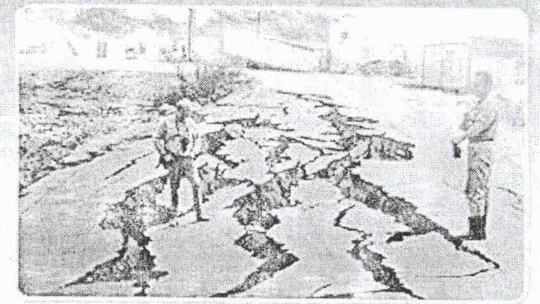
همایش ملی زلزله و مقاوم سازی ساختمان

۱۵ و ۱۶ اسفند ماه ۱۳۸۶ دانشگاه آزاد اسلامی واحد بهبهان

National Seminar Of

EARTHQUAKE AND RETROFIT OF STRUCTURE

5 & 6 March 2008 Islamic Azad University Of Behbahan



محورهای همایش:

- ارزیابی خسارت و تعیین شرایط سازه و قابلیت اعتماد
- ارزیابی خطر و ریسک زلزله، روابط کاهندگی و شرایط ساختگاهی
- روشهای نوین مقاوم سازی سازه ها
- ارزیابی و مقاوم سازی خطوط حیاتی
- روش های مقاوم سازی ساختمان های بنایی
- مدیریت بحران و طراحی بافت شهری

آخرین مهلت ارسال مقالات: ۱۵ آبان ماه ۸۶
تاریخ اعلام نتایج داوری: ۱۵ دی ماه ۸۶
نحوه تنظیم مقاله:
مقالات در نرم افزار Word 2003 تایپ شوند.
عنوان اصلی مقاله: Zar Bold 16
اسامی: Zar 11
عناوین: Zar Bold 12
متن اصلی مقاله: Zar 12
ارسال چکیده انگلیسی مقالات الزامیست.

نشانی: بهبهان، دانشگاه آزاد اسلامی، گروه عمران، دبیرخانه همایش ملی زلزله و مقاوم سازی ساختمان
تلفن: ۸۲-۳۲۲۲۲۸۹ (۰۶۷۱) - فاکس: ۳۲۲۰۱۰۹ (۰۶۷۱)

www.ersbh.com
Email: info@ersbh.com
ersbh2008@yahoo.com

بسمه تعالی
همایش ملی زلزله و مقاوم سازی ساختمان
دانشگاه آزاد اسلامی واحد بهبهان

تاریخ:
شماره:
پیوست:

بدینوسیله گواهی می شود مقاله آقایان:

منصور قلعه نوی و محمدامین پردل

با عنوان:

بررسی اثر میراگرهای TADAS در رفتار لرزه ای سازه های فولادی

بصورت سخنرانی در همایش ملی زلزله و مقاوم سازی ساختمان دانشگاه آزاد اسلامی واحد بهبهان در تاریخ 15 و 16 اسفند ماه 86 پذیرفته شده است.

دبیران همایش

مهندس ایمان [illegible]

دکتر ابوالقاسم اسمعیلی قیوم آبادی

بررسی اثر میراگرهای TADAS در رفتار لرزه ای سازه های فولادی

منصور قلعه نوی ، استادیار گروه مهندسی عمران ، دانشگاه سیستان و بلوچستان ، زاهدان*

محمدامین پردل ، دانشجوی کارشناسی ارشد سازه ، دانشگاه آزاد اسلامی واحد زاهدان ، زاهدان**

*تلفن: ۰۹۱۵۱۴۱۱۵۰۲ ، پست الکترونیکی : ghalehnovi@eng.usb.ac.ir

** تلفن : ۰۹۱۵۳۰۳۸۲۳۶ ، پست الکترونیکی : mapordel@gmail.com

چکیده :

در سالهای اخیر تلاشهای جدی به منظور توسعه مفهوم اتلاف انرژی به عنوان یک تکنولوژی کاربردی جهت مقابله با زلزله صورت گرفته است . اساس روشهای تحلیل و طراحی امروزی بر مقاومت در برابر بارهای جانبی استوار می باشد . از دیدگاه انرژی نیاز به بازنگری در روشهای فعلی تحلیل و طراحی ضروری می باشد به نحوی که مهندس طراح بایستی توجه خود را بر مدیریت انرژی ورودی به سازه در اثر زمینلرزه متمرکز نماید . سیستم های غیر فعال اتلاف انرژی که میراگر فلزی TADAS به عنوان یکی از انواع این سیستم ها می باشد ، امروزه مورد توجّه فراوان قرار گرفته اند . استفاده از این سیستم ها باعث تمرکز اتلاف انرژی در میراگرها شده و در نهایت تقاضای اتلاف انرژی در اعضای اصلی سازه (تیرها ، ستون ها و مهاربندها) کاهش می یابد . در این مقاله رفتار سیستم قاب خمشی فولادی متوسط در برابر زلزله و سیستم قاب خمشی فولادی متوسط مجهز به میراگر TADAS از دیدگاه انرژی مورد بررسی و مقایسه قرار گرفته است . بدین منظور ابتدا سیستم قاب خمشی متوسط بر اساس ضوابط آئین نامه ۲۸۰۰ ایران طراحی شده اند . سپس این سیستم ها با استفاده از نرم افزار DRAIN-2DX تحت زمینلرزه های Elcentro ، Hachinohe ، san Fernando و Taft به صورت غیر خطی آنالیز شده اند . نتایج نشان میدهد که با استفاده از این میراگرها می توان اتلاف انرژی رادرآنها متمرکز نمود و سهم سایر اعضای سازه ای از اتلاف انرژی را به حداقل رساند .

کلیدواژه ها:اتلاف انرژی،کنترل غیرفعال،میراگرفلزی،تحلیل دینامیکی غیرخطی،مفصل پلاستیک

۱- مقدّمه :

به طور کلّی سیستم های مقاوم در برابر زلزله را می توان به دو دسته تقسیم نمود ، الف) سیستم های متداول ، ب) سیستم های مدرن . اساس روش طراحی سیستم های متداول مقاوم در برابر زلزله بر مقاومت در برابر بارهای جانبی استوار می باشد ، بدین صورت که در زمینلرزه های کوچک و متوسط با تأمین سختی و مقاومت لازم در سازه ، باعث کنترل تغییر مکان جانبی و جلوگیری از تخریب اعضای سازه ای و غیر سازه ای شده و در زمینلرزه های شدید با ایجاد شکل پذیری و جذب انرژی مناسب توسط اعضای سازه ای ، مانع از فرو ریختن سازه شویم .

انواع مختلف سیستم های متداول مقاوم در برابر زلزله عبارتند از : سیستم مهاربندی جانبی ، سیستم دیواربرشی ، سیستم قاب مقاوم خمشی و سیستم دو گانه . جهت طراحی سیستم های مدرن ، برای یک طرح مقاوم لرزه ای مناسب ابتدا باید سعی در حداقل نمودن مقدار انرژی هیسترتیک تلف شده در اعضای اصلی سازه نمود .

دو دیدگاه مهم جهت رسیدن به این هدف وجود دارد . اولین دیدگاه شامل طرح هایی است که در آن سعی در کاهش انرژی ورودی به سازه داریم که به عنوان مثال سیستم های جداسازی پایه از آن جمله اند . دومین دیدگاه بر روی مکانیزمهای اتلاف انرژی در خودسازه متمرکز است . برای این منظور از یک سری تجهیزات استفاده می نماییم . این تجهیزات به گونه ای طراحی می شوند که بخشی از انرژی ورودی به سازه را تلف می نمایند و در نتیجه خسارت وارده به سازه اصلی که ناشی از اتلاف انرژی به صورت هیسترتیک می باشد ، کاهش می یابد . انواع سیستم های مدرن مقاوم در برابر زلزله عبارتند از : ۱- سیستمهای جداسازی پایه ای ۲- سیستمهای فعال و نیمه فعال ۳- سیستمهای منفعل [۴] .

از میان سیستم های منفعل اتلاف انرژی ، میراگرهای فلزی به دلیل عدم نیاز به تکنولوژی پیچیده جهت ساخت ، عملی تر بودن کاربرد آنها در سازه ، رفتار پایدار در برابر زلزله و دخیل نبودن عوامل محیطی (درجه حرارت ، رطوبت و ...) در رفتار مکانیکی آنها ، از اهمیّت خاصی برخوردارند . این میراگرها باعث افزایش میرایی و سختی در سیستم سازه ای شده و ظرفیّت اتلاف انرژی را افزایش میدهند .

افزودن میراگرهای فلزی به سازه باعث تمرکز اتلاف انرژی در میراگرها می شود که پس از وقوع زلزله می توان میراگرها را به راحتی تعویض نمود و جهت مقابله با زلزله های بعدی مقاوم نمود [۴] . این قطعات انرژی ورودی به سازه را به انرژی کرنش پلاستیک یا انرژی هیسترتیک تبدیل می کنند . این انرژی غیرقابل برگشت است و در سازه تلف می شود [۵] .

میراگر TADAS از جمله میراگرهای فلزی اند که دارای پشتوانه تحقیقاتی تئوری و آزمایشگاهی بوده و به خاطر سهولت اجرایی و کاهش هزینه های تقویت لرزه ای و افزایش توان لرزه ای سازه ها می تواند به عنوان شیوه ای برای تقویت لرزه ای سازه های ضعیف استفاده گردد . سیستم TADAS معمولاً به عنوان بخشی از عضو بادبندی طراحی می شود و به گونه ای نصب می شود که تغییر مکان طبقه باعث ایجاد تغییر مکان نسبی در دستگاه شود . استهلاک انرژی در این سیستم از طریق تغییر شکل خمیری ورقهای فولادی در خمش انجام می شود [۵] .

محل نصب این المانها در ساختمان ها معمولاً در محل اتّصال مهاربندهای شورون(مهاربندهای ۷یا۸) بین انتهای مهاربند و تیر طبقه است .

۲- فرمولاسیون انرژی :

رابطه انرژی یک سیستم یک درجه آزاد که تحت تأثیر حرکت افقی زمین قرار گرفته است توسط معادله (۱) بیان می گردد [۴] .

$$E_K + E_D + E_S = E_I \qquad (۱)$$

که در آن :

$$E_K = \int m\ddot{x}dx = \frac{m\dot{x}^2}{2} \qquad (۲)$$

$$E_D = \int c\dot{x}dx = \int c\dot{x}^2 dt \qquad (۳)$$

$$E_S = \int kxdx = \frac{kx^2}{2} \qquad (۴)$$

$$E_I = -\int m\ddot{x}_g dx \qquad (۵)$$

عبارات سمت چپ معادله (۱) نشان دهنده E_K: انرژی جنبشی نسبی جرم ، E_D: انرژی تلف شده به علت میرایی ذاتی داخلی سازه و E_S: انرژی کرنشی الاستیک می باشد . مجموع این انرژی ها می بایست با انرژی ورودی به سازه ناشی از یک رویداد لرزه ای (E_I) در حال تعادل باشد . در سازه های طراحی شده با آیین نامه های متداول در هنگام وقوع یک زلزله قوی سازه از محدوده الاستیک خارج می شود . در چنین حالتی انرژی ورودی ناشی از زلزله (E_I) از ظرفیت ذخیره ای و اتلافی انرژی در سازه که مکانیزم آنها با معادلات (۲) ، (۳) و (۴) مشخص شده است ، فراتر می رود . به محض اینکه انرژی ورودی زمینلرزه از ظرفیّت های اشاره شده بالاتر رفت ، اجزا سازه عموماً دچار تسلیم و یا ترک خوردگی می شوند . در این وضعیّت سختی ثابت نیست و نیروی فنر غیر خطی می شود که بایستی با رابطه عمومی تری مثل $fs(x)$ جایگزین شود تا اثرات هیسترتیک را لحاظ نماید . در حالت کلّی ، معادله (۴) برای پاسخ غیرالاستیک چنین بازنویسی می شود :

$$E_S = \int f_S(x)dx = E_{Se} + E_{SP} \qquad (۶)$$

که در آن E_S به بخشهای E_{Se} و E_{SP} که به ترتیب بیانگر انرژی کرنشی الاستیک قابل برگشت و انرژی کرنشی پلاستیک تلف شده ، تقسیم می شود . معادله دیفرانسیل حاکم بر یک سیستم (SDOF) با میراگر منفعل مطابق رابطه (۷) می باشد که در آن $\overline{m}$ نشان دهنده جرم میراگر منفعل بوده و علامت Γ نشان دهنده یک عملگر انتگرال – دیفرانسیلی است ، به طوری که نیروی متناظر با میراگر منفعل به شکل سادهٔ Γx نوشته می شود . استفاده از این عملگر این اجازه را به ما می دهد که مشخصات پاسخ عمومی شامل جابجایی ، سرعت و سهم وابسته به شتاب را به خوبی دیگر اثرات ذاتی بیان نماییم [۴] .

$$m\ddot{x} + c\dot{x} + kx + \Gamma x = -(m + \overline{m})\ddot{x}_g \qquad (۷)$$

با انتگرال گیری از معادله (۷) نسبت به x، معادله تعادل انرژی چنین نوشته می شود :

$$E_K + E_D + E_{Se} + E_{Sp} + E_p = E_I \qquad (۸)$$

که در آن انرژی مرتبط با میراگرهای منفعل به صورت زیر می باشد :

$$E_p = \int \Gamma x dx \qquad (۹)$$

۳- طراحی و مدلسازی ساختمان ها

جهت مقایسهٔ سیستمها ، یک ساختمان فلزی ۸ طبقه در نظر گرفته شده است . ساختمان مورد نظر دارای پلان متقارن با دهانه های ۴ متر و ارتفاع طبقات ۳ متر می باشد که در هر جهت از شش قاب با فواصل مساوی ۴ متر تشکیل شده است . بارگذاری تمام طبقات مشابه می باشد . از این ساختمان یک قاب به صورت نمونه انتخاب شده و با استفاده از نرم افزار SAP 2000 و با توجّه به ضوابط آیین نامه ۲۸۰۰ (ویرایش سوم) طراحی شده است . سپس میراگرهای TADAS در سیستم قاب خمشی فولادی متوسط ذکر شده قرار گرفته و نهایتاً هر دو سیستم با استفاده از نرم افزار DRAIN-2DX تحلیل دینامیکی غیر خطی شده است . به منظور تحلیل دینامیکی غیر خطی سیستم های مورد مقایسه زمینلرزه های Elcentro (PGA=0.35g)، Hachinohe (PGA=0.19g)، Sanfernando (PGA=1.17g) و Taft (PGA = 0.18g) انتخاب گردیده اند .

زمان تناوب مود اول سیستم ها در جدول (۱) ارائه شده است . میراگر TADAS به صورت تیرمنشوری معادل مدلسازی شده است [۱] و سایر پارامترهای طراحی میراگر با استفاده از مراجع [۱و۳] انتخاب شده اند .

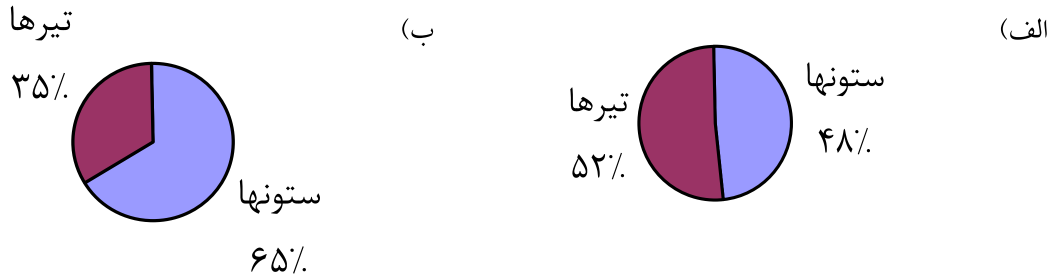
جدول (۱) : زمان تناوب مود اول سیستم های مختلف

نوع سیستم	قاب خمشی متوسط	قاب خمشی متوسط مجهز به TADAS
زمان تناوب مود اول(ثانیه)	۱/۷۵	۱/۰۷۹

٤- نتایج تحلیل دینامیکی غیر خطی

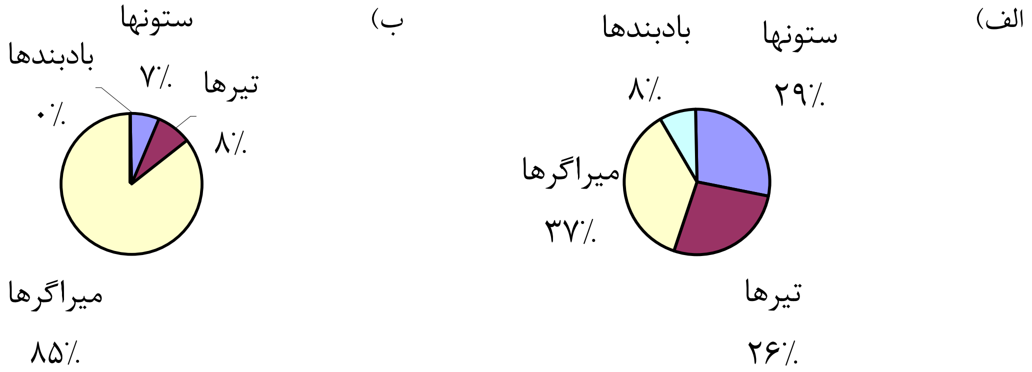
٤-١- مقایسهٔ سهم انرژی تلف شده در اعضای سیستم های مختلف

سهم اعضای سیستمهای مختلف از انرژی ورودی تحت زمینلرزه های Elcentro و Hachinohe در شکل های (١) تا (۴) نشان داده شده است . با توجّه به این موضوع که کار الاستو – پلاستیک انجام شده به دلیل تغییر شکلهای غیرالاستیک در اعضا رخ میدهد ، از اینرو با بررسی کار الاستو – پلاستیک انجام شده در اعضای مختلف می توان انرژی تلف شده و در نتیجه خسارت ایجاد شده در آنها را پیش بینی نمود .



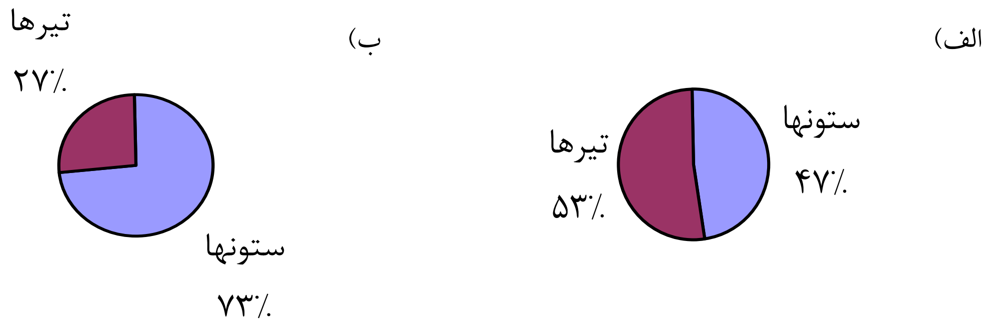
شکل (١) : سهم انرژی تلف شده در اعضای قاب خمشی متوسط تحت زمینلرزه Elcentro

الف) سهم انرژی تلف شده توسط نیروی میرایی ب) کار الاستو – پلاستیک



شکل (٢): سهم انرژی تلف شده دراعضای قاب خمشی متوسط مجهزبه TADAS تحت زمینلرزه Elcentro

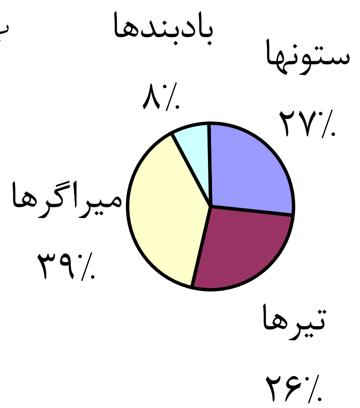
الف) سهم انرژی تلف شده توسط نیروی میرایی ب) کار الاستو – پلاستیک



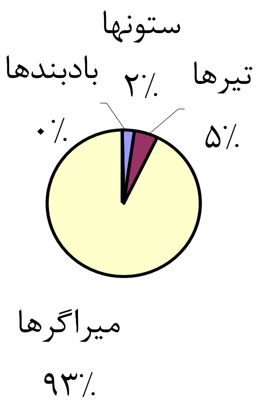
شکل (٣) : سهم انرژی تلف شده در اعضای قاب خمشی متوسط تحت زمینلرزه Hachinohe

الف) سهم انرژی تلف شده توسط نیروی میرایی ب) کار الاستو – پلاستیک

الف)



ب)



شکل (٤):سهم انرژی تلف شده دراعضای قاب خمشی متوسط مجهزبه TADAS تحت زمینلرزه Hachinohe

الف) سهم انرژی تلف شده توسط نیروی میرایی ب) کار الاستو – پلاستیک

با توجّه در شکلهای (۱) تا (۴) ، مشاهده می شود که قسمت عمده کارالاستو - پلاستیک درمیراگرهای TADAS انجام شده است .

٤-۲- مفاصل پلاستیک ایجاد شده در سیستمهای مختلف

به منظور برآورد خسارت وارده بر اعضای ساختمانی و شناسایی محل های مستعد خسارت در حین زمینلرزه ، رفتار غیر خطی سیستم های مختلف تحت شتاب نگاشت های مختلف مورد بررسی قرار گرفته است . در جداول (۲) و (۳) درصد مفاصل پلاستیک به وجود آمده در سیستم های مختلف تحت زمینلرزه های Elcentro با شتاب حداکثر PGA = 0.35g و Taft با شتاب حداکثر PGA = 0.18g ، نشان داده شده است با دقّت در جداول مشاهده می شود که مفاصل پلاستیک به وجود آمده در اعضای سازه ای (تیرها و ستونها) در سیستمهای مجهز به میراگرهای TADAS به میزان چشمگیری کاهش یافته است .

جدول (۲) : مفاصل پلاستیک ایجاد شده در اعضای سازه (تیرها و ستونها) تحت زمینلرزه Elcentro

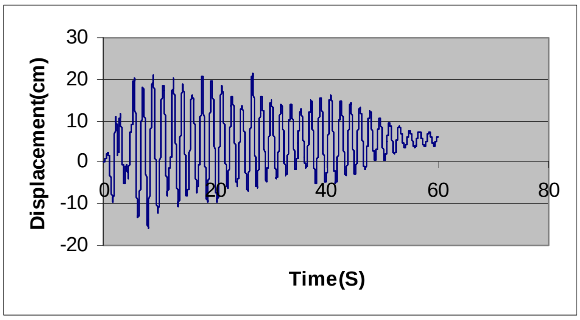
اعضاء پلاستیک / کل اعضای سازه	ستونهای پلاستیک / کل ستونهای سازه	
۸۰٪	۷۱٪	قاب خمشی متوسط
۲۳٪	۱۴٪	قاب خمشی متوسط مجهز به TADAS

جدول (۳) : مفاصل پلاستیک ایجاد شده در اعضای سازه (تیرها و ستونها) تحت زمینلرزه Taft

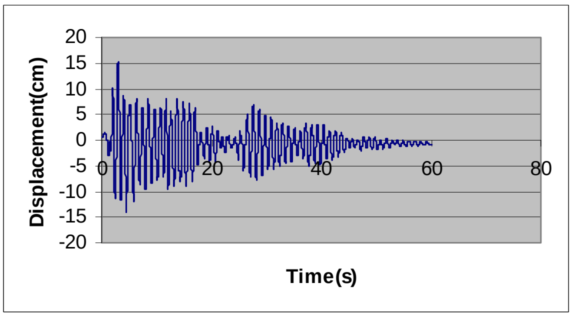
اعضاء پلاستیک / کل اعضای سازه	ستونهای پلاستیک / کل ستونهای سازه	
۶۶٪	۴۶٪	قاب خمشی متوسط
۰	۰	قاب خمشی متوسط مجهز به TADAS

٤-٣- مقایسه تغییر مکان بام در سیستمهای مختلف

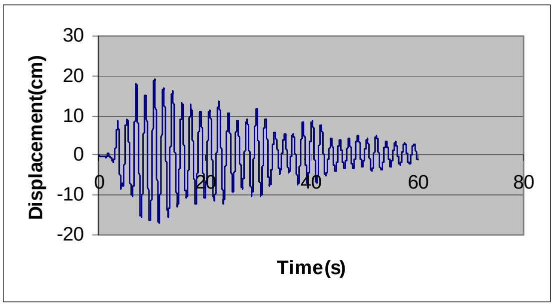
در شکلهای (۵) تا (۸) نمودار تغییر مکان بام برای سیستمهای مختلف تحت زمینلرزه های Elcentro و Taft نشان داده شده است .



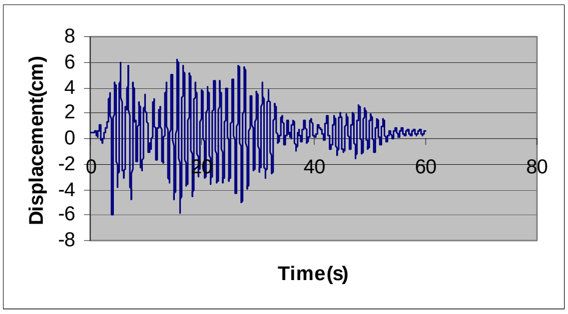
شکل (۵) : تغییر مکان بام برای سیستم قاب خمشی تحت زمینلرزه Elcentro



شکل (۶) : تغییر مکان بام برای سیستم قاب خمشی مجهز به میراگر TADAS تحت زمینلرزه Elcentro



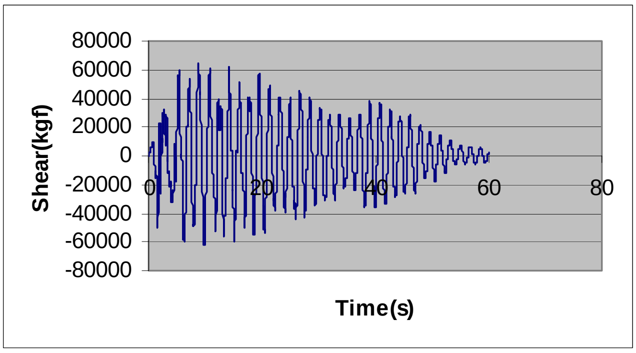
شکل (۷) : تغییر مکان بام برای سیستم قاب خمشی تحت زمینلرزه Taft



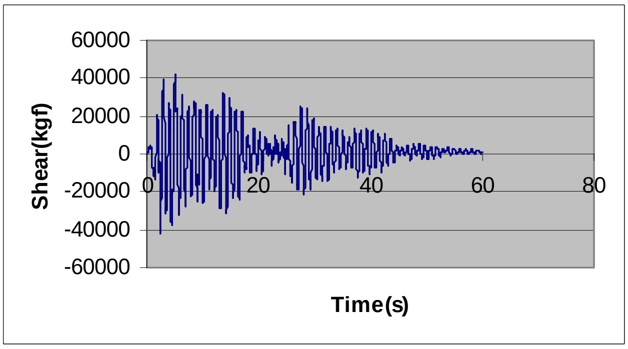
شکل (۸) : تغییر مکان بام برای سیستم قاب خمشی مجهز به میراگر TADAS تحت زمینلرزه Taft

٤-٤- برش پایه در سیستمهای مختلف

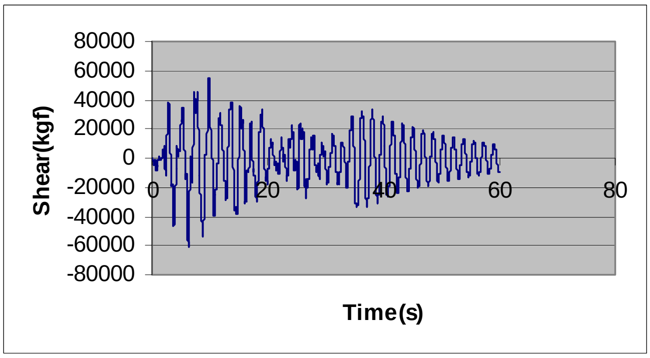
در شکلهای (۹) تا (۱۲) نمودار برش پایه برای سیستمهای مختلف تحت زمینلرزه های Elcentro و Hachinohe نشان داده شده است .



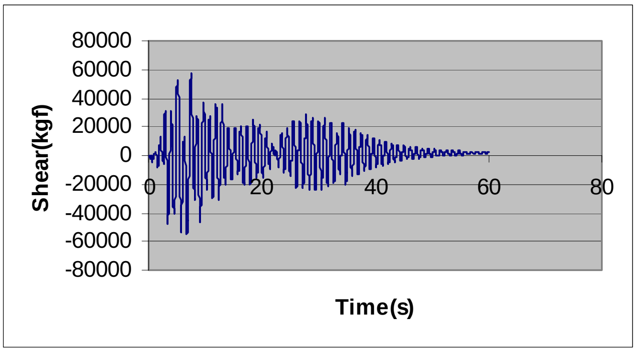
شکل (۹) : برش پایه برای سیستم قاب خمشی تحت زمینلرزه Elcentro



شکل (۱۰) : برش پایه برای سیستم قاب خمشی مجهز به میراگر TADAS تحت زمینلرزه Elcentro



شکل (۱۱) : برش پایه برای سیستم قاب خمشی تحت زمینلرزه Hachinohe



شکل (۱۲) : برش پایه برای سیستم قاب خمشی مجهز به میراگر TADAS تحت زمینلرزه Hachinohe

۵- نتیجه گیری

۱- در سیستم قاب خمشی لخت تمامی کار الاستو – پلاستیک در ستونها و تیرها انجام شده است در حالیکه در سیستم قاب خمشی مجهز به میراگر TADAS قسمت عمده کار الاستو – پلاستیک در میراگرها انجام شده است و در نتیجه سهم سایر اعضای سازه ای بسیار ناچیز می باشد .

۲- در سیستم قاب خمشی لخت مفاصل پلاستیک عموماً در ستونها و تیرها به وجود آمده است در حالی که در سیستم قاب خمشی مجهز به میراگر TADAS مفاصل پلاستیک در میراگرها تشکیل شده است و نتیجتاً مفاصل پلاستیک در سایر اعضای سازه ای (تیرها ، ستونها و مهاربندها) به میزان چشمگیری کاهش یافته است .

۳- با توجه به محاسبات و تحلیلهای انجام شده و نتایج حاصله می توان نتیجه گرفت که استفاده از میراگرهای TADAS در سازه باعث بهبود عملکرد لرزه ای سازه خواهد شد و با توجّه به اینکه تمرکز خرابی در سیستمهای مجهز به میراگرهای TADAS در میراگرها می باشد ، پس از وقوع زلزله بدون آنکه کاربری ساختمان دچار مشکل شود به راحتی می توان میراگرها را تعویض کرد و سیستم را مقاوم سازی نمود .

٦- مراجع

[1] Tsai, k.c., Chen,H.W, Hong,C.P, and Su,Y.F, "Design of steel Triangular plate Energy Absorbers for seismic-resistant construction" j.Earthquake , spectra, Vol.9,No,3,1993 .

[2] Xia, C. and Hanson,R.D, "Influence of ADAS Element parameters on Building seismic response. "Journal of Structural Engineering, Vol.118, No.7, July 1992.

[۳] سونگ ، تی . تی ودارگوش ، جی ، اف "سیستم های اتلاف انرژی غیر فعال در مهندسی سازه" ، ترجمه مهران تیو وبابک کریمخانی، پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی ومهندسی زلزله،۱۳۸۱، تهران .

[۴] سجادی آل هاشم، سید مسعود.، کیهانی، علی.، پورمحمد، حسن.، "سازه های فولادی مجهز به میراگرهای فلزی ADAS و TADAS و سیستم های متداول فولادی از دیدگاه انرژی" ، هفتمین کنفرانس بین المللی مهندسی عمران، ۱۳۸۵، تهران .

[۵] میرزایی، علیرضا.، پاشا، بابک.، "مقایسه تقویت لرزه ای ساختمان های فلزی موجود با استفاده از میراگر فلزی TADAS و سیستم مهاربندی CBF" ، هفتمین کنفرانس بین المللی مهندسی عمران، ۱۳۸۵، تهران .