, Dassault Systemes, 2012.
3. Hatami, F., Rahai, A., Performance evaluation of composite shear wall behavior under cyclic loadings. Journal of Constructional Steel Research,vol. 65, 2009,pp 1528-1537.
4. Hatami,F.,Performanceevaluation and optimization of composite shear wall. Ph.D. Thesis, Amirkabir University of Technology, Tehran, Iran,2008.
5. Hatami,F., Sehri SM., Evaluation of Steel Plate Thickness on composite steel shear wall. Journal of Structure & Steel, Iranian Society of Steel Structures, Fall 2008 [In Persian],pp 26-36.

٦. ایازی، ا.، طالشیان،ح.،عربزاده،ا.، تأثیر تعداد و نحوه قرار گیری بولتها بر رفتار دیوار برشی مرکب، پنجمین کنگره ملی مهندسی عمران، دانشگاه فردوسی مشهد،مشهد،ایران،۱۳۸۹.

7. Ahmadi, H, Arabzadeh, A. Evaluating the effects of distance between bolts on the behavior of composite steel shear wall. Asian Journal of civil engineering (BHRC),vol.14 , 2013,pp 145-159.

Archive of SID

www.SID.ir

Seismic Performance Evaluation of Composite Steel Shear Walls with Emphasis on Thickness of Infill Plate and Concrete Cover

Morteza Rastakhiz
Islamic Azad University, Maragheh branch, maragheh, Iran
Ahmad Maleki*
Assistant Professor, Department of Civil Engineering, Islamic Azad University, Maragheh Branch, Maragheh, Iran
Maleki_civil@yahoo.com

Abstract:

Since the application of composite shear wall is increasing rapidly throughout the world, it is necessary to study its behavior. General interest of engineers in using this unique system due to its application and behavior indicates the need for better understanding of this system.

In this paper, by modeling composite shear walls and using *Abaqus* software and its verification, the results have been used for modeling composite shear wall with emphasis on the impact of number and diameter of bolts under cyclic loading. Solid and shell cements are used for modeling concrete and steel elements respectively. The results of the numerical study shows that 3×3 and 3×2.5 configuration with diameter of 22.2 millimeters of bolts are the best sizes.

Keywords: Composite Shear Walls, Cyclic behavior, Ductility, Number and Size Of Bots.

Archive of SID

www.SID.ir