

www.icivil.ir

پرتال جامع دانشجویان و مهندسين عمران

ارائه كتابها و جزوات رايجان مهندسي عمران

بهترين و برترين مقالات روز عمران

انجمن هاي تفصلي مهندسي عمران

خبرنگاه تفصلي مهندسي عمران



@icivilir



icivil.ir



کارگاه آموزشی مقاوم سازی

کاربرد جداگر ها و میراگر ها در بهسازی لرزه ای



بهسازی لرزه ای سازه ها

مقدمه

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



بهسازی لرزه ای :

بهبود ساختمان های موجود برای تامین

نیازهای لرزه ای

- نیاز مقاومت
- نیاز شکل پذیری
- نیاز سختی

بهسازی لرزه ای سازه ها

مقدمه

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



• چه سازه هایی بهسازی نیاز دارند ؟

• ۱- سازه هایی که بر اساس ضوابط لرزه ای طراحی و اجرا نشده اند.

• ۲- سازه هایی که بر اساس ضوابط طراحی لرزه ای قدیمی طراحی شده اند.

• ۳- سازه هایی که در اجرای آن ها ضوابط لرزه ای رعایت نشده اند.



بهسازی لرزه ای سازه ها

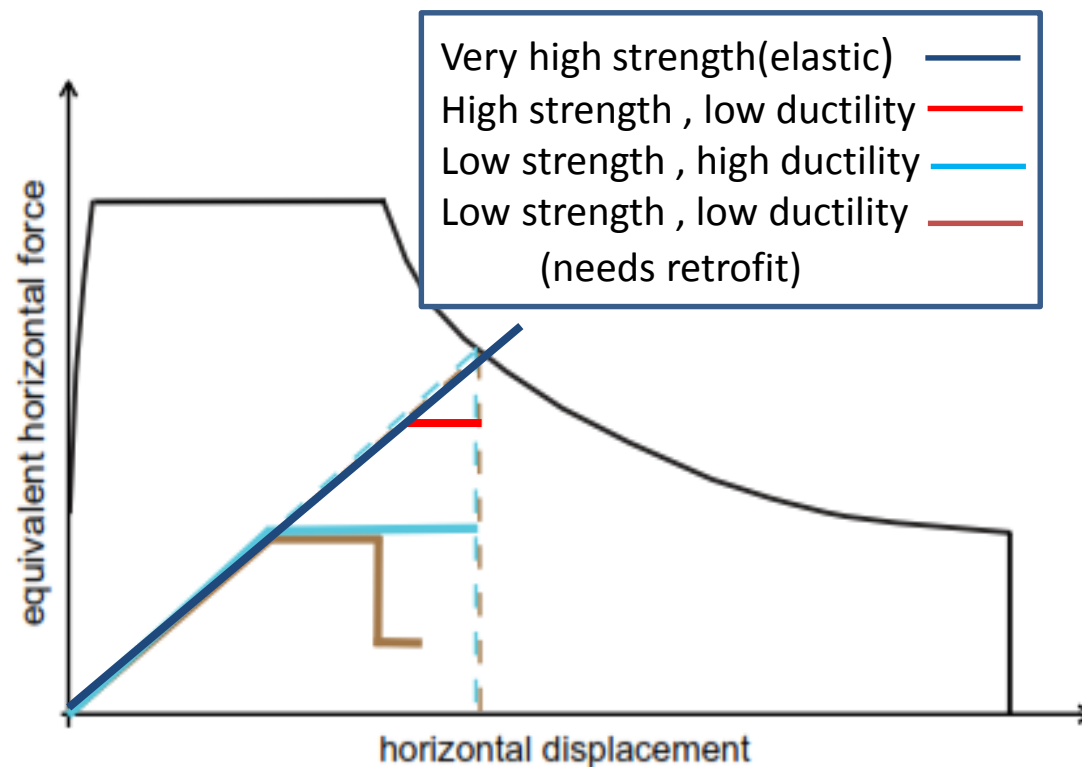
مقدمه

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



نیازهای لرزه ای سازه:

- نیاز به مقاومت کافی
- نیاز به شکل پذیری مناسب
- نیاز به سختی مناسب



بهسازی لرزه ای سازه ها

طراحی بر اساس عملکرد

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



روش ارزیابی بهسازی لرزه ای:

- **روش طراحی لرزه ای ساختمان های جدید برای بهسازی**

مناسب نیست

- **روش مناسب :**

روش طراحی بر اساس عملکرد

بهسازی لرزه ای سازه ها

طراحی بر اساس عملکرد

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



روش طراحی بر اساس عملکرد:

- ۱- انتخاب شدت زلزله (سطح خطر)
- ۲- تعیین عملکرد مورد انتظار از سازه (سطح عملکرد)
- ۳- ارزیابی رفتار کلی و اجزاء سازه
- ۴- اقدام به بهسازی برای رسیدن به عملکرد مورد انتظار

بهسازی لرزه ای سازه ها

طراحی بر اساس عملکرد

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



سطوح خطر زلزله در FEMA356

Probability	MRI	Frequency
50%-50 Year	72 Years	Frequent
20%-50 Year	225 Years	Occasional
10%-50 Year (BSE-1)	474 Years	Rare
2%-50 Year* (BSE-2)	2475 Years	Very Rare

سطوح خطر زلزله در نشریه ۳۶۰

- ۱- سطح خطر ۱: معادل سطحی از حرکت‌های قوی زمین است که احتمال فراگذشت^۱ از آن ۱۰٪ در ۵۰ سال باشد. این سطح خطر معادل دوره بازگشت ۴۷۵ سال است. سطح خطر ۱ در استاندارد ۲۸۰۰ «زلزله طرح» نامیده شده است.
- ۲- سطح خطر ۲: معادل سطحی از حرکت‌های قوی زمین است که احتمال فراگذشت از آن ۲٪ در ۵۰ سال باشد. این سطح خطر معادل دوره بازگشت ۲۴۷۵ سال است.
- ۳- سطح خطر انتخابی (زلزله با هر احتمال رویداد در ۵۰ سال): معادل سطحی از حرکت‌های قوی زمین است که احتمال فراگذشت از آن انتخابی است. این سطح خطر برای موارد خاص و با ملاحظات ویژه استفاده می‌شود.

بهسازی لرزه ای سازه ها

طراحی بر اساس عملکرد

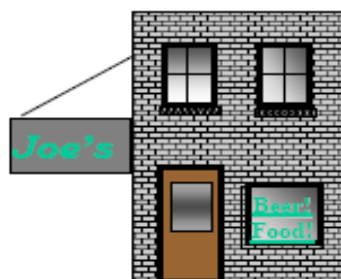
کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



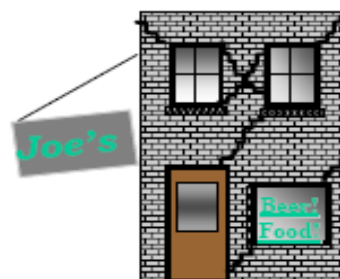
سطوح عملکرد استاندارد سازه



Operational



Immediate
Occupancy



Life
Safety



Collapse
Prevention



0%

Damage or Loss

99%

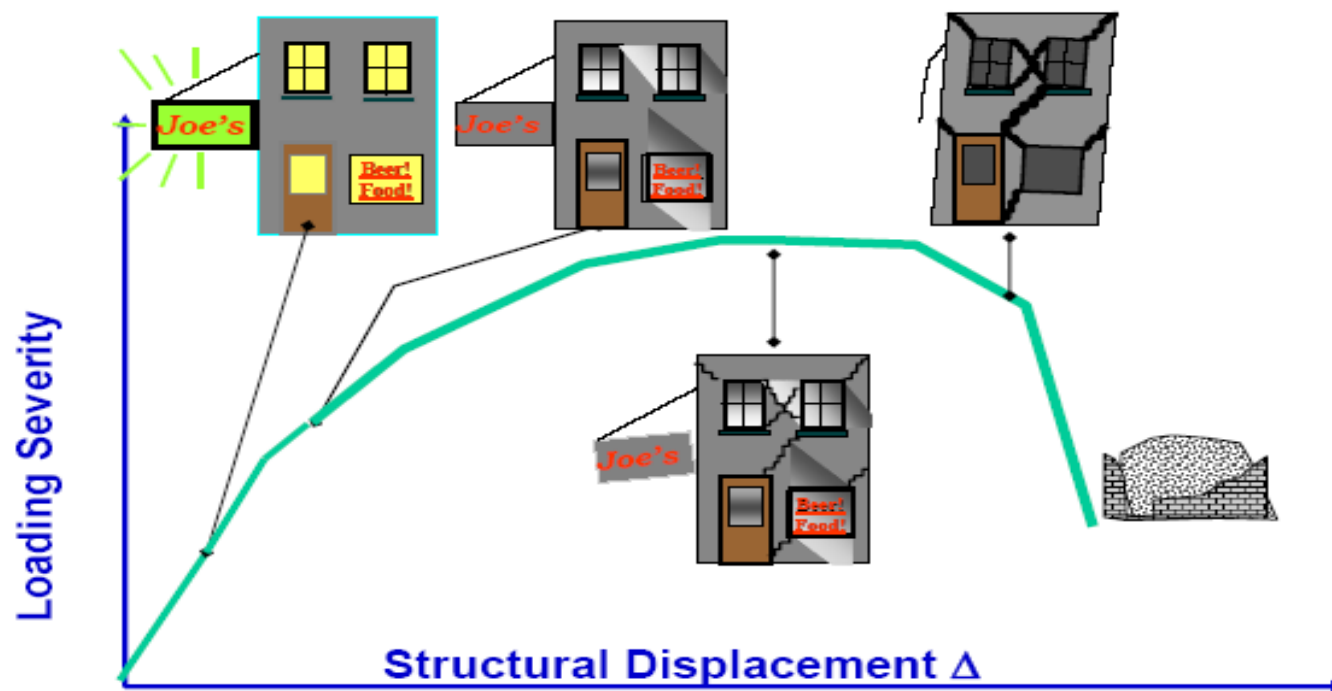
بهسازی لرزه ای سازه ها

طراحی بر اساس عملکرد

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



رفتار سازه در سطوح مختلف عملکرد





کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی

بهسازی لرزه ای سازه ها

طراحی بر اساس عملکرد

جدول (۱-۱): سطوح عملکرد ساختمان

سطوح عملکرد سازه						سطوح عملکرد اجزای غیرسازه ای
لحاظ نشده S-6	آستانه فروریزش S-5	ایمنی جانی محدود S-4	ایمنی جانی S-3	خرابی محدود S-2	قابلیت استفاده بی وقفه S-1	
*	*	*	*	A-2	خدمت رسانی بی وقفه A-1	خدمت رسانی بی وقفه N-A
*	*	*	B-3	B-2	قابلیت استفاده بی وقفه B-1	قابلیت استفاده بی وقفه N-B
C-6	C-5	C-4	ایمنی جانی C-3	C-2	C-1	ایمنی جانی N-C
D-6	D-5	D-4	D-3	D-2	*	ایمنی جانی محدود N-D
ارزش بهسازی ندارد	آستانه فروریزش E-5	E-4	*	*	*	لحاظ نشده N-E

*این سطوح عملکرد به دلیل اختلاف زیاد بین سطح عملکرد اجزای سازه ای و غیرسازه ای، توصیه نمی شود.

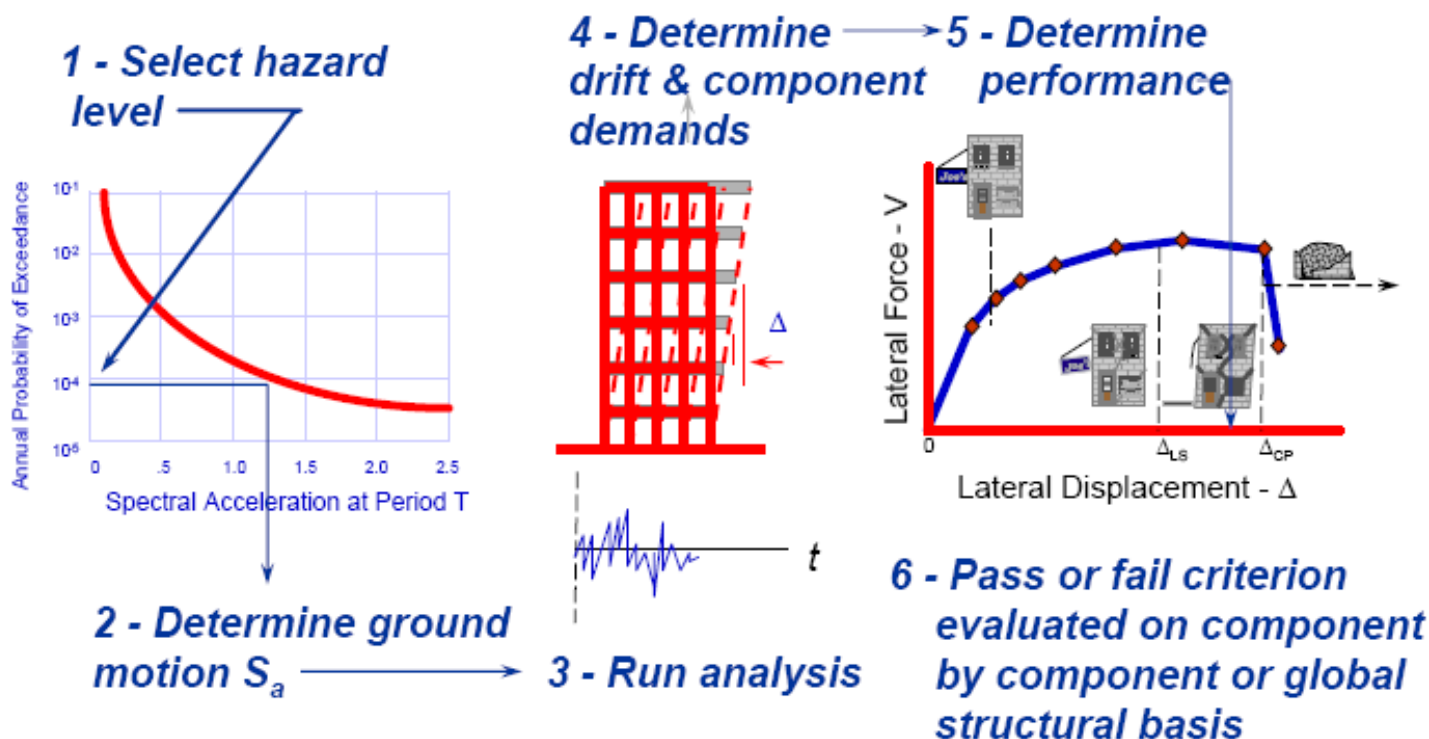
بهسازی لرزه ای سازه ها

طراحی بر اساس عملکرد

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



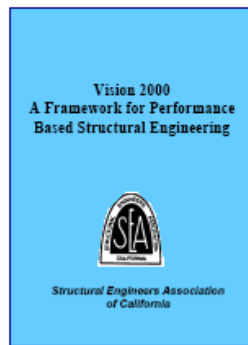
ارزیابی رفتار سازه



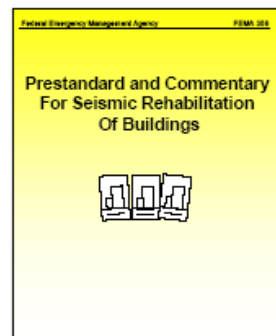
بهسازی لرزه ای سازه ها

طراحی بر اساس عملکرد

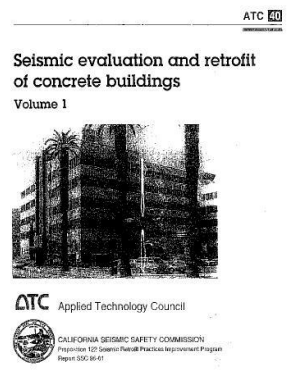
کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



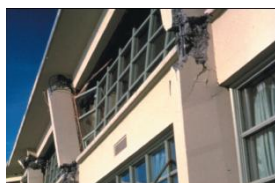
Vision 2000
(new buildings)



FEMA 356
(existing buildings)



ATC-40
(existing concrete
buildings)



FEMA 440
(Improvements of
NSP)



ASCE 41-2013
(Standard)



بهسازی لرزه ای سازه ها

راهنما

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



راهنماهای بهسازی

- الف- اصلاح موضعی اجزای سازه که دارای عملکرد نامناسبی در زلزله هستند؛
- ب- حذف یا کاهش بی نظمی در ساختمان موجود؛
- پ- تامین سختی جانبی لازم برای کل سازه؛
- ت- تامین مقاومت لازم برای کل سازه؛
- ث- کاهش جرم ساختمان؛
- ج- به کارگیری سیستم های جداساز لرزه ای؛
- چ- به کارگیری سیستم های غیرفعال اتلاف انرژی؛
- ح- تغییر کاربری ساختمان

بهسازی لرزه ای سازه ها

راهنماها

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



راهنماهای بهسازی

کاهش نیاز

کاهش وزن

کاهش سختی

(استفاده از جداگرها)

افزایش میرایی

(استفاده از میراگرها)

افزایش ظرفیت

موضعی

پوشش با ورق فولادی

پوشش بتن آرمه

پوشش با FRP

کلی

دیوار برشی

مهاربندی

میانقاب

دیوار خارجی

بهسازی لرزه ای سازه ها

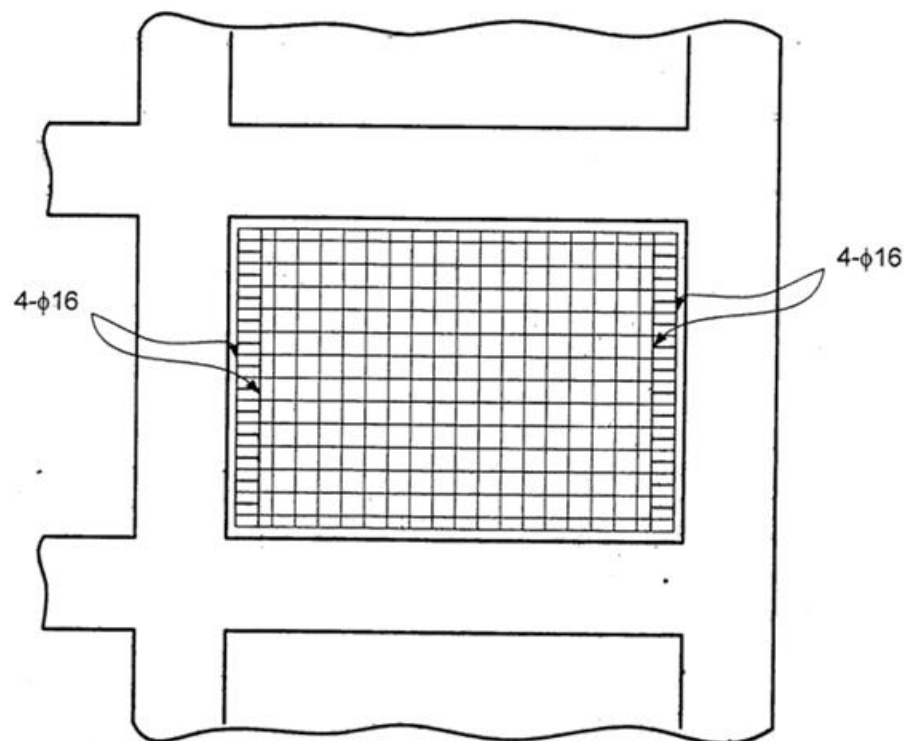
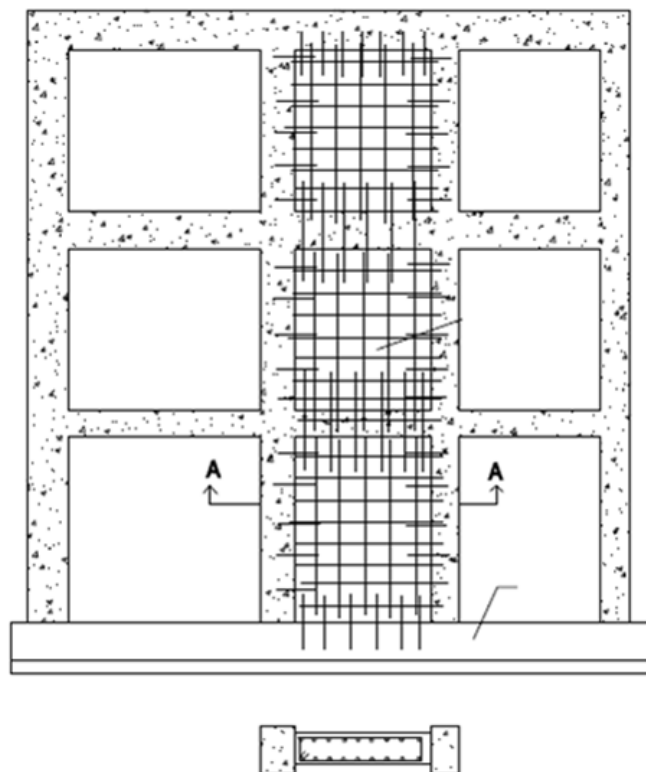
راهبردها

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



اضافه کردن دیوار برشی

اضافه کردن میان قاب



بهسازی لرنه ای سازه ها

راهبردها

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



اضافه کردن دیوار برشی داخلی



بهسازی لرزه ای سازه ها

راهبردها

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



اضافه کردن دیوار برشی و مهاربند



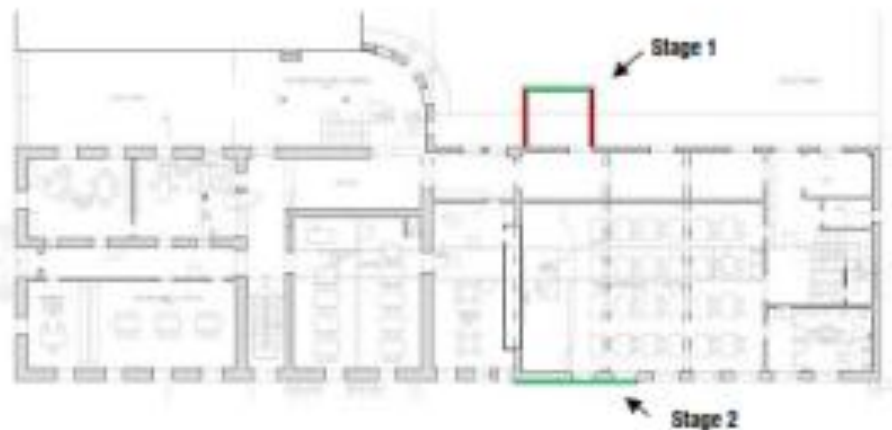
بهسازی لرزه ای سازه ها

راهبردها

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



اضافه کردن دیوار برشی خارجی



بهسازی لرنه ای سازه ها

راهبردها

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



اضافه کردن دیوار برشی خارجی



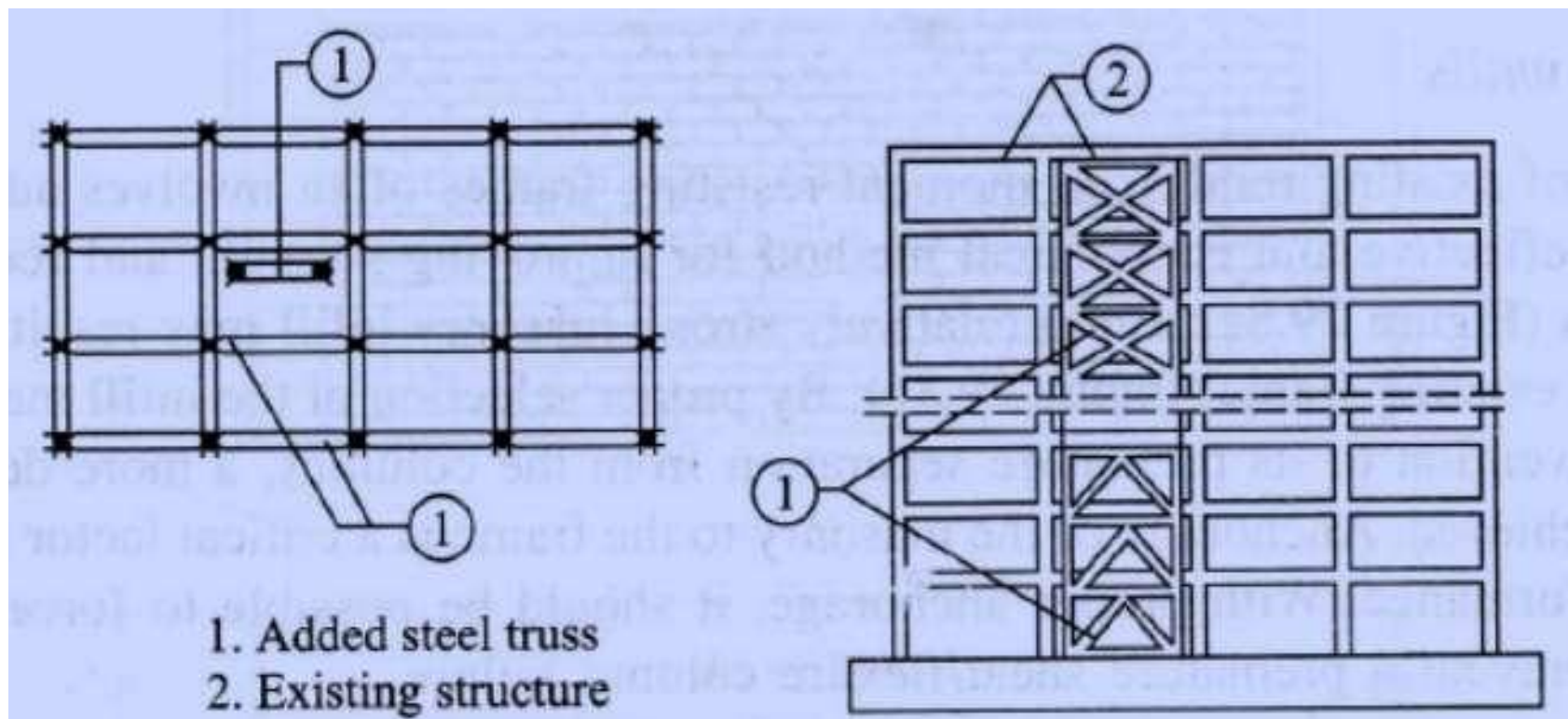
بهسازی لرزه ای سازه ها

راهبردها

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



اضافه کردن مهار بند فلزی



بهسازی لرزه ای سازه ها

راهبردها

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



اضافه کردن مهاربند فلزی



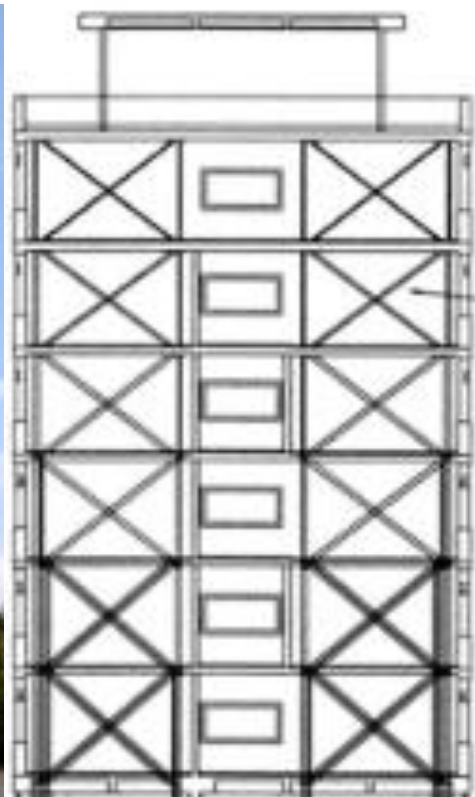
بهسازی لرزه ای سازه ها

راهبردها

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



تقویت دیوار بنایی با FRP



بهسازی لرزه ای سازه ها

راهبردها

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



اضافه کردن ضخامت دیوار بتنی



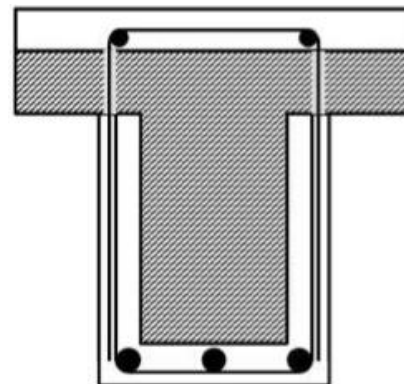
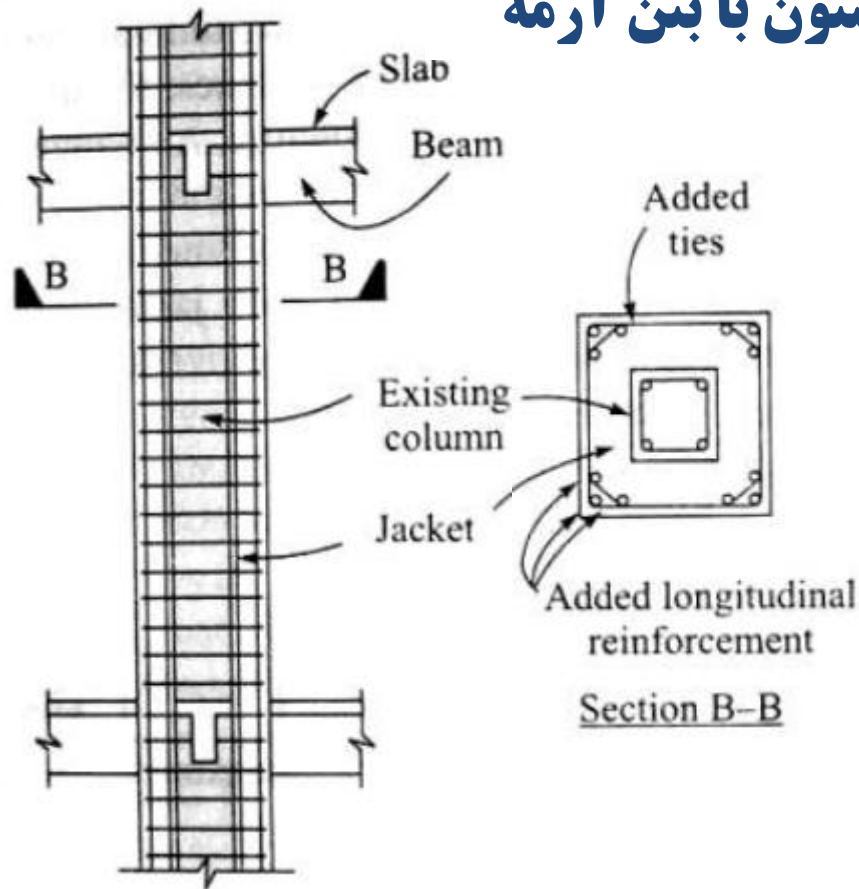
بهسازی لرزه ای سازه ها

راهبردها

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



پوشش تیر و ستون با بتن آرمه



بهسازی لرزه ای سازه ها

راهبردها

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



پوشش ستون با ورق مشبک فولادی

پوشش ستون با CFRP



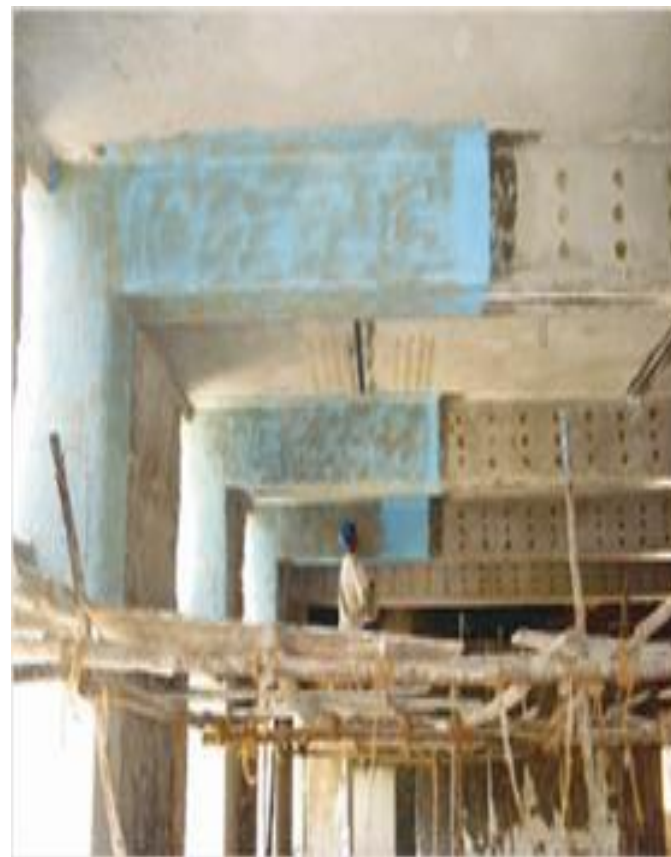
بهسازی لرزه ای سازه ها

راهنما

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



پوشش تیر و اتصال با CFRP

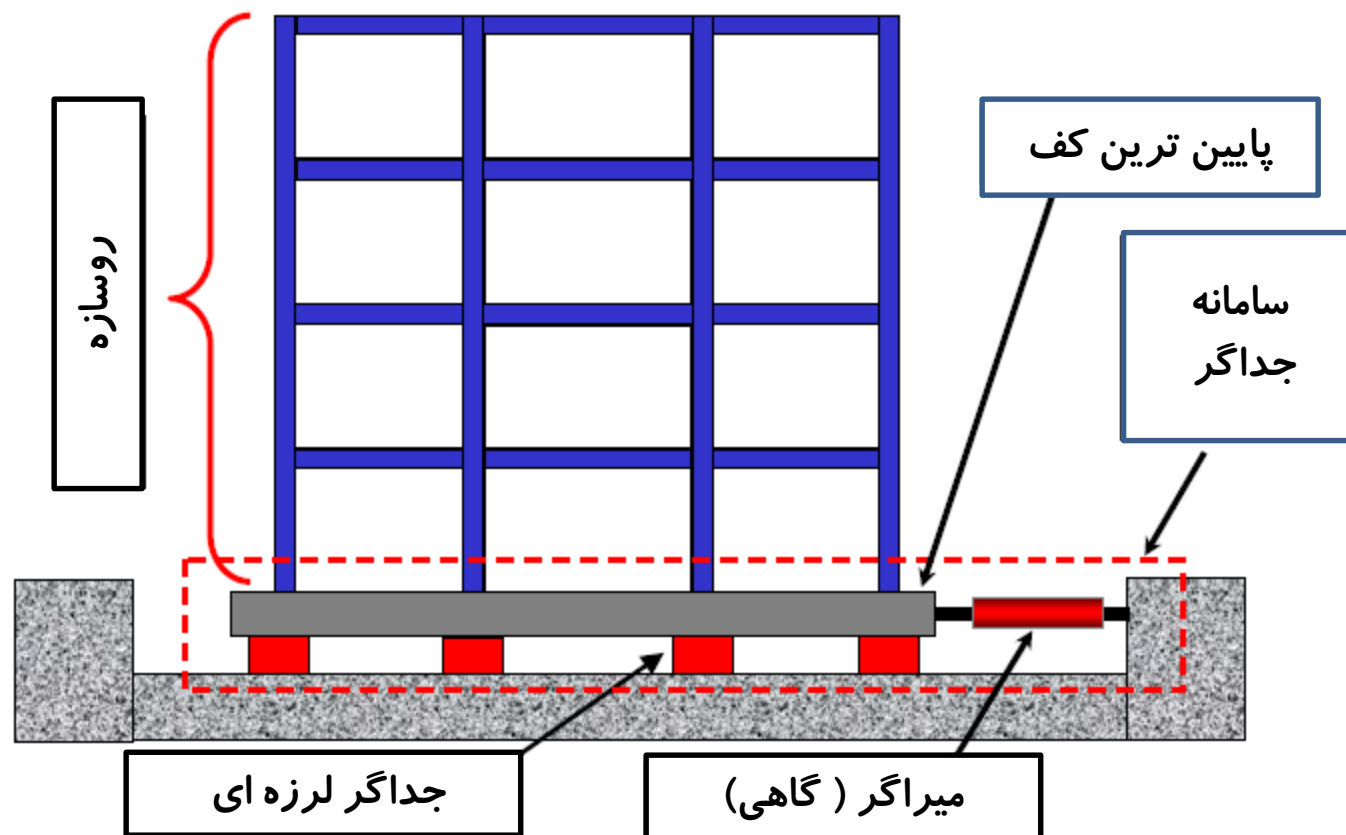


بهسازی لرزه ای سازه ها جداگرها

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



ساختار یک سازه مجهزه جداگر لرزه ای

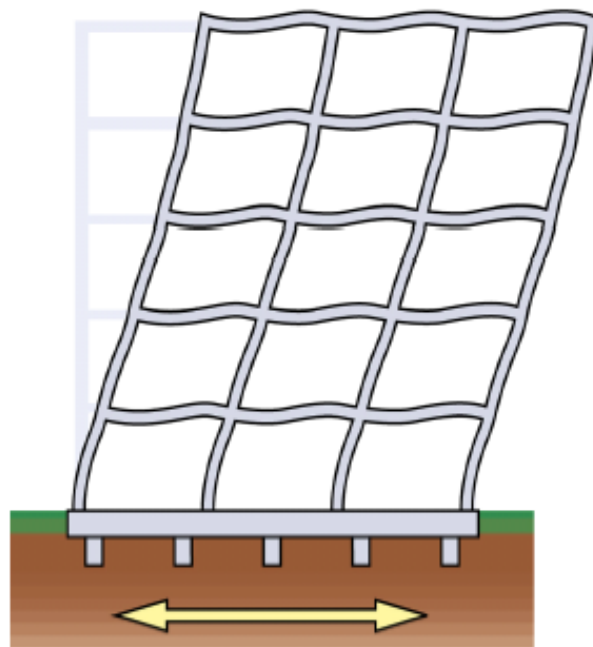


بهسازی لرزه ای سازه ها جداگرها

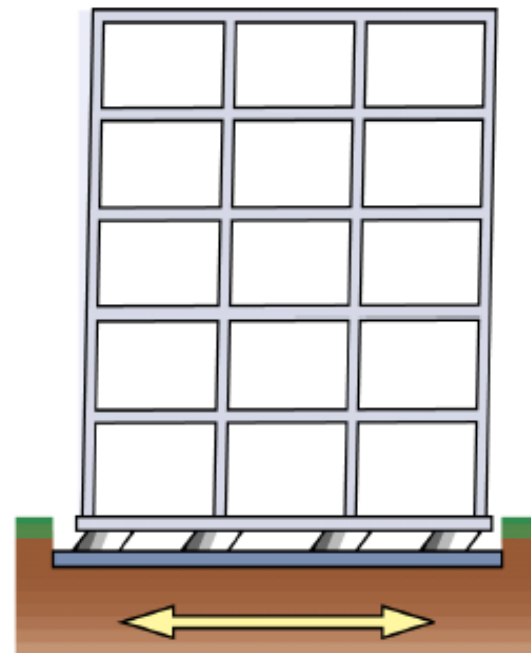
کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



رفتار سازه های مجهز به سا مانه جدا گر لرزه ای



سازه بدون جدا گر



سازه با جدا گر

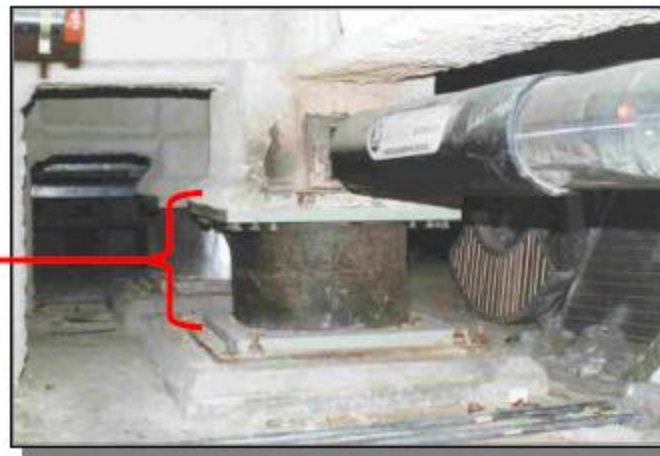
بهسازی لرزه ای سازه ها جداگرها

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



جداگرهای نصب شده در تراز پی

جداگر
لاستیکی



جداگر لغزشی



بهسازی لرزه ای سازه ها جداگرها

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



مهمترین ویژگی های لازم برای جداگرها

- انعطاف پذیری زیاد (بیشتر از سازه) در جهت افقی
- جذب انرژی (میرایی) مناسب
- سختی مناسب و کافی در جهت قائم
- سختی اولیه زیاد در برابر بارهای افقی با شدت کم

بهسازی لرزه ای سازه ها

جداگرها

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



اهداف استفاده از جداگرها در ساختمان ها

- بالا بردن سطح عملکرد سازه
- کاهش خسارت در اجزاء سازه ای و غیر سازه ای
- کاهش شتاب سازه برای جلوگیری از خسارت بر وسایل و تجهیزات داخل ساختمان

بهسازی لرزه ای سازه ها

تست اتاقک بدون جداگر

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



بهسازی لرزه ای سازه ها

تست اتاقک با جداگر

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



بهسازی لرزه ای سازه ها

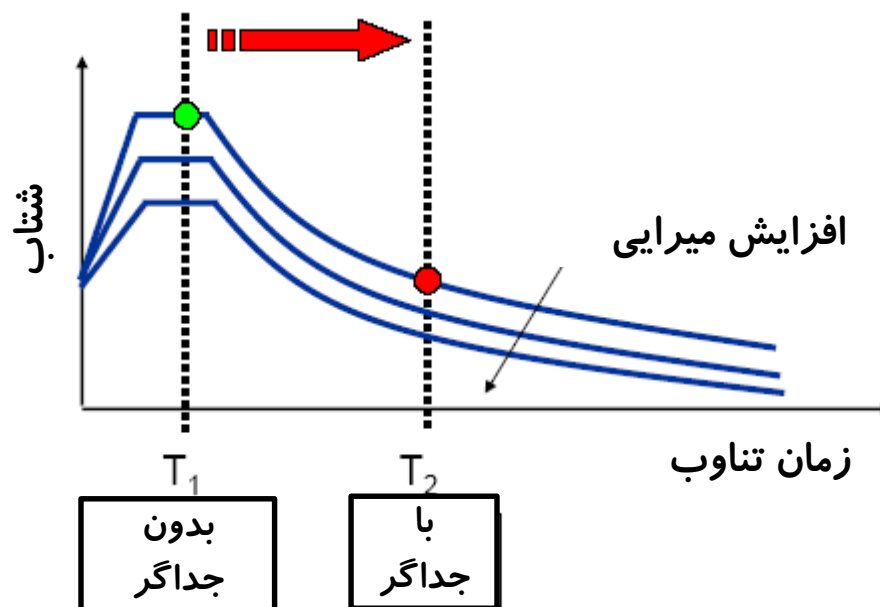
اثر جداگرها بر پاسخ سازه

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



تأثیر استفاده از جداگر بر شتاب سازه

افزایش زمان تناوب باعث کاهش شتاب می شود
افزایش میرایی هم باعث کاهش شتاب می شود



بهسازی لرزه ای سازه ها

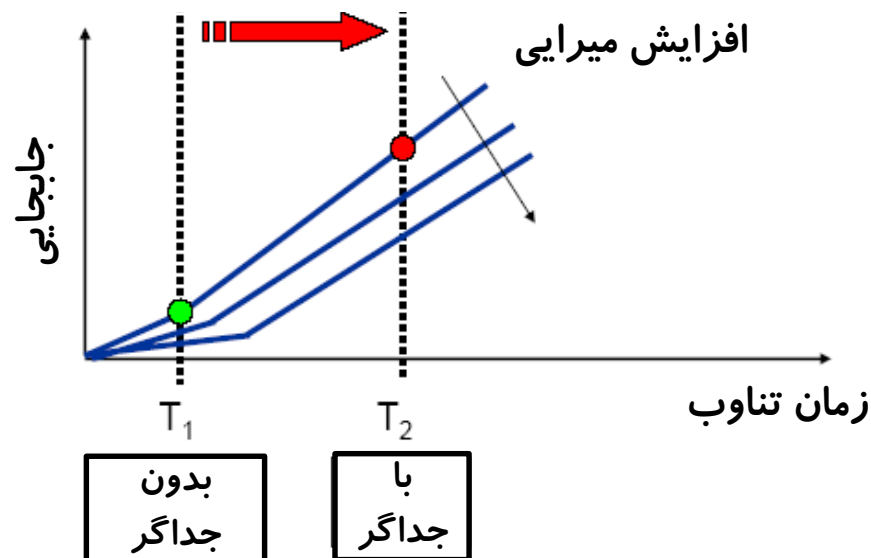
اثر جداگرها بر پاسخ سازه

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



تأثیر استفاده از جداگر بر جابجایی سازه

افزایش زمان تناوب باعث افزایش جابجایی می شود
این جابجایی عمدتاً در تراز جداگر متمرکز است
افزایش میرایی باعث کاهش جابجایی می شود



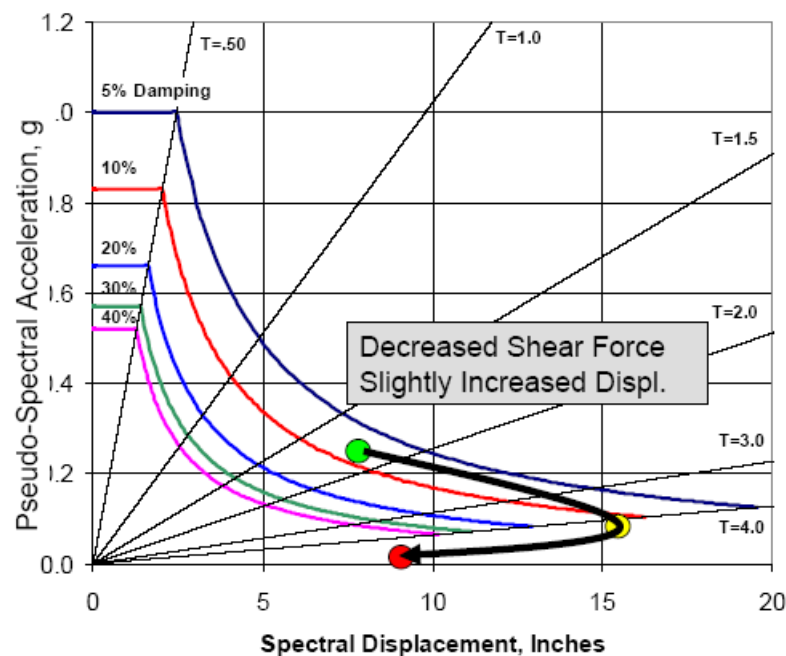
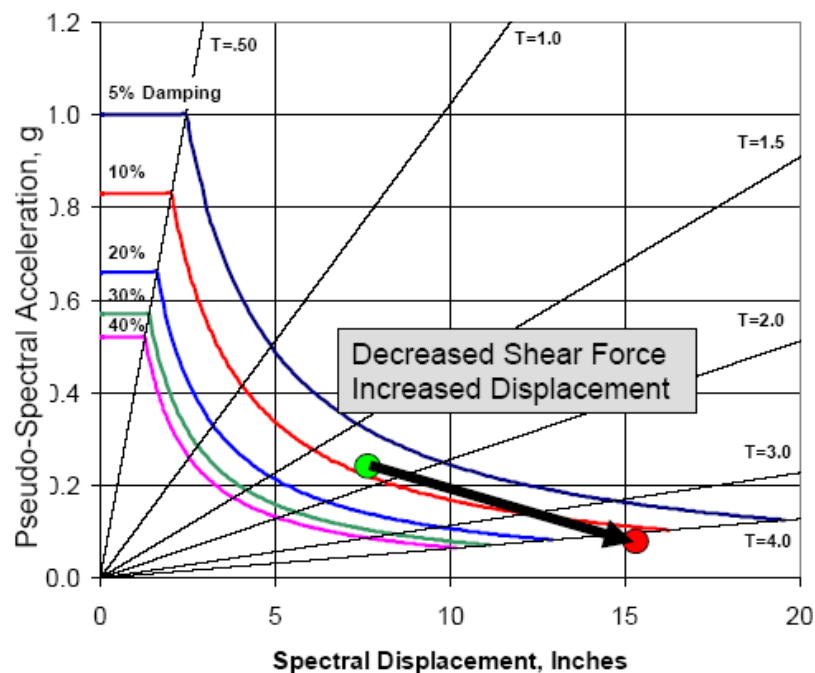
بهسازی لرزه ای سازه ها

اثر جداگرها بر پاسخ سازه

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



تأثیر استفاده از جداگر بر پاسخ سازه



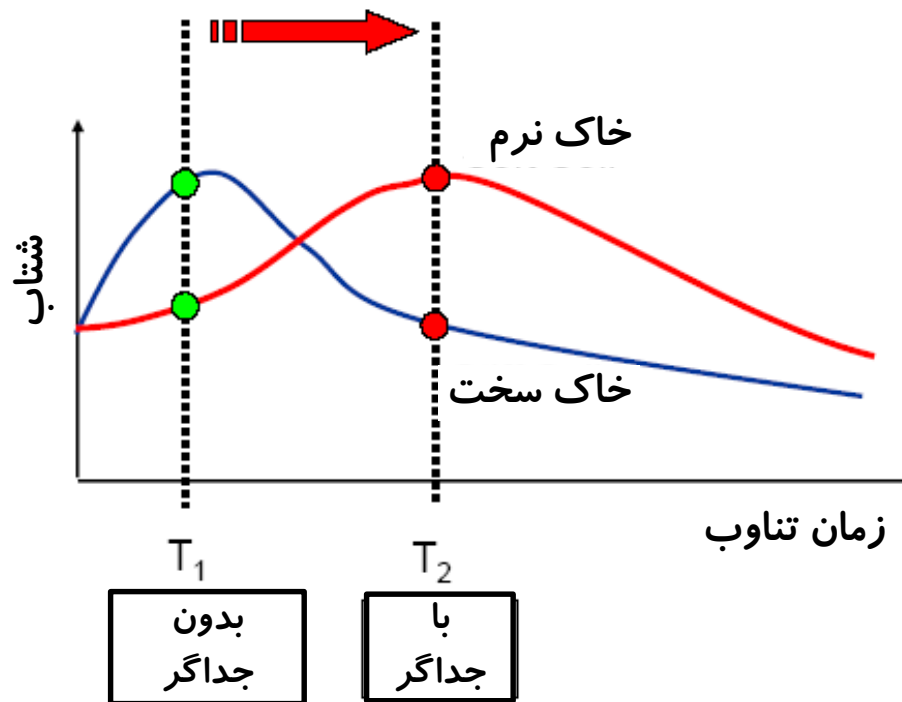
بهسازی لرزه ای سازه ها

اثر جداگرها بر پاسخ سازه

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



تأثیر نوع خاک بر پاسخ سازه



بهسازی لرزه ای سازه ها

اثر جداگرها بر پاسخ سازه

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



استفاده از جداگر در چه ساختمان هایی مناسب است

مناسب ترین

- ساختمان های کوتاه و متوسط
- ساختمان های واقع بر خاک سخت

نا مناسب

- ساختمان های بلند
- ساختمان های واقع بر خاک نرم

بهسازی لرزه ای سازه ها

انواع جداگرهای لرزه ای

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



انواع جداگرهای لرزه ای

جداگرهای لاستیکی

- جداگرهای لاستیکی با میرایی کم از لاستیک طبیعی یا صنعتی
- جداگرهای لاستیکی با میرایی زیاد از لاستیک طبیعی
- جداگر لاستیکی - سربی
- لاستیک با میرایی کم و یک هسته سربی

جداگرهای لغزشی

- جداگرهای لغزشی تخت
- جداگرهای لغزشی کروی (FPS)

بهسازی لرزه ای سازه ها

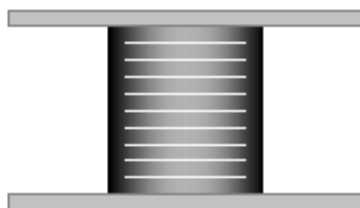
انواع جداگرهای لرزه ای

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



جداگرهای لاستیکی با میرایی کم از لاستیک طبیعی یا صنعتی

این جداگر دارای رفتار برشی خطی تا کرنشی حدود ۱۰۰٪ است
میرایی جداگر ۲ تا ۳ درصد است



مزایا

ساخت اسان
مدلسازی ساده
عدم حساسیت به شرایط محیطی

اشکال

به میراگر کمکی نیاز دارد

بهسازی لرزه ای سازه ها

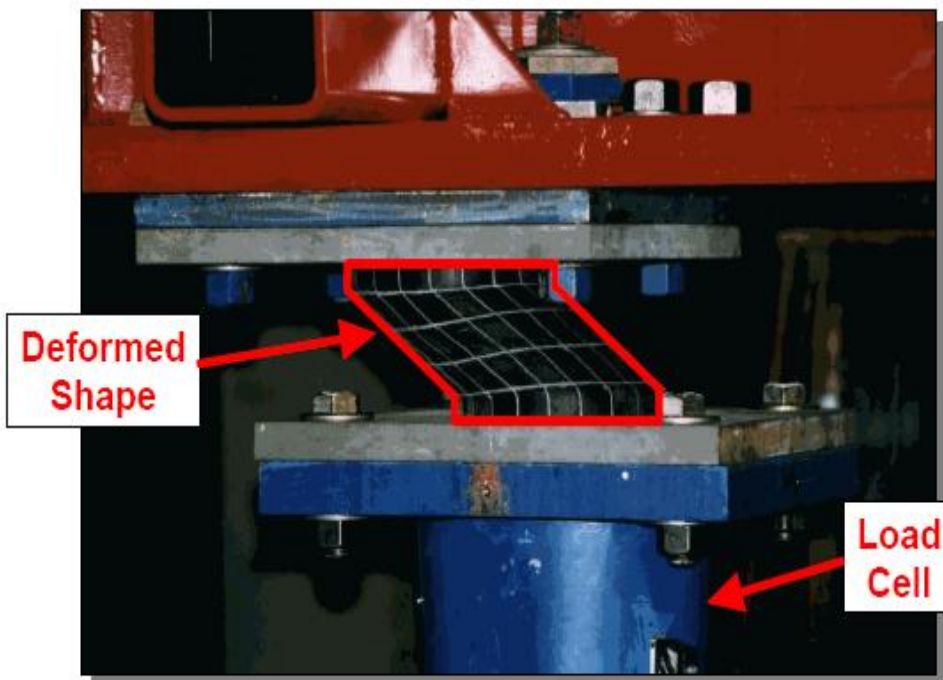
انواع جداگرهای لرزه ای

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



جداگرهای لاستیکی با میرایی بالا از لاستیک طبیعی

- کرنشی برشی ۲۰۰٪ تا ۳۵۰٪
- میرایی ۱۰ تا ۲۰ درصد در کرنش برشی حدود ۱۰۰٪
- سختی برشی ۳/۵ تا ۱۴ kg/cm²



مزایا

کرنش برشی و میرایی بالا

اشکال ها

ساخت پیچیده
رفتار غیر خطی

وابستگی رفتار به شرایط محیطی و بار گذار

- Bearing Manufactured by Scougal Rubber Corporation.
- Test Performed at SUNY Buffalo.
- Shear strain shown is approximately 100%.

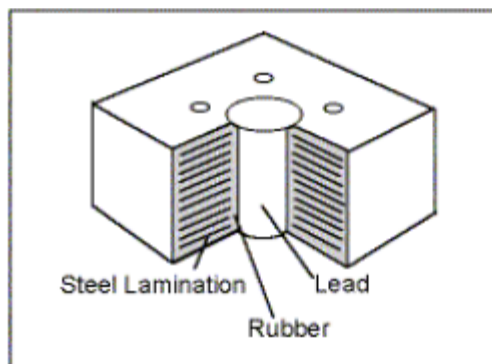
بهسازی لرزه ای سازه ها

انواع جداگرهای لرزه ای

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



جداگرهای لاستیکی – سربی



- در سال ۱۹۷۵ در نیوزلند ابداع شد و پس از آن بوفور در آمریکا و ژاپن مورد استفاده قرار گرفته است
- از لاستیک با میرایی کم همراه با یک هسته سربی ساخته شده است
- سختی برشی ۶ تا ۷ kg/cm^2 در کرنش ۱۰۰٪
- حداکثر کرنش برشی ۱۲۵٪ تا ۲۰۰٪



- نقش هسته سربی
- جذب انرژی
- ایجاد سختی اولیه
- کمک به سختی قائم

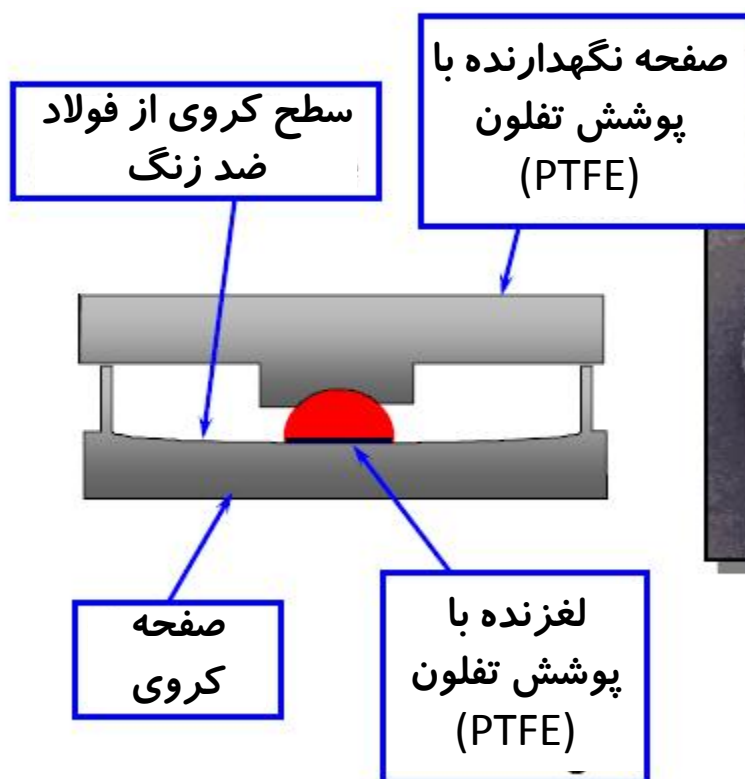
بهسازی لرزه ای سازه ها

انواع جداگرهای لرزه ای

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



جداگرهای لغزشی کروی معروف به جداگر اصطکاکی پاندولی (FPS)



صفحه کروی و لغزنده جداگر (FPS)
بهسازی پل مارتینز سان دیه گو
فطر صفحه لغزنده ۴ متر
ظرفیت جابجایی ۱/۳ متر

بهسازی لرزه ای سازه ها

انواع جداگرهای لرزه ای

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



جداگر لغزشی سه سطحی



بدون جابجایی



جابجایی در زلزله خفیف
(سرویس)



جابجایی در زلزله شدید
(طرح)



جابجایی در زلزله خیلی شدید
(حداکثر)

بهسازی لرزه ای سازه ها

انواع جداگرهای لرزه ای

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



جداگر لاستیکی – لغزشی



بهسازی لرزه ای سازه ها

انواع جداگرهای لرزه ای

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی

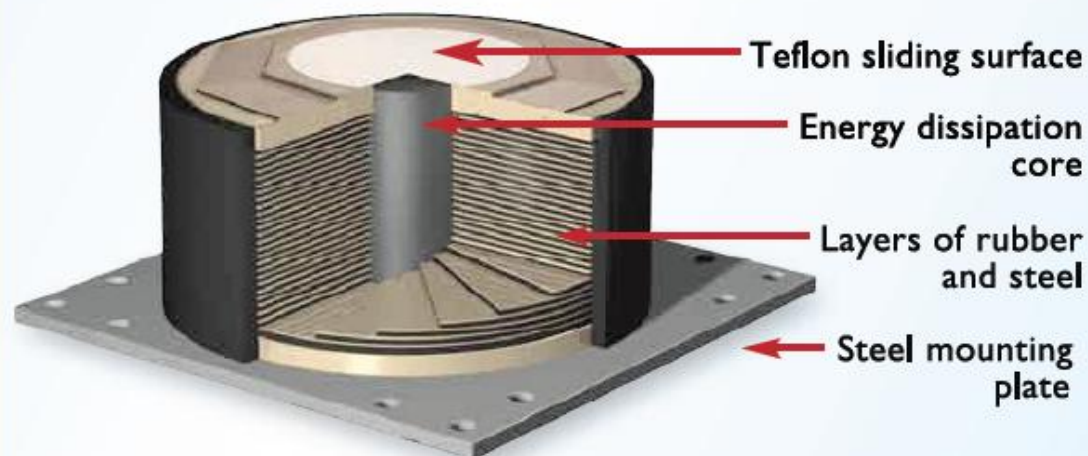


Size Range

Sliding isolators have been made from 12 to 41 inches in diameter.

Slider Manufacturing

Sliders are fabricated with a Teflon disc that mates with a stainless steel sliding surface.



This slider was designed specifically for the Berry Street Project in San Francisco. It was designed to slide for 30 inches, then deform in shear a further 15 inches once it engages a restrainer plate. DIS fabricates and welds all parts of the slider assembly in-house.

بهسازی لرزه ای سازه ها

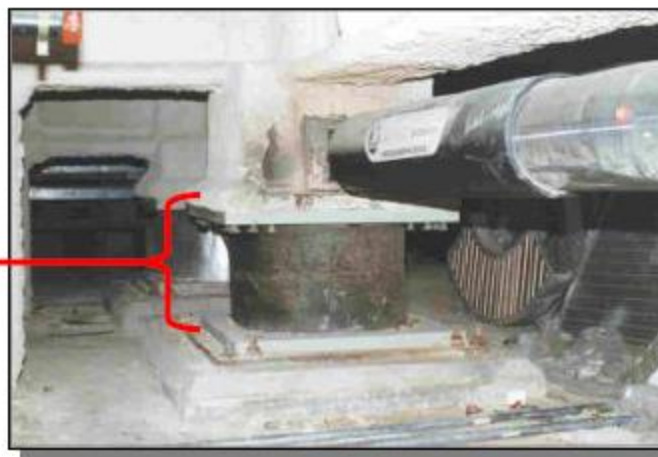
ملاحظات اجرایی جداگرها

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



پیش بینی فضای لازم برای بازرسی ، تعمیر یا تعویض جداگر

جداگر
لاستیکی



جداگر لغزشی



www.icivil.ir

پرتال جامع دانشجویان و مهندسين عمران

ارائه كتابها و جزوات رايجان مهندسي عمران

بهترين و برترين مقالات روز عمران

انجمن هاي تفصلي مهندسي عمران

خبرنگاه تفصلي مهندسي عمران



@icivilir



icivil.ir



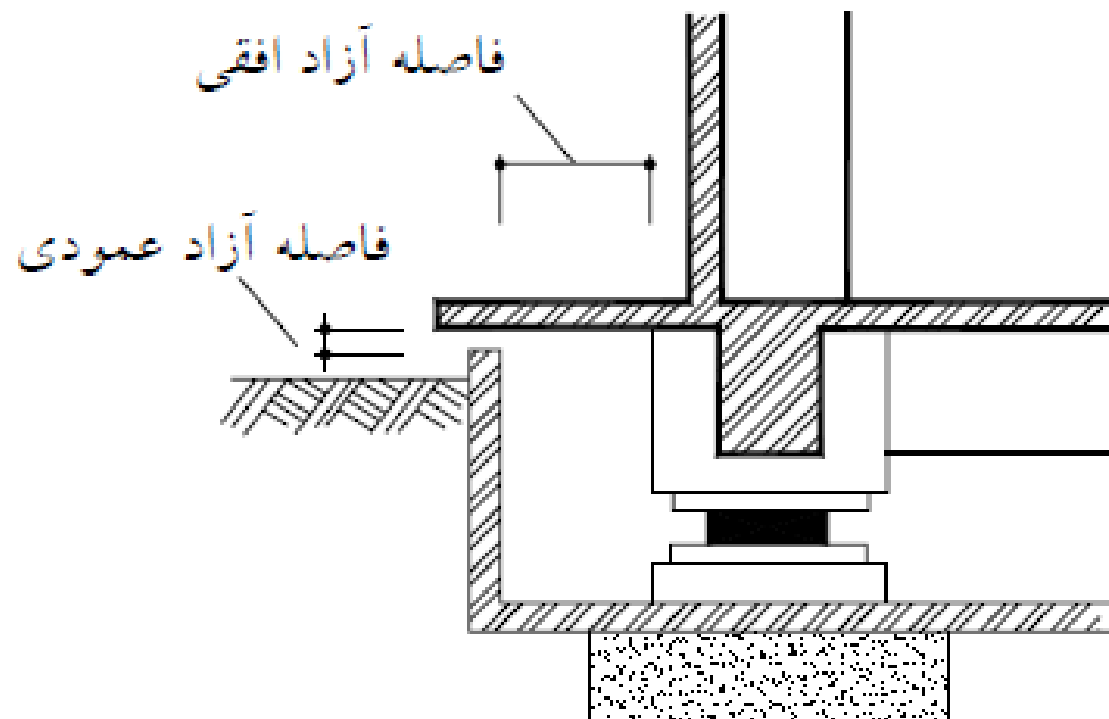
بهسازی لرزه ای سازه ها

ملاحظات اجرایی جداگرها

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



پیش بینی فاصله کافی از زمین یا ساختمان های مجاور



بهسازی لرزه ای سازه ها

ملاحظات اجرایی جداگرها

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



پیش بینی فاصله کافی از زمین یا ساختمان های مجاور



بهسازی لرزه ای سازه ها

ملاحظات اجرایی جداگرها

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



پیش بینی فاصله کافی از زمین یا ساختمان های مجاور



بهسازی لرزه ای سازه ها

ملاحظات اجرایی جداگرها

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



پیش بینی عبور تاسیسات از سطح جدایی



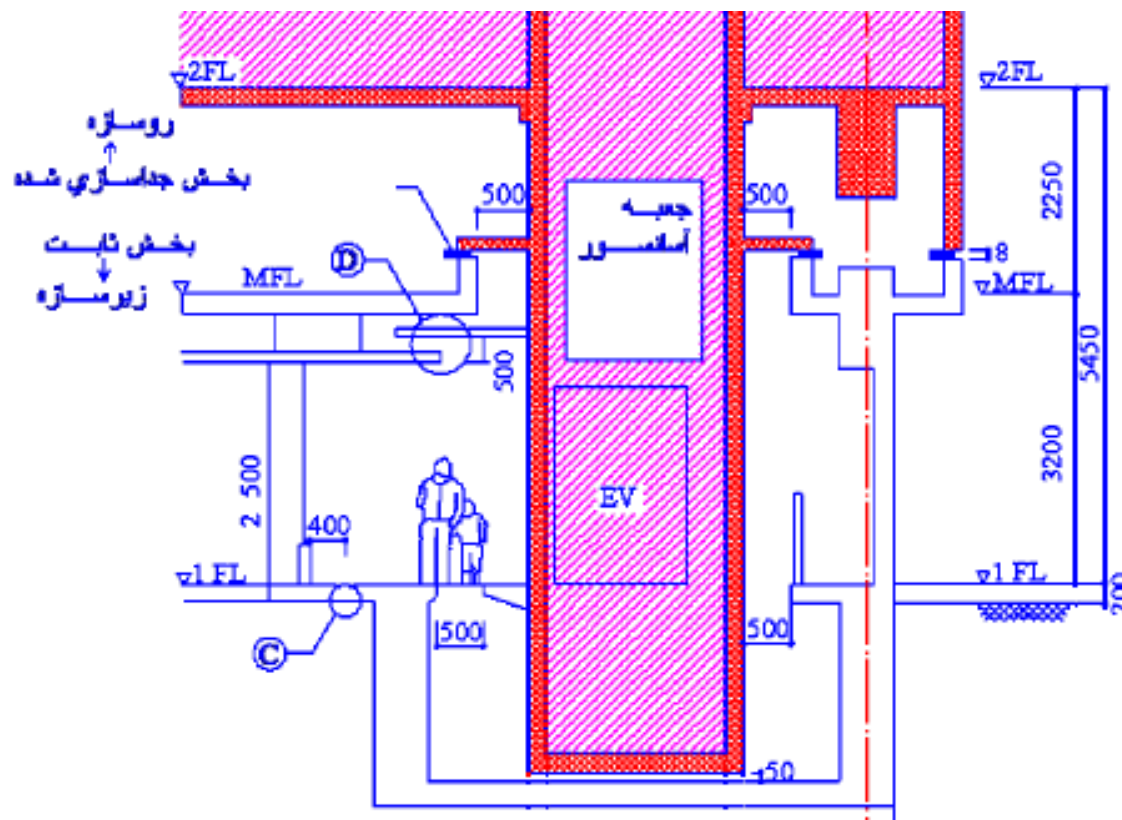
بهسازی لرزه ای سازه ها

ملاحظات اجرایی جداگرها

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



پیش بینی عبور تاسیسات از سطح جدایی



بهسازی لرزه ای سازه ها

کاربرد جداگرها در ساختمان ها

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



مهمترین موارد کاربرد جداگرها

- ساختمان های با اهمیت زیاد مانند بیمارستان ها
- بهسازی ساختمان های موجود
- ساختمان های حساس به شتاب مانند موزه ها

بهسازی لرزه ای سازه ها

استفاده از جداگرها در بهسازی سازه ها

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



کاربرد جداگرها در بهسازی سازه ها

مزایا :

- عدم نیاز به تخریب رو بنا
این مطلب خصوصا در ساختمان های تاریخی از اهمیت ویژه ای برخوردار است
- قابلیت بهره برداری از ساختمان در زمان بهسازی
این موضوع می تواند باعث صرفه جویی اقتصادی شود
- اقتصادی بودن روش
با توجه به عدم نیاز به تخریب و بازسازی روبنا و قابلیت بهره برداری از ساختمان در زمان بهسازی این راهکار می تواند یک روش اقتصادی باشد

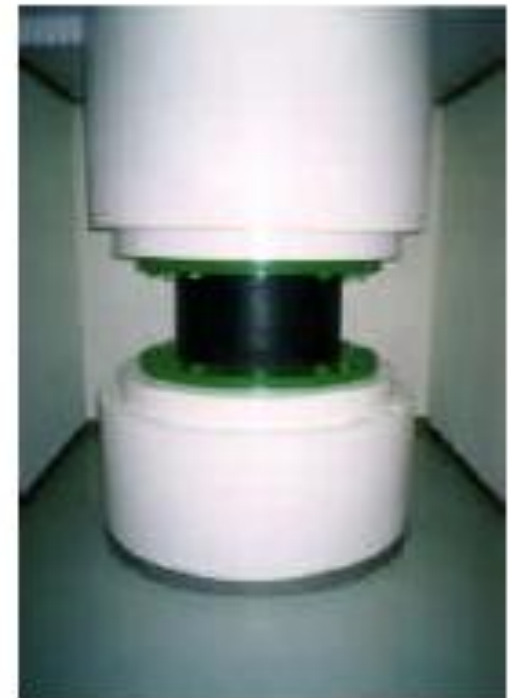
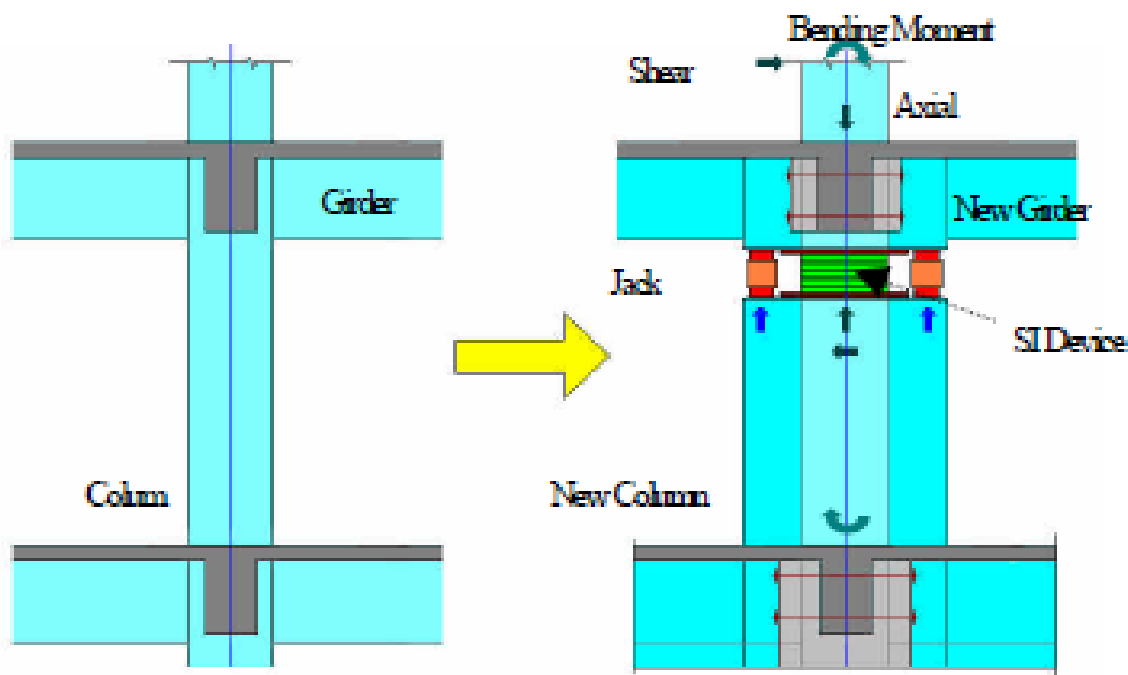
بهسازی لرزه ای سازه ها

روش های نصب

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



نصب بالای ستون



Device installed on the top of column with building

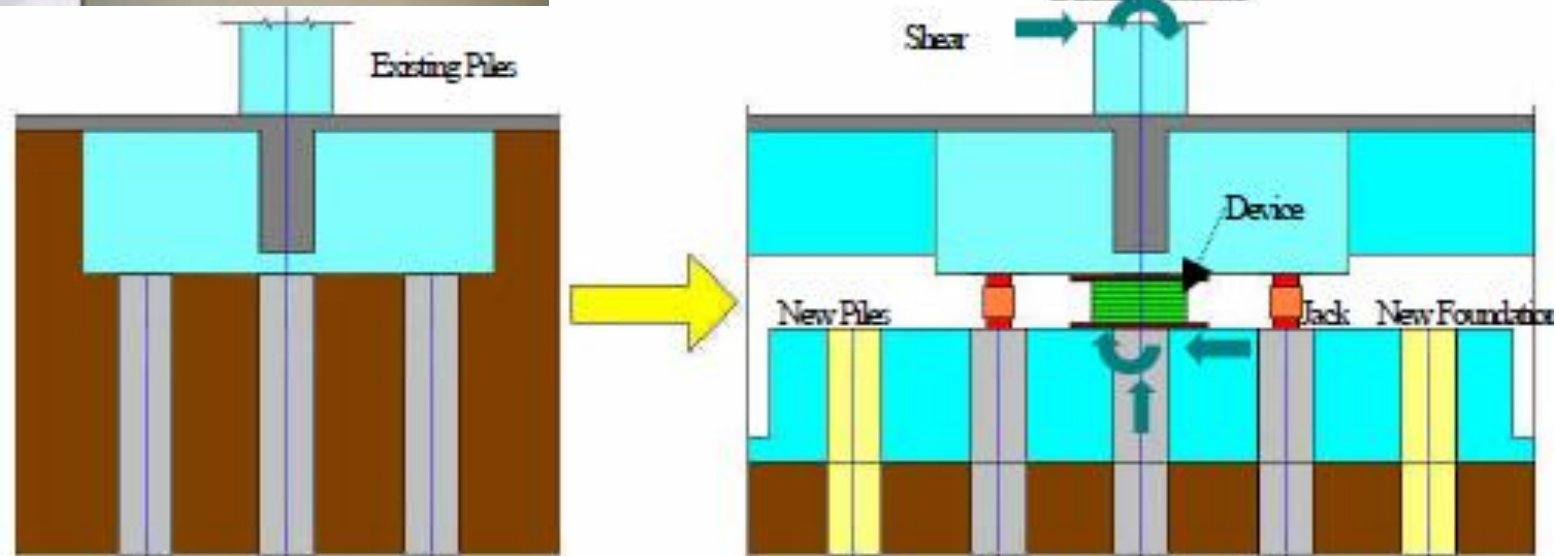
بهسازی لرزه ای سازه ها

روش های نصب

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



نصب در تراز پی



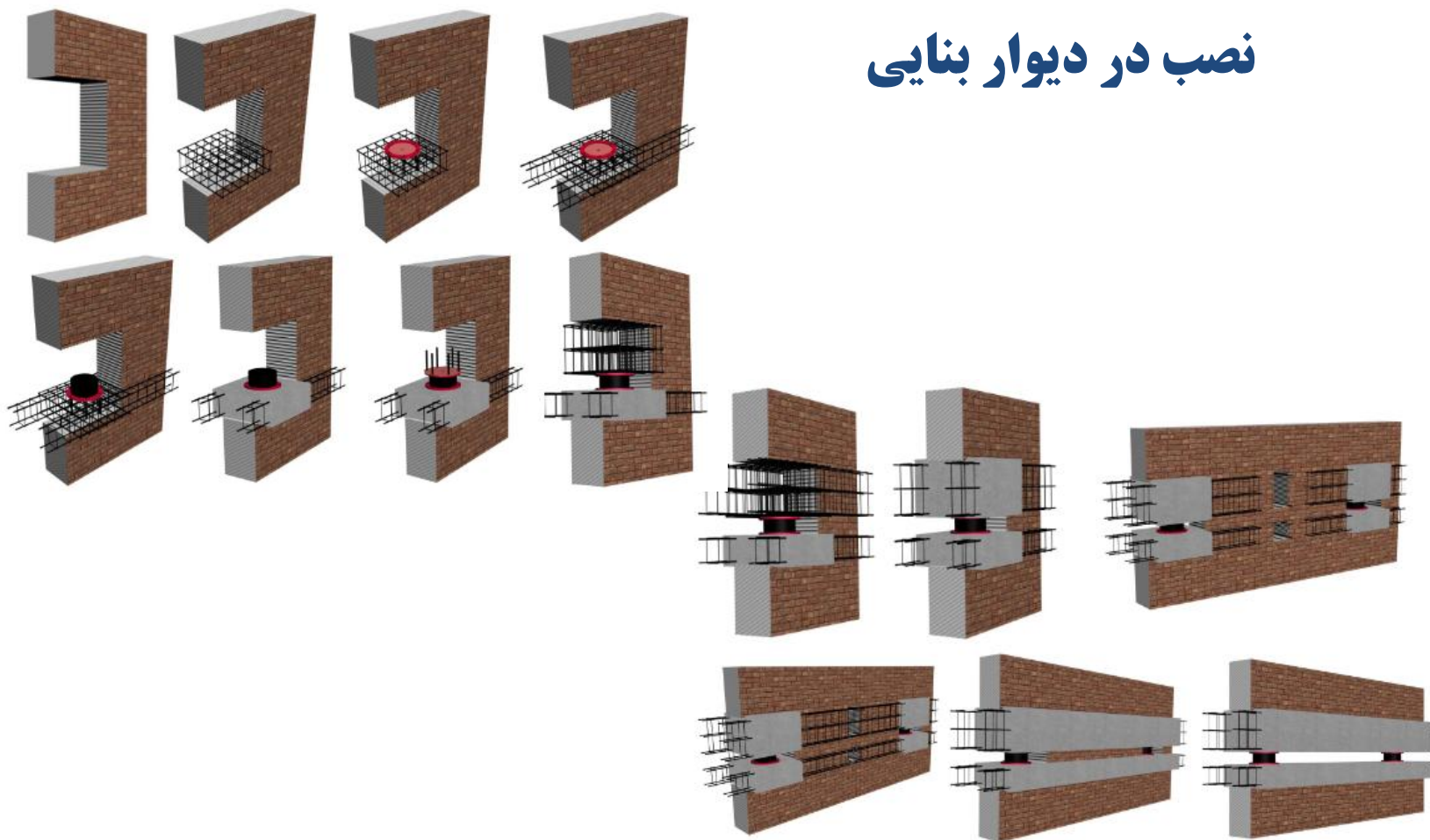
بهسازی لرزه ای سازه ها

روش های نصب

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



نصب در دیوار بنایی



بهسازی لرزه ای سازه ها

استفاده از جداگرها در بهسازی سازه ها

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



نمونه ای از یک ساختمان بهسازی شده

- واقع در سانفرانسیسکو کالیفرنیا
- دارای اهمیت تاریخی و معماری
- در سال ۱۹۰۵ ساخته شده است
- چهار طبقه و زیرزمین
- قاب خمشی فولادی
- وزن ساختمان ۵۴۰۰۰ تن
- در سال ۱۹۸۹ در زلزله آ سیب دیده
- در سال ۱۹۹۴ بهسازی می شود
- از ۲۵۶ جداگر لغزشی استفاده شده
- ظرفیت جابجایی جداگرها ۳۵ سانتیمتر



بهسازی لرزه ای سازه ها

استفاده از جداگرها در بهسازی سازه ها

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



بهسازی لرزه ای سازه ها

استفاده از جداگرها در بهسازی سازه ها

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



Cutting hole for jacks and column removal

بهسازی لرزه ای سازه ها

استفاده از جداگرها در بهسازی سازه ها

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



Damper in place and grouted to receive load

بهسازی لرزه ای سازه ها

استفاده از جداگرها در بهسازی سازه ها

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



بهسازی مخزن گاز مایع با جداگر



بهسازی لرزه ای سازه ها

بهسازی منابع هوایی آب

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



بهسازی مخزن آب
با جداگر



بهسازی لرزه ای سازه ها

بهسازی ساختمان فرمانداری

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



بهسازی لرزه ای سازه ها

بهسازی ساختمان فرمانداری

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



بهسازی لرزه ای سازه ها

بهسازی ساختمان فرمانداری

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



بهسازی لرزه ای سازه ها

استفاده از جداگرها در بهسازی سازه ها

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



بهسازی یک ساختمان سه طبقه بنایی



بهسازی لرزه ای سازه ها

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



b.



بهسازی یک ساختمان
سه طبقه بنایی





سیستم های جذب کننده انرژی (میراگرها)

اهداف استفاده از میراگرها در ساختمان ها

- بالا بردن سطح عملکرد سازه
- کاهش خسارت در اجزاء سازه ای و غیر سازه ای
- کاهش شتاب سازه برای جلوگیری از خسارت بر وسایل و تجهیزات داخل ساختمان

بهسازی لرزه ای سازه ها

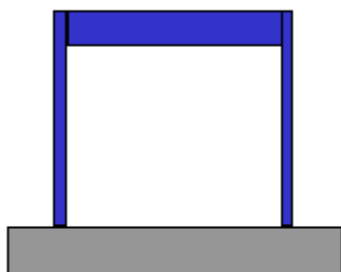
کلیات

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



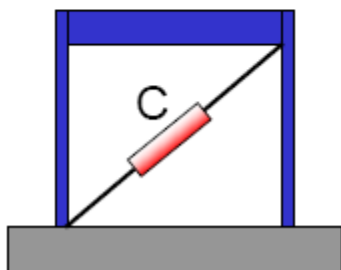
میرایی ذاتی و میرایی اضافه شده

میرایی ذاتی



میرایی ذاتی یک خاصیت سازه ای وابسته به
جرم و سختی و خاصیت ذاتی استهلاک
انرژی است

میرایی اضافه شده



میرایی اضافه شده در اثر میراگرهای نصب
شده در سازه

$$\xi_{ADDED} = 10 \text{ to } 30\%$$

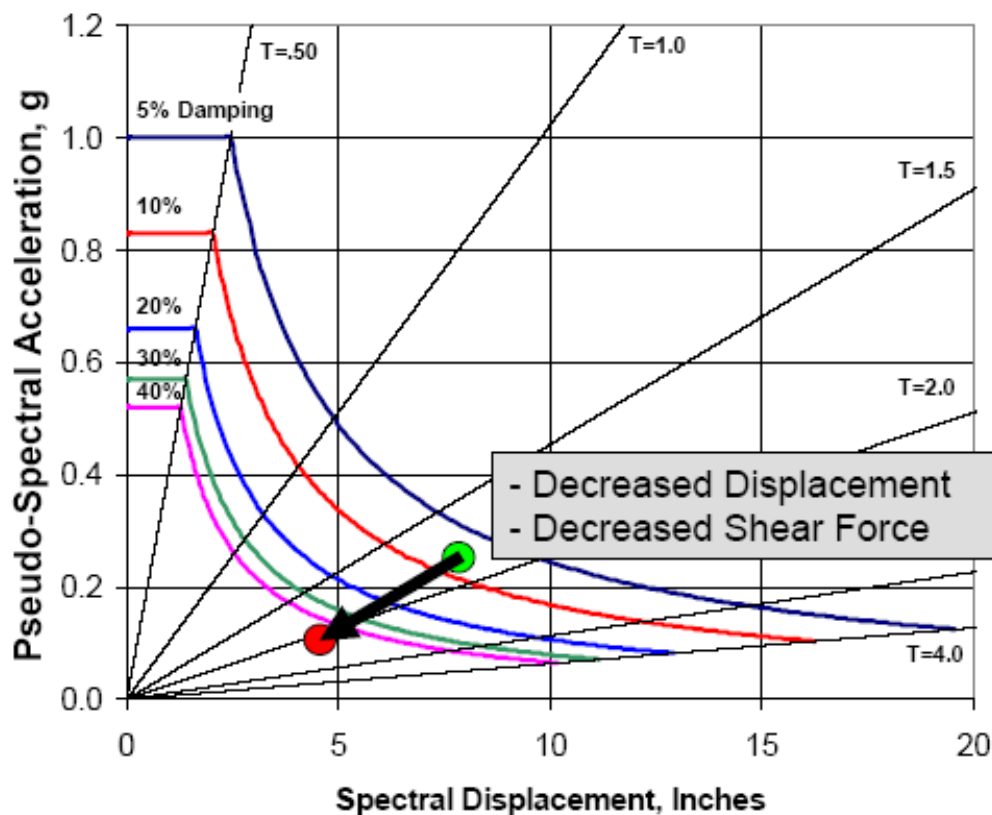
بهسازی لرزه ای سازه ها

کلیات

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



اثر افزایش میرایی بر پاسخ سازه



بهسازی لرزه ای سازه ها

انواع میراگرها

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



انواع میراگرها

میراگرهای تابع سرعت

- میراگرهای ویسکوز مایع و میراگرهای ویسکوالاستیک
- این میراگرها ممکن است علاوه بر میرایی سختی هم داشته باشند

میراگرهای تابع جابجایی

- میراگرهای فلزی و میراگرهای اصطکاکی
- این میراگرها علاوه بر میرایی سختی هم دارند

سایر میراگرها

- آلیاژهای حافظه دار
- میراگرهای جرم و مایع تنظیم شده

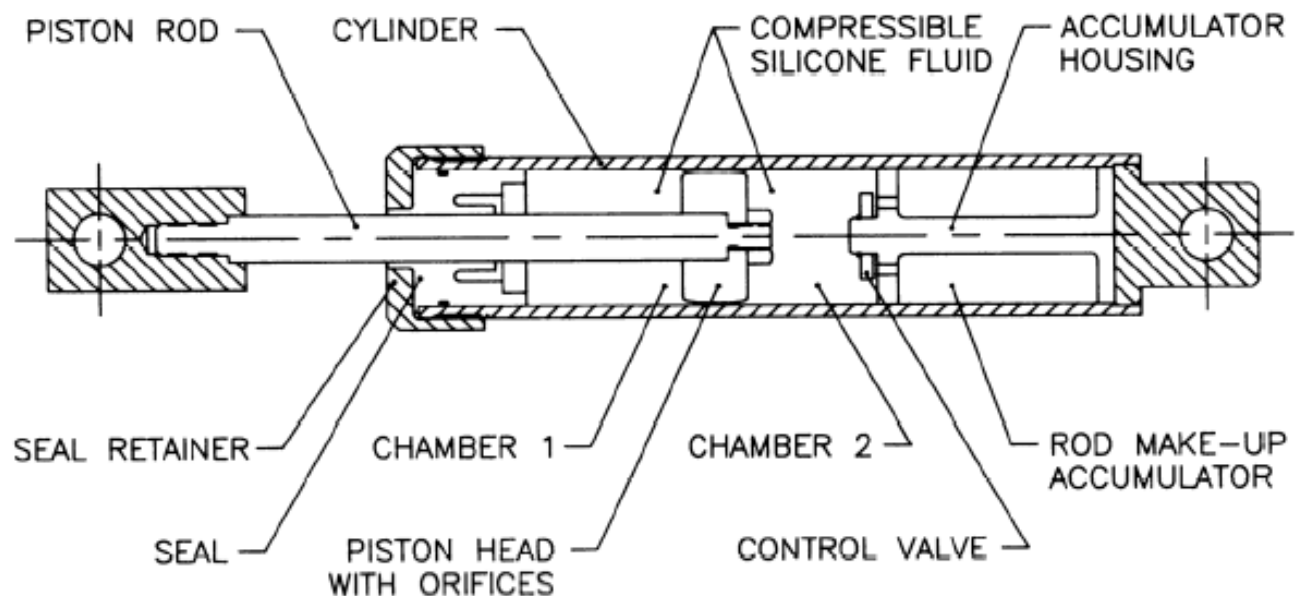
بهسازی لرزه ای سازه ها

انواع میراگرها

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



میراگر مایع ویسکوز



Source: Taylor Devices, Inc.

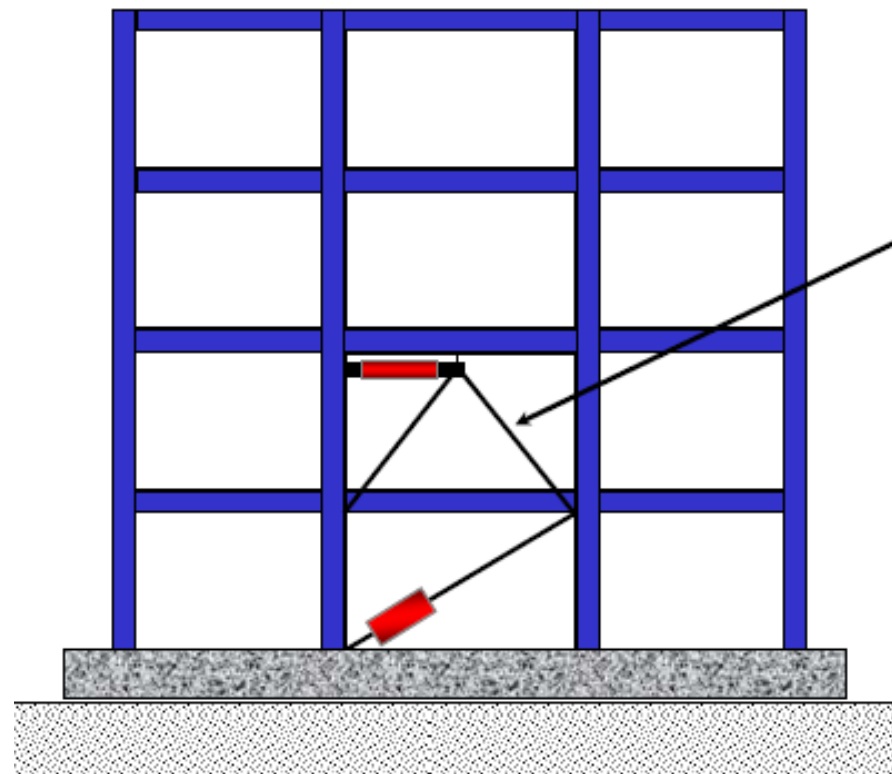
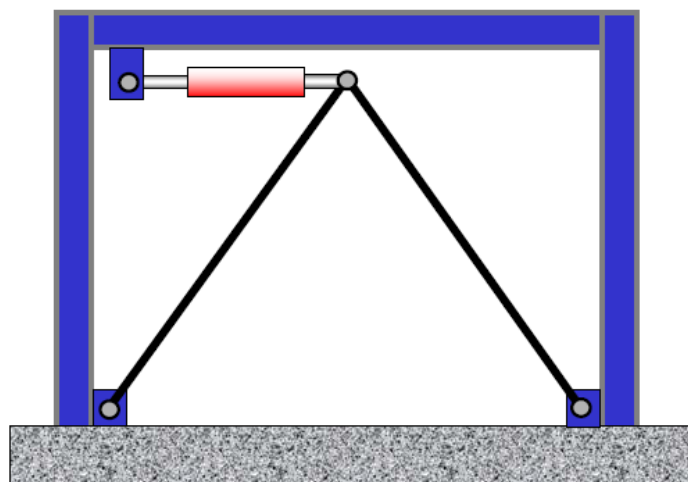
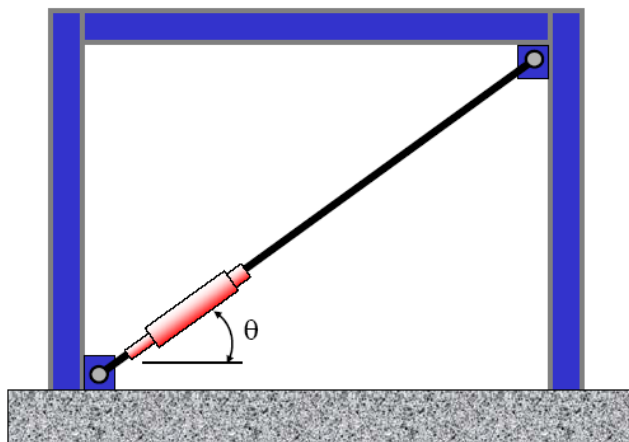
بهسازی لرزه ای سازه ها

انواع میراگرها

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



روش نصب میراگر در سازه



بهسازی لرزه ای سازه ها

انواع میراگرها

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



روش نصب میراگر در سازه



بهسازی لرزه ای سازه ها

انواع میراگرها

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



نصب مهاربند ویسکوز مایع در بهسازی یک ساختمان



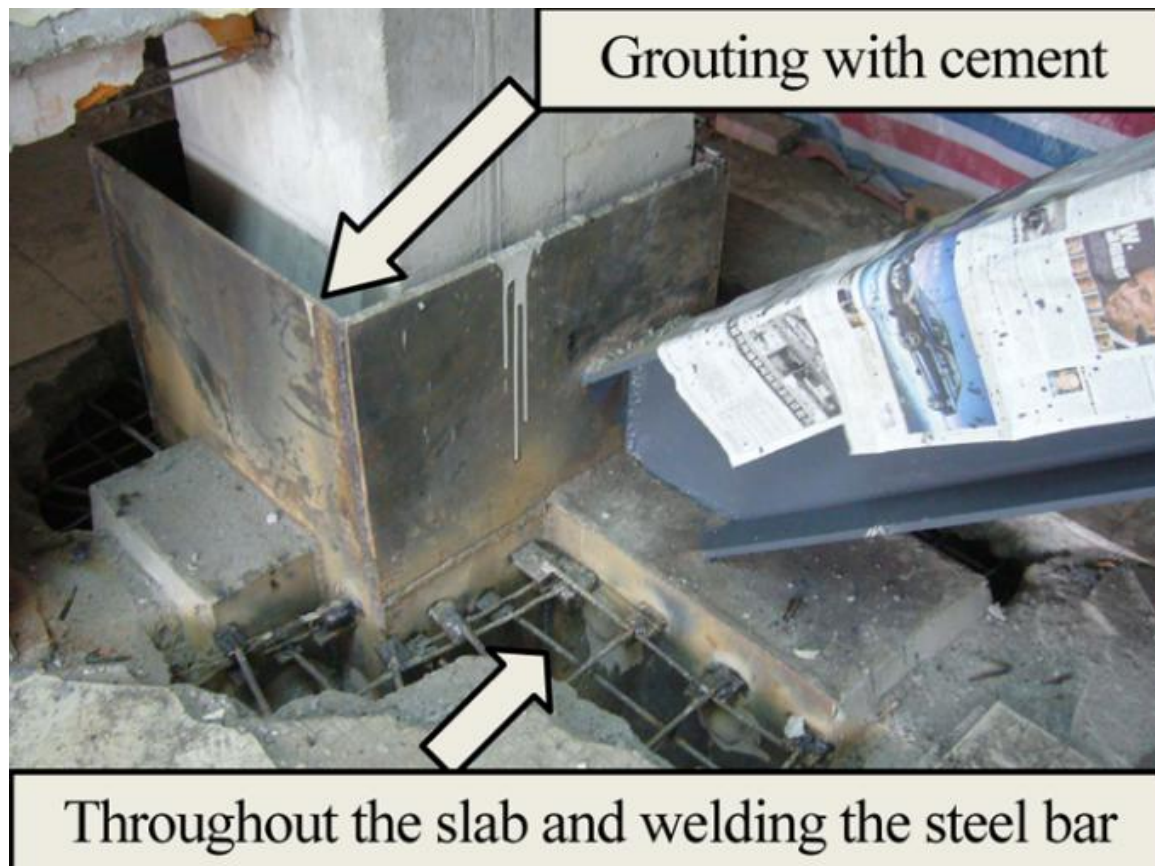
بهسازی لرزه ای سازه ها

انواع میراگرها

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



نصب مهاربند ویسکوز مایع در بهسازی یک ساختمان



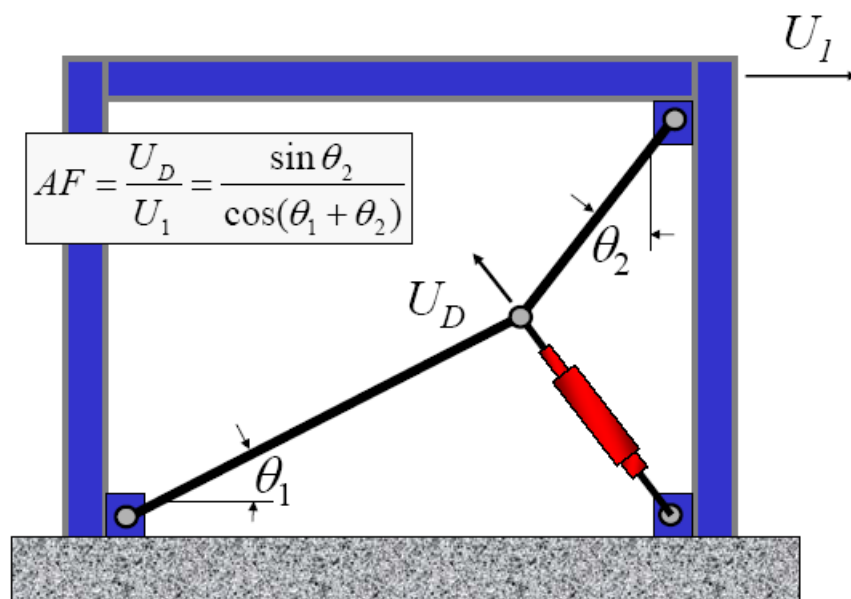
بهسازی لرزه ای سازه ها

انواع میراگرها

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



Toggle Brace Damping System



Toggle Brace Deployment



Huntington Tower, Boston, MA

- New 38-story steel-framed building
- 100 direct-acting and toggle-brace dampers
- 1300 kN (292 kips), +/- 101 mm (+/- 4 in.)
- Dampers suppress wind-induced vibration

بهسازی لرزه ای سازه ها

انواع میراگرها

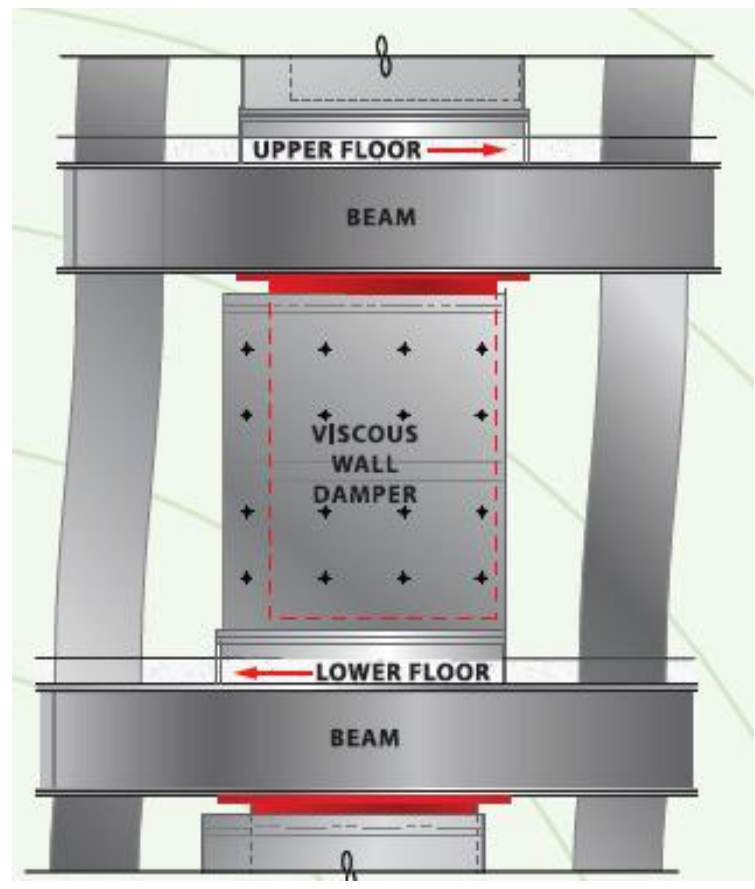
کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



میراگر ویسکوز مایع دیواری



Over 300 Viscous Wall Dampers
are in service worldwide.



بهسازی لرزه ای سازه ها

انواع میراگرها

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



ویژگی های میراگر ویسکوز مایع

- قابلیت اعتماد بالا
- ظرفیت بالای نیرو و جابجایی
- قابل تهیه از تولید کنندگان مختلف
- قابل تولید در دو نوع خطی و غیر خطی
- وابستگی نسبتا کم به شرایط محیطی و حرارت
- فاقد سختی در فرکانس های پایین
- اختلاف فاز نیروهای میرایی با نیروهای الاستیک
- قیمت نسبتا بالا

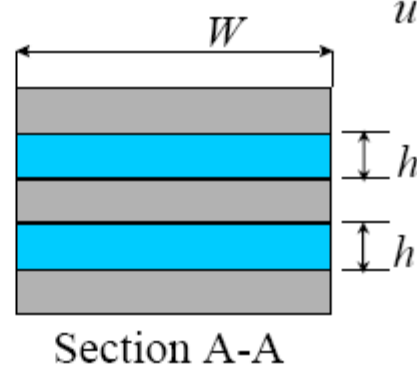
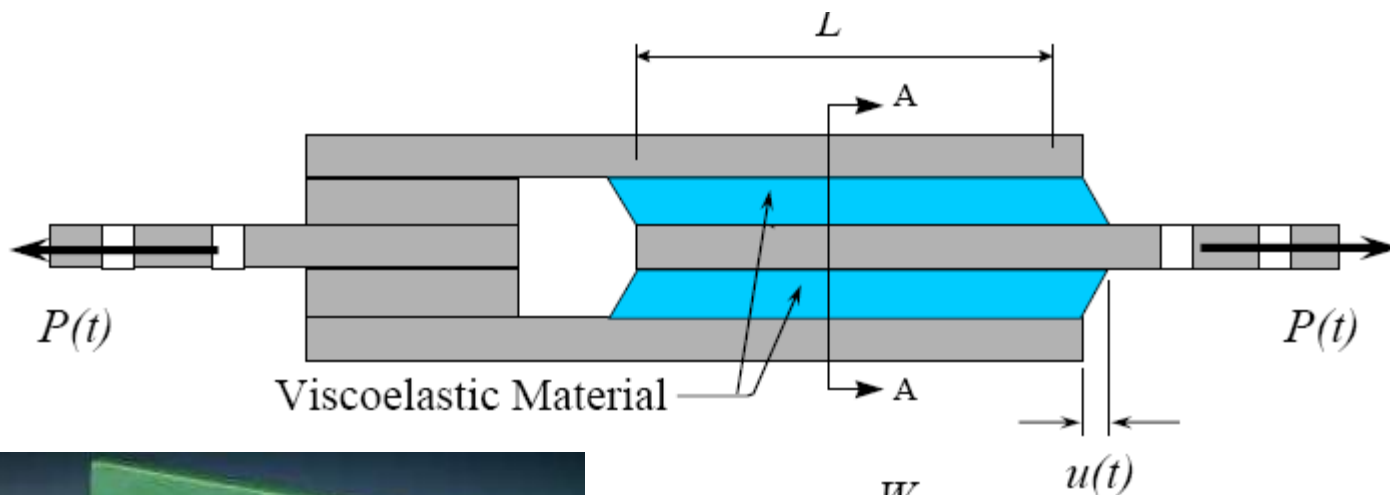
بهسازی لرزه ای سازه ها

انواع میراگرها

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



میراگرهای ویسکو الاستیک



بهسازی لرزه ای سازه ها

انواع میراگرها

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



میراگر ویسکو الاستیک نصب شده برای بهسازی یک ساختمان سه طبقه



Building 116, US Naval Supply Facility, San Diego, CA

- Seismic Retrofit of 3-Story Nonductile RC Building
- 64 Dampers Within Chevron Bracing Installed in 1996

بهسازی لرزه ای سازه ها

انواع میراگرها

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



ویژگی های میراگرهای ویسکو الاستیک

- قابلیت اعتماد بالا
- رفتار خطی
- قیمت نسبتا پایین
- ظرفیت پایین نیرو و جابجایی
- وابستگی زیاد به حرارت و فرکانس بارگذاری

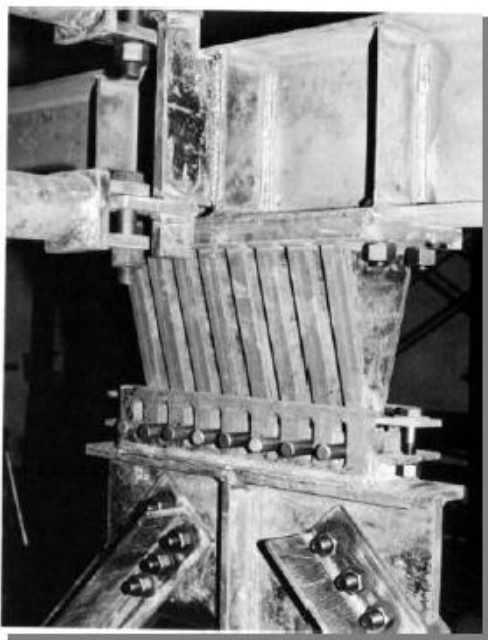
بهسازی لرزه ای سازه ها

انواع میراگرها

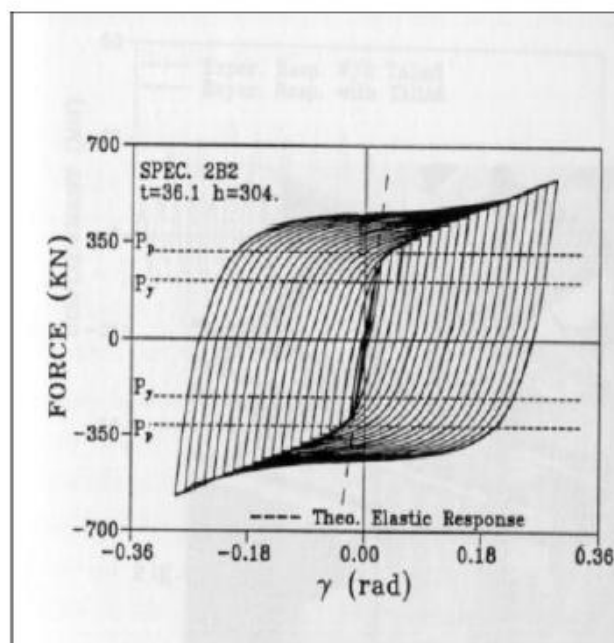
کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



میراگرهای تسلیم شونده فلزی (ADAS)



ADAS Device
(Tsai et al. 1993)



Experimental Response (Static)
(Source: Tsai et al. 1993)

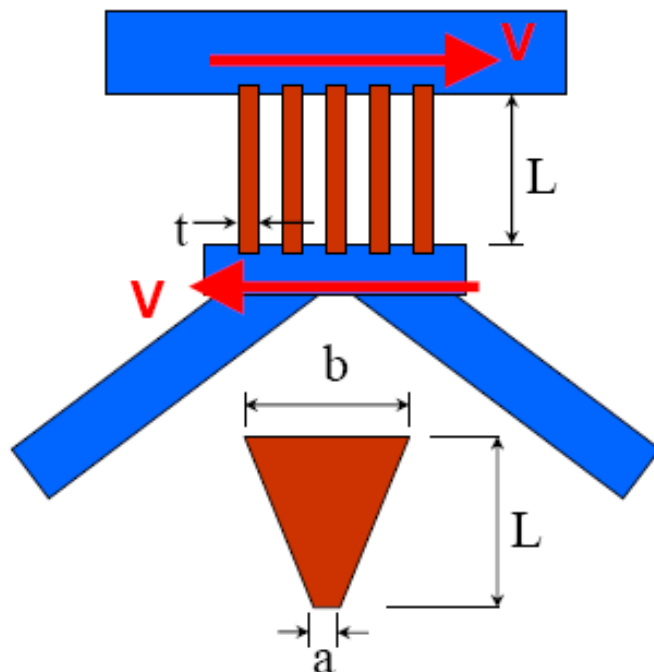
بهسازی لرزه ای سازه ها

انواع میراگرها

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



میراگرهای تسلیم شونده فلزی (ADAS)



$$k = \frac{n(2 + a/b)EI_b}{L^3}$$

$$F_y = \frac{nf_ybt^3}{4L}$$

n = Number of plates

f_y = Yield force of each plate

I_b = Second moment of area of each plate at b (i.e, at top of plate)

بهسازی لرزه ای سازه ها

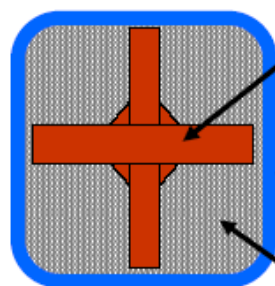
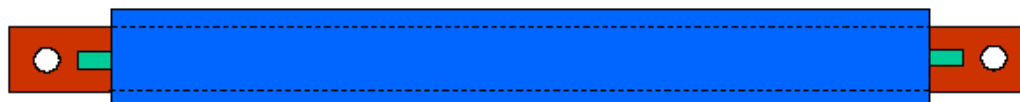
انواع میراگرها

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



مهاربند های تسلیم شونده فلزی

Unbonded Brace Damper



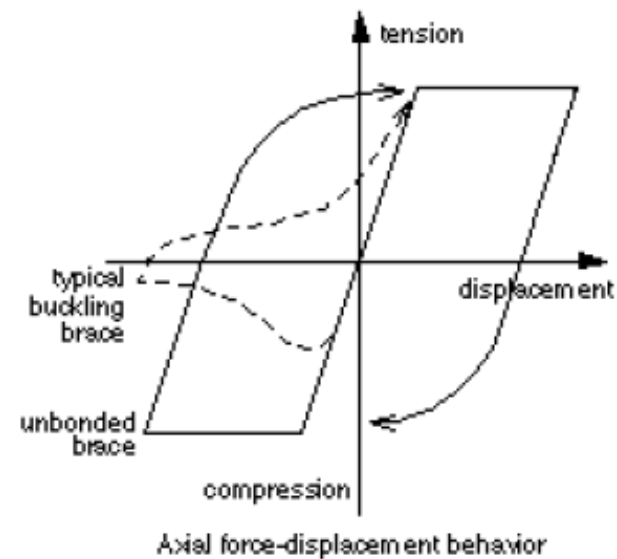
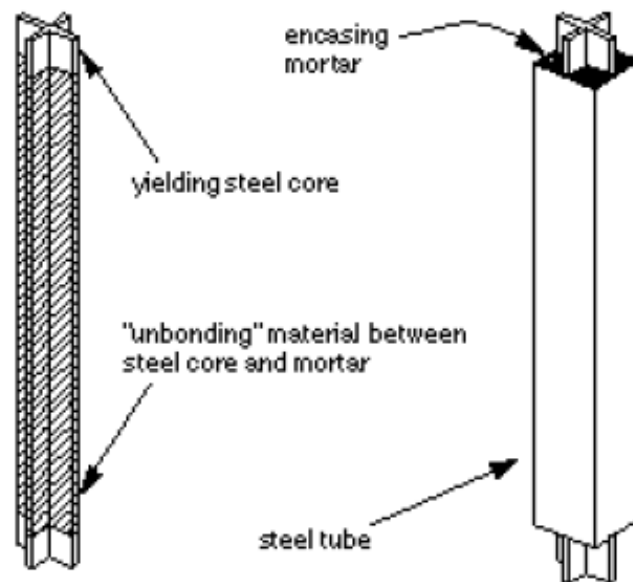
Steel Brace (yielding core)
(coated with debonding chemicals)

Stiff Shell Prevents
Buckling of Core

Concrete

مهاربند های تسلیم شونده فلزی

Hysteretic Behavior of Unbonded Brace Damper



بهسازی لرزه ای سازه ها

انواع میراگرها

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



نصب مهاربندهای تسلیم شونده فلزی در یک ساختمان سه طبقه



Plant and Environmental Sciences Replacement Facility

- New Three-Story Building on UC Davis Campus
- First Building in USA to Use Unbonded Brace Damper
- 132 Unbonded Braced Frames with Diagonal or Chevron Brace Installation
- Cost of Dampers = 0.5% of Building Cost

Source: ASCE Civil Engineering Magazine, March 2000.

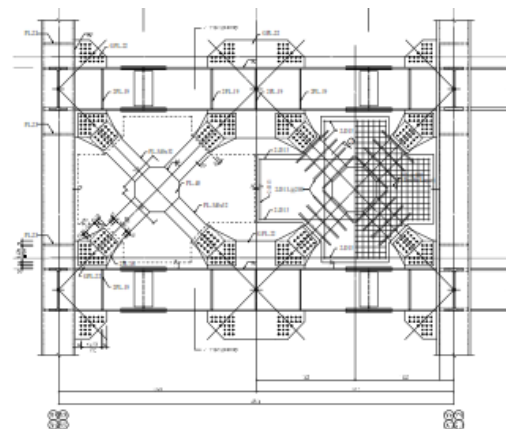
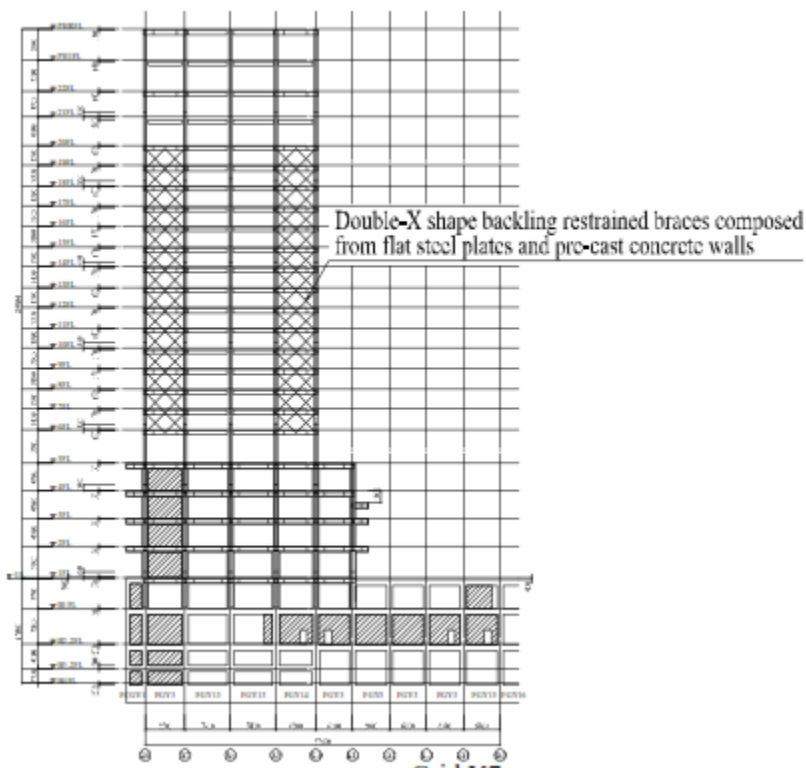
بهسازی لرزه ای سازه ها

انواع میراگرها

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



نصب مهاربندهای تسلیم شونده فلزی در بهسازی یک ساختمان هجده طبقه



بهسازی لرزه ای سازه ها

انواع میراگرها

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



ویژگی های میراگرهای فلزی

- ساخت آسان
- قیمت نسبتا پایین
- اضافه کردن سختی و میرایی
- حداکثر نیروی محدود به تسلیم میراگر
- عدم حساسیت به شرایط محیط
- نیاز به تعمیر یا تعویض در زلزله های شدید
- رفتار غیر خطی

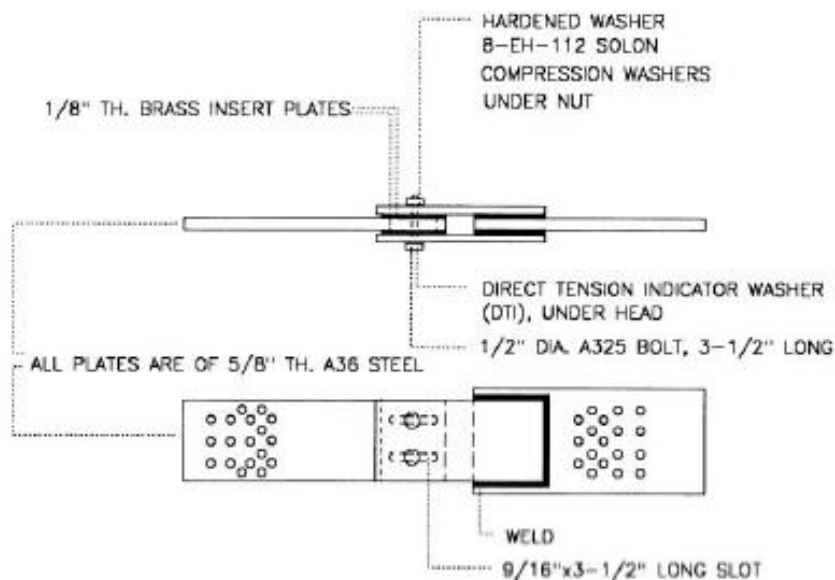
بهسازی لرزه ای سازه ها

انواع میراگرها

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



میراگرهای اصطکاکی



Pall Friction Damper

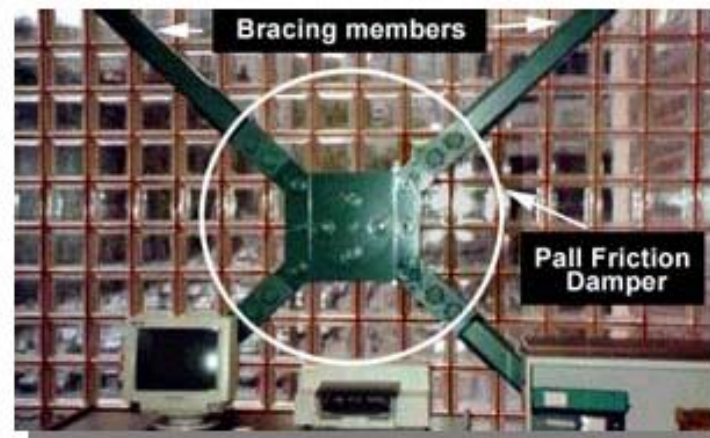
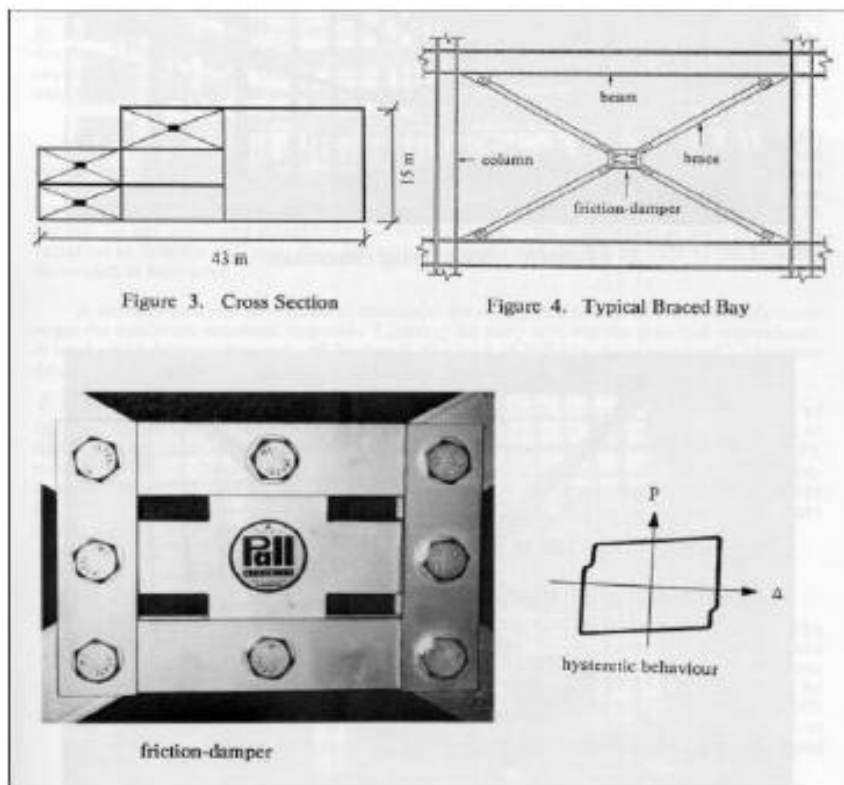
بهسازی لرزه ای سازه ها

انواع میراگرها

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



میراگرهای اصطکاکی



Interior of Webster
Library at Concordia
University, Montreal,
Canada

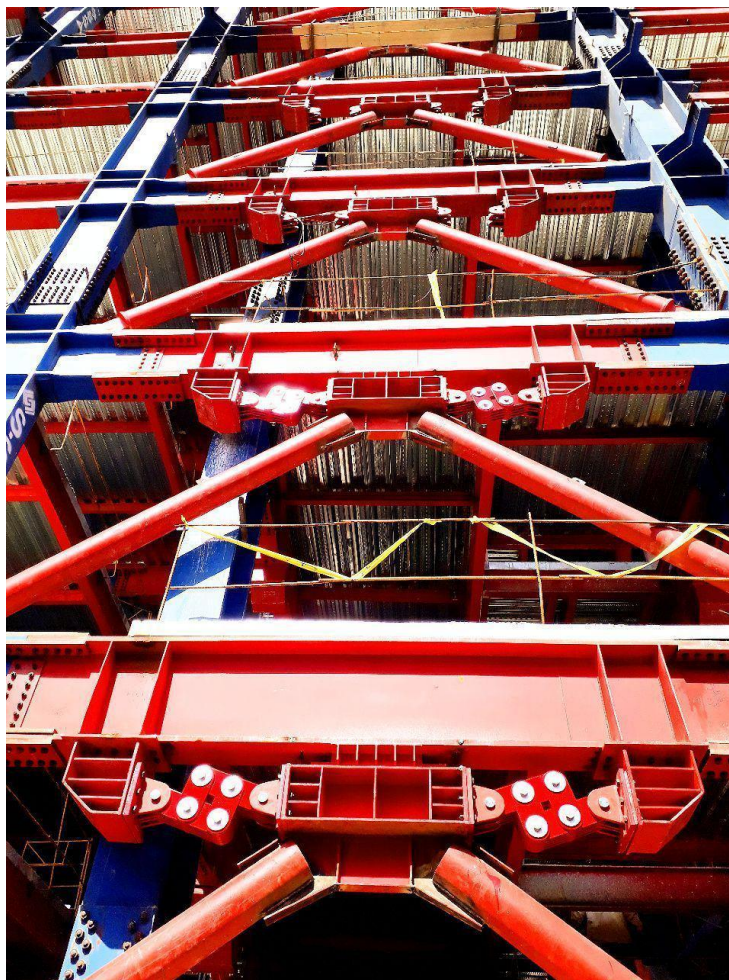
بهسازی لرزه ای سازه ها

انواع میراگرها

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



میراگرهای اصطکاکی دورانی



بهسازی لرزه ای سازه ها

انواع میراگرها

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



میراگرهای اصطکاکی پال نصب شده در بهسازی ساختمان دانشگاه کونکوردیای کانادا



McConnel Library at Concordia University, Montreal, Canada

- Two Interconnected Buildings of 6 and 10 Stories
- RC Frames with Flat Slabs
- 143 Cross-Bracing Friction Dampers Installed in 1987
- 60 Dampers Exposed for Aesthetics

بهسازی لرزه ای سازه ها

انواع میراگرها

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



میراگرهای اصطکاکی پال نصب شده در بهسازی سالن مونتاژ شرکت بوئینگ



بهسازی لرزه ای سازه ها

انواع میراگرها

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



میراگرهای اصطکاکی نصب شده در طرح بهسازی یک ساختمان



بهسازی لرزه ای سازه ها

انواع میراگرها

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



ویژگی های میراگرهای اصطکاکی

- ساخت ساده
- قیمت نسبتا پایین
- حداکثر نیروی محدود به بار لغزش
- مشکل نگه داری در دراز مدت
- رفتار بسیار غیر خطی
- سختی اولیه خیلی زیاد
- امکان ایجاد تغییر شکل های پس ماند پس از زلزله

بهسازی لرزه ای سازه ها

انواع میراگرها

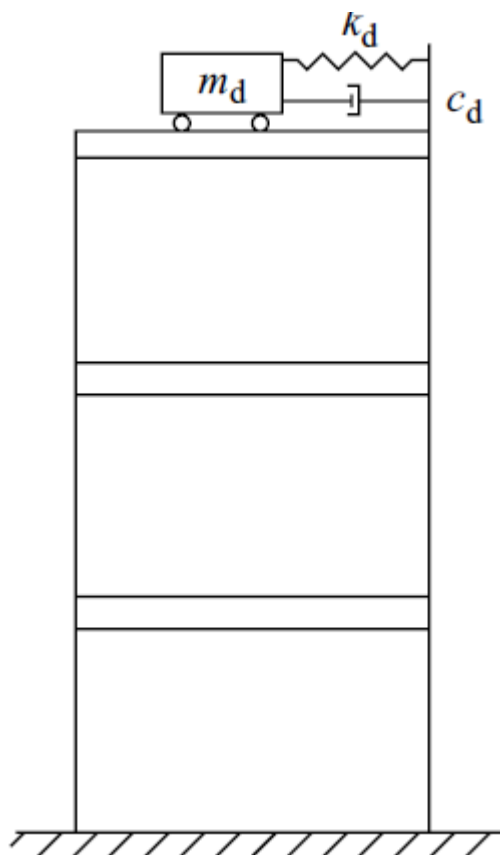
کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



میراگر جرم تنظیم شده

ویژگی ها:

- ساخت و اجرای نسبتاً ساده
- اضافه شدن وزن سازه
- نیاز به جابجایی کافی برای حرکت جرم
- مشکل تنظیم برای زلزله های مختلف



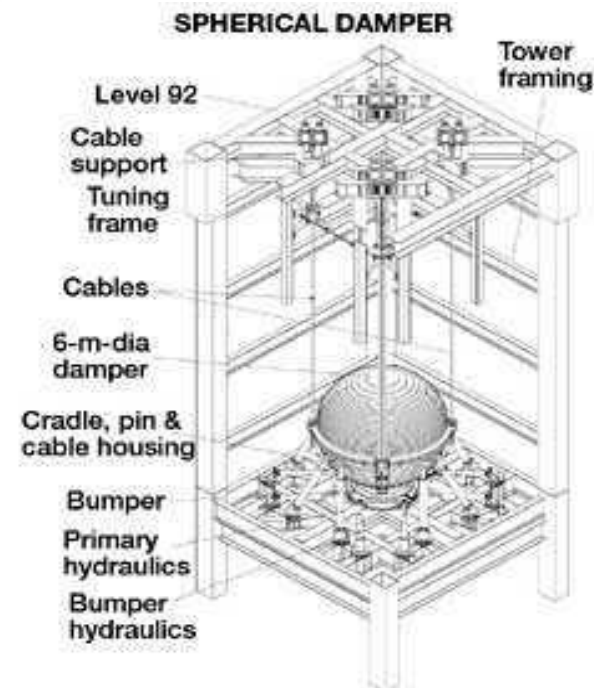
بهسازی لرزه ای سازه ها

انواع میراگرها

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



TUNED MASS DAMPER



بهسازی لرزه ای سازه ها

انواع میراگرها

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



بهسازی لرزه ای سازه ها

انواع میراگرها

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



TUNED MASS DAMPER

Assembly of the Tuned Mass
Damper

Completed Assembly of the
Tuned Mass Damper



بهسازی لرزه ای سازه ها

انواع میراگرها

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی

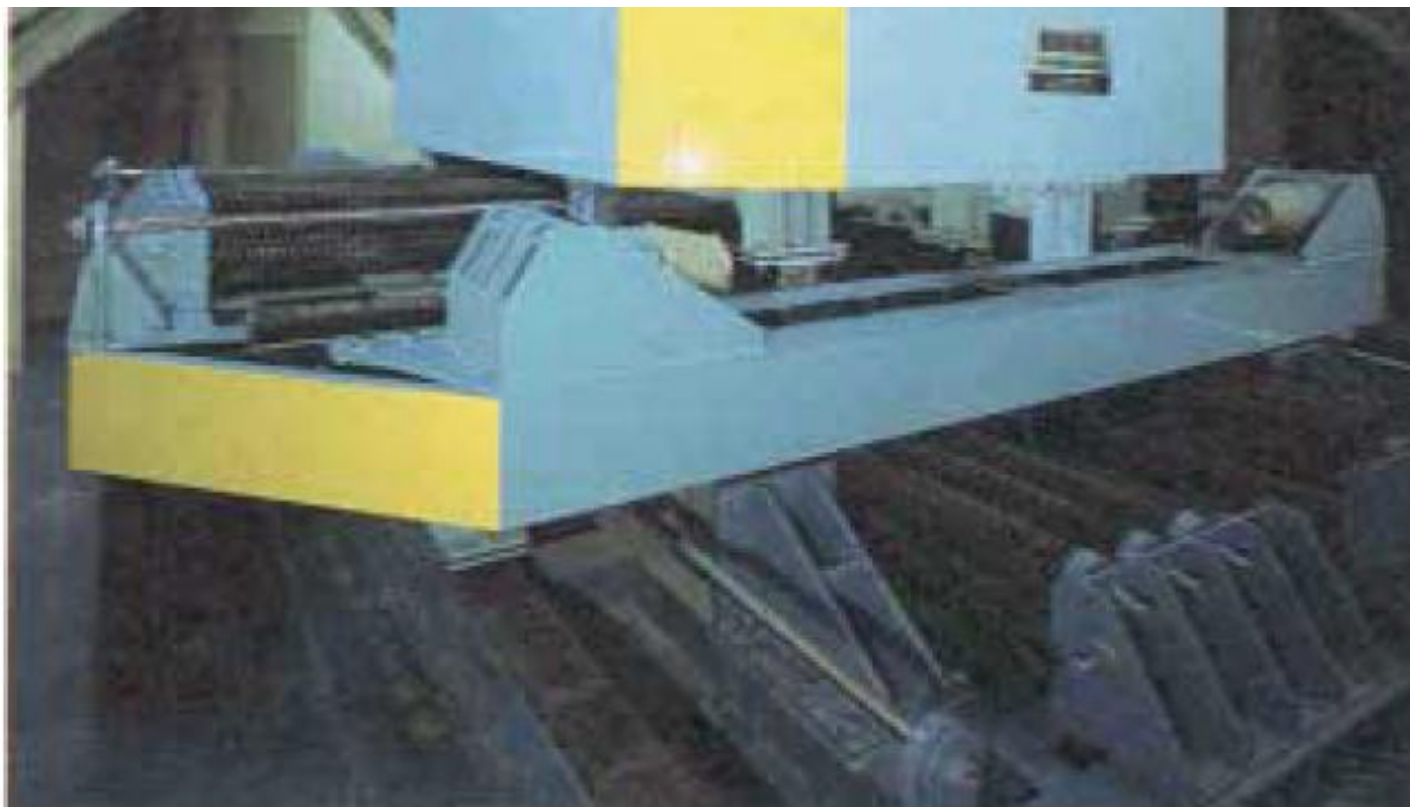


Fig. 4.3: Tuned mass damper for Chiba-Port Tower.

بهسازی لرزه ای سازه ها

انواع میراگرها

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی

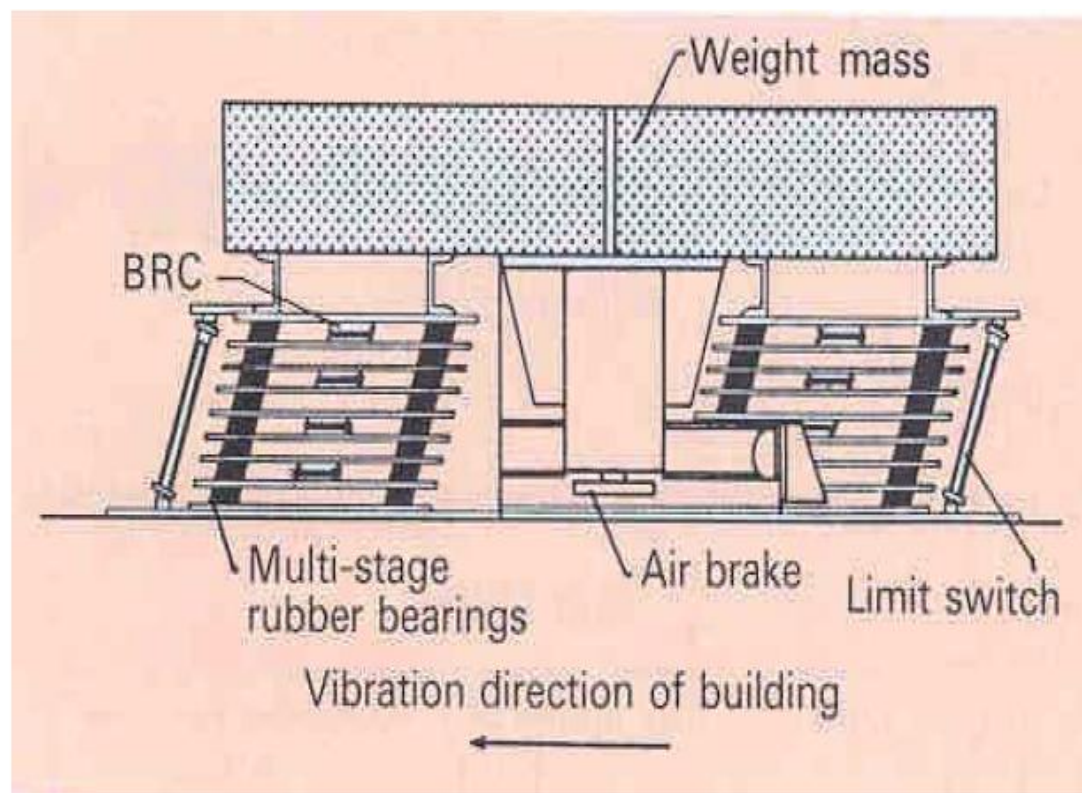


Fig. 4.4: Tuned mass damper with spring and damper assemblage.

بهسازی لرزه ای سازه ها

انواع میراگرها

کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی

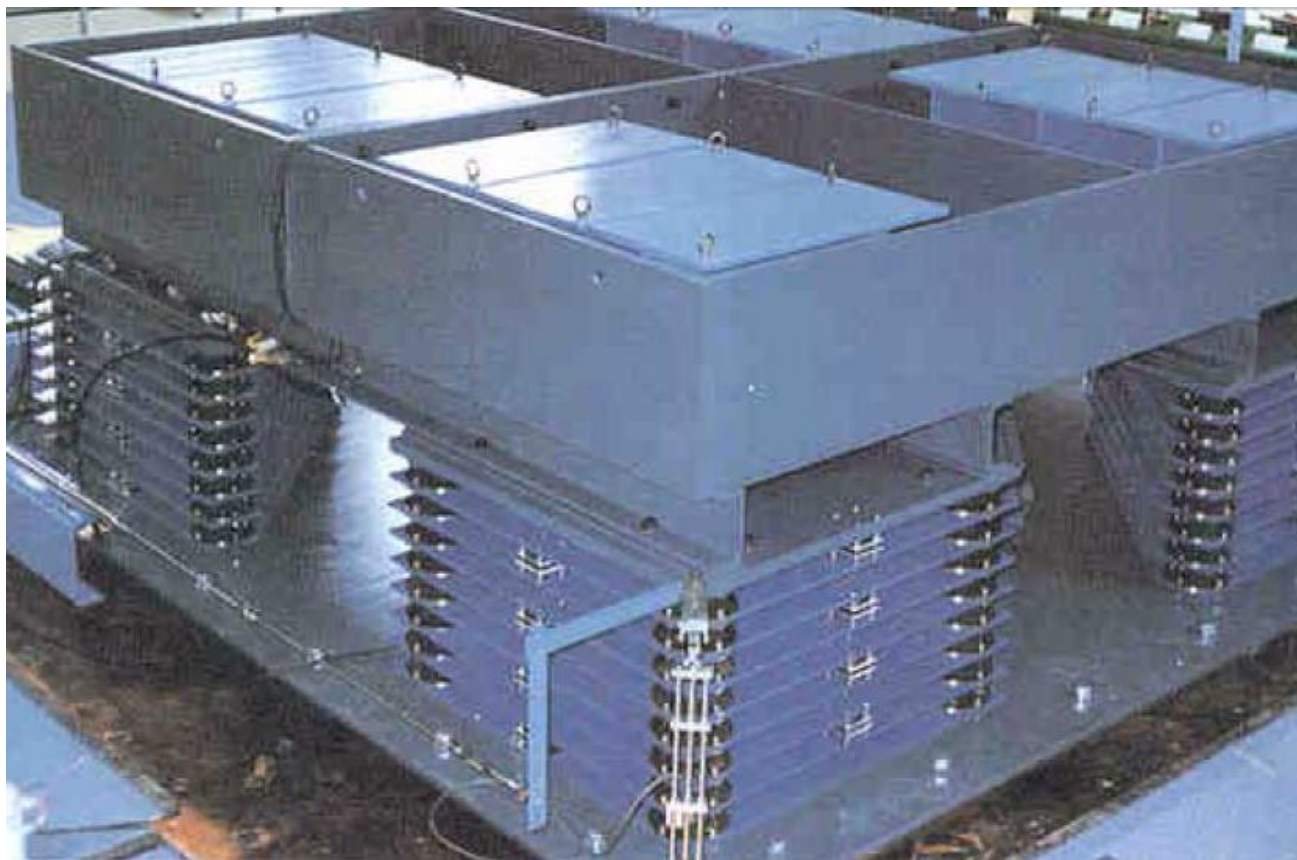


Fig. 4.6: Tuned mass damper - Huis Ten Bosch Tower, Nagasaki.

بهسازی لرزه ای سازه ها

انواع میراگرها

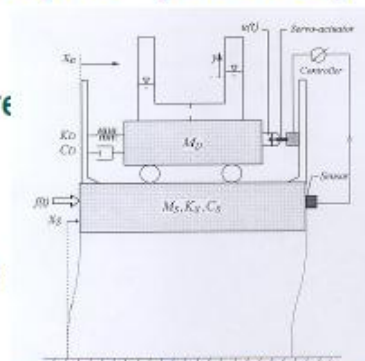
کارگاه آموزشی
دانشکده مهندسی
سازمان نظام مهندسی



Tuned Liquid Column Damper (TLCD)

A TLCD is a type of tuned mass damper where the mass is replaced by a liquid (usually water)

The Rincon Hill tower in San Francisco is the first residential building to have a TLCD to reduce sway to acceptable comfort levels



www.eng.nus.edu.sg/EResnews/9711/f6.jpg

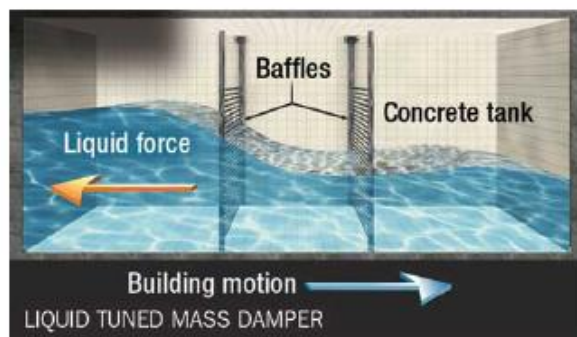


Image courtesy MKA Associates

