نهمین کنگره ملی مهندسی عمران
9th National Congress on Civil Engineering

دانشگاه فردوسی مشهد

بسمه تعالی

گواهی ارائه مقاله

گواهی می شود مقاله ای با مشخصات ذیل در نهمین کنگره ی ملی مهندسی عمران ارائه و در مجموعه مقالات این کنگره درج گردیده است.

عنوان مقاله: بررسی تاثیر تیر تراز طبقات بر رفتار دیوارهای برشی بتنی با اعضای مرزی فولادی غیرمدفون

نویسندگان: مهدی یوسفی، منصور قلعه نوی، احسان فرشته پور، محمدمهدی رشیدیان

دکتر احمد شوشتری

دبیر کنگره

۲۱ و ۲۲ اردیبهشت ۱۳۹۵ ■ دانشگاه فردوسی مشهد ■ دانشکده مهندسی

May 10 - 11, 2016 ■ Faculty of Engineering ■ Ferdowsi University of Mashhad

بررسی تاثیر تیر تراز طبقات بر رفتار دیوارهای برشی بتنی با اعضای مرزی فولادی غیرمدفون

منصور قلعه‌نوی[۱]، مهدی یوسفی[۲]، احسان فرشته‌پور[۳]، محمدمهدی رشیدیان[۴]

۱- دانشیار گروه مهندسی عمران، دانشکده مهندسی، دانشگاه فردوسی مشهد

۲- دانشکده مهندسی دریا، عضو هیئت علمی گروه مهندسی عمران، دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار

۳- کارشناس ارشد اداره کل راه و شهرسازی خراسان رضوی

۴-کارشناس مسئول پژوهشی اداره کل راه و شهرسازی خراسان رضوی

ghalehnovi@um.ac.ir

خلاصه

استفاده از دیوارهای برشی بتنی در سازه های فلزی در سطح کشور به ویژه در استان خراسان رضوی رو به گسترش بوده و به صورت یکی از سازه‌های مهار جانبی رایج درآمده است. رفتار این سیستم ترکیبی به ویژه تحت تاثیر تیر تراز طبقات مدفون در دیوار می تواند دارای اهمیت ویژه‌ای باشد. از این‌رو در پژوهش حاضر اثر تیر تراز طبقه بر مدل‌های دیوار برشی با اعضای مرزی فولادی غیرمدفون با استفاده از تحلیل استاتیکی غیرخطی و به کمک نرم افزار ABAQUS مورد بررسی قرار گرفته است. برای این منظور ابتدا مدل‌هایی با مقیاس یک سوم براساس نتایج آزمایشگاهی مطالعات پیشین راستی‌آزمایی گردیده و سپس به بررسی تاثیر تیر تراز طبقات بر مدل‌ها پرداخته شده است. نتایج نشان می دهد که وجود تیر بدون تغییر در سطح نمودار بار افزون باعث تمرکز تنش‌ها به سمت محل اتصال مفصلی تیر به ستون به ویژه در تراز طبقات تحتانی شده و تنش‌ها در پای دیوار کاهش یافته و جذب انرژی بیشتر می گردد. اما افزایش مقطع تیر به تدریج اندرکنش تیر با دیوار را کاهش داده و ضمن تجاوز آن از حد مجاز نسبت فولاد به بتن باعث تردشکنی در بتن و کاهش جذب انرژی خواهد گردید.

کلمات کلیدی: دیوار برشی بتنی، اعضای مرزی غیرمدفون، تیر تراز طبقه، تحلیل استاتیکی غیرخطی، جذب انرژی

بررسی تاثیر تیر تراز طبقات بر رفتار دیوارهای برشی بتنی با اعضای مرزی فولادی غیرمدفون

منصور قلعه‌نوی[1]، مهدی یوسفی[2]، احسان فرشته‌پور[3]، محمدمهدی رشیدیان[4]

۱- نویسنده اول، دانشکده مهندسی، دانشگاه فردوسی مشهد

۲- نویسنده دوم، دانشکده مهندسی دریا، دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار

۳- نویسنده سوم، اداره کل راه و شهرسازی خراسان رضوی

۴- نویسنده چهارم، اداره کل راه و شهرسازی خراسان رضوی

ghalehnovi@um.ac.ir

خلاصه

استفاده از دیوارهای برشی بتنی در سازه های فلزی در سطح کشور به ویژه در استان خراسان رضوی رو به گسترش بوده و به صورت یکی از سازه‌های مهار جانبی رایج درآمده است. رفتار این سیستم ترکیبی به ویژه تحت تاثیر تیر تراز طبقات مدفون در دیوار می تواند دارای اهمیت ویژه‌ای باشد. از این‌رو در پژوهش حاضر اثر تیر تراز طبقه بر مدل‌های دیوار برشی با اعضای مرزی فولادی غیرمدفون با استفاده از تحلیل استاتیکی غیرخطی و به کمک نرم افزار ABAQUS مورد بررسی قرار گرفته است. برای این منظور ابتدا مدل‌هایی با مقیاس یک سوم براساس نتایج آزمایشگاهی مطالعات پیشین راستی‌آزمایی گردیده و سپس به بررسی تاثیر تیر تراز طبقات بر مدل‌ها پرداخته شده است. نتایج نشان می دهد که وجود تیر بدون تغییر در سطح نمودار بار افزون باعث تمرکز تنش‌ها به سمت محل اتصال مفصلی تیر به ستون به ویژه در تراز طبقات تحتانی شده و تنش‌ها در پای دیوار کاهش یافته و جذب انرژی بیشتر می گردد. اما افزایش مقطع تیر به تدریج اندرکنش تیر با دیوار را کاهش داده و ضمن تجاوز آن از حد مجاز نسبت فولاد به بتن باعث تردشکنی در بتن و کاهش جذب انرژی خواهد گردید.

کلمات کلیدی: دیوار برشی بتنی، اعضای مرزی غیرمدفون، تیر تراز طبقه، تحلیل استاتیکی غیرخطی، جذب انرژی

۱. مقدمه

استفاده از دیوارهای برشی بتنی مرکب(CSRCW[5]) با اعضای مرزی فولادی در سطح کشور رو به گسترش بوده و به خصوص در سطح استان خراسان رضوی به صورت یکی از سازه‌های مهار جانبی رایج درآمده‌اند. هزینه سنگین آزمایش‌های میدانی باعث گردیده تا تحقیقات پیشین در زمینه رفتار این سیستم به گونه‌ای که هماهنگی مناسبی بین طراحان و مجریان ایجاد نماید، بسیار محدود باشد و در بسیاری موارد در طراحی این سیستم سلیقه ها حاکم گردیده است. بنابراین بررسی این سیستم مهار جانبی با کمترین هزینه ممکن با استفاده از نرم افزارهای اجزای محدود ضروری خواهد بود.

از کارهای برجسته‌ای که تاکنون در زمینه دیوارهای برشی مرکب انجام گردیده می توان به کارهای Tupper در سال ۱۹۹۹ [۲]، آستانه اصل در سال ۲۰۰۲ [۳]، J.F.Hajjar و همکاران در سال ۲۰۰۵ [۴]، Xilin Lu و Yuguang Dong در سال ۲۰۰۵ [۵]، Lin-Hai Han و همکاران در سال ۲۰۰۹ [۶] ، Z. Jiang و همکاران در سال ۲۰۱۰ [۷] و Daniel Dan و همکاران در سال ۲۰۱۱ [۱ ، ۸] اشاره نمود. در این میان نمونه‌های آزمایشگاهی Daniel Dan و همکاران به عنوان مناسب‌ترین نمونه‌های آزمایشگاهیِ انجام شده بر روی دیوارهای برشی بتنی با اعضای مرزی فولادی

---

[1] دانشیار گروه مهندسی عمران

[2] عضو هیأت علمی گروه مهندسی عمران

[3] کارشناس ارشد اداره راه و شهرسازی

[4] کارشناس مسئول پژوهشی اداره راه و شهرسازی

[5] Composite Steel Reinforced Concrete Walls

در مقیاس یک سوم جهت راستی‌آزمایی مدل‌های عددی مطالعه حاضر برگزیده شده‌اند. گروه Daniel Dan و همکاران ۶ نمونه از حالت های مختلف CSRCW را مورد آزمایش قرار داده‌اند، ولی انواع متداول آن در کشور و به ویژه استان خراسان رضوی حالت ستون‌های فولادی مدفون و غیرمدفون در دو طرف دیوار می باشند که در پروژه حاضر سیستم دیوار برشی با اعضای فولادی غیرمدفون با نامگذاری CSRCWN موردنظر خواهد بود.

از آنجاییکه وجود تیرهای تراز طبقات به صورت مدفون در دیوار اجتناب ناپذیر بوده، طراحان ابعاد تیرها را تا حد امکان کم می کنند تا اثر آن را بر دیوار کاهش دهند اما اینکه آیا این تیر با اتصالات مفصلی به ستون و تامین یکپارچگی آن با دیوار با استفاده از برشگیرها می تواند تاثیر مثبت یا منفی بر رفتار دیوار برشی داشته باشد، جای سوال دارد. از این‌رو در پژوهش حاضر اثر ابعاد تیر تراز طبقه بر رفتار سیستم CSRCWN با استفاده از نرم افزار اجزای محدود ABAQUS/Standard و روش تحلیل استاتیکی غیرخطی مورد بررسی قرار می‌گیرد. هدف نهایی از مطالعه حاضر دستیابی به میزان حساسیت سیستم در مقابل ابعاد تیر و شناسایی نواحی است که بیشتر در مقابل ابعاد تیر تاثیر می پذیرند. فرضیات زیر جهت انجام تحلیل استاتیکی غیرخطی درنظر گرفته شده است:

- منحنی نیرو تغییر مکان برای قسمت فولادی سازه به صورت دو خطی با سخت‌شوندگی درنظرگرفته شده است.
- برای بررسی خسارت بتن از مدل دراکر-پراگر [1] اصلاح شده استفاده گردیده است.
- بارگذاری به صورت استاتیکی غیر خطی بارافزون انجام شده است.

۲. تحلیل استاتیکی غیرخطی

در اثر وقوع زلزله‌های شدید، سازه پس از گذر از محدوده الاستیک وارد محدوده غیرالاستیک می شود و در این ناحیه تغییرات مقاومت ناچیز بوده و تغییر شکل‌های خمیری که ارتباط نزدیکتری با خسارت دارند، حاکم می شوند.از این‌رو در مطالعه حاضر جهت بررسی رفتار سازه از تحلیل استاتیکی غیرخطی بار افزون استفاده شده است. با توجه به اینکه در این مطالعه رفتار کلی سازه متاثر از وجود تیر تراز طبقات موردنظر می‌باشد و مدل‌سازی در مقیاس یک سوم انجام گردیده، پارامترهای قابل بررسی شامل سختی الاستیک، مقاومت تسلیم، جذب انرژی، خسارت بتن و تنشهای وارد بر اعضای فولادی خواهند بود.

۳. مدل‌های عددی و راستی‌آزمایی

مدل عددی نمونه‌های CSRCWN در نرم افزار اجزای محدود ABAQUS/Standard انجام شده و شامل مصالح فولادی و بتنی می باشند. در ادامه به طور مختصر به روش مدل‌سازی هندسی و تعریف خواص مصالح فولاد و بتن پرداخته شده و سپس راستی‌آزمایی مدل عددی انجام خواهد گردید.

۳-۱. مدل‌سازی و تعریف خواص فولاد

برای مدل‌سازی برشگیرها و تیرهای تراز طبقات از المان‌های رشته‌ای [2] تیر خمشی [3] و برای مدل‌سازی میلگردها با صرفنظر از رفتار خمشی از المان رشته‌ای خرپا [4] استفاده شده است. برای مدل‌سازی ستون‌های فولادی المان حجمی [5] به کار گرفته شده است.

رفتار ستون‌ها و آرماتورهای فولادی و تیر طبقات به طورکلی بصورت دو خطی و با سخت شوندگی درنظرگرفته شده است. این رفتار در فشار و کشش یکسان بوده و مقادیر ضریب پواسون و مدول الاستیسیتهٔ فولاد در تحلیل به ترتیب برابر ۰/۳ و ۲۰۰۰۰۰MPa لحاظ شده است. برای صفحات تکیه گاهی و ناحیهٔ انتقال بار نیز از خواص فولاد استفاده گردیده، با این فرض که رفتار آنها فقط در ناحیهٔ کشسان نمودار قرار گرفته باشد.

---

[1] Drucker-Prager Model
[2] Wire
[3] Beam
[4] Truss
[5] Solid

ستون‌ها و تیر تراز طبقات و همچنین ناودانی‌های برشگیر با مشخصات فولاد st37 لحاظ شده اند. برای تعریف مشخصات میلگردها از مشخصات نوع AI برای خاموت‌ها، از نوع AII برای میلگرد طولی در راستای طول دیوار و از نوع AIII برای میلگردهای طولی در راستای قائم استفاده شده است.

برای اندرکنش بین ستون‌ها و بتن یک سرِ برشگیرها در راستای ارتفاع ستون به ستون تماس مقید[1] داشته و سر دیگر آنها در بتن مدفون[2] شده است. تیر تراز طبقات از دو سر به ستون‌ها به کمک المان مفصلی مقید شده است. تیرها و میلگردها با فرض پیوستگی کامل در بتن مدفون می باشند.

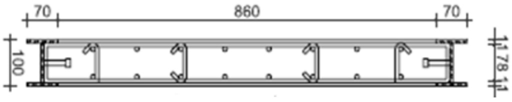
۳-۲. مدل‌سازی و تعریف خواص بتن

المان مورد استفاده در مدل‌سازی بتن در نرم‌افزار ABAQUS المان حجمی است و برای مدل‌سازی خواص بتن از مدل آسیب دیدگی پلاستیک[3] استفاده شده است. مدل آسیب دیدگی پلاستیک یک مدل ترکیبی است که قابلیت در نظر گرفتن همزمان شکست ناشی از فشار و کشش در بتن را دارد. در روش مدل آسیب دیدگی پلاستیک بتن دو فرض اصلی در مکانیسم گسیختگی درنظرگرفته می شود که اولی ترک خوردگی کششی و دومی خرد شدگی فشاری می باشند. فرمول کلی سطح پتانسیل پلاستیک توسط رابطه (۵) تعریف می‌شود که در واقع تابع پتانسیل گسیختگی دراکر-پراگر اصلاح شده می‌باشد. برای اطلاعات بیشتر در خصوص چگونگی تعریف پارامترهای مدل پلاستیک بتن آسیب دیده به [۹، ۱۰] رجوع شود. مطابق مرجع [۱] بتن با مقاومت مشخصه ۵۲/۵ مگاپاسکال و مدول الاستیسیته ۳۴۰۴۸ مگاپاسکال درنظرگرفته شده است

$$f\ (J_1, J_2, J_3) = 0 \ or\ f(h,r,\theta) = 0 \quad (5)$$

۳-۳. راستی‌آزمایی مدل المان محدود

برای سنجش درستی مدل‌سازی مطالعه حاضر نمونه آزمایشگاهی CSRCWN که در مقدمه توضیح داده شد، از نمونه های دیوار برشی آزمایش شده توسط Daniel-Dan انتخاب و مطابق شکل ۱ و مشخصات اجزای فلزی جدول ۱ و جدول ۲ در ABAQUS/Standard مدل‌سازی شده است.



شکل ۱- نمایی از جزئیات نمونه CSRCWN (ابعاد به میلیمتر) [۱]

جدول۱- ابعاد و مشخصات اعضای مرزی فولادی[۱]

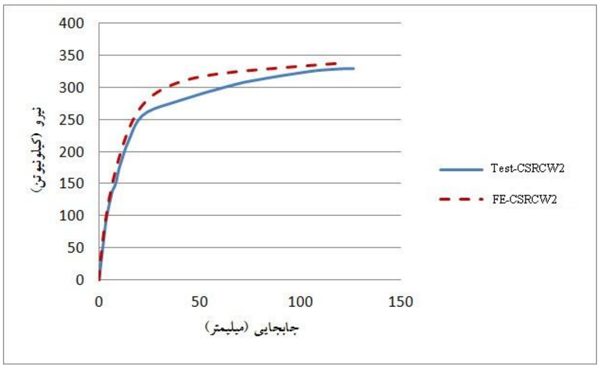
نمونه های آزمایشگاهی	شکل مقطع ستون	b_f (mm)	t_f (mm)	h_w(mm)	t_w(mm)
CSRCWN	I	۷۰	۷	۸۶	۷

جدول۲- نسبت فولاد مورد استفاده در نمونه ها[۱]

نمونه های آزمایشگاهی	نسبت میلگرد ها	نسبت فولاد لبه	نسبت فولاد کل
CSRCWN	۰/۰۱۴۵	۰/۰۶۸	۰/۰۳۴

نتایج تحلیل مدل‌ها به همراه مقایسه با نتایج آزمایشگاهی در شکل ۲ ارائه شده است. همان‌گونه که در شکل ملاحظه می شود، نتایج حاصل از نرم افزار المان محدود تطابق نسبتا خوبی با نتایج آزمایشگاهی داشته و خطای ناچیز آن قابل چشم پوشی می باشد.

[1] Tie constraint
[2] Embedded constraint
[3] Damaged Plasticity Model



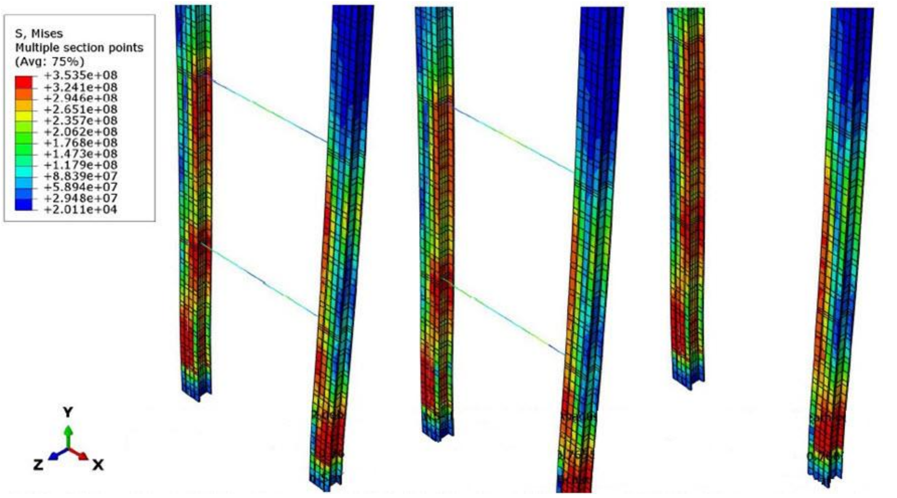
شکل ۲ - راستی‌آزمایی نمونهCSRCWN

۴. بررسی اثر ابعاد تیر تراز طبقه در مدل CSRCWN مقیاس یک سوم

بررسی اثر ابعاد مقطع تیر تراز طبقه برای مدل CSRCWN با مقیاس یک سوم با ابعاد دیوار برشی ۳ طبقه با عرض ۱ متر، ضخامت ۰/۱ متر و ارتفاع ۳ متر انجام گردیده است. برای این مدل ستون‌های مرکب مرزی از دو مقطع به هم چسبیده، که در اینجا با 2cp نامگذاری گردیده، با مشخصات جدول ۱ تشکیل شده است. در مدل‌های مورداستفاده سه مدل بدون تیر تراز طبقه ، تیر تراز طبقه IPE8، و تیر تراز طبقه IPE12، که دراینجا به ترتیب CSRCWN-2cp-nb ، CSRCWN-2cp-IPE8 ، CSRCWN-2cp-IPE12 نامگذاری شده اند، مورد مقایسه قرار گرفته اند.

۴-۱. تاثیر تیر تراز طبقات بر ستون‌ها

مدل CSRCWN با سه حالت بدون تیر تراز طبقه، تیر IPE8، و تیر IPE12 مورد بررسی قرار گرفته و اتصال تیرها به ستون‌های دوطرف به صورت مفصلی مدل شده است. شکل ۳ به وضوح نشان می دهد که در یک جابجایی یکسان در سه حالت بدون تیر تراز طبقه، تیر IPE8 و تیر IPE12 تنشها با افزایش ابعاد تیر به سمت محل اتصال تیر به ستون میل می نمایند. این مسأله باعث گردیده تا تنشهای وارد بر پای ستون کاهش یافته و به تراز بالاتری انتقال یابند و بنابراین انتظار می رود که تیر تراز طبقه در جذب انرژی موثر واقع شود. اما درک این مسأله که تیرها تا چه ابعادی میتوانند مفید واقع شوند، مستلزم بررسی نمودار بار افزون و همچنین تاثیر آن بر رشد ترک‌ها در دیوار برشی بتنی خواهد بود. از اینرو در بخش بعدی به این مسأله پرداخته شده است.



CSRCWN-2cp-IPE12 ;S, Mises CSRCWN-2cp-IPE8 ;S, Mises CSRCWN-2cp-nb ;S, Mises

شکل ۳ – مقایسه تنش ها در سطوح پایین دیوار در سه حالت بدون تیر تراز طبقات، تیر IPE8 و تیر IPE12

۴-۲. تاثیر تیر تراز طبقات بر رشد ترک‌ها

نمودارهای شکل ۴ به صورت کلی نشان می دهند که با افزایش مقطع تیر پارامترهایی نظیر مقاومت تسلیم و سختی الاستیک تغییر محسوسی ندارند و پیشروی نمودارها بر هم منطبق می باشد، اما آنچه دارای تغییرات اساسی می باشد جذب انرژی این سیستم بوده است. با افزایش مقطع تیر تا IPE8 جابجایی ماکزیمم از حدود ۰/۰۷ متر در حالت بدون تیر به حدود ۰/۱۹ متر افزایش یافته و جذب انرژی به حدود ۲۰۸٪ رسیده است. این درحالی است که با افزایش بیشتر در این مقطع به IPE12 جابجایی ماکزیمم با کاهش چشمگیری به حدود ۰/۰۹ متر رسیده و جذب انرژی حدود ۲۶٪ بوده است.

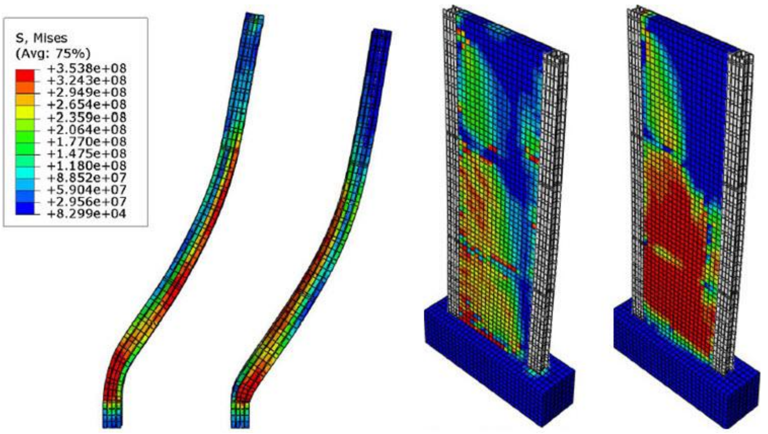
جدول ۳- بررسی اثر ابعاد تیر تراز طبقات در رفتار دیوار با اعضای مرزی فولادی غیرمدفون با مقیاس یک سوم

تغییر ابعاد تیر	Vy (kN)	Ki (kN/m)	جذب انرژی (kN.m)	تغییرات Vy(٪)	تغییرات Ki(٪)	تغییرات جذب انرژی(٪)
CSRCWN-2cp-nb	۴۱۶	۳۹۱۸۲	۲۸/۷			
CSRCWN-2cp -IPE8	۴۵۴	۳۹۳۹۷	۸۸/۵	۹/۱۳	۰/۵۵	۲۰۸/۳۶
CSRCWN-2cp-IPE12	۴۳۵	۳۹۷۰۱	۳۶/۴	-۴/۱۹	۰/۷۷	۲۶/۸۳

شکل ۴ - نمودار بار افزون بررسی اثر ابعاد تیر تراز طبقات در رفتار دیوار با اعضای مرزی فولادی غیرمدفون با مقیاس یک سوم

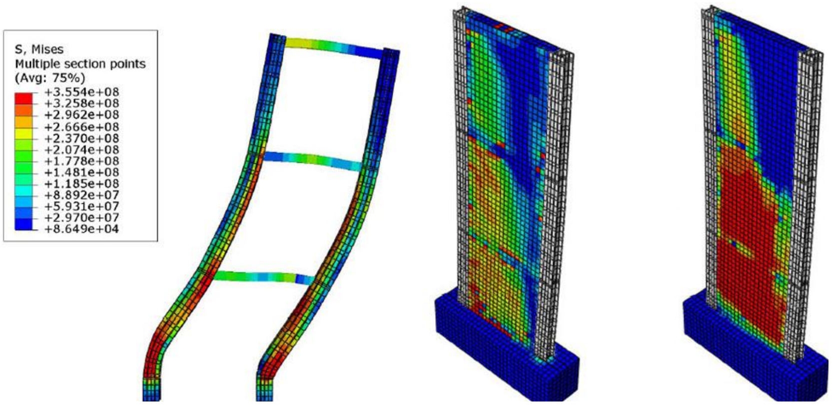
شکل های ۵، ۶ و ۷ در یک جابجایی بام یکسان نشان می دهند که با افزایش مقطع تیر، تنش های وارده بر ستون در محل اتصال تیر به ستون تمرکز بیشتری یافته و در نتیجه رشد ترک‌های بتن نیز در محل اتصال تیر به ستون بیشتر متمرکز شده است. مطابق شکل ۶ وجود تیر IPE8، به دلیل افزایش انعطاف پذیری و عدم تجاوز از حد مجاز نسبت فولاد به بتن، خسارت فشاری و کششی در محدوده تیر را کمتر تحت تاثیر قرار داده است، اما شکل ۷ که در آن از تیر IPE12 استفاده شده، خسارت فشاری و کششی در محدوده تیرها افزایش یافته است.

نتیجه کلی اینکه سطح مقطع تیر با اتصالات مفصلی به ستون‌ها تا موقعی‌که حد مجاز نسبت فولاد به بتن رعایت گردد، در جذب انرژی مفید واقع می شود، اما با افزایش مقطع تیر انعطاف تیر کاهش یافته و ضمن تجاوز از حد مجاز نسبت فولاد به بتن به عنوان یک دیافراگم بین طبقات، رفتار طره‌ای دیوار را تحت تاثیر قرار خواهد داد.



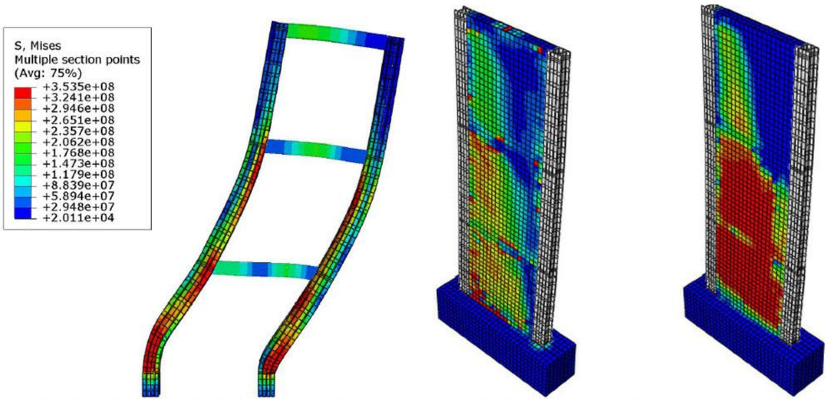
CSRCWN-2cp-nb : S, Mises: scale factor=15 DamageT: scale factor=1 DamageC: scale factor=1

شکل ۵ - خسارت بتن فشاری و کششی و تنشهای وارده بر ستون‌های فولادی بدون وجود تیر تراز طبقات



CSRCWN-2cp-IPE8 : S, Mises: scale factor=15 DamageT: scale factor=1 DamageC: scale factor=1

شکل ۶ - خسارت بتن فشاری و کششی و تنشهای وارده بر ستون‌های فولادی با وجود تیر IPE8 تراز طبقات



CSRCWN-2cp-IPE12 : S, Mises: scale factor=15 DamageT: scale factor=1 DamageC: scale factor=1

شکل ۷ - خسارت بتن فشاری و کششی و تنشهای وارده بر ستون‌های فولادی با وجود تیر IPE12 تراز طبقات

۵. نتیجه‌گیری

در مدل‌های مقیاس یک سوم CSRCWN سطح مقطع تیر با اتصالات مفصلی به ستون‌ها تا موقعی‌که حد مجاز نسبت فولاد به بتن رعایت می‌گردید، در جذب انرژی مفید واقع شد، اما با افزایش مقطع تیر به دلیل کاهش انعطاف‌پذیری تیر در اندرکنش با دیوار بتنی و تجاوز از حد مجاز نسبت فولاد به بتن باعث آسیب به دیوار گردیده و جذب انرژی کاهش چشمگیری داشت.

۶. قدردانی

در پایان از حمایت مالی اداره کل راه و شهرسازی خراسان رضوی در به سرانجام رسیدن پژوهش حاضر تشکر و قدردانی می‌گردد.

۷. مراجع

1. Dan , D. Fabian , A. Stoian ,V. (2011),"*Theoretical and Experimental Study on Composite Steel – Concrete Shear Walls With Vertical steel Encased Profiles"*, Journal of Constructional Steel Research, Volume 67, Issue 5, Pages 800-813.

2. Tupper, B., (1999), "*Seismic response of reinforced concrete walls with steel boundary elements*", Thesis for the degree of Master of Engineering, Department of Civil Engineering and Applied Mechanics, McGill University, Montréal, Canada.

3. Astaneh, A.A., (2002),*"Seismic Behavior and Design of Composite Steel Plate Shear Walls"*, Steel Tips, University of California at Berkeley.

4. Tong, X., Hajjar, J.F., Schultz, A.E. and Shield, C.K., (2005), "*Cyclic behavior of steel frame structures with composite reinforced concrete infill walls and partially-restrained connections*", Journal of Constructional Steel Research, 61, 531–552, doi:10.1016/j.jcsr.2004.10.002.

5. Lu, X. and Dong, Y., (2006), "*Experimental Study on seismic behavior of steel reinforced concrete walls*", IABSE Symposium Report, IABSE Symposium, Budapest 2006, 18-25

6. Liao, F.Y., Han, L.H. and Tao, Z., (2010), "*Experimental behavior of RC shear walls framed with steel reinforced concrete (SRC) columns under cyclic loading*", Proceedings of the 4th International Conference Steel & Composite Structures, 233-238, doi:10.3850/978-981-08-6218-3 CC-We022.

7. Ji, X., Qian, J. and Jiang, Z., (2010), "*Seismic behavior of steel tube-reinforced concrete composite walls*", Proceedings of the 4th International Conference Steel & Composite Structures, 185-190, doi:10.3850/978-981-08-6218-3 CC-We012.

8. Dan , D. Fabian , A. Stoian ,V., (2011), " *Nonlinear behavior of composine shear walls with vertical steel encased profiles*", Engineering Structures, 33, p2794 – 2804.

9. J. Lee, G. L. Fenves, (1998), "*Plastic-Damage model for cyclic loading of concrete structures*", Journal of Engineering Mechanics, Vol. 124, No. 8, P. 892-900.

10. Bompa, D.V, Onet, T., (2010), "*Identification of concrete damaged plasticity constitutive parameters*", the National Technical-Scientific Conference "Modern Technologies for the 3rd millennium".