

مقایسه سطح عملکرد سازه مجهز به جداساز اصطکاکی و جداساز لاستیکی سربی تحت بار جانبی یکنواخت

منصور قلعه نوی^۱، سعید نارویی^۲

۱. دانشیار گروه عمران، دانشگاه فردوسی مشهد

۲. دانشجوی کارشناسی ارشد سازه، موسسه آموزش عالی اقبال لاهوری

Ghalehnovi@um.ac.ir

2002Saeed2002@Gmail.com

چکیده

با پیشرفت علم و امکان تحلیل دقیق تر با استفاده از تحلیل‌های غیر خطی، دانشمندان و محققان قادر هستند تا پاسخ سازه را به صورت دقیق تر در هنگام زلزله مورد بررسی قرار دهند. جداسازهای لرزه‌ای و فراهم شدن امکان مدل‌سازی آن‌ها در نرم‌افزارهای مختلف، مورد توجه بیشتر محققین قرار گرفته‌اند. از طرفی، نقش رفتار غیر خطی جداسازهای لرزه‌ای در پاسخ سازه‌های با جداساز بسیار مهم است. اساس این سیستم ایجاد یک لایه با سختی جانبی کم، بین سازه فوقانی و زمین است که باعث کاهش فرکانس سازه فوقانی و دور کردن از فرکانس نوسانات زمین می‌شود و نیز میزان حرکت انتقال یافته از زمین به سازه را کاهش می‌دهد. بنابراین یکی از بهترین راه‌ها برای مقابله با زلزله، همراهی یا جذب نیروهای زلزله می‌باشد. این روش این امکان را به ما می‌دهد که اگر زلزله به وجود آید، ما می‌توانیم کمترین خسارت را داشته باشیم و اگر خسارتی بوجود آید می‌توان با تعویض آن قطعه، سازه را دوباره مورد استفاده قرار داد. در این مقاله با اعمال بار جانبی یکنواخت به سازه هشت طبقه فولادی و تحلیل پوش آور غیر خطی، به اثر جداسازهای اصطکاکی پاندولی و لاستیکی سربی پرداخته می‌شود. تحت این بارگذاری برش پایه به میزان قابل توجهی کاهش می‌یابد. سازه با جداساز لاستیکی-سربی دارای سطح عملکرد خدمت‌رسانی بی وقفه می‌باشد و سازه با جداساز اصطکاکی دارای سطح عملکرد استفاده بی وقفه می‌باشد. این در حالی است که سازه بدون جداساز، دارای سطح عملکرد خرابی کامل می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: جداساز اصطکاکی، جداساز لاستیکی-سربی، سطح عملکرد، تحلیل پوش آور، سازه مهاربندی-استفاده بی وقفه



"سومین همایش ملی فناوری های نوین صنعت ساختمان"

مشهد مقدس - شهریور ۹۳

مقایسه سطح عملکرد سازه مجهز به جداساز اصطکاکی و جداساز لاستیکی سربی تحت بار جانبی یکنواخت

منصور قلعه نوی^۱ سعید نارویی^۲

۱-دانشیار دانشگاه فردوسی مشهد

۲-دانشجوی کارشناسی ارشد سازه ، دانشگاه اقبال لاهوری

EMAIL: ۲۰۰۲saeed۲۰۰۲@gmail.com

سعید نارویی ۰۹۳۹۴۷۲۰۴۲۴

EMAIL: ghalehnovi@um.ac.ir

مقایسه سطح عملکرد سازه مجهز به جداساز اصطکاکی و جداساز لاستیکی سربی تحت بار جانبی یکنواخت

چکیده

با پیشرفت علم و امکان تحلیل دقیق تر با استفاده از تحلیل های غیر خطی، دانشمندان و محققان قادرند تا پاسخ سازه را بصورت دقیق تر در هنگام زلزله مورد بررسی قرار دهند. جداسازهای لرزه‌ای و فراهم شدن امکان مدل سازی آن‌ها در نرم‌افزارهای مختلف، مورد توجه بیشتر محققین قرار گرفته‌اند. از طرفی، نقش رفتار غیر خطی جداسازهای لرزه‌ای در پاسخ سازه های با جداساز بسیار مهم است. اساس این سیستم ایجاد یک لایه با سختی جانبی کم، بین سازه فوقانی و زمین است که باعث کاهش فرکانس سازه فوقانی و دور کردن از فرکانس نوسانات زمین می‌شود و نیز میزان حرکت انتقال یافته از زمین به سازه را کاهش می‌دهد. بنابراین یکی از بهترین راه‌ها برای مقابله با زلزله، همراهی یا جذب نیروهای زلزله می‌باشد. این روش این امکان را به ما می‌دهد که اگر زلزله به وجود آید، ما می‌توانیم کمترین خسارت را داشته باشیم و اگر خسارتی بوجود آید می‌توان با تعویض آن قطعه، سازه را دوباره مورد استفاده قرار داد.

در این مقاله با اعمال بار جانبی یکنواخت به سازه هشت طبقه فولادی و تحلیل پوش اور غیر خطی به اثر جداسازهای، اصطکاکی پاندولی و لاستیکی سربی پرداخته می‌شود. تحت این بارگذاری برش پایه به میزان قابل توجهی کاهش می‌یابد. سازه با جداساز لاستیکی-سربی دارای سطح عملکرد خدمت رسانی بی وقفه می‌باشد و سازه با جداساز اصطکاکی دارای سطح عملکرد استفاده بی وقفه می‌باشد. این در حالیست که سازه بدون جداساز دارای سطح عملکرد خرابی کامل می‌باشد.

کلید واژه: جداساز اصطکاکی، جداساز لاستیکی-سربی، سطح عملکرد، تحلیل پوش اور، سازه مهاربندی-استفاده بی وقفه

۱- مقدمه

با گسترش روش جداسازی ساختمان از زمین برای محافظت آن در مقابل حرکات ناشی از زمین لرزه در سالهای اخیر سیستمهای گوناگونی طراحی و ساخته شده است. شتاب طبقات و تغییر شکل های بین طبقات دو عامل اساسی است که در هنگام زلزله باعث خرابی و خسارت به سازه می شوند. برای کاهش تغییر مکان بین طبقات باید سختی سازه را افزایش داد که این امر باعث تشدید شتاب طبقات می شود و برای کاهش شتاب طبقات باید سازه را نرمتر ساخت که این امر باعث افزایش تغییر مکان بین طبقه ی می شود. بنابراین یکی از روش های که بتوان شتاب و تغییر مکان بین طبقه ای را همزمان کاهش داد استفاده از جداسازهای لرزه ای می باشد. [۱].

هر شیوه جداسازی ساختمان باید بتواند اهداف زیر را تأمین کند: [۲]

۱- توانایی در ایجاد انعطاف پذیری مناسب برای سازه

۲- کاهش تغییر مکان کف به منظور افت خرابیهای سازه ای و غیرسازه ای

۳- کاهش فرکانس ارتعاشی سازه

۴- کاهش نیروهای طراحی زلزله

به این منظور سه عنصر اساسی زیر در سیستم مورد نظر قرار میگیرد: [۲]

۱- یک تکیه گاه انعطاف پذیر برای افزایش زمان تناوب سازه و در نتیجه کاهش نیروها

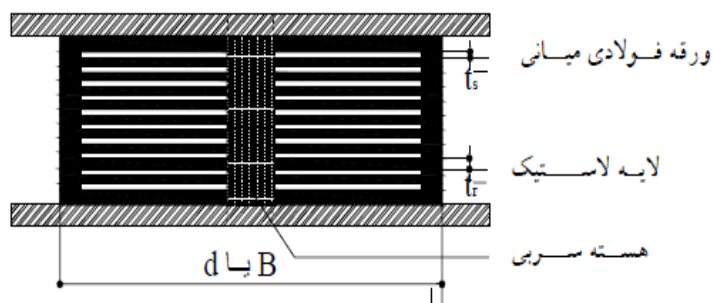
۲- یک مستهلک کننده یا جاذب انرژی برای کنترل تغییر مکان نسبی سازه و زمین در حد طراحی عملی

۳- یک سیستم ایجاد کننده صلبیت در برابر بارهای کم اثر نظیر باد یا زلزله های کوچک

۲- متداولترین سیستم های جداساز [۱]

یکی از سیستمهای ساده و معمول جداکننده ها، تکیه گاههای لاستیکی سربی^۱ است. این سیستم از تکیه گاه لاستیکی لایه لایه با یک سیلندر مرکزی تشکیل شده است و در مدل ریاضی چنین سیستمی یک عنصر هیسترتیک با فنر و میراکننده بطور موازی عمل میکند. در این سیستم انعطاف پذیری جانبی توسط لاستیک تأمین میشود. ورقه های فولادی سختی قائم آن را افزایش میدهند در حالیکه انعطاف پذیری آن در امتداد افقی حفظ میشود و هسته سربی افزایش قابل توجهی در استهلاک ایجاد میکند، بطوریکه استهلاک بحرانی لاستیک از حدود ۳ درصد به ۱۰ تا ۱۲ درصد میرسد. ضمن اینکه مقاومت در برابر نیروهای کوچک، نظیر باد افزایش مییابد. امروزه لاستیک های این جداسازها، از لاستیک طبیعی کاملاً متراکم با خواص مکانیکی مطلوب، تولید میشوند.

^۱ Lead rubber bearing



شکل (۱) جداساز لاستیکی سربی

یک فرم ساده دیگر از سیستم های جداکننده ، سیستم اصطکاکی پاندولی^۱ است . این سیستم در حالت ساده با یک عنصر اصطکاکی مدل میشود. این سیستم برای خانه سازی ارزان قیمت بسیار مناسب است زیرا نیاز به تکنولوژی پیشرفته یا مهارت ویژه برای یک ساختمان معمولی ندارد و فقط به یک لایه لغزشی بین سازه و فنداسیون نیاز دارد. این لایه در چین با استفاده از ماسه تجربه شده است . ساختمانهای نسبتاً سخت و سنگین که مستعد خرابی در اثر زمین لرزه می باشد میتواند با حضور این لایه لغزنده عملکرد خوبی داشته باشد. اصطکاک یکی از عوامل خوب استهلاک انرژی می باشد و باعث شده است تا در سیستمهای لاستیکی نیز تحولی ایجاد شود.



شکل (۲) جداساز اصطکاکی پاندولی

^۱ Friction pendulum system

"سومین همایش ملی فناوری های نوین صنعت ساختمان"

مشهد مقدس - شهریور ۹۳

سیستمهای مشابه دیگری نیز بر پایه سیستمهای لاستیکی سربی و اصطکاکی طراحی شده است ولی اغلب آنها رفتار جدیدی ارائه نمی

کنند و با مدلهای بیان شده قابل تعریف می باشند. [۱]

۳- طراحی بر اساس عملکرد

شیوه طراحی بر اساس عملکرد به جای روش قدیمی طراحی براساس نیرو، در بسیاری از آیین نامه های جهان تغییرات بنیادی به وجود آمده است. طراحی لرزه ای بر اساس عملکرد طراحان را قادر سازد تا سازه هایی طراحی کنند که عملکردشان قابل پیش بینی باشد. هدف اصلی طراحی لرزه ای بر اساس عملکرد، مشارکت کارفرما در انتخاب میزان خطرپذیری در طرح مورد نظر در سطوح مختلف زمین لرزه هاست. بر اساس آیین نامه های طراحی، اعضای سازه ای به گونه ای طراحی می شوند که بتوانند نیروهای وارده را با حاشیه اطمینان مناسبی تحمل کنند [۳].

۴ سطوح عملکرد اجزای سازه ی [۳]

۱- قابلیت استفاده بی وقفه^۱

۲- ایمنی جانی^۲

۳- استانه فرو ریزش^۳

۵- تحلیل غیرخطی بار افزون (پوش اور)^۴ [۴]

تحلیل بار افزون یک تحلیل تقریبی است که در آن به سازه بارهای جانبی بصورت یکنواخت وارد می شوند، این افزایش بار تا زمانی که سازه به مقدار جابجایی مشخصی تغییر شکل یابد ادامه دارد که نتیجه این تحلیل یک نمودار نیرو-جابجایی می باشد. برای تیرها، ستون ها و بادبندها از تحلیل استاتیکی غیرخطی کنترل شونده توسط جابجایی استفاده می کنیم.

۶- اصلاح مشخصات مصالح هنگام تحلیل پوش آور [۴]

در تحلیل غیر خطی در اعضای کنترل شونده توسط تغییر شکل بایستی به جای کرانه پایین مقاومت مصالح که در تحلیل های خطی به کار می رود، از مقاومت مورد انتظار مصالح استفاده کنیم. طبق دستور العمل نشریه ۳۶۰ این مقادیر برای فولاد برابرند با:

$$F_{ye} = 1.1 F_y \quad 1.1 \times 2400 = 2640 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{رابطه (۱)}$$

$$F_{ue} = 1.1 F_u \quad 1.1 \times 3700 = 4070 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{رابطه (۲)}$$

^۱ Immediate occupancy level

^۲ Life safety level

^۳ Collapse prevention level

^۴ pushover

"سومین همایش ملی فناوری های نوین صنعت ساختمان"

مشهد مقدس - شهریور ۹۳

در ترکیب بارگذاری ثقلی و جانبی، حد بالا و پایین اثرات بار ثقلی Q_G باید از روابط زیر محاسبه شود. [۴]

$$Q_G = 1.1 [Q_D + Q_L] \quad \text{رابطه (۳)}$$

$$Q_G = 0.9 Q_D \quad \text{رابطه (۴)}$$

که در آن Q_D بار مرده و Q_L بار زنده موثر که ۲۰ درصد بار زنده می باشد.

۷- جداسازهای مورد استفاده در این تحلیل

۱- جداساز لاستیکی - سربی

۲- جداساز اصطکاکی پاندولی

جداساز لاستیکی سربی از لاستیک با یک هسته سربی و ورق های فولادی که به صورت افقی در درون لاستیک قرار می گیرند تشکیل

می شود. در این سیستم جزء لاستیکی وظیفه انعطاف پذیری جانبی را به عهده دارد و هسته سربی وظیفه میرا کردن نوسانات را و

قطعات فلزی افقی هم سختی قایم را تامین می کنند.

سختی موثر کل جداسازهای لاستیکی سربی بکار رفته در این سازه برابر است با: [۱]

$$K_{eff} = \frac{W_{DL} + 0.2LL}{g} \left(\frac{2\pi}{T_D} \right)^2 \quad \text{رابطه (۵)}$$

$$K_{eff} = \frac{630000}{9.81} \times \left(\frac{2\pi}{3} \right)^2 = 28185 \text{ kg/cm}$$

بعلت اینکه سختی به دست آمده مربوط به کل سازه می باشد و تعداد جداسازهای مورد استفاده در این سازه ۳۰ عدد می باشد بنابراین

$$\frac{28185}{30} = 939 \text{ kg/cm} \quad \text{سختی موثر یک جداساز برابر است با}$$

سختی موثر جداسازهای اصطکاکی پاندولی با شعاع ۲۰۰ سانتی متر برابر است با: [۱]

$$K_{eff} = \frac{W}{R_{FPS}} + \frac{W\mu}{D} \quad \text{رابطه (۶)}$$

$$K_{eff} = \frac{620000}{200} + \frac{0.06 \times 620000}{22} = 48682 \text{ kg/cm}$$

سختی به دست آمده مربوط به کل سازه می باشد و تعداد جداسازهای مورد استفاده در این سازه ۳۰ عدد می باشد بنابراین سختی موثر

$$\frac{48682}{30} = 1622 \text{ kg/cm} \quad \text{یک جداساز برابر است با}$$

۸- فرضیات تحلیل سازه مورد مطالعه

در این تحلیل به بررسی سطح عملکرد سازه ی ساختمان هشت طبقه با قاب مهار بندی شده بادبندهای ضربدری در دو جهت X و Y به

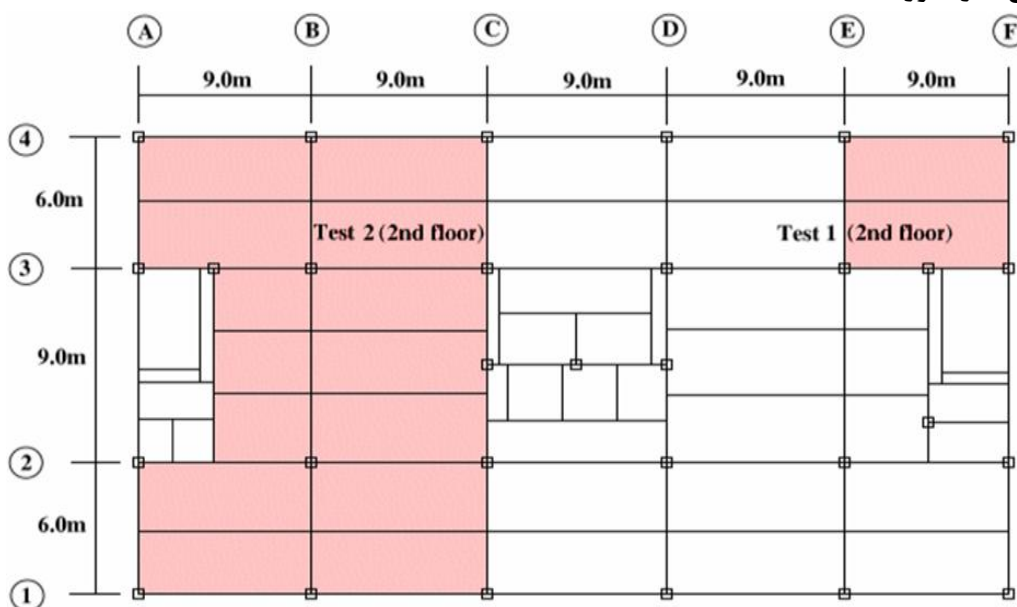
دو صورت دارای جداساز و بدون جداساز پرداخته شده است.

"سومین همایش ملی فناوری های نوین صنعت ساختمان"

مشهد مقدس - شهریور ۹۳

سازه کاردینگتون به ابعاد ۲۱x۴۵ به ارتفاع ۳۲,۵ می باشد. این سازه در تهران فرض شده و کاربری آن مسکونی اداری می باشد. مقاطع مورد استفاده در این تحلیل مقاطع اروپایی با مقاومت نهایی $F_{tY} = ۳۷۰۰$ و مقاومت تسلیم $F_{tY} = ۲۴۰۰$ کیلوگرم بر سانتی متر مربع می باشند. سقف ها کاملا صلب بوده و بار مرده سازه ۶۰۰ کیلوگرم و بار زنده طبقات ۲۰۰ کیلوگرم بر سازه اعمال شده است. وزن کل سازه ۶۳۰۰ تن می باشد که با توجه به وزن سازه، جداساز لاستیکی سربی و جداساز اصطکاکی پاندولی طراحی می شوند و ابعاد آنها مشخص می شود. پس از مدل سازی در نرم افزار sap۲۰۰۰ مشخصات مصالح را اصلاح کرده و بار ثقلی را به سازه اعمال خواهیم کرد. پس از اعمال بارهای ثقلی بار جانبی یکنواخت را به سازه اعمال خواهیم کرد و سپس به بررسی پاسخ سازه به این بارها در دو حالت سازه با جداساز لاستیکی سربی و سازه با جداساز اصطکاکی پاندولی خواهیم پرداخت. [۴]

۹- معرفی سازه مورد مطالعه



شکل (۳) پلان ستون گذاری سازه کاردینگتون

جدول (۱) مقاطع به کار رفته در سازه مورد مطالعه می باشند.

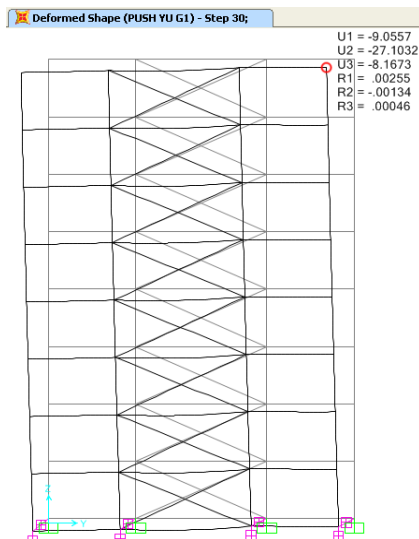
جدول (۱) مقاطع به کار رفته در مدل سازی سازه

مقاطع ستونها	BOX ۳۶x۳۶x۴ - BOX ۳۶x۳۶x۲ - BOX ۴۰x۴۰x۴ - BOX ۴۰x۴۰x۲,۵
مقاطع تیرها	IPE ۱۶ - IPE ۱۸ - IPE ۲۰ - IPE ۲۲ - IPE ۲۴ - IPE ۲۷ - IPE ۳۰ - IPE ۳۳
بادبندها	۲UPN ۲۰ - ۲UPN ۲۴ - ۲UPN ۲۶

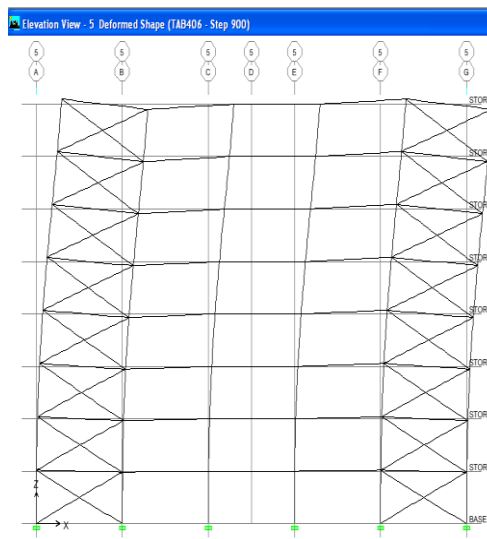
"سومین همایش ملی فناوری های نوین صنعت ساختمان"

مشهد مقدس - شهریور ۹۳

شکل (۴) و شکل (۵) بیانگر محل بادبندها در سازه مورد مطالعه می باشند.



شکل (۵) محل بادبندها در جهت Y



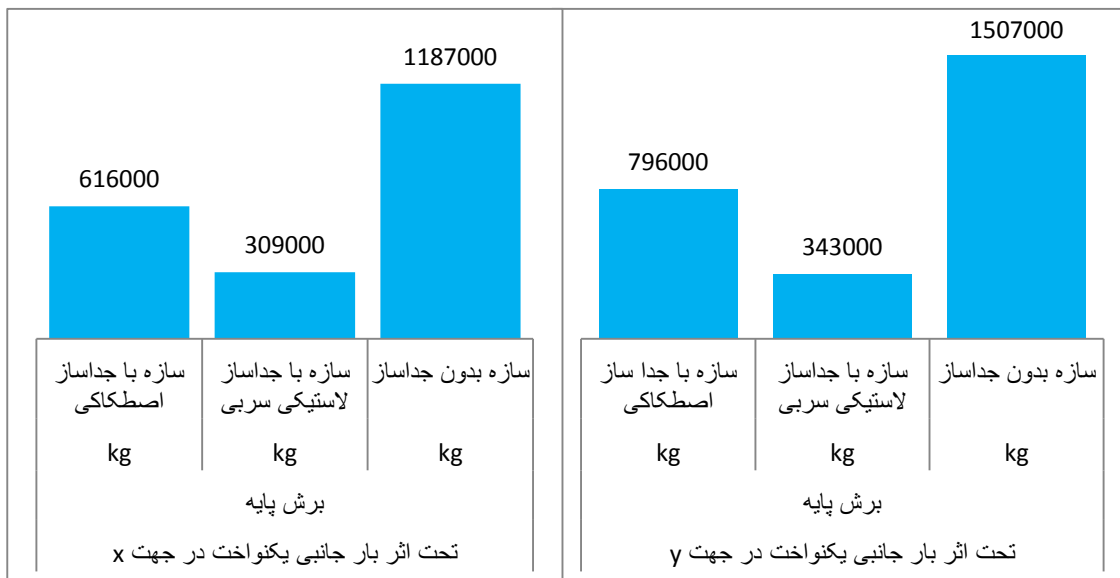
شکل (۴) محل بادبندها در جهت X

با استفاده از نتایج حاصل از تحلیل غیر خطی پوش اور و پاسخ رفتار سازه به مقایسه عملکرد سازه تحت اثر بارهای جانبی یکنواخت در دو حالت سازه با جداساز لاستیکی سربی و سازه با جداساز اصطکاکی خواهیم پرداخت.

در شکل شش و هفت میزان برش پایه سازه با جداساز لاستیکی سربی و جداساز اصطکاکی و سازه بدون جداساز به دست آمده اند. این میزان برش ناشی از تحلیل غیراستاتیکی خطی تحت اثر بارهای جانبی یکنواخت می باشند. جداساز لاستیکی سربی برش پایه را تحت اثر بار جانبی یکنواخت در جهت Y به میزان ۳۴۰ درصد در جهت X ، ۲۸۴ درصد نسبت به سازه جداسازی نشده کاهش می دهد. جداساز اصطکاکی برش پایه را تحت اثر بار جانبی یکنواخت در جهت Y به میزان ۸۹ درصد در جهت X ، ۹۲ درصد نسبت به سازه جداسازی نشده کاهش می دهد.

"سومین همایش ملی فناوری های نوین صنعت ساختمان"

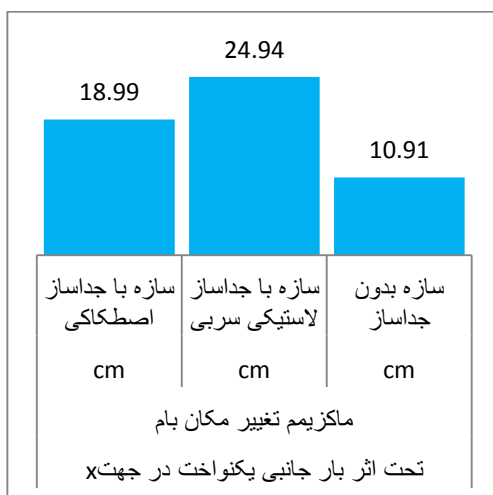
مشهد مقدس - شهریور ۹۳



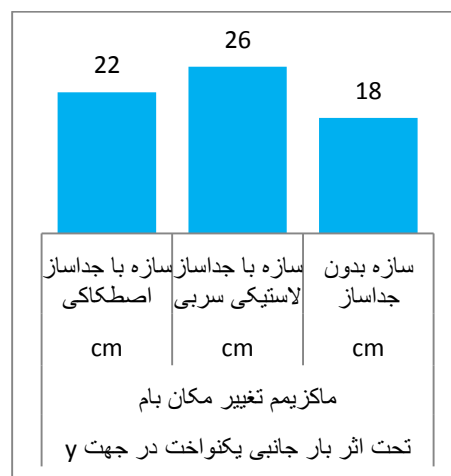
شکل (۷) برش پایه در جهت x

شکل (۶) برش پایه در جهت y

شکل هشت و نه نشان دهنده تغییر مکان ماکزیمم مرکز جرم در طبقه بام می باشند.



شکل (۹) ماکزیمم تغییر مکان بام در جهت x



شکل (۸) ماکزیمم تغییر مکان بام در جهت y

در سازه بدون جداساز تحت اثر بار جانبی یکنواخت در جهت y شکل (۸) تغییر مکان مرکز جرم در بام ۱۸ سانتی متر می باشد. ولی در سازه با جداساز لاستیکی سربی تغییر مکان مرکز جرم در بام ۲۶ سانتی متر می باشد. این مطلب بیان می کند که سازه بدون جداساز قبل از اینکه تغییر مکان مرکز جرم در بام به تغییر مکان هدف برسد، سازه ناپایدار شده و تخریب شده است.

"سومین همایش ملی فناوری های نوین صنعت ساختمان"

مشهد مقدس - شهریور ۹۳

سازه با جداساز لاستیکی سربی با اعمال بار جانبی به ان ناپایدار نشده و بدون اینکه عضوی از ان تسلیم گردد مرکز جرم ان در بام به تغییر مکان هدف رسیده است. همچنین در سازه بدون جداساز تحت اثر بار جانبی یکنواخت در جهت X شکل (۹) تغییر مکان مرکز جرم در بام ۱۰,۹۱ سانتی متر می باشد. ولی در سازه با جداساز لاستیکی سربی تغییر مکان مرکز جرم در بام ۲۴,۹۴ سانتی متر می باشد. سازه بدون جداساز قبل از اینکه تغییر مکان مرکز جرم در بام به تغییر مکان هدف برسد، سازه ناپایدار شده و تخریب شده است. اما سازه با جداساز لاستیکی سربی با اعمال بار جانبی به ان ناپایدار نشده و بدون اینکه عضوی از ان تسلیم گردد مرکز جرم ان در بام به تغییر مکان هدف رسیده است.

پس از تحلیل غیر خطی پوش آور برای سازه با جداساز اصطکاکی تغییر مکان مرکز جرم در طبقه بام تقریباً نزدیک به تغییر مکان هدف به دست آمده اند.

۱۰- محاسبه اتوماتیک تغییر مکان هدف توسط sap۲۰۰۰ پس از تحلیل پوش آور [۴]

در این سازه تغییر مکان هدف را با روش ضرایب بصورت دستی محاسبه کرده و مقدار عددی تغییر مکان هدف برابر با ۲۵,۰۵ سانتی متر به دست آمده است.

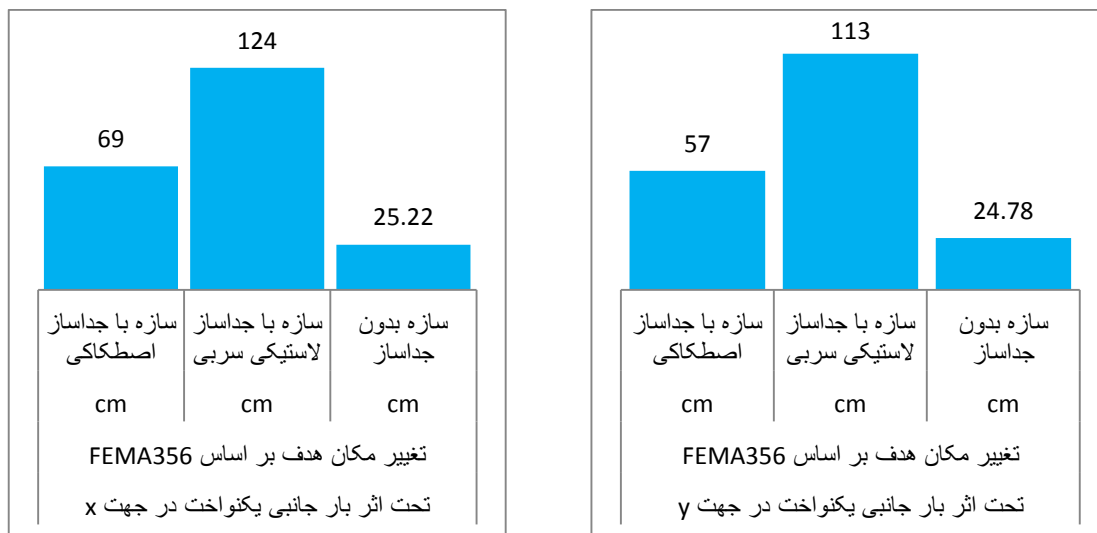
$$\delta_t = C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 \cdot C_4 \cdot S_a \cdot \frac{T_e^2}{4\pi} * g \quad \text{رابطه (۷)}$$

$$\delta_t = 1,5 \times 1 \times 1 \times 1 \times 9,81 \times \frac{0,67^2}{4 * \pi^2} = 16,7 \text{ cm}$$

$$\delta_{total} = 16,7 \times 1,5 = 25,05$$

شکل (۱۰) و شکل (۱۱) مقایسه تغییر مکان هدف به دست آمده توسط نرم افزار sap۲۰۰۰ را نشان می دهند. تغییر مکان هدف برای سازه با جداساز لاستیکی سربی در جهت X ۱۲۴,۰ سانتی متر و در جهت ۱۱۳,۰۷ سانتی متر به دست آمده است.

تغییر مکان هدف برای سازه با جداساز اصطکاکی در جهت X ۶۹,۰ سانتی متر و در جهت ۵۷,۰۷ سانتی متر به دست آمده است. همچنین برای سازه جداسازی نشده تغییر مکان هدف تحت اثر بار جانبی یکنواخت در جهت X ۲۵,۲۲ سانتی متر و در جهت ۷,۰ سانتی متر به دست آمده است. بنابراین برای سازه جداسازی نشده تغییر مکان هدف به دست آمده از روش ضرایب و تغییر مکان هدف به دست آمده از تحلیل غیر خطی پوش آور تقریباً برابر می باشند و اختلافی در حدود یک درصد دارند.

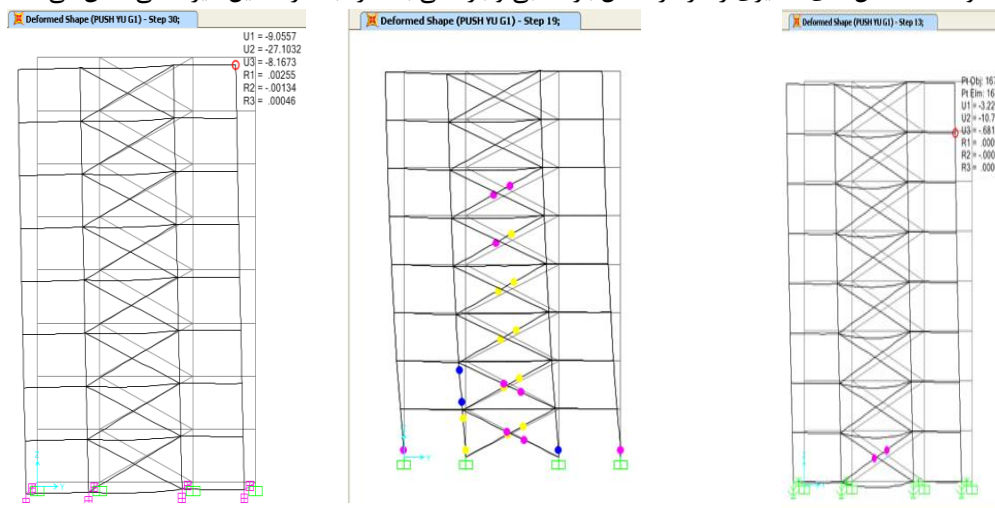


شکل (۱۰) تغییر مکان هدف بعد از تحلیل پوش اور در جهت Y / شکل (۱۱) تغییر مکان هدف بعد از تحلیل پوش اور در جهت X

۱۱- بررسی سطح عملکرد سازه ی سازه مورد مطالعه تحت بارگذاری های جانبی یکنواخت [۴،۳]

با اعمال بار های ثقلی و بارهای جانبی یکنواخت به سازه و معرفی مفاصل پلاستیک به نرم افزار sap۲۰۰۰ طبق این نام ۳۵۶ FEMA بعد از تحلیل غیر خطی پوش آور، به مقایسه سطح عملکرد سازه در سه حالت پرداخته شده است.

شکل (۱۲) و (۱۳) و (۱۴) مفاصل های خمیری را در اثر اعمال بار جانبی و بار ثقلی به سازه بعد از تحلیل غیر خطی نشان می دهد.



شکل (۱۴) مفاصل خمیری به وجود

آمده در سازه با جداساز لاستیکی

سربی

شکل (۱۳) مفاصل خمیری به

وجود آمده در سازه جداسازی

نشده

شکل (۱۲) مفاصل خمیری به وجود

آمده در سازه

باجداساز اصطکاکی

"سومین همایش ملی فناوری های نوین صنعت ساختمان"

مشهد مقدس - شهریور ۹۳

در سازه بدون جدا ساز بیشترین مفصل تشکیل شده و در سازه با جداساز لاستیکی سربی هیچ مفصلی به وجود نیامده است و در سازه با جداساز اصطکاکی ، تعداد کمی مفصل در طبقات پایین در بادبندها به وجود آمده است.

جدول (۲) سطح عملکرد تحت بارهای جانبی

سازه سطح عملکرد	سازه بدون جداساز	سازه با جداساز اصطکاکی پاندولی	سازه با جداساز لاستیکی سربی
سطح عملکرد تحت بار جانبی یکنواخت در جهت X و تعداد مفاصل خمیری	خرابی کامل و فروریزش با ۶۲ مفصل خمیری	استفاده بی وقفه با ۲۰ مفصل خمیری	استفاده بی وقفه بدون مفصل خمیری
سطح عملکرد تحت بار جانبی یکنواخت در جهت Y و تعداد مفاصل خمیری	خرابی کامل و فروریزش با ۵۸ مفصل خمیری	استفاده بی وقفه با ۱۷ مفصل خمیری	استفاده بی وقفه بدون مفصل خمیری

۱۲-مقایسه دررفت و جابجایی طبقات برای سازه جداسازی شده با جداساز لاستیکی سربی و جداساز

اصطکاکی

جدول (۴) تغییر شکل و دررفت طبقات با جداساز اصطکاکی پاندولی			جدول (۳) تغییر شکل و دررفت طبقات با جداساز لاستیکی		
طبقات	جابجایی cm	دررفت cm	طبقات	جابجایی cm	دررفت cm
طبقه نهم	۱۲,۹۶	۰,۰۰۱۱۲۵	طبقه نهم	۲۰,۲۹	۰,۰۰۲۴
طبقه هشتم	۱۲,۵۱	۰,۰۰۱۱۲۵	طبقه هشتم	۱۹,۳۳	۰,۰۰۲۵۵
طبقه ششم	۱۱,۹۷	۰,۰۰۱۵۲۵	طبقه ششم	۱۸,۳۱	۰,۰۰۲۶۷۵
طبقه پنجم	۱۱,۳۶	۰,۰۰۱۷۲۵	طبقه پنجم	۱۷,۲۴	۰,۰۰۲۸
طبقه چهارم	۱۰,۶۷	۰,۰۰۱۸۷۵	طبقه چهارم	۱۶,۱۲	۰,۰۰۲۹۲۵
طبقه سوم	۹,۹۲	۰,۰۰۱۹۷۵	طبقه سوم	۱۴,۹۵	۰,۰۰۳
طبقه دوم	۹,۱۳	۰,۰۰۲۱۲۵	طبقه دوم	۱۳,۷۵	۰,۰۰۳۱۲۵
طبقه اول	۸,۲۸	۰,۰۰۲۰۷۵	طبقه اول	۱۲,۵	۰,۰۰۳۰۷۵
همکف	۷,۴۵	۰,۱۴۹	همکف	۱۱,۲۷	۰,۱۸

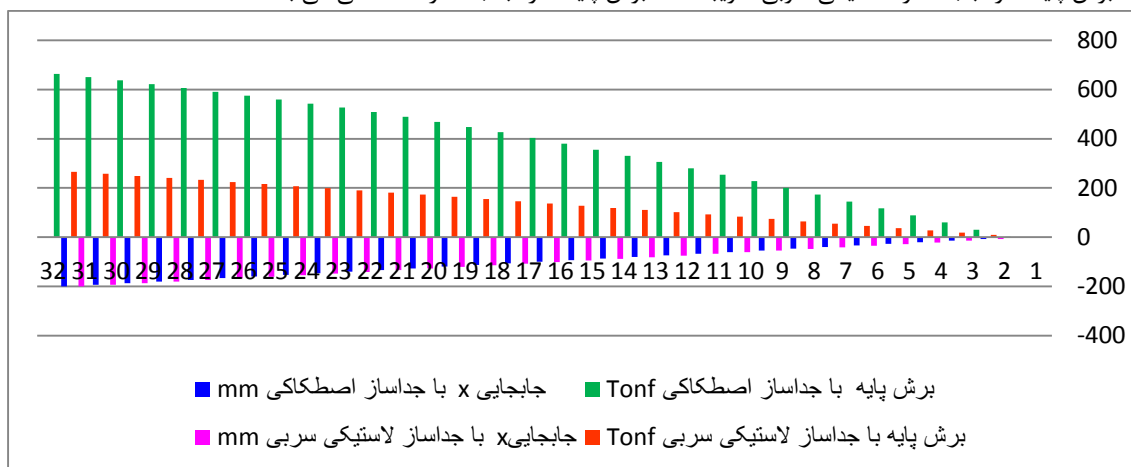
"سومین همایش ملی فناوری های نوین صنعت ساختمان"

مشهد مقدس - شهریور ۹۳

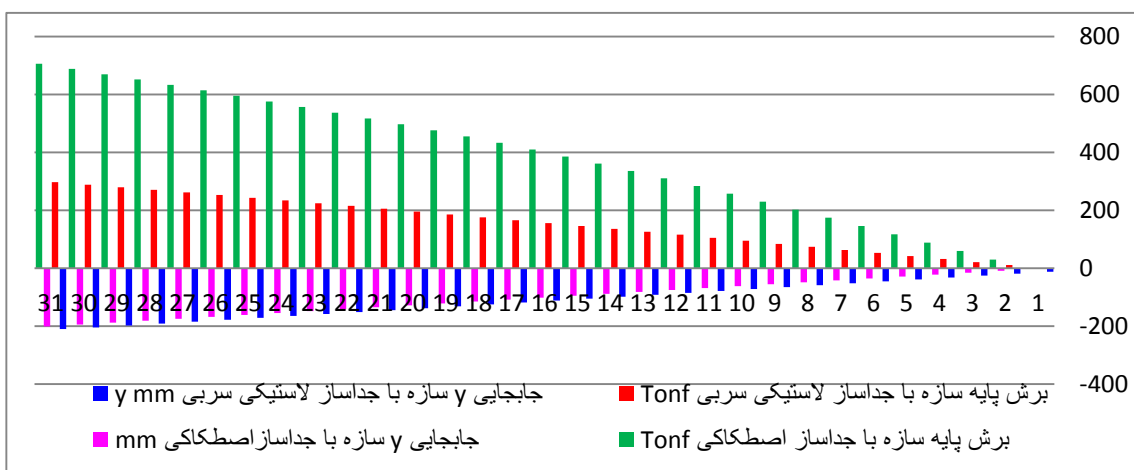
در سازه با جداساز لاستیکی سربی در حدود ۱۱,۲۷ سانتی متر تغییر شکل ها در خود جداساز رخ می دهد و مابقی در ارتفاع طبقات تقسیم میشود. در سازه با جداساز اصطکاکی ۷,۴۵ سانتی متر تغییر شکل ها در خود جدا ساز رخ می دهد و مابقی در ارتفاع سازه تقسیم می شود.

۱۳- نمودار پوش اور (برش پایه-جابجایی) پس از بارگذاری

در نمودار پوش آور (برش پایه-جابجایی) شکل (۱۵) و (۱۶) در اثر بار جانبی یکنواخت در جهت X و Y، برش پایه سازه با جداساز اصطکاکی بیشتر از سازه با جداساز لاستیکی سربی می باشد در صورتیکه تغییر مکان مرکز جرم در بام تقریباً نزدیک به هم می باشند. برش پایه سازه با جداساز لاستیکی سربی تقریباً نصف برش پایه سازه با جداساز اصطکاکی می باشد.



شکل (۱۵) نمودار پوش اور (برش پایه-تغییر مکان بام) با بار جانبی یکنواخت در جهت



شکل (۱۶) نمودار پوش اور (برش پایه-تغییر مکان بام) با بار جانبی یکنواخت در جهت Y

"سومین همایش ملی فناوری های نوین صنعت ساختمان"

مشهد مقدس - شهریور ۹۳

۱۴- نتیجه گیری:

جداسازهای لرزه ی با افزایش دوره تناوب سازه ، تغییر شکل های بین طبقه ی وشتاب طبقات را کاهش می دهد.

در این سازه جداسازلاستیکی سربی نسبت به جداساز اصطکاکی سطح عملکرد بهتری دارد.

جداساز اصطکاکی برش پایه را تحت اثر بار جانبی یکنواخت در جهت ۷، به میزان ۹۲ درصد ودر جهت X به میزان ۸۹ درصد نسبت

به سازه جداسازی نشده کاهش می دهد.جداساز لاستیکی سربی برش پایه را تحت اثر بار جانبی یکنواخت در جهت X به میزان ۳۴۰

درصد ودر جهت X به میزان ۲۸۴درصد نسبت به سازه جداسازی نشده کاهش می دهد .

در این جداسازها تقریبا ۵۰ درصد تغییر مکان هدف درون خود جداساز رخ می دهد و تغییر شکل طبقات کم می باشد.

مراجع

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

۲. Naeim,f., Kelly, J.M.,Design of seismic isolated structures from theory to practice ,John

wiley&sons ,inc., Edition, ۱۹۹۹

۳.پاک نیت،ش . ا .،پاک نیت .تحلیل های مورد نیاز در بهسازی لرزه ی سازه ها انتشارات متفکران . لویه، ۱۳۹۰

۴. دستورالعمل بهسازی لرزه ی ساختمان های موجود/دفتر امور فنی تدوین معیارها-سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور-۱۳۸۵

۵- آیین نامه طراحی ساختمان ها در برابر زلزله (استاندارد ۲۸۰۰)، ویرایش سوم، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، وزارت مسکن و شهرسازی، ۱۳۸۴.

۶.مبحث ششم مقررات ملی ساختمان ،طرح و اجرای ساختمان های فولادی .دفتر امور مقررات ملی ساختمان ۱۳۸۷

۷. UBC۹۷ ,international building code