Articles

سیویلرن

مقاله شماره شش

مروری بر مقاوم سازی اجزا و سیستم های ساختمانی مقاوم در برابر زلزله

نویسنده :
مهندس میلاد فهیمی

ARTICLE No.6

www.civilearn.com

گروه آموزشی - مهندسی سیویلرن

Author : Eng.Milad Fahimi

Published by : Civilearn Group

طراحی سریع و هوشمند انواع سقفهای متداول در ایران

SAZESAGHF

Arshia Iranian Software Group (A I G S)

نرم افزار سازه سقف اولین نرم افزار

هوشمند برای محاسبات انواع سقفهای متداول در ایران

(کامپوزیت عرشه فولادی - کامپوزیت معمولی - تیرچه بتنی و تیرچه کرومیت)

همراه با گزارش ریز محاسبات و متره کامل

- اعضای محترم سازمان نظام مهندسی کشور
- مهندسین مشاور گرامی
- دفاتر فنی پیمانکاران محترم
- شرکت های محترمی که در ساخت و اجرای سقف های فوق فعالیت دارید

نرم افزار سازه سقف ، نرم افزاری است کاملا هوشمند و با طرز کار بسیار آسان که تمامی نکات آیین نامه ای برای طراحی کامل انواع سقف های متداول در ایران را در محاسبات شما در نظر می گیرد

تلفیق هنر و تکنولوژی برای شما که با دانش روز حرکت می کنید

تلفن سفارش : ۰۹۱۲ ۸۸ ۷۶ ۱۰۰

Arshia Iranian Software Group (A I S G)

کارامحاسب

ابزار کار یک محاسب

- ابزارهای بسیار کاربردی
- آئین نامه ۲۸۰۰ ویرایش سوم و چهارم
- ترکیبات بارگذاری آئین نامه ایران
- سازه ای کنترلهای هوشمند

www.Karamohaseb.com

☎ 021-77480262

ETABS 7 CONTROL

Assistant of Structure Designer

ETABS 2015 - ETABS 9.7

نرم افـزار تخصصـی کنترل طراحی سـازه ها

قابلیـت افزودن مشـخصات محاسب و دفتر طراحی جهت چاپ در خروجی

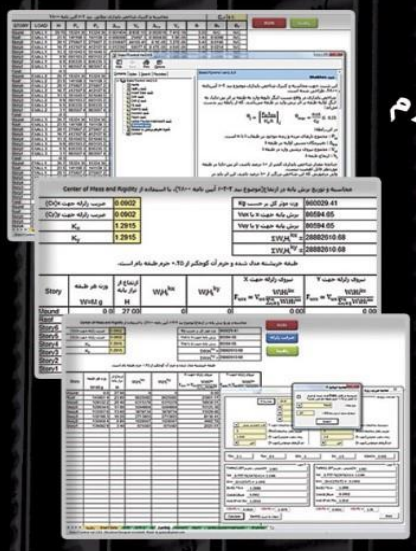
قابلیـت افزودن مشـخصات پروژه در کاور خروجی

ایجـاد دفترچه محاسـبه با خروجی های شـکیل و آماده ارائه به نظام مهندسـی

بـر اسـاس آخریـن ویرایـش مقررات ملـی و ویرایـش چهارم استاندارد ۲۸۰۰

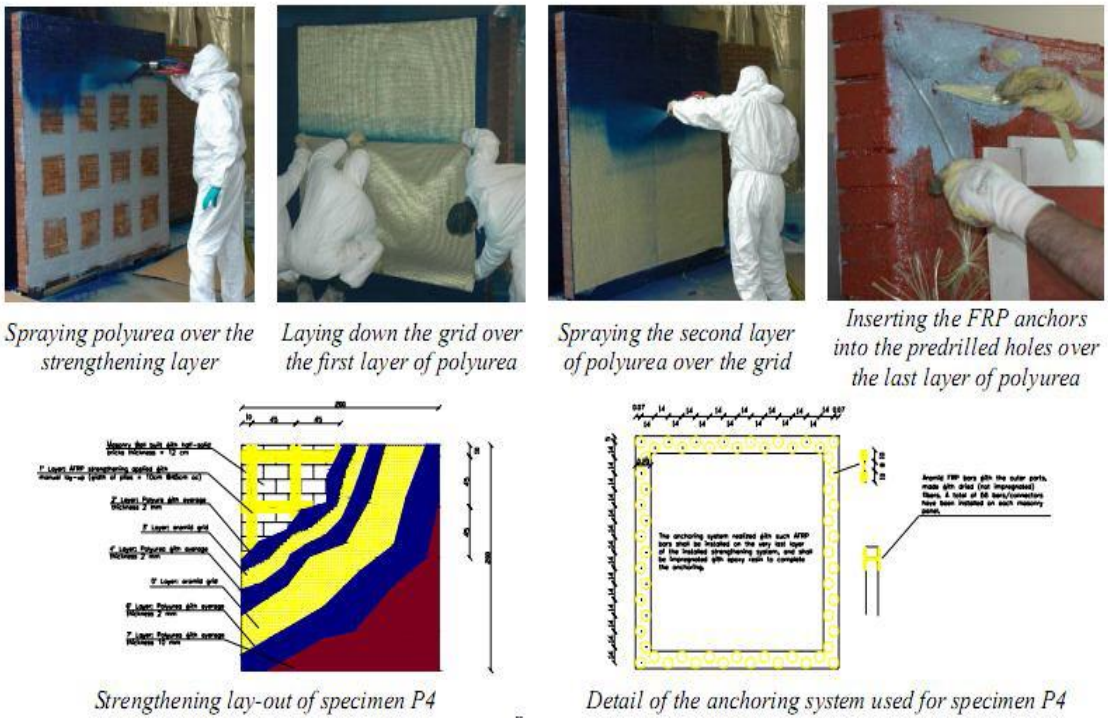
۷ کنتـرل متـداول طراحـی سـازه بـا اسـتفاده از خروجـی های ETABS

- کنترل تغییر مکان نسبی سازه طبق آیین نامه ۲۸۰۰ ویرایش چهارم
- محاسبه ضریب بزرگنمایی (Aj) و کنترل نا منظمی پیچشی طبق آیین نامه ۲۸۰۰ ویرایش چهارم
- محاسبه و توزیع برش پایه ناشی از زلزله طبق آیین نامه ۲۸۰۰ ویرایش چهارم
- محاسبه و کنترل لنگر واژگونی ناشی از زلزله طبق آیین نامه ۲۸۰۰ ویرایش چهارم
- کنترل منظم بودن سازه از نظر جرم در ارتفاع و اعمال پیچش اتفاقی طبق آیین نامه ۲۸۰۰ ویرایش چهارم
- کنترل مهار شده بودن سازه از طریق محاسبه ضریب پایداری طبق مبحث ۹
- محاسبه و کنترل شاخص پایداری سازه طبق آیین نامه ۲۸۰۰ ویرایش چهارم



مقدمه

اجزا ساختاری ساختمان مانند ستون ها , تیرها , کف ها و دیوارها احتمال آسیب پذیری زیادی در برابر خسارت دارند. خسارت به این قطعات می تواند باعث فروپاشی نسبی یا کامل سیستم ساختاری ساختمان شود و حجم زیادی آوار تولید کند. به عنوان مثال انفجار در ساختمان فدرال در شهر اوکلاهاما باعث فروپاشی نیمی از ساختمان شد که منجر به مرگ ۸۷ درصد شد در این ارائه روش هایی برای مقاوم سازی اجزای ساختاری به منظور افزایش مقاومت در برابر انفجار معرفی میشود.



تصویر ۱: مراحل اجرای FRP

مقاوم سازی ستون ها

به طور معمول ستون ها باعث یکپارچگی سیستم ساختمان می شوند و توجه برای اطمینان از بقای این قسمت از ساختمان در هنگامی که انفجار رخ می دهد در بالاترین اولویت در مقاومت ساختمان قرار دارد

به عنوان مثال در اینجا برای تست زیر از FRP و پوشش فلزی ستون استفاده شده است که در شکل زیر مشاهده میکنید.

www.Civilearn.com

تصویر ۲: استفاده از FRP در ستون بتنی

مواد FRP از دو قسمت اساسی تشکیل میشوند :

۱) فایبر (الیاف) ۲) رزین (ماده چسبنده) . فایبرها که اصولا الاستیک , ترد و بسیار مقاوم هستند قسمت اصلی باربر ماده FRP محسوب میشوند

فایبر ممکن است از شیشه و کربن و ارامید و وینیلون باشد که در اینصورت محصولات کامپوزیت به ترتیب VFRP , AFRP , CFRP , GFRP شناخته می شوند

به طور کلی FRP ها به شکل ورقه های نازک با ضخامت های متفاوت لایه های متفاوتی را برای ایجاد مقاومت طبق نیازهای خاص به وجود می اورند

مصالح FRP صفحات با بافت کاغذی نازک هستند که به اعضای بتنی با چسب اپوکسی محکم شده تا توان باربری ان ها به اندازه کافی افزایش یابد . معمولا این مصالح با اساس کربنی به طور گسترده ای در صنایع مختلف کاربرد دارد و امروزه به عنوان روش اصلی برای بهسازی سازه های بتنی در نظر گرفته می شود.

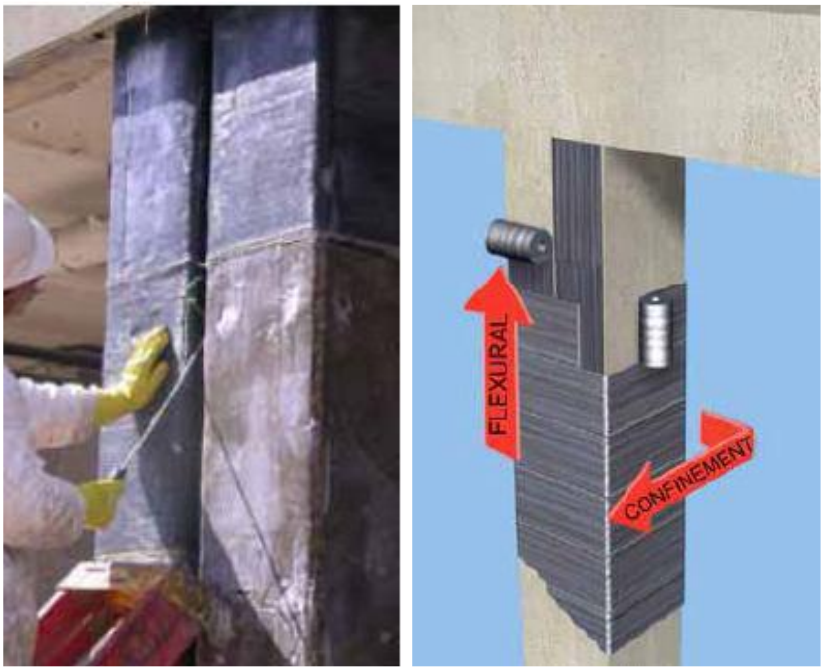
www.Civilearn.com

مشخصات مهم FRP برای ترمیم و بهسازی سازه شامل خصوصیات غیر خورنده بودن ان ها سرعت و اسانی نصب واجرا و هزینه کم و زیبایی ظاهری می باشد.

ازمایش های روی ستون های با مقطع دایره ای که با ورق های FRP بهسازی شده اند نشان دادند که شکل پذیری و کارایی نسبت به نمونه های مجهز به طوق های فولادی بیشتر شده اند.

به نظر میرسد که این امر در نتیجه ویژگی کشسانی جنس پوشش باشد . در صورت استفاده از طوق فولادی تسلیم تحت تاثیر کشش دورانی ممکن است در ابتدای پاسخ تحریک رخ دهد.

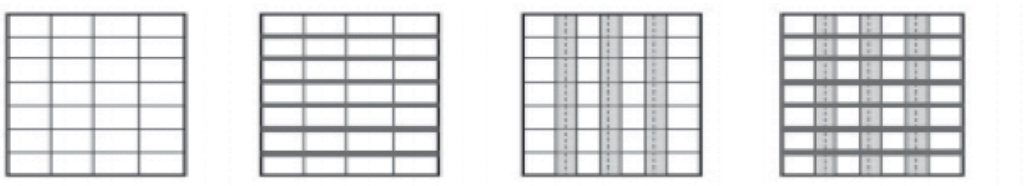
پوشش FRP افزایش قابل توجهی در شکل پذیری ایجاد می کند.



تصویر ۳ : مراحل اجرای FRP در ستون بتنی

دیوارهای با مصالح بنایی

از روش FRP که در ستون های بتنی استفاده شد در این حالت هم می توان استفاده کرد.



تصویر ۴ : روش های اجرای FRP بر روی دیوار

یک راهکار تقویت استفاده از میله های FRP در درزهای افقی دیوار اجری است.

(a) Grinding of Joints

(b) Masking of Masonry

(c) Application of Paste

(d) Installation of GFRP Rods

Tuck Pointing of FRP Rods (Tumialan 2001)

تصویر ۵ : مراحل اجرای FRP بر روی دیوار

www.Civilearn.com

از مزایای این روش پنهان بودن تغییرات در سازه و به حداقل رساندن ملات است . هر چند قرار دادن میله های FRP و بندکشی مجدد دیوار اجر کار بسیار سختی است. راهکار جایگزین استفاده از FRP روی سطح دیوار اجری است .

(a) Leveling of Surface

(b) First coat of Saturant

(c) Installation of Fibers

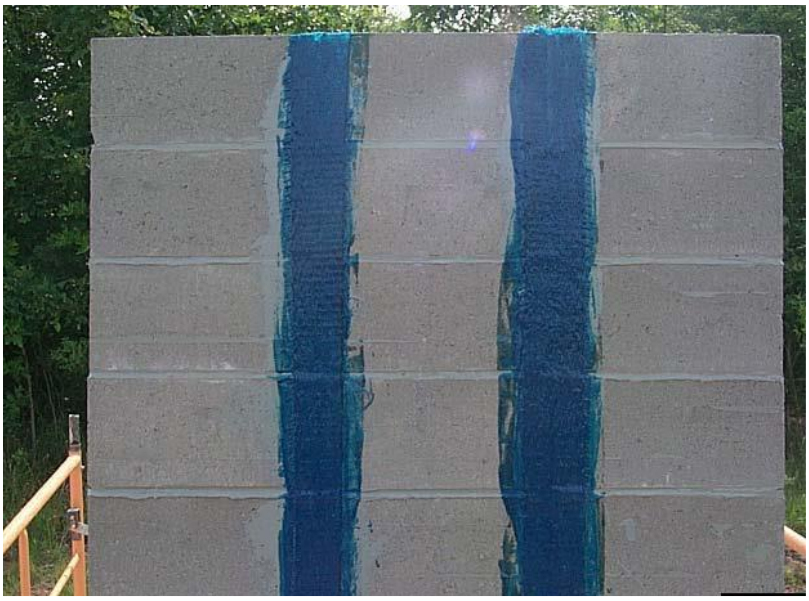
(d) Entrapped Air elimination

Installation of FRP Sheets (Tumialan 2001)

تصویر ۶ : مراحل اجرای FRP بر روی دیوار

نوارهای FRP شامل الیاف یک طرفه به سطح دیوار چسبیده شده و یک سیستم مشبک خارجی را تشکیل می دهد. مزیت این روش سادگی طرح مقاوم سازی است.

www.Civilearn.com



Hybrid System including FRP Rods and Sheets

تصویر ۷ : ترکیب دو روش FRP

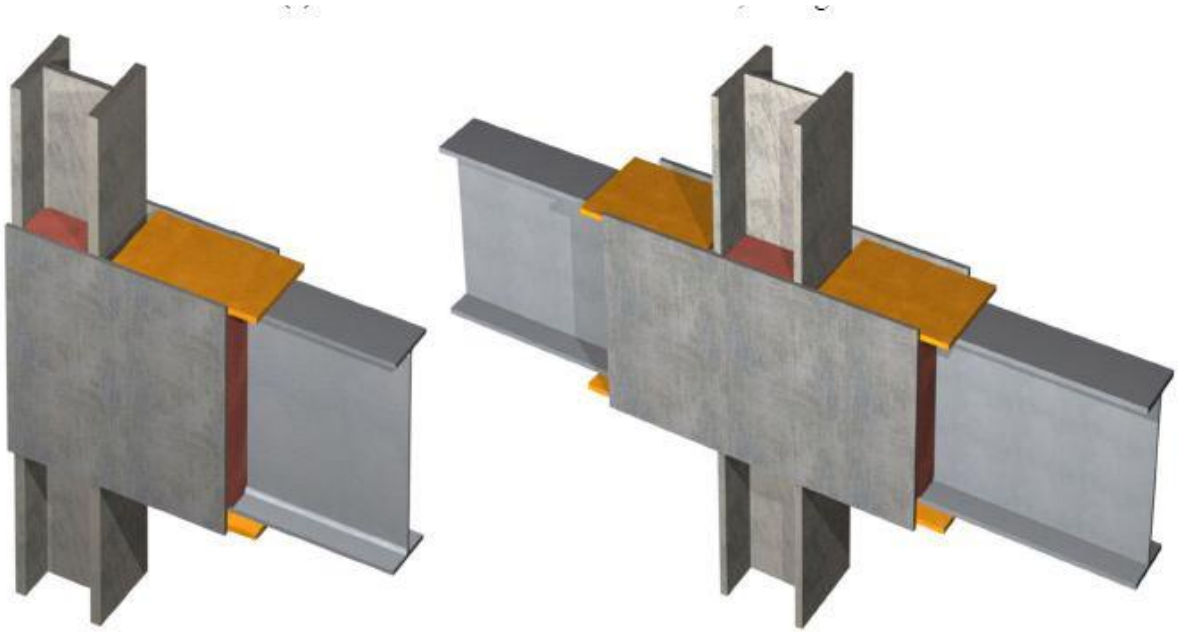
تصویر ۸ : مقاوم سازی دیوار با روش FRP ونتیجه ان بعد از ازمایش

www.Civilearn.com

سعی شد تا حد امکان خلاصه ای از کاربرد های FRP برای مقاوم سازی سازه های موجـود در برابـر انفجـار گفته شود . این فن اوری جدید بهسازی برای سازه های تحت تاثیر زلزله بسیار موثر و سریع می باشد . این فـن اوری در سازه های خسارت دیده زلزله گوجارات با موفقیت به کار گرفته شد .

مقاوم سازی ستون های فولادی

مقاوم سازی ستون های فولادی نسبتا ساده است در مقایسه با فرایند طراحی بـه کـار رفتـه در سـتون های بتن مسلح . به طور کلی نگرانی های اصلی برای ستون های فولادی این است که انها بـه احتمـال زیاد فاقد طرفیت برش کافی در نزدیکی تکیه گاه خود هستند



تصویر ۹: جزییات اجرای اتصالات ستون

www.Civilearn.com

بهسازی اتصالات

پرهزینه ترین بخش عملیات بهسازی سازه های موجود است . برای اعضای مقاوم در برابر بارهای انفجار وبه منظور قابلیت مناسب جذب انرژی وعملکرد سازه ای مفید از کلیه ظرفیت پلاستیک انها استفاده شود . لذا برای جلوگیری از گسیختگی برشی اتصالات موجود بایستی ظرفیت برشی زیادی داشته باشد .

اتصالات اعضای خمشی با انتهای گیردار عموما برای انتقال لنگر ناشی از بارهای سرویس و بارهای استاتیکی طراحی شده اند و توانایی انتقال لنگر ظرفیت پلاستیک مقطع را نخواهد داشت . به منظور افزایش ظرفیت انفجاری ساختمان لازم است ورقهای اتصالات برای لنگری بیشتر از ظرفیت جاری شدن دینامیکی اعضا طراحی شوند .

مهاربندی ها

یک راه حل اقتصادی در بهسازی و افزایش ظرفیت باربری انفجاری سازه تعبیه مهار جانبی جدید یا بهره گیری از المانهای کششی و اتصال انها به سقف یا دیوار مجاور اعضا سازه ای مذکور می باشد . مهار جانبی جدید می تواند شامل مقاطع سبک فولادی باشد که به بال فشاری جوش و پیچ شده باشند . هزینه این عملیات بهسازی در مقایسه با مزایای افزایش مقتومت خمشی موجود بسیار پایین می باشد . عموما دو پارامتر هزینه ساخت و تداخل عملیات اجرایی عواملی هستند که اقتصادی بودن این روش بهسازی را تایید می کند .

جداگر سربی لاستیکی

جداگر سربی لاستیکی، توسعه یافته ترین و رایج ترین جداگر لرزه ای در دنیا است که می‌تواند سبب کاهش ۶۰-۸۰ درصدی ورودی نیروی زلزله به سازه گردد. این محصول در دهه هفتاد میلادی توسط دکتر بیل رابینسون اختراع شد و با نام اختصاریLRB ، در دنیا شناخته شد LRB.امروزه در زمره ی مطمئن ترین و کارآمدترین تجهیزات محافظت لرزه ای انواع سازه ها است و از زمان معرفی، تاکنون در بیش از ۸۰۰۰ سازه در دنیا مورد استفاده قرار گرفته است.

www.Civilearn.com

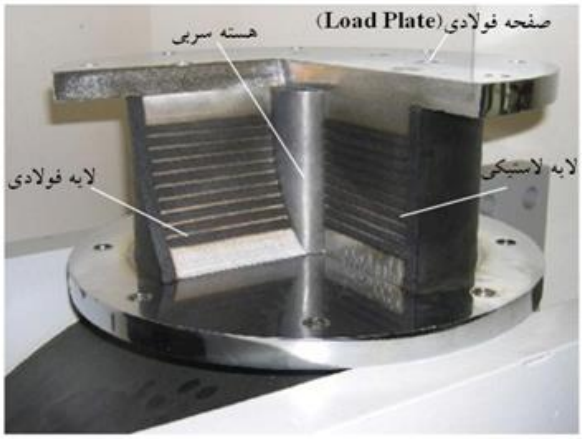
تصویر ۱۰: اجرای LRB

با استفاده از این تکیه گاه می توان به طور ایده آل تمامی اهداف جداسازی لرزه‌ای اعم از افزایش دوره ی تناوب سازه و استهلاک انرژی ارتعاشی را پیاده نمود. لازم به ذکر است که افزایش دوره ی تناوب، علاوه بر کاهش شتاب لرزه ای سازه، سبب دور شدن آن از میدان تشدید می گردد. سازه های جداسازی شده با این جداگر نه تنها پس از زلزله هایی بزرگ پا برجا مانده اند بلکه خسارت غیر سازه ای نیز ندیده اند و همچنان پس از زلزله سرویس دهی خود را حفظ نموده اند. بیمارستان USC واقع در ایالت کالیفرنا و مرکز کامپیوتر وزارت پست و تلگراف ژاپن، از جمله ی این سازه ها اند که در زلزله‌های بزرگ نورثریج و کوبه، عملکردی بسیار مناسب نشان دادند.

اجزاء و عملکرد

این جداگر متشکل از چند لایه لاستیک طبیعی و فولاد، و یک یا چند هسته ی سربی است.

www.Civilearn.com

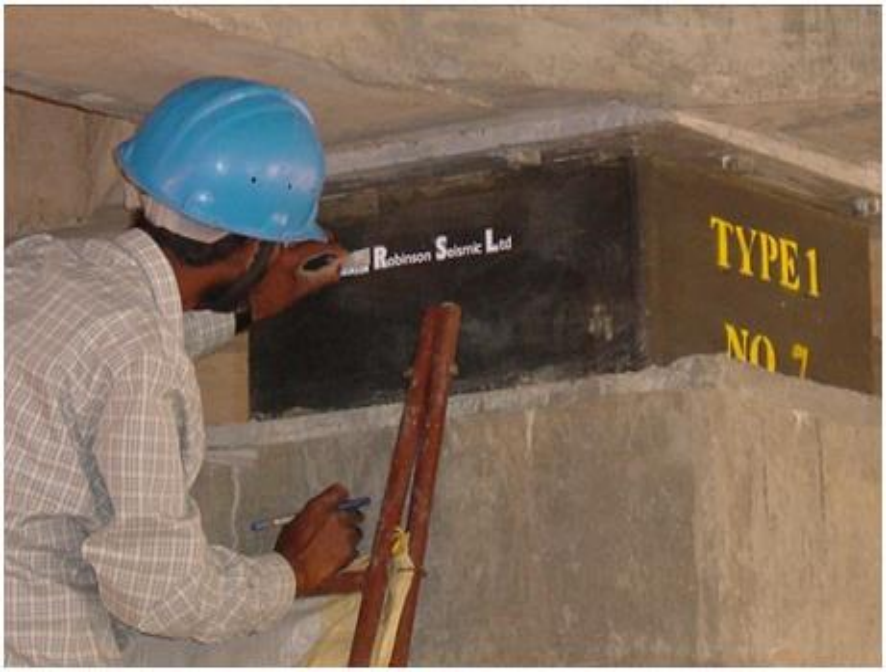


تصویر ۱۱ : جزییات LRB

مجموعه ی لایه های لاستیک و فولاد که به صورت یکی در میان قرار گرفته اند، با تأمین سختی قائم کافی، بار ثقلی سازه را تحمل می کند. علاوه بر آن لاستیک از طرفی به دلیل نرمی برشی اش با ایجاد ترازی نـرم، سـبب افزایش دوره‌ی تناوب روبنا گشته و از طرفی دیگر، نیروی بازگرداننده ای راتأمین می کند که سـبب بـازگردانی سازه، پس از جابه جایی های ناشی از زلزله می گردد. در این مجموعه بـا بهـره گیـری از رفتـار دو خطـی نـرم شونده‌ی سرب، که در جابه‌جایی‌های ناشی از زلزله، در نمودار نیروی برشی- جابه‌جـایی، حلقـه‌ای هیسـترزیس ایجاد می کند، می توان تا بیش از ۳۰٪ میرایی بحرانی را ایجاد نمود که سبب استهلاک انرژی ارتعاشی خواهـد شد.به کمک این مجموعه، می توان سازه را از سطح عملرکد ایمنی جانی، به سطح عملکرد بی‌وقفه رساند.

جداگر لاستیکی با میرایی بالا(High Damping Rubber Bearing)

این تکیه گاه در جداسازی سازه و افزایش دوره تناوب آن همانند LRB عمل می کنـد.تفاوت آن بـا تکیـه گـاه سربی لاستیکی در نحوه ی استهلاک انرژی می باشد. در این تکیه گاه که با نام اختصاری HDRB شناخته می شود، از لاستیک با میرایی بالا استفاده شده است که می تواند تا ۲۰٪ میرایی بحرانی را تأمین نماید.



تصویر ۱۲

در تکیه گاه لاستیکی با میرایی بالا میله ی سربی وجود ندارد و برای هر پروژه ای بر حسب نیاز طراحی میگردد.

موارد استفاده از آن نیز همچون LRB است با این تفاوت که شباهت آن به الاستومر و نئوپرن های استفاده شده در زیر عرشه پل ها، و مزیت های روشنی که نسبت به آن ها دارد، به کارگیری HDRB را در پل ها رواج بیشتری بخشیده است. از جمله ی این مزایا عمر مفید نامحدود آن و عدم تغییر شکل در دراز مدت است. همچنین میرایی بالایی را در دو جهت قائم و افقی تأمین می کند.

میراگر ویسکوز(Viscous Fluid Damper)

از میراگر ویسکوز جهت استهلاک انرژی لرزه ای در انواع سازه ها استفاده می شود. با نصب این میراگر در نقاطی از سازه که تحت حرکات رفت و برگشتی لرزه ای دچار تغییر مکان نسبی می گردد، مـی تـوان از تخریـب و یـا

تغییر شکل دائمی اعضای سازه ای جلوگیری نمود و انرژی ارتعاشی را در درون میراگر به حرارت تبدیل و اتلاف نمود .

تصویر ۱۳

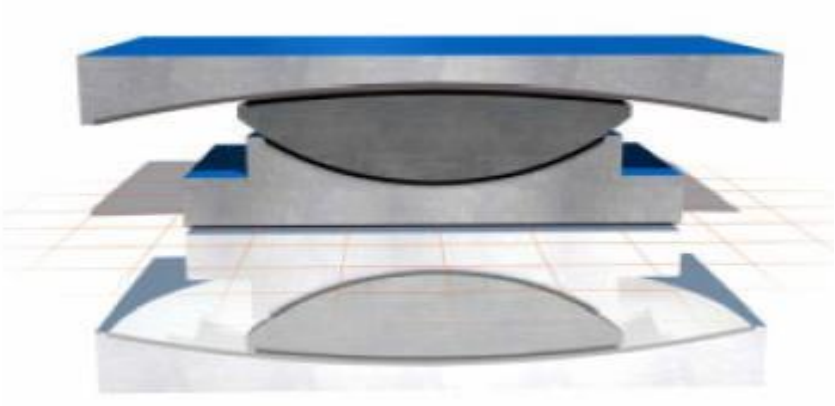
در این میراگر از سیلیکون به عنوان سیال ویسکوز استفاده می شود. عبور سیال لزج از منافذ ایجاد شده در درون سیلندر میراگر، موجب تبدیل انرژی ارتعا شی به حرارتی می گردد .

تصویر ۱۴

www.Civilearn.com

جداگر اصطکاکی پاندولی

سامانه جداساز لرزه ای اصطکاکی پاندولی، به کمک هندسه ی خاص خود لغزش بین سطوح و نیروی بازگرداننده را تلفیق می کند FPS .شامل لغزنده ای مفصلی است که بر روی سطح مقعری از فولاد ضد زنگ حرکت می کند. این سطح تماس به وسیله ی ماده ی کامپوزیتی با اصطکاک پایین پوشانده شده است.



تصویر ۱۵

اصطکاک بین سطوح سبب استهلاک انرژی می گردد و همچنین نیروی انتقالی به سازه تحت زمین لرزه محدود می گردد. نیروی بازگرداننده نیز به دلیل تقعر سطح لغزش تأمین می گردد. در جداگر اصطکاکی پاندولی، شعاع تقعر پارامتری اساسی است، به گونه ای که سختی جداگر و دوره تناوب جداسازی روسازه بستگی تام به این پارامتر دارد .

میراگر سربی تسلیمی

این میراگر از دسته ی دمپرهای فلزی _ تسلیمی است که از خصوصیت سوپرپلاستیک سرب بهره می گیرد و در بخش هایی از سازه نصب می گردد که نسبت به هم در هنگام ایجاد وقوع بار جانبی، تغییر مکان نسبی می دهد. باد بندها و عرشه ی پل ها محل هایی بسیار مناسب برای استفاده از میراگر سربی تسلیمی می باشد .

ساختار آن بسیار شبیه تکیه گاه سربی لاستیکی است با این تفاوت که سرب بخش اعظم مقطع را به خود اختصاص داده است که سبب افزایش میرایی تا بیش از ۲۰ ٪ میرایی بحرانی می گردد. نبود کرنش پسماند در سرب پس از حرکات رفت و برگشتی زلزله، و نیروی الاستیک لاستیک پیرامونی، سبب می شود که پس از اتمام ارتعاشات میراگر به حالت اولیه خود بازگردد ونیاز به تعمیر و یا تعویض نداشته باشد .

تصویر ۱۶

حساسیت این میراگر هیسترزیس به طیف وسیعی از تغییر مکان های نسبی و عدم وابستگی خصوصیات استهلاک انرژی اش به فرکانس ارتعاشات،این میراگر را به گزینه ای بسیار مناسب برای مقابله با ارتعاشات ناشی از بار باد و زلزله تبدیل نموده است .

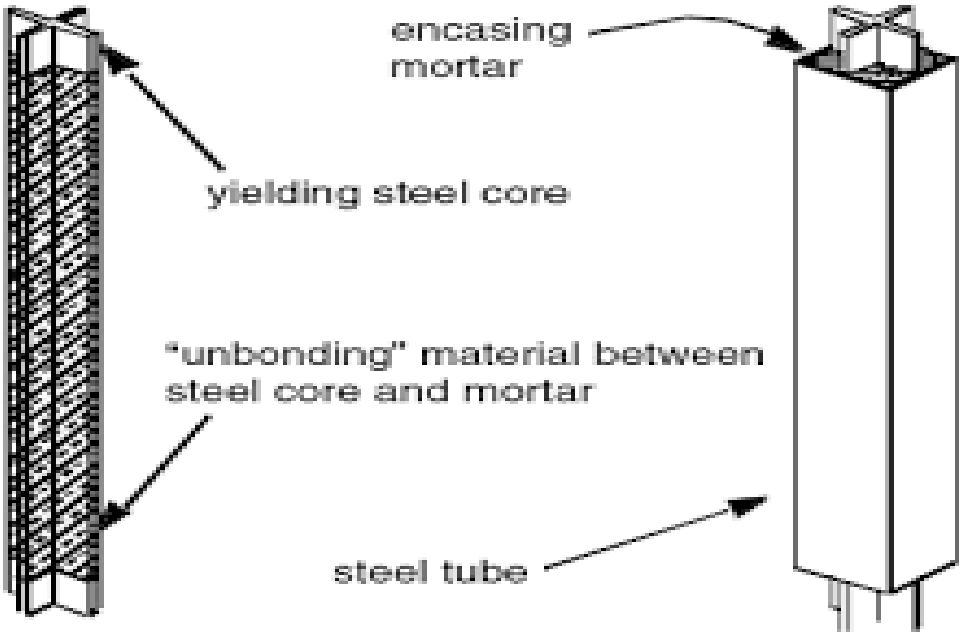
بادبند با کمانش مقید شده

بادبند با کمانش مقید شده(Buckling Restrained Brace) ، به عنوان یک میراگر فولادی با صرفه اقتصادی شناخته می شود که می تواند به طور مؤثری میزان قابل توجهی از انرژی زلزله و عملکرد لرزه ای را ارتقاء بخشد. هسته فولادی BRB در حین انتقال بار محوری می تواند به ظرفیت کامل تسلیم در کشش و

فشار است. قید کمانشیBRB ، مانع از کمانش موضعی یا کلی بادبند می گردد. لایه ای در بین هسته فـولادی و قید کمانشی قرار می گیرد که مانع از چسبندگی این دو به هم شده و اجازه می دهد که هسته به راحتی وارد فاز تسلیم گردد و انرژی را مستهلک نماید .

فواید به کارگیری در سازه ها :

- کاهش ابعاد پی و اتصالات
- کاهش وزن سازه ای به دلیل کوچکتر شدن ستون ها، تیرها و سایر المان ها
- کاهش زمان ساخت



تصویر ۱۷

نویسنده : مهندس میلاد فهیمی

گروه آموزشی – مهندسی سیویلرن

مرجه طراحی و محاسبات ساختمان

مرکز آموزشهای علمی – کاربردی مهندسی عمران

www.Civilearn.com

Civilearn@gmail.com

Info@Civilearn.com

+۹۸ ۹۱۲ ۸۸ ۷۶ ۱۰۰