5th Conference on Recent Research in Science and Technology
پنجمین همایش پژوهش های نوین در علوم و فناوری
بهار ۱۳۹۵
Spring 2016

بررسی تاثیر خروج از مرکزیت در روسازه بر روی تغییرات مرکز جرم جداسازهای با سه نوع سطح لغزش و در نظر گرفتن اندرکنش خاک

پویان پورکاظم
دانشجوی کارشناسی ارشد عمران-مکانیک خاک وپی دانشگاه آزاد اسلامی واحد همدان
pourkazem.pouyan@yahoo.com

حسین جدیدیان
عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد همدان
hjadidian@gmail.com

Archive of SID

چکیده

در کشورهای لرزه خیز همانند ژاپن و ایالات متحده، استفاده از سیستم کنترل سازه ها در برابر زلزله در طراحی و ساخت پر اهمیت به صورت بسیار جدی دنبال می شود. در حال حاضر ساده ترین از لحاظ طرح و اجرا و کم هزینه ترین شیوه کنترل سازه ها استفاده از کنترل غیرفعال می باشد و سیستم های جداسازی همین دسته ها می باشند. سیستم جداساز یکی از سیستم های موثر در کاهش اثرات لرزه می باشد که به جای افزایش مقاومت عناصر سازه ای به کار برده می شود. در تحقیقات انجام گرفته روی سازه های جداسازی شده، آنچه مسلم است اثرات زلزله بر روی سازه کاهش می یابد، اما آنچه نباید دور از نظر داشت سازه جداسازی شده دارای بخشی به نام سیستم جداسازی نیز است که اثرات لرزه بر روی آن و عملکرد آن در هنگام زلزله بسیار مهم می باشد و این اهمیت سبب شده است تا تحقیقات مختلفی روی اثر زلزله بر سیستم جداسازی و همین طور نحوه اعمال بار دینامیکی بر سازه جداسازی شده انجام گیرد. سیستم جداساز درواقع ایجاد یک طبقه نرم بین روسازه و فونداسین می کند که سبب افزایش زمان تناوب و کاهش پاسخ سازه ای می شود. در این پژوهش رفتار جداساز های اصطکاکی نسل های اول و دوم نسبت به یکدیگر با بررسی پارامترهای مختلفی از قبیل تاثیر خروج از مرکزیت در روسازه بر روی تغییر مکان مرکز جرم جداساز، دوران مرکز جرم جداساز و برش پایه با استفاده از مدل سازه ای سه بعدی، تحت دو مولفه افقی زلزله حوزه نزدیک می باشد. مدل سازی جداسازها با استفاده از نرم افزار Sap 2000v18 انجام شده است.

کلمات کلیدی: سازه جداسازی شده، پیچشی، جداساز سه قوسی (سه سطح لغزش)، خروج از مرکزیت

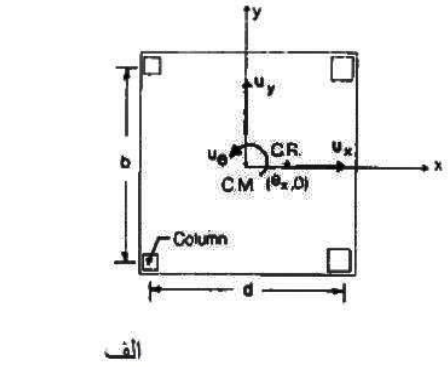
www.SID.ir

۱. مقدمه

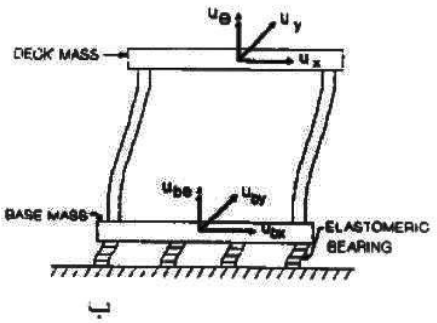
پیشتر تنها رفتار خطی جداسازها مورد بررسی قرار می کرفت، اما رویکرد نوین علم سازه به استفاده از تمام ظرفیت سازه، باعث شده تا رفتار غیرخطی جداسازها مورد بررسی قرار گیرد. در اکثر تحقیقات انجام شده، رفتار رو سازه به علت اینکه بیشتر جابجایی در تراز جداسازها رخ می دهد خطی فرض می شود. البته فرض رفتار خطی برای روسازه به جهت اینکه یکی از اهداف به کارگیری جداساز، کاهش نیروی زلزله انتقال یافته به سازه و همچنین کاهش جا به جایی نسبی روسازه است فرضی صحیح و عملی می باشد. با توجه به اینکه امروزه معماری نوین و محدودیت های اراضی سبب شده است که طرح های معماری به سمت و سوی پلان های نا منظم به لحاظ هندسی پیش برود نیاز است که طراحان سازه بیش از پیش رفتار اینگونه سازه ها را بشناسند تا بتوانند با تسلط بیشتر و بهتر از گذشته به طراحی سازه بپردازند.

۲. مدل کردن سازه و جداساز

تصویر (۱-۱) مدل مفروض سیستم جداسازی شده (جداساز به علاوه روسازه) را نشان می دهد، که یک سازه ایده آل سازی شده یک طبقه است. سختی هر ستون رد هر دو راستا مساویست، دال کاملا صلب فرض شده و جرم ها در مرکز جرم متمرکز شده اند. جرم پیچشی (سختی دورانی) دال سقف متغیر فرض شده تا فرکانس پیچشی به فرکانس حرکت جانبی سازه (با پایه فیکس) متغیر باشد. توزیع سختی در راستای x متقارن، و در راستای y نامتقارن می باشد، بنابر این خروج از مرکزیتی برابر با e_x از C.M (مرکز جرم) به وجود می آید. درجات آزادی جرم سقف (Deck Mass) نسبت به جرم دال کف (Bass Mass) برابر با u_θ ، u_y ، u_x است و درجات آزادی کف نسبت به زمین $u_{b\theta}$ ، u_{by} ، u_{bx} می باشد (شکل ۱-۱-الف). علاوه بر این از تغییر شکل جداسازها در راستای قائم نیز صرف نظر شده است.

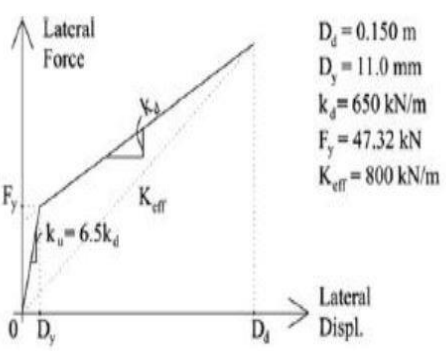


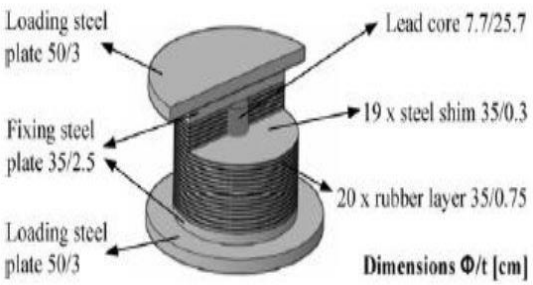
الف



ب

شکل ۱-۱ مدل ۳ درجه آزادی سازه یک طبقه برشی





شکل ۲-۱ مشخصات جداساز استفاده شده

www.SID.ir

k_i سختی متناظر هر ستون در راستای x و y است:

$$k_x = k_y = \sum_i k_i ,$$

k_x ، k_y سختی جانبی در راستای y و x، x_i و y_i مختصات ستون iام می باشند. بنابراین سختی پیچشی عبارتست از:

$$k_\theta = \sum_i k_i \left(y_i^2 + x_i^2 \right)$$

در فرمول بالا از سختی پیچشی هر ستون صرف نظر شده است. فرکانس های غیر کوپل شده نیز از طریق روابط ذیل محاسبه می شوند.

$$\omega_x = \omega_y = \sqrt{\frac{k_m}{m}},$$

$$\omega_\theta = \sqrt{\frac{k_\theta}{I_{m0}}} \qquad I_{m0} = \int_A R^2 dm = M \int R^2 t dA = M t r^2 A = m r^2$$

$$r = \sqrt{\frac{I_0}{A}} = \sqrt{\frac{\int R^2 dA}{A}},$$

$$\omega_\theta = \sqrt{\frac{k_\theta}{m r^2}},$$

M جرم در تراز دال سقف، r شعاع ژیراسیون حول محور z ، R فاصله هر نقطه از سقف تا مرکز جرم، A سطح کل و t ضخامت سقف می باشد.

برای در نظر گرفتن اندرکنشی میان جداسازها از معادلات که ملاحظه می شود، استفاده خواهد شد.

$$F_2 = \alpha \frac{F_y}{Y} u_2 + F_y z_2,$$

$$F_3 = \alpha \frac{F_y}{Y} u_3 + (1-\alpha) F_y z_3$$

www.SID.ir

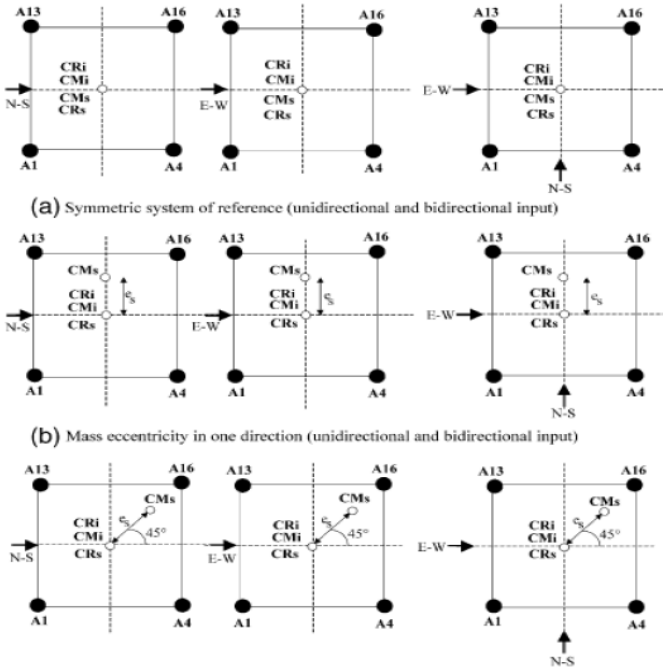
در روابط بالا a نسبت سختی پس از تسلیم به پیش از تسلیم جداساز، Y جابجایی تسلیم، F_y نیروی تسلیم، u_2 و u_3 به ترتیب جابجایی در جهت ۲ و ۳ ، z_3 و z_2 پارامتر های بدون بعد هیسترسیس هستند که برای رفتار اندرکنشی در دو جهت استفاده می شوند و از معادله زیر به دست می آیند:

$$Y\begin{pmatrix} \dot{z}_2 \\ \dot{z}_3 \end{pmatrix} = A\begin{pmatrix} \dot{u}_2 \\ \dot{u}_3 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} z_2^2\left[\gamma sign\left(\dot{u}_2 z_2\right)+\beta\right] & z_3 z_2\left[\gamma sign\left(\dot{u}_3 z_3\right)+\beta\right] \\ z_3 z_2\left[\gamma sign\left(\dot{u}_2 z_2\right)+\beta\right] & z_2^2\left[\gamma sign\left(\dot{u}_\beta z_3\right)+\beta\right] \end{pmatrix}\begin{pmatrix} \dot{u}_2 \\ \dot{u}_3 \end{pmatrix}$$

در رابطه فوق γ، β و A ضرایب بدون بعد هستند که کنترل کننده شکل رفتاری نیروهای F_i می باشند. که با انتخاب مقادیر مناسب برای انها به مدل مناسبی از رفتار جداسازها می توان دست یافت. این مقادیر $\gamma = \beta = 0.5$ ، $A=1$ در نظر گرفته شده اند.

۱-۲. اثر خروج از مرکزیت در رو سازه

در تحقیقات صورت گرفته توسط تنا و گومز[*]، اثر زلزله در یک جهت و همین طور زلزله در دو جهت بر روی سازه با خروج از مرکزیت رد یک و دو جهت در روسازه بررسی شده است. همان طور که در شکل (۳-۱) دیده می شود، زلزله در هر دو جهت به صورت رفت و برگشتی بر سازه اعمال گردیده است. این بدان معنی است که برای هر زلزله با ۴ مدل مختلف بررسی شده است. پلان سازه مورد استفاده در شکل (۴-۱) نمایش داده شده است. برای بررسی نتایج مختلف در این تحقیقات چند پارامتر اصلی تغییر داده می شوند. زمان تناوب اصلی سازه جداسازی شده این ۱,۵ تا ۳ ثانیه تغییر می کند و سیستم جداسازی با نیروی تسلیم ۵٪ و ۱۰٪ وزن سازه می باشد. ($\frac{V_y}{w}$ = 0.1 ، $\frac{V_y}{w} = 0.05$) در ضمن نسبت سختی بعد از تسلیم به سختی الاستیک سیستم جداسازی ۰,۱ می باشد. خروج از مرکزیت جرم نیز در بازه ۵ ٪، ۱۰ ٪، ۱۵ ٪ و ۲۰ ٪ بعد سازه تغییر می کند. با اعمال رکوردهای تاریخچه زمانی سه زلزله مختلف مقدار جابجایی در چهار جداساز گوشه سازه به دست امده و با مقدار Δe =0 ، Δy مقایسه شده است، که Δy نشانگر جابجایی در نقطه تسلیم است و Δe =0 علامت جابجایی در حالت سازه متقارن می باشد.



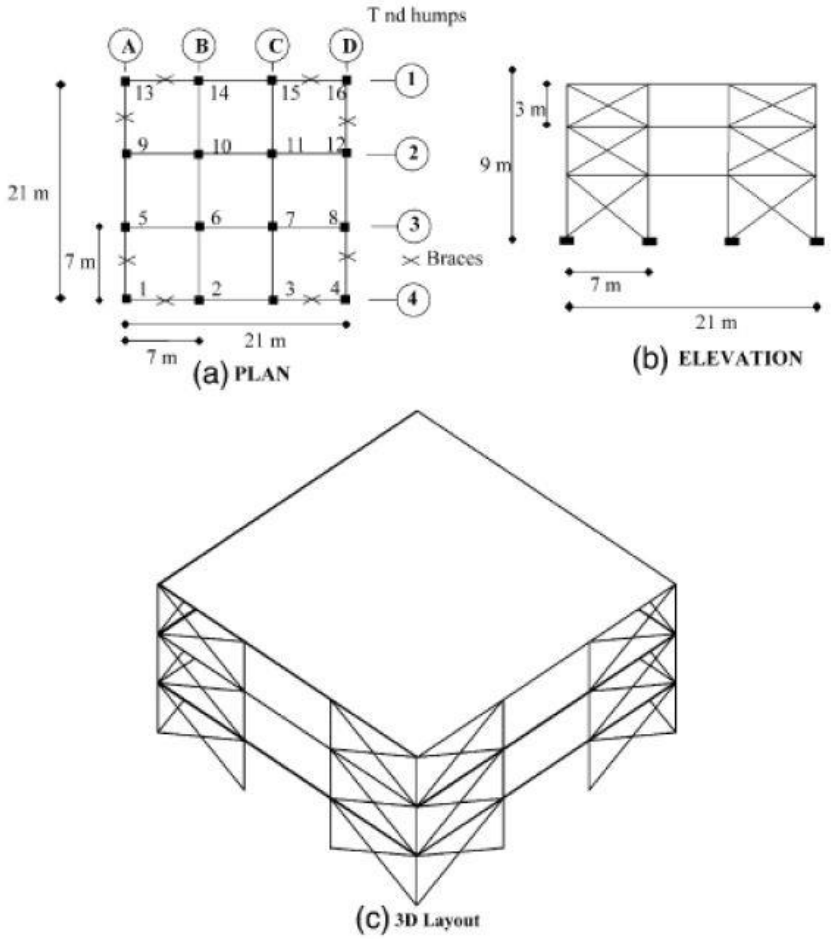
(a) Symmetric system of reference (unidirectional and bidirectional input)

(b) Mass eccentricity in one direction (unidirectional and bidirectional input)

شکل ۳-۱ نحوه خروج از مرکزیت در پلان و نحوه اعمال رکورد زلزله [*]

Archive of SID

www.SID.ir



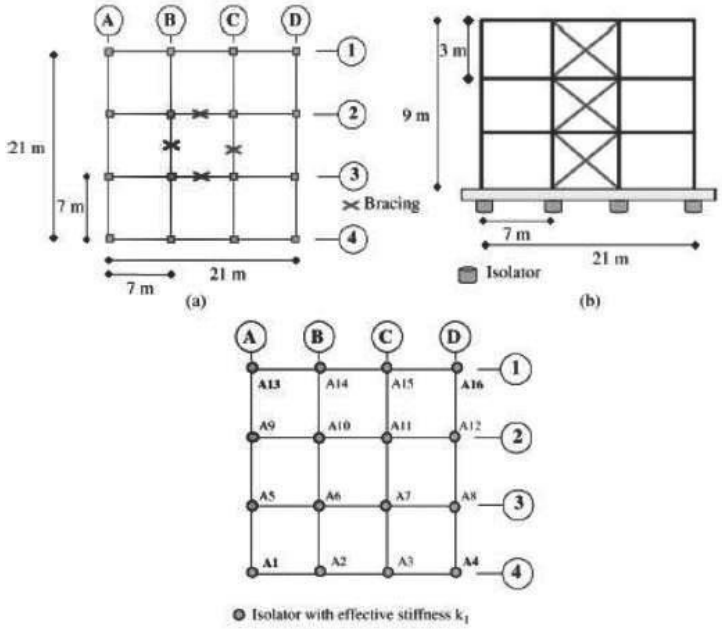
شکل ۴-۱ شکل سه بعدی و پلان سازه مورد نظر [*]

Archive

۲-۲. اثر خروج از مرکزیت در مرکز جرم و مرکز سختی روسازه

تنا و اسکامیلا [*2]، برای بررسی اثر خروج از مرکزیت جرم و اثر خروج از مرکزیت مرکز سختی روسازه، چهار سازه سه طبقه مختلف با زمان تناوب های جانبی ۰,۱۸۲ ، ۰,۵ و ۱,۲ ثانیه مدل سازی نموده اند. پلان، شکل سه بعدی و همین طور نحوه قرار گرفتن المان های بادبندی سازه SBAM1 ، SBA1 در شکل (۵-۱) قابل مشاهده است. پلان و نحوه قرار گرفتن المان های بادبندی سه نوع سازه SBAM4، SBA4، SBAM3، SBA3، SBAM2، SBA2 را می توان در شکل (۵-۱) مشاهده کرد. لازم به ذکر است علامت M در انتهای نام سازه، نشان سازه در حالت متقارن می باشد. در جدول (۱-۱) مشخصات المان های سازه ای در مدل های مختلف مشاهده می شود.

www.SID.ir



شکل ۵-۱ پلان سازه SBAM4، SBAM3، SBAM2 مورد مطالعه [*2]

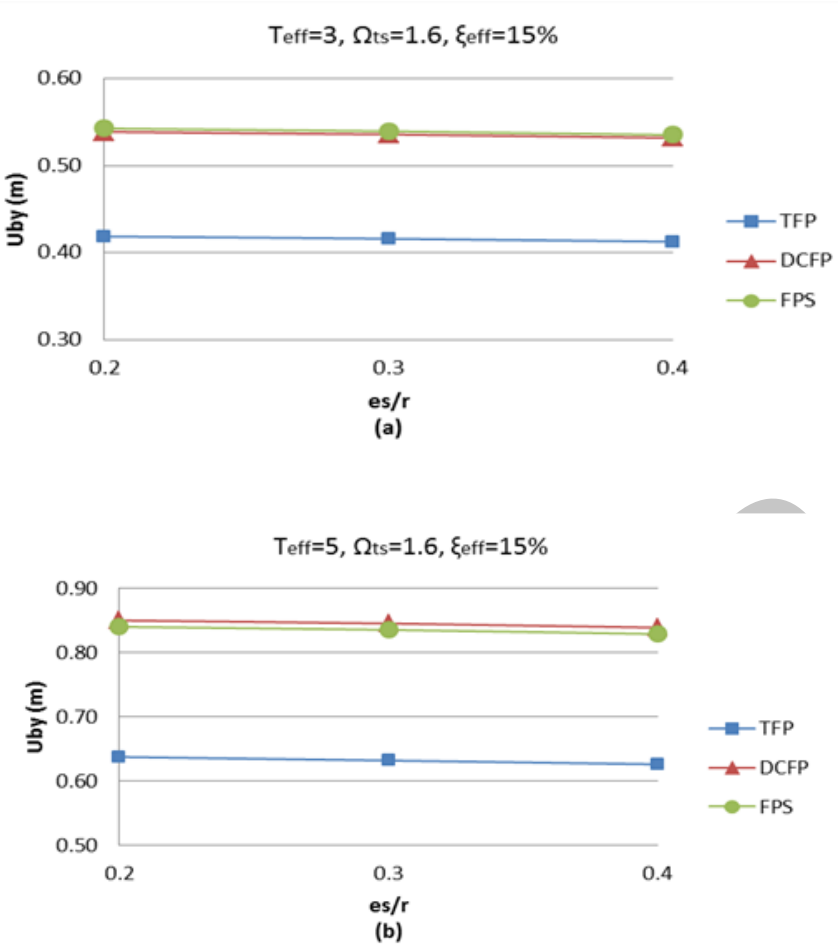
جدول ۱-۱ مشخصات سازه های مورد مطالعه [*2]

Station	Length of records (s)	E-W record			N-S record		
		A_{max} (cm/s^2)	V_{max} (cm/s)	Strong motion Duration (s)	A_{max} (cm/s^2)	V_{max} (cm/s)	Strong motion Duration (s)
UNION	62.3	127	12.6	26.4	174	21.0	24.2
SMRZ	30.4	148	16.7	6.47	165	17.7	5.03
TMANZ	154.6	387	30.7	38.8	381	28.9	45.6

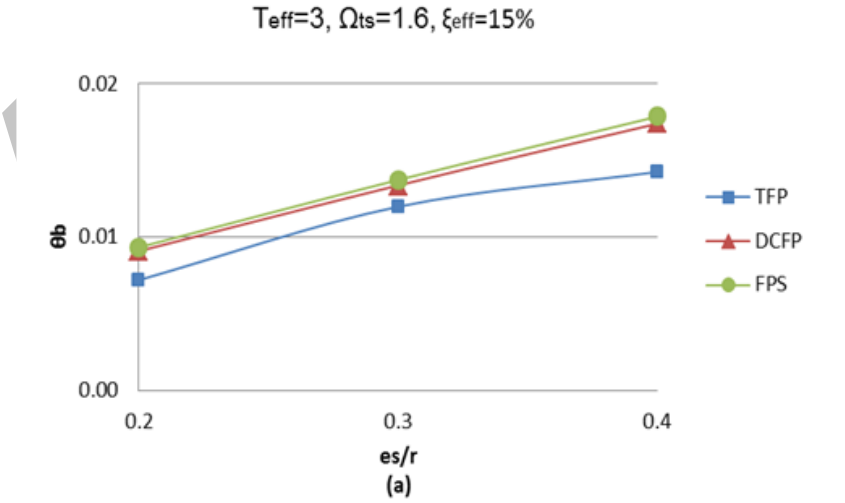
۳-۲ نتایج و بحث روی نتایج

از مهم ترین پارامتر های تاثیرگذار و ایجاد کننده پیچش در سازه ها، افزایش خروج از مرکزیت مرکز جرم نسبت به مرکز سختی می باشد. رفتار پیچشی سازه علاوه بر این که به خروج از مرکزیت در آن ارتباط پیدا می کند پارامترهای زیادی چون زلزله به وقوع پیوسته در دو جهت افقی و مشخصات دینامیکی و پیچشی سازه همچون نسبت فرکانس پیچشی به جانبی، همچنین مشخصات فیزیکی، نوع جداساز ها و توزیع آنها نیز بستگی دارد. همان طور که پیش از این بیان شد در این مقاله خروج از مرکزیت به وسیله تغییر فاصله مرکز جرم نسبت به مرکز سختی در جهت x در سازه ایجاد گشته است، که اصطلاحا بدان خروج از مرکزیت یک جهته اطلاق می شود. به منظور ارزیابی رفتار پیچشی جداساز سه قوسی با نسل های گذشته خود، سازه نامتقارن با مقادیر مختلف $\frac{e_b}{r}$، $\frac{e_s}{r}$ و اثر آن بر روی پاسخ های سازه مورد بررسی قرار گرفته است. مقایسه این تاثیرات را در اشکال ذیل می توان مشاهده نمود.

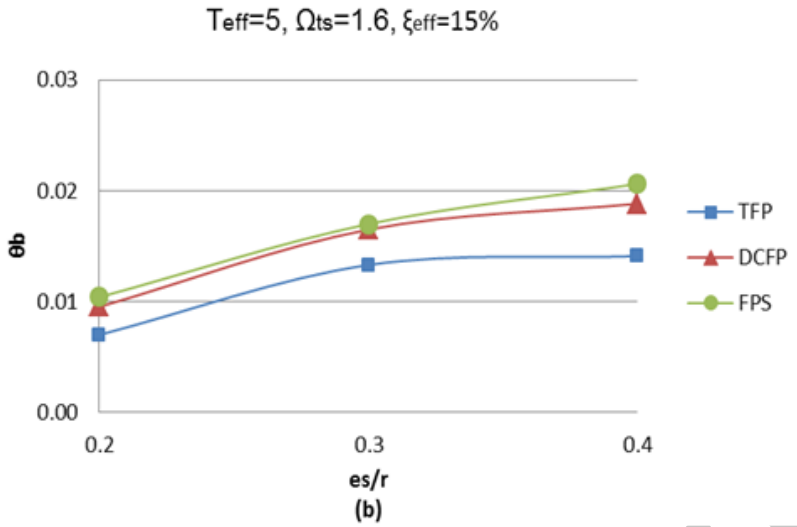
www.SID.ir



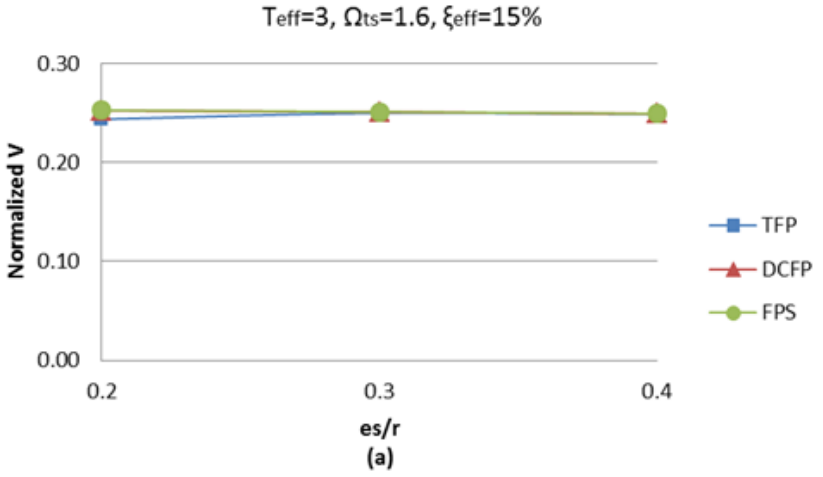
شکل ۶-۱ تاثیر خروج از مرکزیت در روسازه بر روی تغییر مکان مرکز جرم جداساز a) زمان تناوب موثر ۳ ثانیه b) زمان تناوب موثر ۵ ثانیه

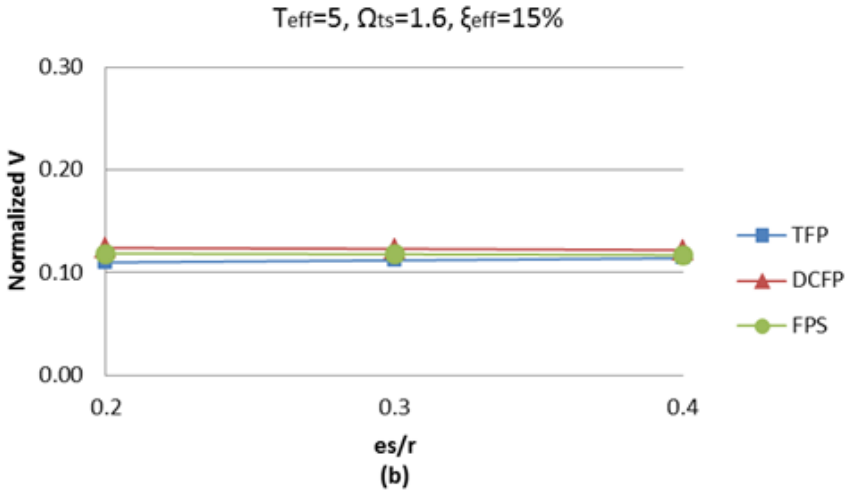


www.SID.ir



شکل ۷-۱ تاثیر خروج از مرکزیت در روسازه بر روی دوران مرکز جرم جداساز a) زمان تناوب موثر ۳ ثانیه
b) زمان تناوب موثر ۵ ثانیه





شکل ۸-۱ تاثیر خروج از مرکزیت در روسازه بر روی برش پایه a) زمان تناوب موثر ۳ ثانیه
b) زمان تناوب موثر ۵ ثانیه

www.SID.ir

۳. نتیجه‌گیری

در این تحقیق به منظور بررسی پارامترهای متعدد Ω_{ts} (با تغییر بین مقادیر ۰٫۸، ۱، ۱٫۲ و ۱٫۶)، Ω_{tb} $\frac{e_b}{r}$ (با تغییر بین ۰ ، ۰٫۲۵ و ۰٫۵)، $\frac{e_s}{r}$ (با تغییر بین مقادیر ۰ ، ۰٫۱ ، ۰٫۲ و ۰٫۳) و زمان تناوب موثر جداسازها (با تغییر بین ۳ ، ۴ و ۵ ثانیه) و میرایی موثر جداسازها (با تغییر بین ۱۰ ، ۱۵ ، ۲۰ ، ۲۵ و ۳۰ درصد). روسازه به نحوی مدل شده است که دارای رفتار برشی و سقف صلب می باشد، بنابر این رفتاری خطی از خود نشان می دهد. جرم مورد نظر به صورت متمرکز در هر طبقه به مرکز سختی مقید شده است تا بدین ترتیب کف طبقات رفتاری صلب داشته باشند. در نهایت اثرات پیچش بر روی پارامترهایی ذکر شده مورد بحث و بررسی قرار گرفته است. نتایج حاصل از تحلیل دینامیکی غیر خطی به صورت ذیل است:

- کارایی بهتر در استفاده از TFP در ساختمان های نا متقارن جداسازی شده در مقایسه با آن هایی که از جداسازهای FPS یا DOFP به عنوان سیستم های جداسازی استفاده می کنند، نشان داده شده است. سیستم جداسازی TFP جابجایی و دوران در مرکز جرم طبقه همکف را تا ۲۲ ٪ و ۳۶ ٪ به طور نسبی در مقایسه با دیگر جداسازهای اصطکاکی کاهش می دهد. به علاوه DOFP رفتار مشابهی با FPS برای سطح خطر زمین لرزه ای مورد استفاده دارد. اگر چه این مورد در زمین لرزه با سطح خطر کمتر می نواند به گونه ای متفاوت عمل کند.
- جداساز FPS به طور قابل ملاحظه ای بهتر از سایر جداسازهای مورد بررسی در کاهش نیروی پیچشی منتقل شده به سازه عمل می کند. این کاهش تا حدود ۳۶ ٪ در Teff-5s تخمین زده می شود. افزایش زمان تناوب موثر جداساز در عملکرد پیچشی TFP در ارتباط به جابجایی، دوران و نیروی پیچشی تاثیر مثبت قابل توجهی دارد.

مراجع

۱. . امین افشار، مجید و آقایی پور، سپهر، (۱۳۹۳)، مدل مکانیک غیر خطی اندرکنش سازه نامتقارن با جداساز لرزه ای تحت بارهای هارمونیک و زلزله و مطالعه پدیدهای غیرخطی آن، مجله مهندسی مکانیک مدرس، ص۱۵۶

۲. برزویی، جمال الدین و سروقد مقدم، عبدالرضا،(۱۳۸۹)، کنترل پیچش سازه های نامتقارن با استفاده از میراگرهای اصطکاکی، پنجمین کنگره ملی مهندسی عمران.

۳. تاروردی، میلاد،(۱۳۹٤)، بررسی رفتار پیچشی سازه های جداسازی شده با جداسازهای با سه سطح لغزش، پایان نامه.

٤. جدیدیان، حسین و سروقدمقدم، عبدالرضا،(۱۳۸۸)، کنترل همزمان شتاب و تغییر مکان لرزه ای سازه های نامتقارن خطی و غیرخطی با استفاده از میراگرهای جرمی، مجله مهندسی عمران دانشگاه آزاد اسلامی، ۵۳ ص.

۵. جلاییان زعفرانی، مریم و شریعتمدار، هاشم، **(۱۳۹۳)، کنترل تغییرمکان سازه جداسازی شده با جرم تنظیم شده چندگانه دو جانبه در ارتفاع و پلان تحت اثر زلزله های میدان نزدیک**، هشتمین کنگره ملی مهندسی عمران،

1.Seguin.Carlos, Almazan.Jose.L, Llera.Juan.C.De,(2013), Torsional Balance of Seismically Isolated Asymmetric Structures, Elsevier Engineering Structures, 703-717

2.Takewaki, Fujita.K, Yamamutu .K, (2011),Smart Passive Dampers control for greater building Earthquake Resilience in Sustainable cities, Elsevier Sustainable Cities & Society, 3-15

www.SID.ir

The effect of eccentricity on the changes the center of Isolators with three sliding surface and the interaction of soil

Pouyan Pourkazem
Department of Engineering, Faculty of civil engineering, Islamic Azad University, Iran, Hamadan branch
pourkazem.pouyan@yahoo.com

Hossein Jadidian
Department of Engineering, Faculty of civil engineering, Islamic Azad University, Iran, Hamadan branch
hjadidian@gmail.com

Archive of SID

Abstract:

In countries like Japan and the United States seismically active, control system design and construction of structures against earthquakes is important. One of the most effective systems to mitigate the effects of seismic isolation system is used instead of increasing the resistance of structural elements. Earthquake is very important and this importance has led to different studies on the effects of seismic isolation system, as well as how to apply dynamic load on structures be isolated. In fact, a soft floor isolation system between the superstructure and soil that increases cycle time and reduction of the structural response under the two horizontal components of the earthquake in near field. Isolators modeling is done by Sap 2000v18 software.

Keywords: Isolated contracture, twist, Triple Concave Friction Pendulum, Eccentricity

www.SID.ir