Archive

ارزیابی لرزه ای سازه های فولادی مجهز به جداگر لرزه ای

بهناز جهانگیری [۱]، حسین طالبی [۲]،

۱- کارشناسی ارشد مهندسی عمران-سازه

۲- کارشناسی ارشد مهندسی عمران-سازه

چکیده

مفهوم جداسازی لرزه ای منبعی غنی از تحقیقات نظری را هم در زمینه دینامیک سیستم‌های سازه‌ای جداشده و هم در زمینه مکانیک خود سازه‌ها فراهم ساخته است. این تحقیقات نظری که به طور وسیعی در مجله‌های مهندسی سازه و زلزله منتشرشده‌اند، سبب پیدایش توصیه‌های طراحی برای سازه‌های جداسازی شده و نیز ضوابط طراحی جداسازها شده است. استفاده از جداساز، تنها راه عملی کاهش همزمان تغییر مکان بین طبقه‌ای و شتاب‌های طبقات است و با کمتر کردن تغییر مکان‌های حاصله در تراز جداساز، نرمی مورد نیاز سازه را فراهم می‌کند. به همین منظور در این پژوهش ساختمان ۳۰ طبقه را تحت دو شتاب‌نگاشت زلزله (حوزه نزدیک به گسل) و زلزله (حوزه دور از گسل) یک مرتبه بدون جداساز و بار دیگر با جداساز لاستیکی هسته سربی در نرم‌افزار بررسی شده است. در این پژوهش ابتدا نمونه‌های موردنظر با استفاده از مباحث مقررات ملّی ساختمان و ویرایش چهارم استاندارد ۲۸۰۰ زلزله طراحی‌شده و پس‌ازآن تحت تحلیل اثر هم‌زمان زلزله در سه راستای Z و Y،X قرارگرفته و نمونه‌ها با و بدون جداسازهای لاستیکی هسته سربی مورد ارزیابی و مقایسه قرارگرفته‌اند. برخی از نتایج حاصل از این پژوهش بدین صورت است که افزودن سیستم جداساز هسته سربی سبب افزایش تغییرمکان جانبی بام نمونه‌ها ، افزایش تغییرمکان جانبی بام طبقات نمونه‌ها تحت تحلیل شتاب‌نگاشت‌های نزدیک به گسل می شود.

کلمات کلیدی: ارزیابی لرزه‌ای ، سازه های فولادی، جداگرهای لرزه ای

۱- مقدمه

از آنجائیکه طبقات در یک زمان و با یک سرعت حرکت نمی‌کنند، لذا در هنگام وقوع زلزله یک جابجایی نسبی افقی بین آن‌ها به وجود می‌آید. حتی گاهی بر اثر تغییر جهات نیروی وارده بر ساختمان، به علت همسان نبودن انتقال نیرو به تمامی طبقات، طبقات ساختمان در جهات مختلف حرکت می‌کنند که باعث تخریب دیوارهای جداساز داخلی، شکستن پنجره‌ها و انهدام تأسیسات خدماتی ساختمان شده، امکان بهره‌برداری از آن را سلب نموده، خسارات قابل‌توجهی وارد می‌سازد. لذا مسئله اصلی به منظور تأمین مقاومت لرزه ای بالای یک ساختمان، چگونگی به حداقل رساندن تغییر مکان بین طبقه‌ای و شتاب‌های طبقات است(تهرانی زاده (۱۳۷۸)).

مفهوم جداسازی لرزه ای منبعی غنی از تحقیقات نظری را هم در زمینه دینامیک سیستم‌های سازه‌ای جداشده و هم در زمینه مکانیک خود سازه‌ها فراهم ساخته است. این تحقیقات نظری که به طور وسیعی در مجله‌های مهندسی سازه و زلزله منتشرشده‌اند،

www.SID.ir

Archive of SID

سبب پیدایش توصیه‌های طراحی برای سازه‌های جداسازی شده و نیز ضوابط طراحی جداسازها شده است. امروزه کشورهای متعددی آئین نامه‌های طراحی برای سازه‌های جداساز شده ارائه می‌دهند. کشورهایی نظیر آمریکا، ژاپن، ایتالیا و نیوزیلند در این زمینه پیشرو بوده و هر کدام آئین نامه خاص خود را دارا است (سهرابی(۱۳۸۷)).

۲- اجزا در یک سیستم جداگر

مؤلفه‌های مختلف سیستم جداگر ارتعاشی، به طور مجزا از اعضای سازه‌ای طراحی می‌شوند و در قسمت پایین سازه یا در نزدیکی آن نصب می‌گردند. در پل‌ها که هدف محافظت از پایه‌های کم وزن و فونداسیون آن‌ها است، معمولاً جداگرهای ارتعاشی بین عرشه پل و پایه‌های آن قرارمی گیرند. میرایی ویسکوز و خصوصیات هیسترسیس جداگر را می‌توان طوری در نظر گرفت که تمام اعضای سازه اصلی در محدوده الاستیک باقی بماند . قسمت اعظم تغییر مکان کلی سازه مربوط به سیستم جداگر است و خود سازه که به صورت یک جسم صلب روی سیستم جداگر قرارگرفته، تغییر مکان‌های نسبتاً کوچکی خواهد داشت. در صورتی که در سازه از مهاربند استفاده شود سختی آن افزایش می‌یابد، در نتیجه تفاوت بین زمان تناوب اصلی سازه و زمان تناوب موثر سیستم جداگر بیشتر شده و تغییر شکل‌های سازه محدودتر می‌شود. در این حالت نیروهای منتقل‌شده به سازه و همچنین تغییر شکل‌های سازه کاهش می‌یابد و طراحی لرزه ای ساختمان، متعلقات و خدمت رسانی آن را ساده‌تر می‌سازد، البته این موضوع لزوم مناسب بودن اتصالات و ارتباطات خدمات‌رسانی را برای جوابگویی به تغییر مکان‌های بزرگ لایه جداگر نفی نمی‌کند(Ashkan – Safar(۲۰۱۰)).

جداگرهای لرزه ای و سیستم های اتلاف انرژی مختلفی در سال‌های اخیر در سراسر جهان مورد بهره‌برداری قرارگرفته‌اند، موفق‌ترین این سیستمها معیارهای دیگری را نیز مد نظر داشته‌اند که عبارت‌اند از سادگی و موثر بودن در طراحی که تولید و نصب آن‌ها را مطمئن و اقتصادی نماید و از طرفی به نگهداری کمتر نیاز باشد، بطوریکه سیستمهای جداگر غیرفعال بدون نگهداری و تعمیر بتوانند به طور قابل قبولی فعالیت‌های لرزه ای با مدت۵ تا۱۰ ثانیه را در طول۳۰ تا۱۰۰ سال عمر مفید سازه‌های معمولی، تحمل کنند. برای اطمینان از کارایی سیستم در تمام زمان‌ها، پیشنهاد می‌شود این سیستم ها به گونه‌ای طراحی شوند که نیاز آن‌ها به نگهداری تا حد صفر کاهش یابد(Kilar, V., Petrovčič(۲۰۱۱)).

۳- اهداف جداسازی

در این نوع سازه‌ها هدف اصلی آن است که در طبقات پایین سازه را از پی جدا کنیم تا بر اثر زلزله مودهای وارد بر ستون‌های فوقانی و در نتیجه کل سازه کاهش یابد به کار بردن این سیستم باعث پایین آمدن ضریب زلزله در ساختمان‌ها می‌شود که این امر باعث کاهش قطر ستون‌ها و در نتیجه به کار بردن میله گردهای کم‌تر شده و در کل باعث کاهش وزن ساختمان می‌شود. در این نوع سازه‌ها هزینه‌ی اجرا ۱۵ تا ۲۰ درصد بیشتر از سازه‌های استاتیکی است. البته باید این نکته را هم مدنظر داشت که در این سیستم‌ها تمام اثر زلزله از بین نمی‌رود. یعنی کل ارتعاشات وارده را جداسازها نمی‌توانند بگیرند ولی می‌توانند حداکثر نیروی زلزله را جذب کنند(Naeim, F, Kelly -(۲۰۱۰)).

در این سازه‌ها باید درزی بین سازه‌های مجاور اجرا شود تا در اثر ارتعاشات و سازه به ساختمان‌های مجاور برخورد نکند. طراحی که در دنیا متداول است آن است که میراگرها روی پی گذاشته‌شده و بعد ستون‌ها روی آن‌ها اجرا می‌شوند. یعنی می‌توان گفت که میراگر هم جز ستون یک طبقه است. اما آقای شاپور طاحونی نظریهِ دیگری دارند مبتنی بر آنکه میراگرها در یک نیم طبقه زیر طبقه اول اجرا شوند تا مود اول در اولین طبقه نباشد. در این سازه‌ها طبقه اول دارای بیشترین جابجایی نسبی است و هر چه از طبقه اول به سمت بالا میرویم میزان جابه‌جایی نسبی کاهش می‌یابد که می‌تواند از خصوصیات این سیستم محسوب شود(Tena-Colunga, A(۲۰۰۷)).

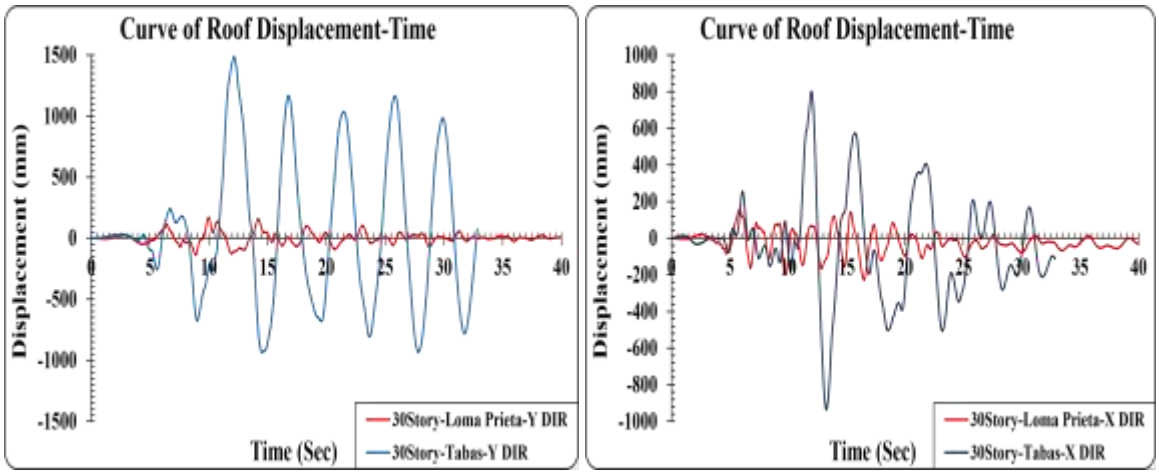
www.SID.ir

Archive of SID

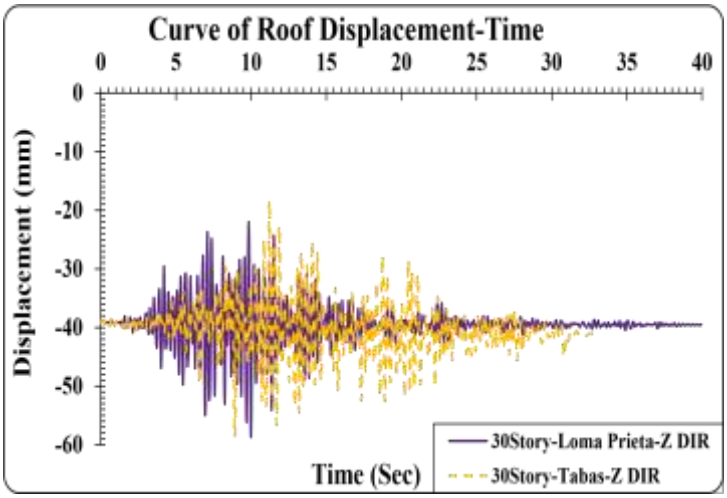
۳- ارزیابی تغییرمکان بام نمونه‌های ۳۰ طبقه بدون جداساز

مقادیر تغییرمکان بام برای نمونه‌های ۳۰ طبقه در راستای X و Y به ترتیب برابر با ۹۲۰ و ۱۵۰۰ میلی‌متر برای زلزله Tabas و برابر با ۲۴۰ و ۱۷۰ میلی‌متر برای زلزله Loma Prieta حاصل‌شده است. از مقادیر گزارش‌شده برای تغییرمکان بام نمونه‌ها می‌توان دریافت که با افزایش ارتفاع ساختمان مقادیر تغییرمکان بام افزایش‌یافته؛ درصورتی‌که مقادیر تغییرمکان پسماند با کاهش مقادیر روبه‌رو بوده است. نتایج حاصله حاکی از آن است که با افزایش ارتفاع ساختمان و به دنبال آن افزایش پریود سازه، دوره تناوب پالس‌های تغییرمکان نیز با افزایش روبرو بوده است که بیشترین مقدار آن در نمونه ۳۰ طبقه برای شتاب‌نگاشت زلزله Tabas در راستای Y به‌خوبی مشاهده می‌شود.

نتایج حاصل از تغییرمکان بام در راستای Z در شکل .Error! No text of specified style in document برای نمونه‌های ۳۰ طبقه به ترتیب برابر با ۵۸ میلی‌متر برای زلزله Tabas و برابر با ۵۸ میلی‌متر برای زلزله Loma Prieta گزارش‌شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود نمونه‌های موردنظر دارای یک تغییرمکان قائم اولیه، به دلیل تحلیل ترکیب بار ثقلی، هستند که به برای نمونه‌ی ۳۰ طبقه برابر با ۳۹ میلی‌متر حاصل‌شده است.



شکل **Error! No text of specified style in document.**۱-نمودار تغییرمکان بام-زمان نمونه‌های ۳۰ طبقه بدون جداساز در راستای X، Y زلزله‌های موردنظر



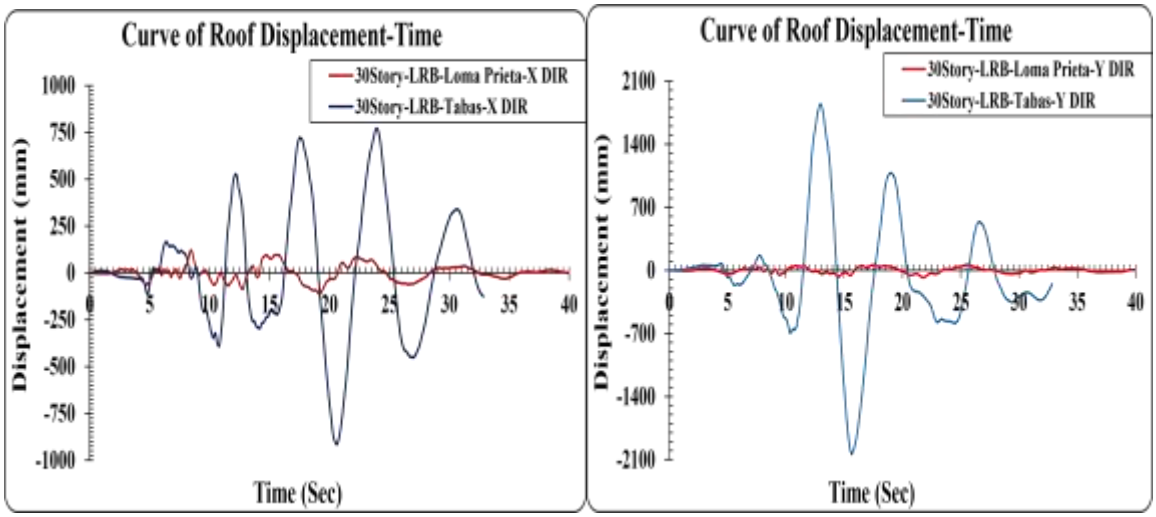
www.SID.ir

Archive of SID

شکل **Error! No text of specified style in document.**۲- نمودار تغییرمکان بام-زمان نمونه‌های ۳۰ طبقه بدون جداساز در راستای Z زلزله‌های موردنظر

۴- ارزیابی تغییرمکان بام نمونه ی ۳۰ طبقه با جداساز لاستیکی هسته سربی

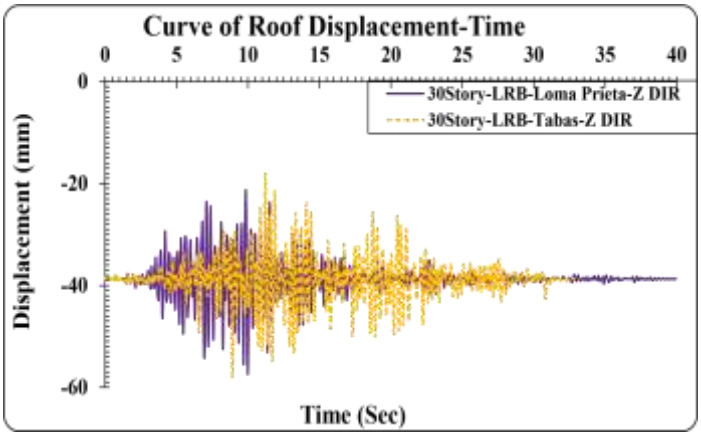
مقادیر تغییرمکان بام برای نمونه‌های ۳۰ طبقه در راستای X و Y به ترتیب برابر با ۹۳۰ و ۲۰۵۰ میلی‌متر برای زلزله Tabas و برابر با ۱۲۵ و ۹۰ میلی‌متر برای زلزله Loma Prieta حاصل‌شده است. از مقادیر گزارش‌شده برای تغییرمکان بام برای نمونه‌های دارای جداساز می‌توان دریافت که با افزایش ارتفاع ساختمان نیز مقادیر تغییرمکان بام افزایش‌یافته درصورتی‌که مقادیر تغییرمکان پسماند با کاهش مقادیر روبه‌رو بوده است. وجود جداساز خود نیز منجر به افزایش مقادیر تغییرمکان نسبت به حالت بدون جداساز شده است که این امر استهلاک نیروی وارده به سیستم سازه‌ای ساختمان را با کاهش روبه‌رو می‌کند. نتایج حاصله حاکی از آن است که با افزودن جداساز به نمونه‌ها و به دنبال آن افزایش پریود سازه تا حدود سه برابر، دوره تناوب پالس‌های تغییرمکان نسبت به حالت بدون جداساز که در ادامه بدان پرداخت خواهد شد با افزایش روبرو بوده است که بیشترین مقدار آن در نمونه ۳۰ طبقه برای شتاب‌نگاشت زلزله Tabas و Loma Prieta در هر دو راستای X و Y به‌خوبی مشاهده می‌شود. نتایج حاصل از تغییرمکان بام در راستای Z در شکل ۳ برای نمونه‌های ۳۰ طبقه به ترتیب برابر با ۵۲ میلی‌متر برای زلزله Tabas و برابر با و ۵۰ میلی‌متر برای زلزله Loma Prieta گزارش‌شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود نمونه‌های موردنظر دارای یک تغییرمکان قائم اولیه، به دلیل تحلیل ترکیب بار ثقلی، هستند که همانند نمونه‌های ۳۰ طبقه بدون جداساز به ترتیب برابر با ۳۹ میلی‌متر حاصل‌شده است. در شکل ۴ تغییرمکان قائم پسماند حاصله به دلیل پیدایش مفاصل پلاستیک بیشتر به‌خوبی برای نمونه‌های موردنظر مشاهده می‌شود که با افزایش ارتفاع ساختمان نیز مقادیر آن کاهش روبه‌رو بوده است. همچنین می‌توان مشاهده نمود که وجود جداساز لاستیکی هسته سربی منجر به کاهش مقادیر تغییرمکان قائم نسبت به نمونه‌های بدون جداساز شده است.



شکل **Error! No text of specified style in document.**۳- نمودار تغییرمکان بام-زمان نمونه‌های ۳۰ طبقه با جداساز در راستای X، Y زلزله‌های موردنظر

www.SID.ir

Archive of SID



شکل **Error! No text of specified style in document.**۴- نمودار تغییرمکان بام-زمان نمونه‌های ۳۰ طبقه با جداساز در راستای Z زلزله‌های موردنظر

۵- ارزیابی تغییرمکان بام نمونه‌های ۳۰ طبقه با و بدون جداساز

همان‌طور که در **Error! Reference source not found.** مشاهده می‌شود مقادیر تغییرمکان بام برای نمونه‌های ۳۰ طبقه مجهز به جداساز لاستیکی هسته سربی نسبت به نمونه‌های بدون جداساز برای شتاب‌نگاشت زلزله Tabas (نزدیک به حوزه گسل) در راستای X و Y با اختلاف مقادیر به ترتیب برابر با ۱/۲ و ۳۷ درصد با افزایش و افزایش روبه‌رو بوده است. همچنین مقدار تغییرمکان قائم بام برای نمونه ۵ طبقه با جداساز نسبت به نمونه بدون جداساز با ۱۰ درصد کاهش مقدار روبه‌رو بوده است. مقادیر تغییرمکان بام برای نمونه‌های ۳۰ طبقه مجهز به جداساز لاستیکی هسته سربی نسبت به نمونه‌های بدون جداساز برای شتاب‌نگاشت زلزله Loma Prieta (دور از حوزه گسل) در راستای X و Y با اختلاف مقادیر به ترتیب برابر با ۴۸ و ۴۷ درصد با کاهش و کاهش روبه‌رو بوده است. همچنین مقدار تغییرمکان قائم بام برای نمونه ۳۰ طبقه با جداساز نسبت به نمونه بدون جداساز با ۱۴ درصد کاهش مقدار روبه‌رو بوده است.

۶- نتیجه گیری

۱. افزایش تغییرمکان جانبی بام نمونه‌ها با افزودن سیستم جداساز هسته سربی.

۲. بیشر بودن تغییرمکان جانبی بام نمونه‌ها تحت تحلیل شتاب‌نگاشت‌های نزدیک به گسل نسبت به شتاب‌نگاشت‌های دور از گسل.

۳. افزایش تغییرمکان جانبی بام طبقات نمونه‌ها تحت تحلیل شتاب‌نگاشت‌های نزدیک به گسل.

۴. کاهش تغییرمکان جانبی بام طبقات نمونه‌ها تحت تحلیل شتاب‌نگاشت‌های دور از گسل.

۵. کاهش تغییرمکان جانبی طبقه نرم تحت تحلیل شتاب‌نگاشت‌های نزدیک به گسل نسبت به شتاب‌نگاشت‌های دور از گسل با افزودن سیستم جداساز لرزه‌ای.

www.SID.ir

Archive

مراجع

۱- تهرانی زاده ، م . و حامدی ، ف. جداسازی لرزه ای در مقابل زلزله (ترجمه)، انتشارات پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله ، تهران، ۱۳۷۸

۲- سهرابی ، م . ر . و اعتدالی ، ص. بررسی میزان کاهش مصالح مصرفی در سازه های بتنی کوتاه جداسازی شده . اولین کنفرانس بین المللی مقاوم سازی ، تبریز ، ۱۳۸۷

3- Ashkan – Safar- KhodaBandehLou. The Asimptotichesky Analysis of the Equations and stability structurally the semimoment cylindrical shells. « The theoretical and Applied Mechanics".2010.

4-Kilar, V., Petrovčič, S., Koren, D., and Šilih, S. (2011), "Seismic Analysis of an Asymmetric Fixed Base and Base- Isolated High-Rack Steel Structure", Engineering Structures, Vol. 33, No. 12, pp. 3471-3482

5- Naeim, F, Kelly , J.M., Design of Seismic Isolated Structures from Theory to Practice , John Wiley & Sons, Inc.,Edition, 2010.

6-Tena-Colunga, A. and Escamilla-Cruz, J.L. (2007), "Torsional Amplifications in Asymmetric Base-Isolated Structures", Engineering Structures, Vol. 29, No. 2, pp 237-247.

www.SID.ir