بسم الله الرحمن الرحيم

سیستم های مدرن جنب انرژِی در

سازه های فولادی

Passive Systems

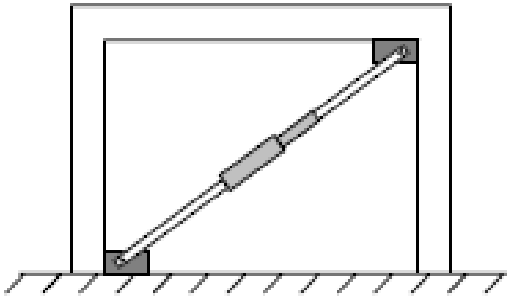
- تحقیقات و پیشرفتهای مرتبط با تجهیزات اتلاف انرژی منفعل در سازه‌ها حدوداً به ۲۵ سال پیش بر می‌گردد. همانند سیستم‌های جداساز لرزه‌ای، کاربرد اصلی تجهیزات اتلاف انرژی منفعل وقتی که در سازه استفاده می‌شوند، جذب و تاحدی مصرف بخشی از انرژی ورودی زلزله می‌باشد که خود باعث کاهش تقاضای اتلاف انرژی در اعضای اصلی سازه‌ای شده وموجب به حداقل رسیدن خسارت سازه‌ای می‌گردد.
- برتری سیستم‌های منفعل در مقایسه با سیستم‌های جداساز لرزه‌ای در این است که این سیستم‌ها در برابر باد و حرکات القا شدهٔ ناشی از آن نیز به خوبی تحریکات زمینلرزه می‌توانند موثر باشند. سیستم‌های منفعل در مقایسه با سیستم‌های فعال و نیمه فعال نیازی به منبع انرژی خارجی و سیستم کنترلی ندارند.
- همانطور که اشاره شد سیستم‌های منفعل کنترل سازه‌ها در برابر زلزله، باعث کاهش تقاضای اتلاف انرژی در اعضای اصلی سازه می‌شوند که این امر ناشی ازاثراتی است که تجهیزات اتلاف انرژی بر روی سازه اعمال می‌کنند.

- ***مزایای این نوع سیستمها عبارتند از:***
- *۱ - افزایش سختی*
- *۲ - کاهش شتاب طبقات*
- *۳ - کاهش نیروی برشی پایه*
- *۴ - افزایش میرایی سازه*
- *۵- افزایش انعطاف پذیری بدلیل تغییر زمان تناوب سازه*
- *۶ - جذب انرژی توسط تجهیزات اتلاف انرژی*

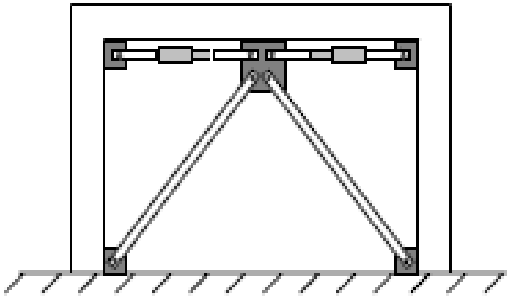
بطور كلي تجهيزاتي كه در سيستم‌هاي غيرفعال اتلاف انرژي در سازه‌ها به كار مي‌روند عبارتند از:

- **الف) تجهيزات ميرايي منفعل (PASSIVE DAMPING DEVICES)**
- ۱- ميراگرهای فلزی (Metallic Dampers)
- ۱- ميراگرهای اصطكاكی (Friction Dampers)
- ۳- ميراگرهای ويسكوالاستيک (Viscoelastic Dampers)
- ۴- ميراگرهای سيالی لزج (Viscous Dampers)

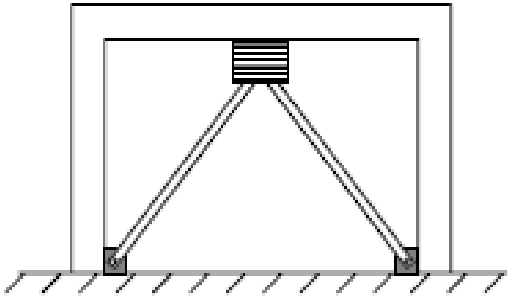
- **ب) سيستم‌های تنظيم شده (TUNED SYSTEMS)**
- ۱- ميراگرهای جرمی تنظيم شده (Tuned Mass Dampers)
- ۲- ميراگرهای مايع و ستون مايع تنظيم شده
- (Tuned Liquid & Tuned Liquid Column Dampers)



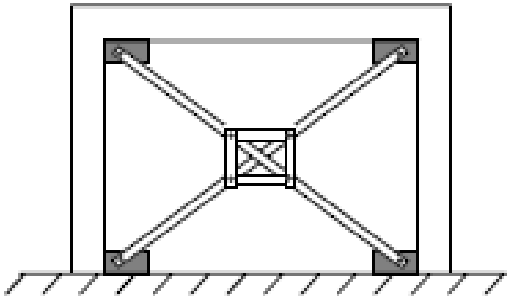
Diagonal brace with viscous or viscoelastic damper



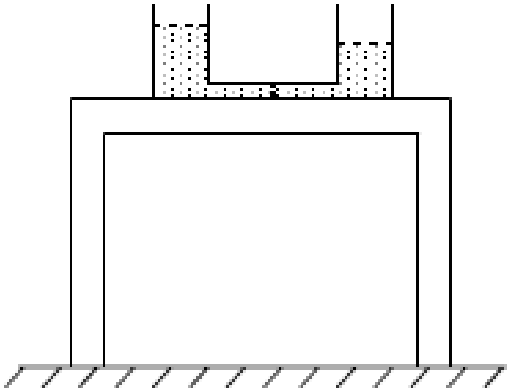
Chevron brace with viscous dampers



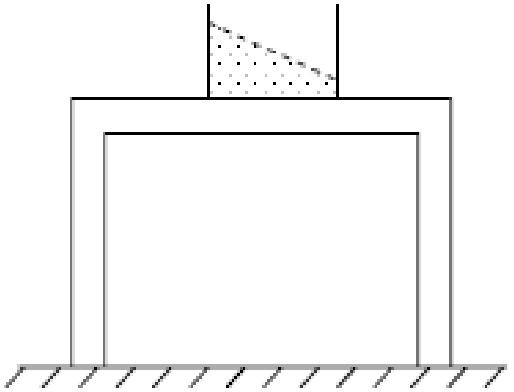
Chevron brace with viscoelastic damper



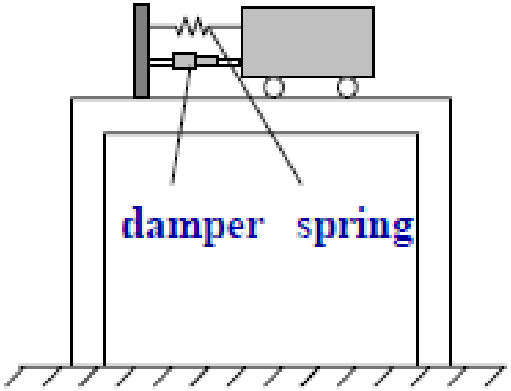
Pall friction damper



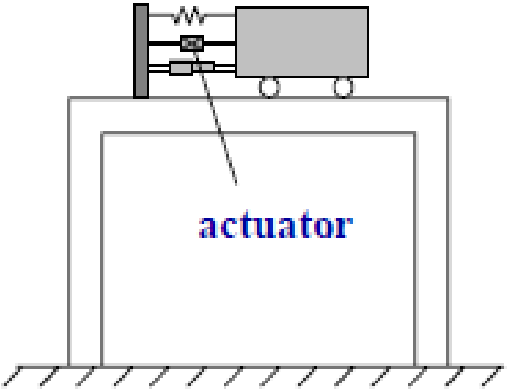
Tuned liquid column damper



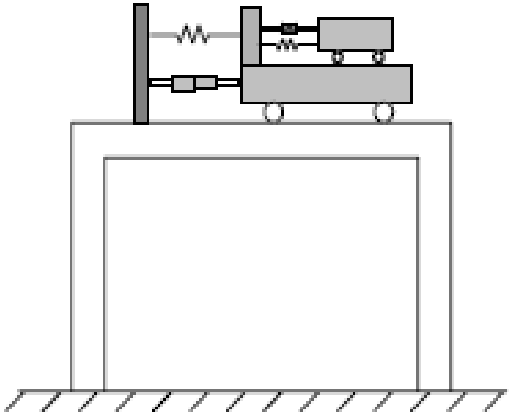
Tuned liquid damper



Tuned mass damper

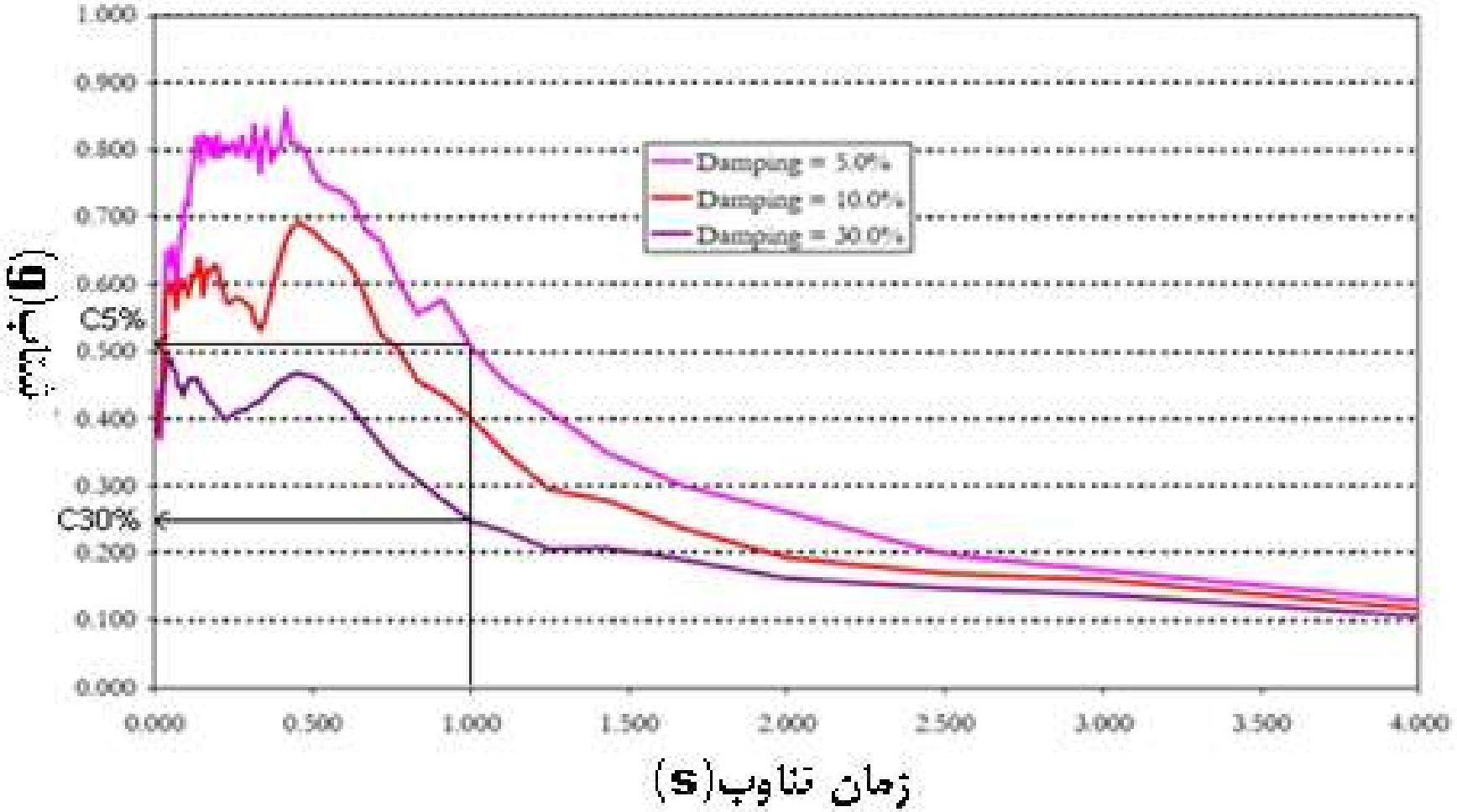


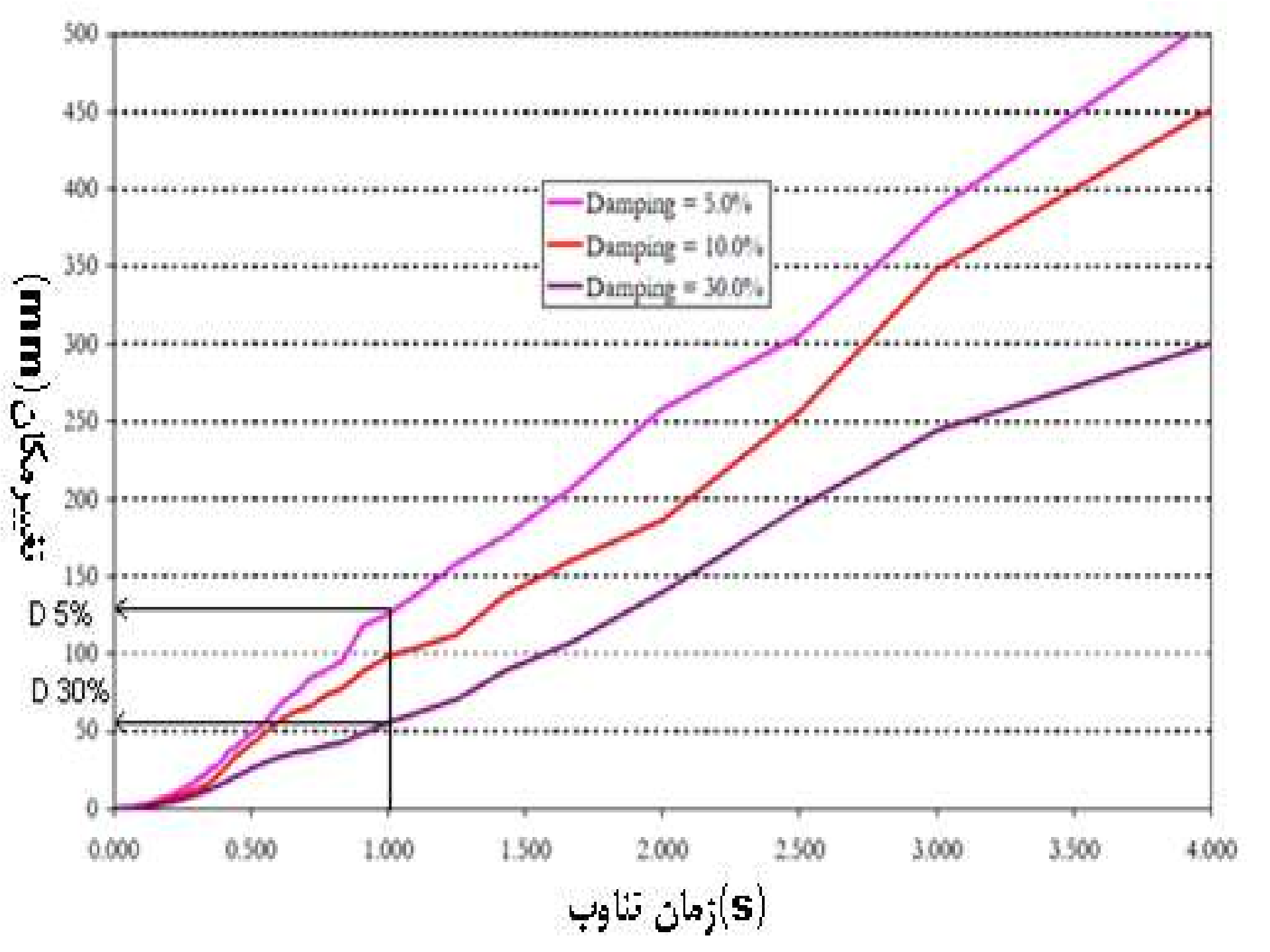
Active mass damper



Hybrid mass damper

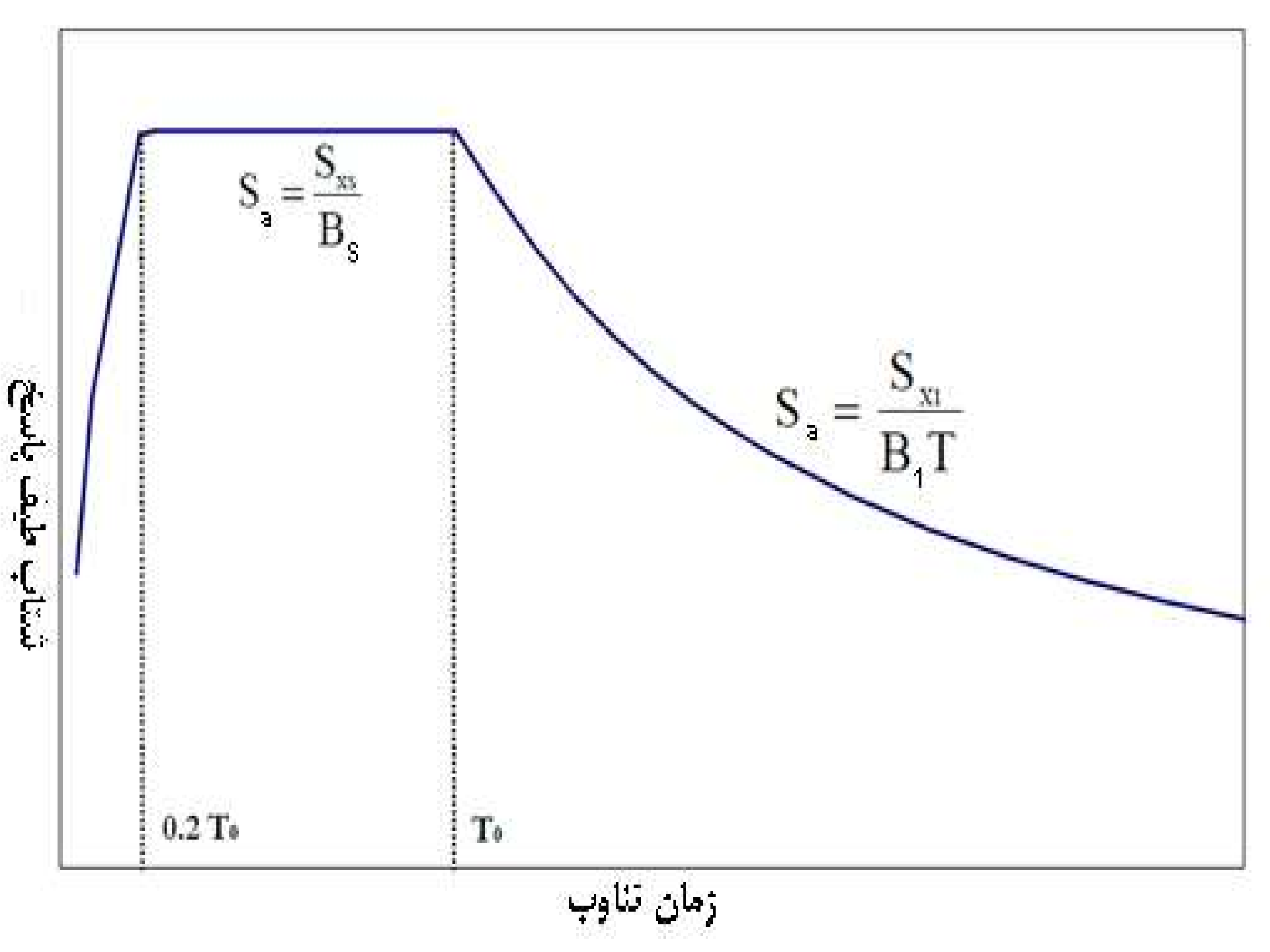
- افزایش میرایی باعث کاهش پاسخ سازه (شتاب و تغییرمکان) میشود. افزایش میرایی در زمان تناوبهای پائین (نزدیک به صفر) بر مقدار طیف اثری ندارد و در زمان تناوبهای بالا نیز اثر کمی بر روی شتاب پاسخ دارد.شکل زیربیشترین اثرافزایش میرایی را در زمان تناوبهای ۰/۳ تا ۲/۵ثانیه نشان میدهد.




Damping = 5.0%
Damping = 10.0%
Damping = 30.0%
D 5%
D 30%
500
450
400
350
300
250
200
150
100
50
0
0.000
0.500
1.000
1.500
2.000
2.500
3.000
3.500
4.000
(mm) تغییر مکان
(s) زمان تناوب

- ***انواع میراگرها از نظر نحوه جذب انرژی***
- ***۱ - میراگرهای وابسته به تغییر مکان :*** که انرژی جذب شده در آنها بصورت انرژی هیسترزیس بوده ونیروهای پدید آمده دراین قطعات ناشی از تغییر مکان در آنها می باشد واصولاً مستقل از سرعت وفرکانس بارگذاری می باشند.مانند میراگرهای فلزی واصطکاکی
- ***۲ - میراگرهای وابسته به سرعت :*** که انرژی جذب شده درآنها بصورت انرژی میرائی می باشد ونیروهای پدید آمده در آنها ناشی از تغییرمکان وسرعت بوده و وابسته به دمای محیط ، فرکانس وسرعت بارگذاری می باشند.مانند میراگرهای ویسکوالاستیک
- حداکثر نیروی حاصله در قطعات گروه اول ، وابسته به نیروی جاری شدن ،نیروی لغزشی ونسبت سخت شدگی کرنشی در آنهاست در صورتیکه حداکثر نیروی حاصله در قطعات گروه دوم،بستگی به حداکثر تغییر مکان وسرعت در آنها دارد.

- در آئین نامه های طراحی و بهسازی لرزه ای اثر میرائی با تعریف ضریب میرایی(B) که تابعی از درصد میرائی بحرانی(β) است مشخص میشود.
- این ضریب برای دو حالت زمان تناوبهای کوتاه(B_S) و زمان تناوب یک ثانیه(B_1) تعریف شده است.
- دامنه عمل(B_S) بر روی منحنی طیف پاسخ بین زمان تناوب $2T_0$. تا T_o است. T_o زمان تناوب انتقال از محدوده شتاب ثابت به سرعت ثابت طیف میباشد. از ضریب(B_1) نیز برای کاهش طیف در زمان تناوبهای بالاتر ازT_o استفاده میشود.


$S_a = \frac{S_{xs}}{B_s}$
$S_a = \frac{S_{x1}}{B_1 T}$
0.2 T₀
T₀
شتاب طیف پاسخ
زمان تناوب

جدول (۱۰-۱): ضرایب B_1 و B_S برحسب درصد میرایی موردنظر (β)

β (درصد)	B_S	B_1
≤۲	۰/۸	۰/۸
۵	۱/۰	۱/۰
۱۰	۱/۳	۱/۲
۲۰	۱/۸	۱/۵
۳۰	۲/۳	۱/۷
۴۰	۲/۷	۱/۹
≥۵۰	۳/۰	۲/۰

- در روش استاتیکی خطی با میراگر وابسته به تغییرمکان، درصد میرایی بحرانی موثر(β_{eff}) سازه توسط رابطه زیرمحاسبه میشود:

$$\beta_{eff} = \beta + \frac{\sum_j W_j}{4\pi W_K}$$

- که در آن β عبارت است از میرایی سیستم قاب بندی ساختمان که باید مساوی ۵٪ فرض شود مگر اینکه میرایی دیگری موردنظر باشد،
- W_j عبارت است از کار انجام شده توسط وسیله j-اُم در یک چرخه کامل تحت تغییرمکانهای δ_iکف های طبقات،عمل جمع زدن روی کلیه وسایل j انجام می گیرد،و
- W_Kحداکثر انرژی کرنشی قاب است که از رابطه زیربدست می آید.

$$W_K = \frac{1}{2}\sum_i F_i \delta_i$$

- که در آن F_i نیروی اینرسی در کف طبقه i اُم بوده و عمل جمع روی کلیه کف های i انجام می گیرد.

- در روش استاتیکی خطی و در میراگر وابسته به سرعت نیز میرایی موثرسازه از رابطه زیر محاسبه می شود:

$$\beta_{eff} = \beta + \frac{\sum_j W_j}{4\pi W_K}$$

- که در آن β عبارت است از میرایی سیستم قاب بندی ساختمان که باید مساوی ۵٪ فرض شود مگر اینکه میرایی دیگری موردنظر باشد،
- W_j عبارت است از کار انجام شده توسط وسیله j-اُم در یک چرخه کامل تحت تغییرمکانهای δ_iکف های طبقات،عمل جمع زدن روی کلیه وسایل j انجام می گیرد،و
- W_Kحداکثر انرژی کرنشی قاب است که از رابطه زیربدست می آید.

$$W_K = \frac{1}{2}\sum_i F_i \delta_i$$

- کار انجام شده توسط وسیله خطی لزج j -اُم در یک چرخه کامل بارگذاری را باید توسط معادله زیرمحاسبه کرد.

$$W_j = \frac{2\pi^2}{T} C_j \delta_{rj}^{\ 2}$$

- که در آن Tزمان تناوب اصلی ساختمان بهسازی شده است که در محاسبه آن سختی وسایل وابسته به سرعت نیز محسوب شده است،
- C_jثابت میرایی وسیله j-اُم
- و δ_{rj} تغییرمکان نسبی بین دو انتهای وسیله j-اُم در امتداد محور این وسیله می باشد.

- محاسبه میرایی موثر با استفاده از رابطه زیر برای وسایل خطی لزج مجاز می باشد.

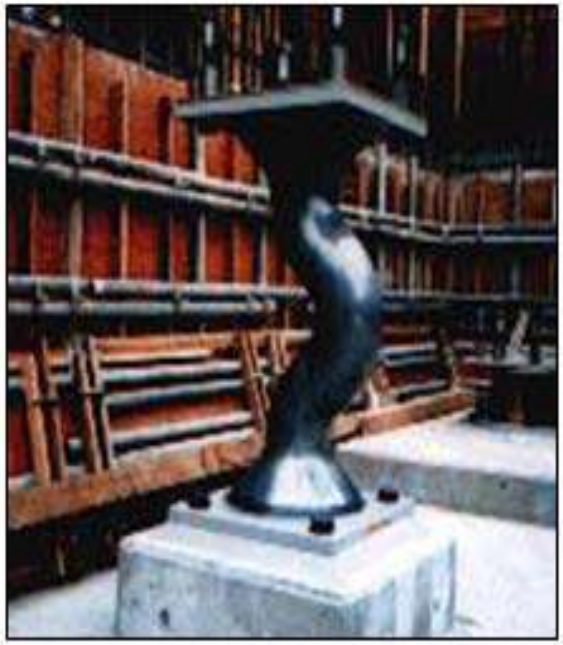
$$\beta_{eff} = \beta + \frac{T\sum_{j} C_j \cos^2\theta_j \phi_{rj}^{\ 2}}{4\pi\sum_{i}\left[\frac{W_i}{g}\right]\phi_i^{\ 2}}$$

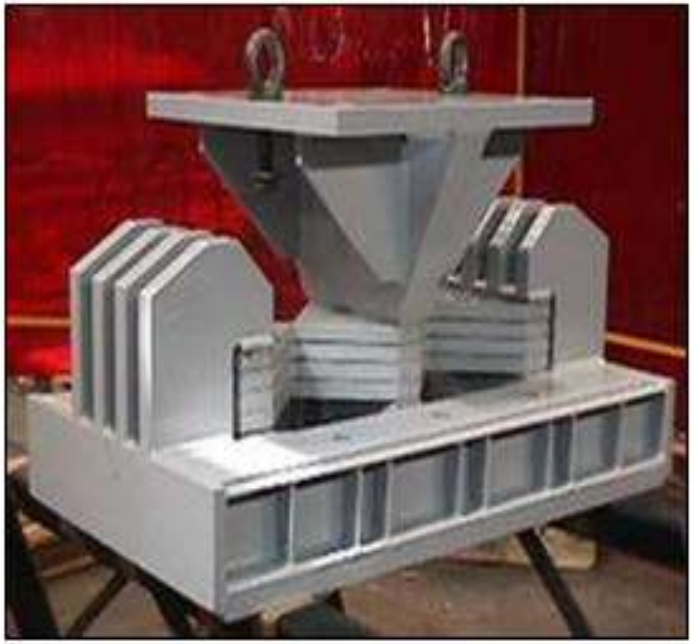
- که در آن θ_j زاویه شیب وسیله j–اُم با افق،
- ϕ_{rj} تغییرمکان نسبی بین دو انتهای وسیله j–اُم در مود اول درجهت افقی،
- W_i وزن (موجود) طبقه i–اُم،
- ϕ_i تغییرمکان طبقه i–اُم در مود اول بوده و سایر نمادها قبلاً تعریف شده اند.

تجهیزات میرایی منفعل
(PASSIVE DAMPING DEVICES)

- **1- میراگرهای فلزی (Metallic Dampers)**

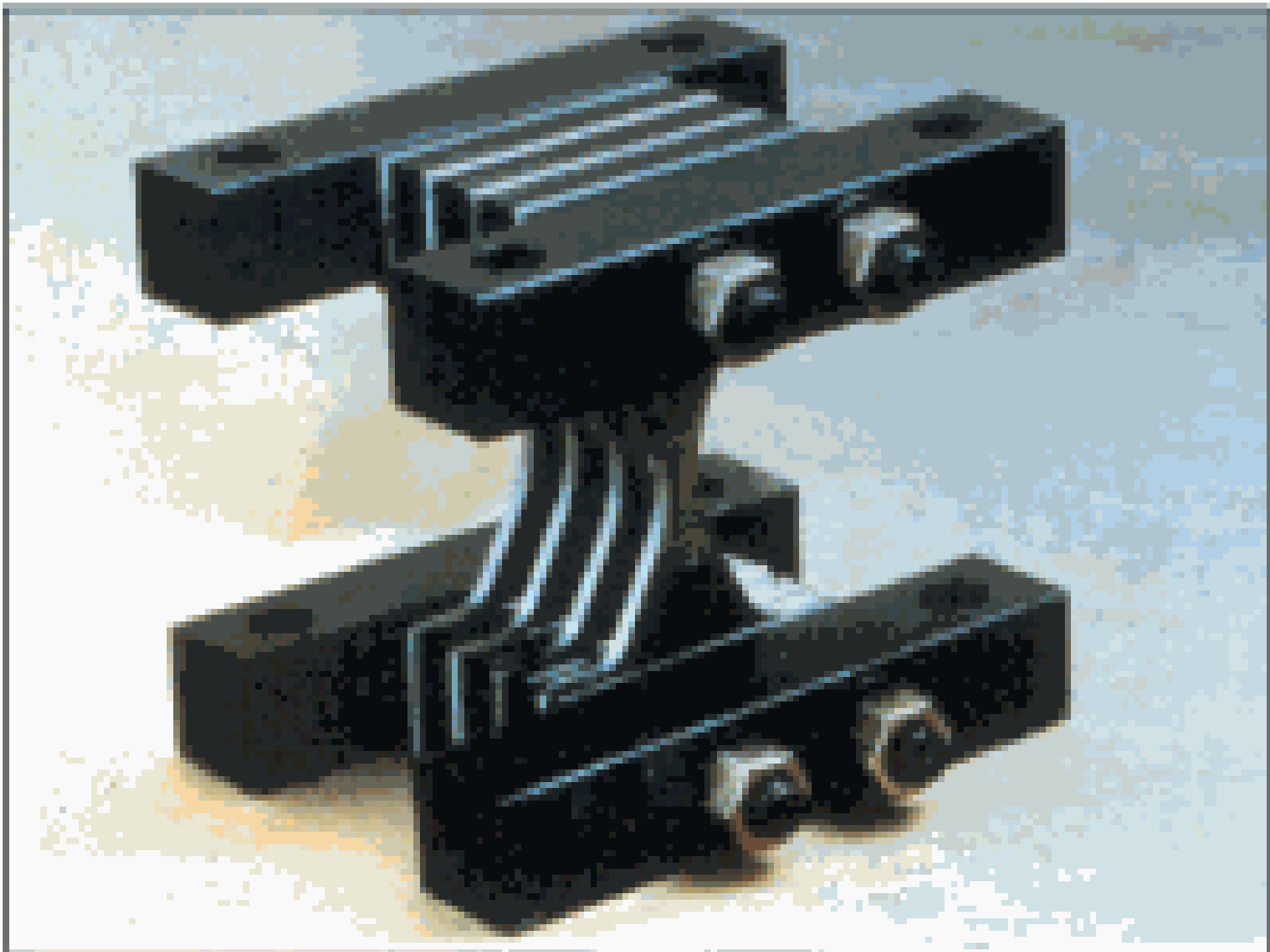
- میراگرهای فلزی بدلیل عدم نیاز به تکنولوژی بسیار بالا جهت ساخت، عملی‌تر بودن کاربرد آنها در سازه، رفتار پایدار در برابر زلزله ودخیل نبودن عوامل محیطی (درجه حرارت، رطوبت و .....) در رفتار مکانیکی آنها، ازاهمیت خاصی برخوردارند.
- این میراگرها باعث افزایش میرایی و سختی در سیستم سازه‌ای شده و ظرفیت اتلاف انرژی را افزایش می‌دهند. افزودن میراگرهای فلزی به سازه باعث تمرکز اتلاف انرژی در میراگرها می‌شود که پس از وقوع زلزله می‌توان میراگرها را به راحتی تعویض کرد

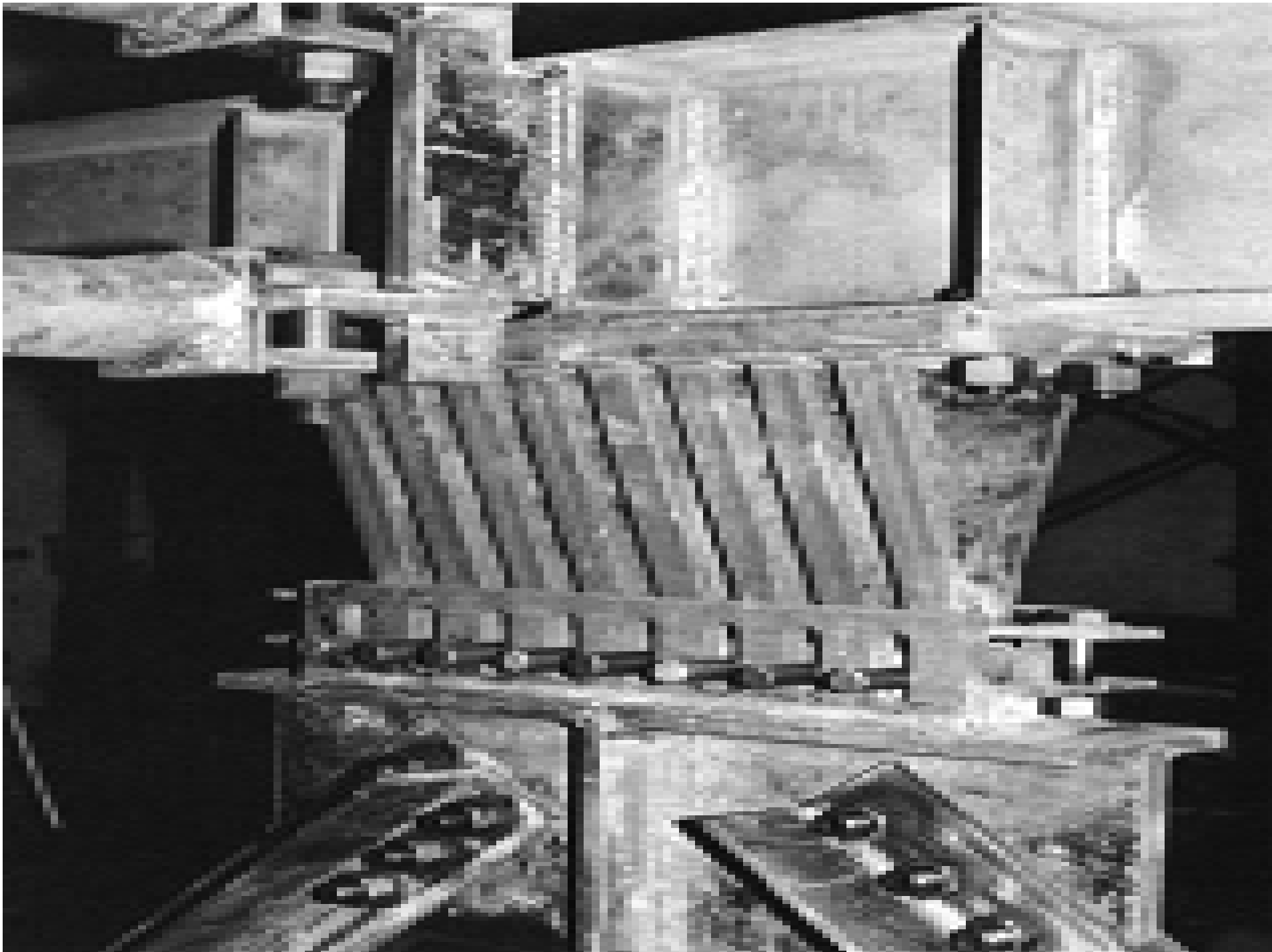


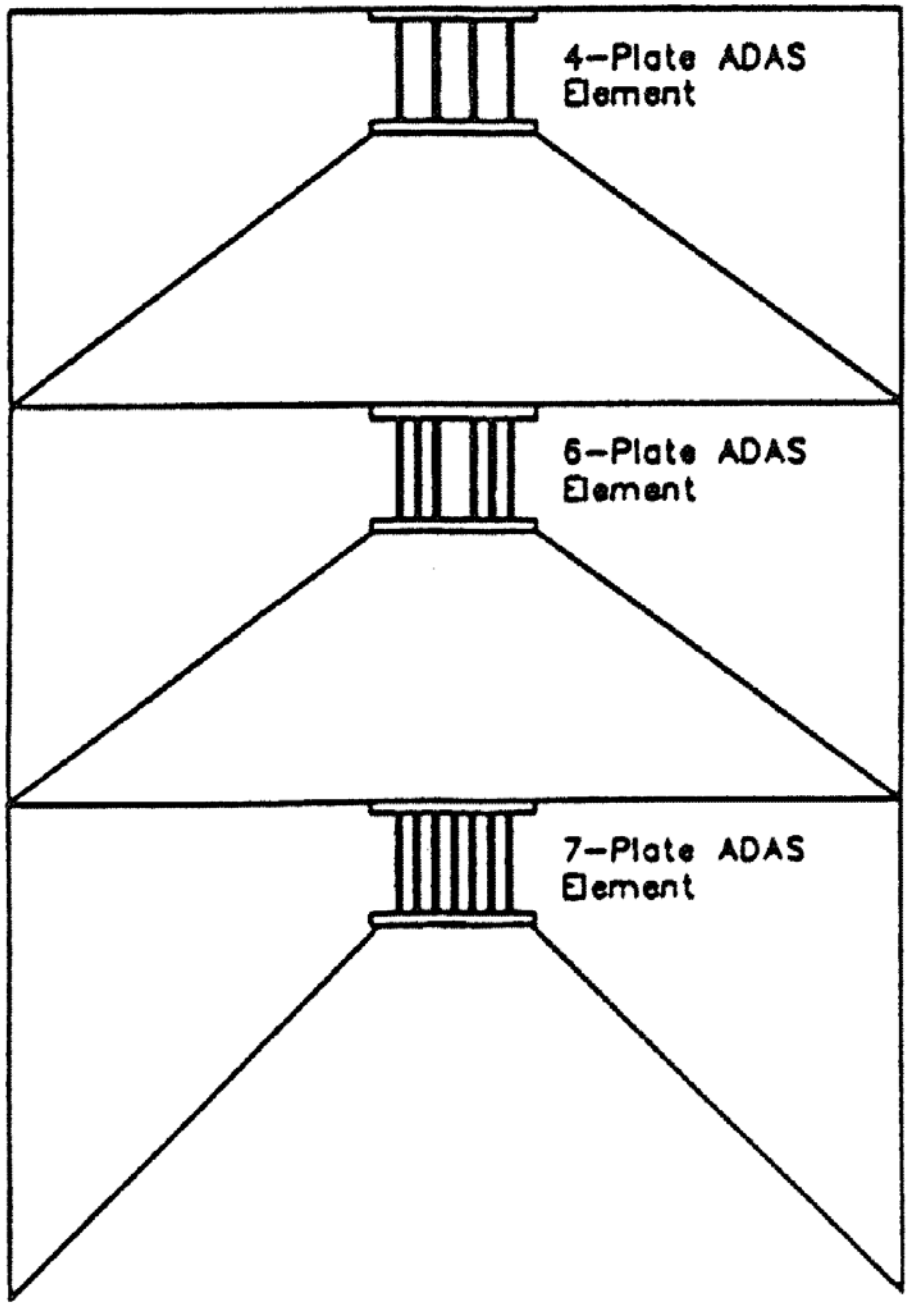


▪ میراگر فلزی ADAS
Added Damping And Stiffness

- ***میراگرهای فلزی ADAS*** *دستگاه هائی می باشند که از تعدادی صفحات فولادی موازی تشکیل شده اند* وافزاینده سختی ومیرایی اند.
- صفحات فولادی عموماً به شکل X (شکل ساعت شنی) ساخته می شوند.
- المانهای ADAS را به راحتی می توان در طراحی های جدید ترکیب کرد یا در مقاوم سازی سازه های موجود بکار برد .
- چون این دستگاهها به روش تسلیمی عمل می کنند و در واقع اتلاف انرژی در آنها از طریق تغییر شکل پلاستیک ورقهای فولادی نرمه در خمش صورت می گیرد.
- دستگاههای ADAS به صورت بخشی از عضو مهاربند طراحی می شوند و به گونه ای نصب می شوند که تغییر مکان طبقه باعث ایجاد تغییرمکان نسبی در دستگاه شود .
- به همین منظور دستگاه در بالا به تیرطبقه و در پایین به عضو مهاربند متصل است به طوری که می تواندحرکت افقی نسبی داشته باشد .
- با جاری شدن حجم زیادی از فولاد دستگاه ADAS می تواند انرژی زیادی را طی یک زمین لرزه تلف کند .






4-Plate ADAS
Element
6-Plate ADAS
Element
7-Plate ADAS
Element

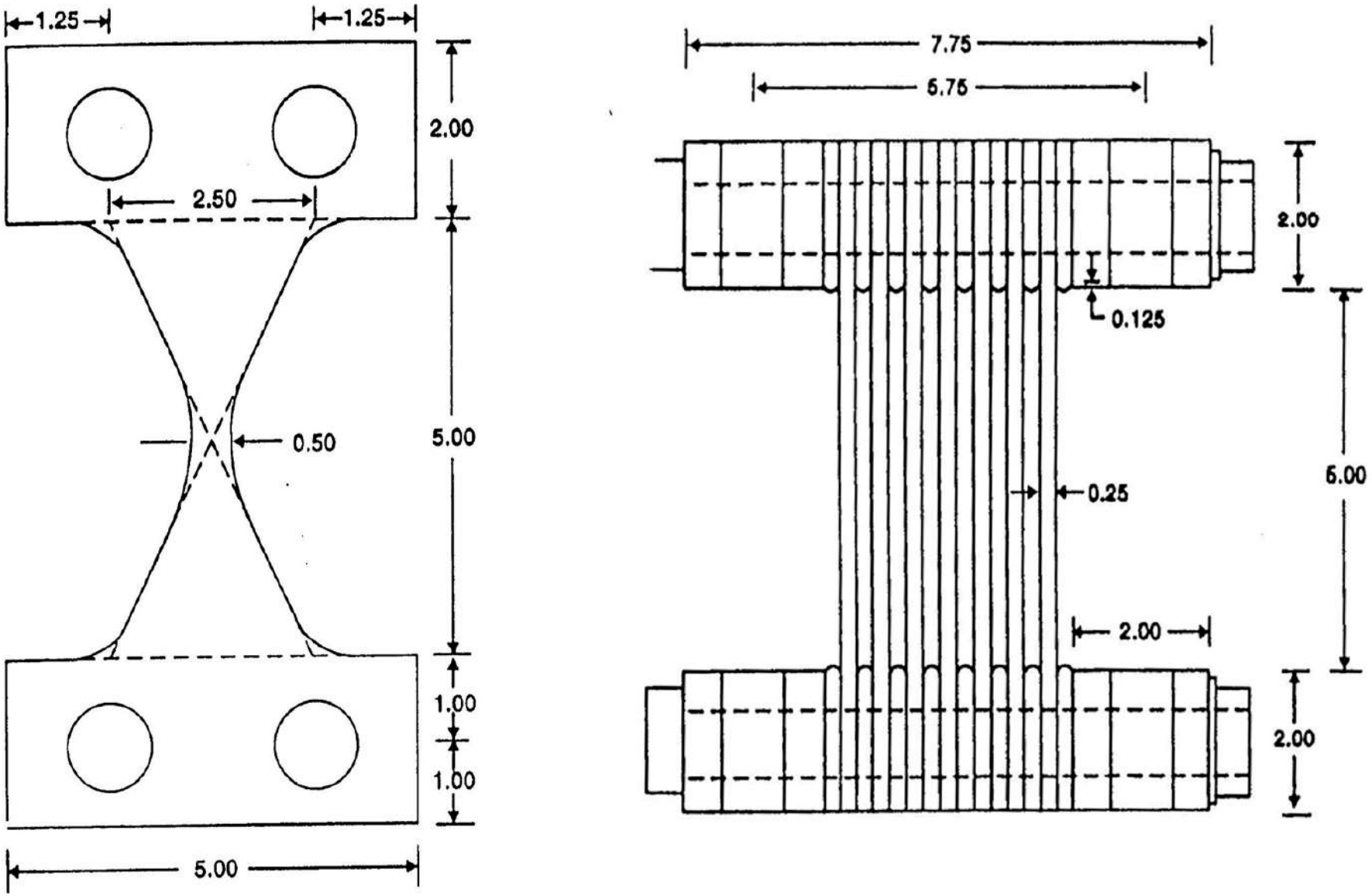
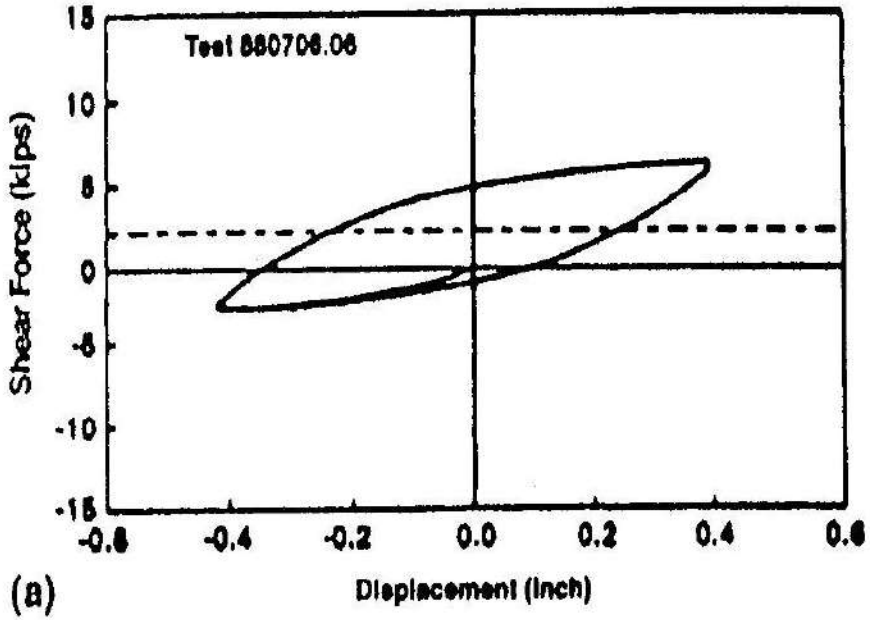
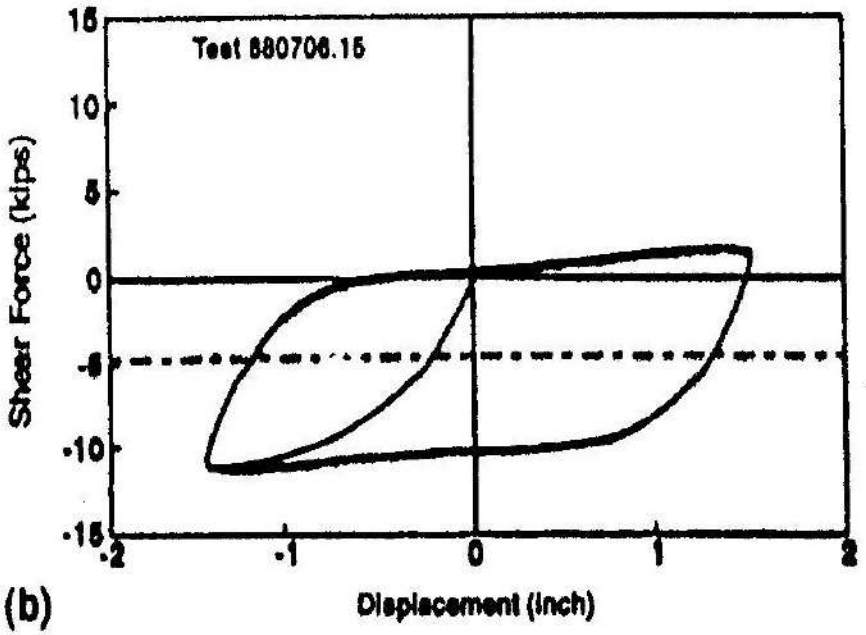


Fig 1. X-Shaped ADAS Device (Whittaker 1991)





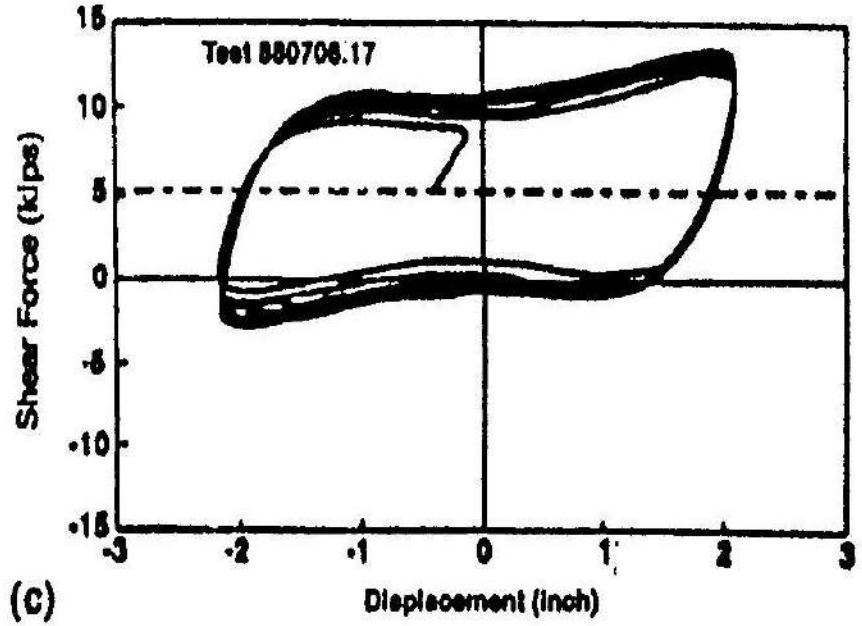


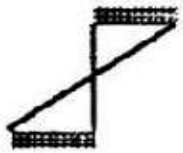
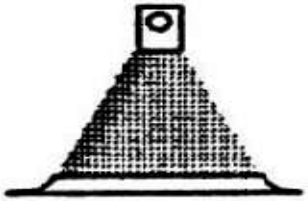
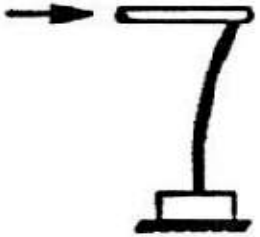
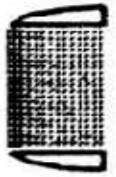
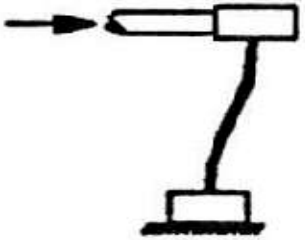
Fig 2. Force Displacement Response of ADAS Device (Whittaker 1991) Displacement Amplitude; (a) 0.45 in. (b) 1.5 in. (c) 2.2 in.

- ورقهای مثلثی در صفحات موازی خود دارای سختی نسبی می باشند و در انتهای مفصلی خود برای دوران آزاد هستند .
- برای تامین پایداری بادبندها در خارج از صفحه خود صفحات پر کننده بین قسمت محور و صفحات جانبی سوراخدار جایگذاری شده است .
- نکته مهمی که باید در طراحی لرزهای قاب ADAS باید در نظرگرفته شود این است که جاری شدن و آسیب پذیری قاب باید ابتدا دروسیله ADAS متمرکز شود .
- بنابراین طبق قوانین طراحی برحسب ظرفیت و بادبندهاو ستونهاوتیرهای تکیه گاهی وسیله باید برای ماکزیمم نیروی ایجاد شده در وسیله با در نظر گرفتن اثرات سخت شدگی طراحی شود .
- سختی برشی طبقه Ks، سختی برشی ADAS (Ke)، سختی مهاربندها، پارامترهای B/D و S/R نقش قابل ملاحظه ای در قابهای مجهز به چنین میراگرهایی دارند.
- B/D نسبت سختی مهاربند به سختی میراگر(3~2)
- S/R نسبت سختی سیستم مهاربند-میراگر به سختی طبقه(4~2)

مزایای استفاده از این دستگاه عبارتنداز :

- ۱ – اتلاف انرژی در محلهای خاص ، متمرکزومحدودی که به همین منظور طراحی شده اند،صورت میگیرد.
- ۲ – نیاز به اتلاف انرژی در سایر اعضاء سازه ای کاهش می یابد .
- ۳ – تسلیم دستگاههای ADAS تاثیری در ظرفیت باربری سیستم باربری قائم (بارهای بهره برداری) ندارد زیرا این دستگاهها فقط بخشی از سیستم مقاوم باربر جانبی میباشد.
- ۴- ADAS احتیاج به نگهداری ندارد.
- ۵- این دستگاه علاوه بر اتلاف انرژی سختی و مقاومت سازه رانیز افزایش می دهند .
- ۶- بعد از وقوع زمین لرزه وتسلیم ، به آسانی تعویض می شوند.
- ۷- برخلاف جداساز لرزه ای استفاده ازآنها محدود به ارتفاع وهندسه سازه نمی شود.

- انتخاب شکل میراگرها ارتباط مستقیمی به تسلیم سطح ورق دارد. جهت حداکثر نمودن اتلاف انرژی در میراگرها نیاز به یک شکل خاص برای ورق میراگرها داریم تا هنگام اعمال نیرو، کل ارتفاع ورق دچار تسلیم شود.
- ورق فلزی مستطیلی شکل دارای انحنای مضاعف حول محور میانی خود می‌باشد و فقط در دو انتهای خود دچار تسلیم می‌شود یعنی تغییرشکل پلاستیک به یک ناحیه کوچک در دو انتهای ورق محدود می‌گردد.
- ورق فلزی X در امتداد ارتفاع خود بصورت یکنواخت دچار تسلیم خواهد شد. به عبارت دیگر تغییر شکل پلاستیک بطوریکنواخت در ارتفاع ورق توزیع می‌گردد.
- بنابراین جهت دستیابی به اتلاف انرژی مطلوب در میراگرها، استفاده از ورق‌های X شکل و ورق‌های مثلثی مناسب‌تر از ورق‌های مستطیلی می‌باشد.

PLATE CONFIGURATION	PROFILE	DEFORMATION	STRESS DISTRIBUTION	COMMENTS
Rectangle				Non-Workable due to local yielding only
Triangle				Workable
X Shape				Workable

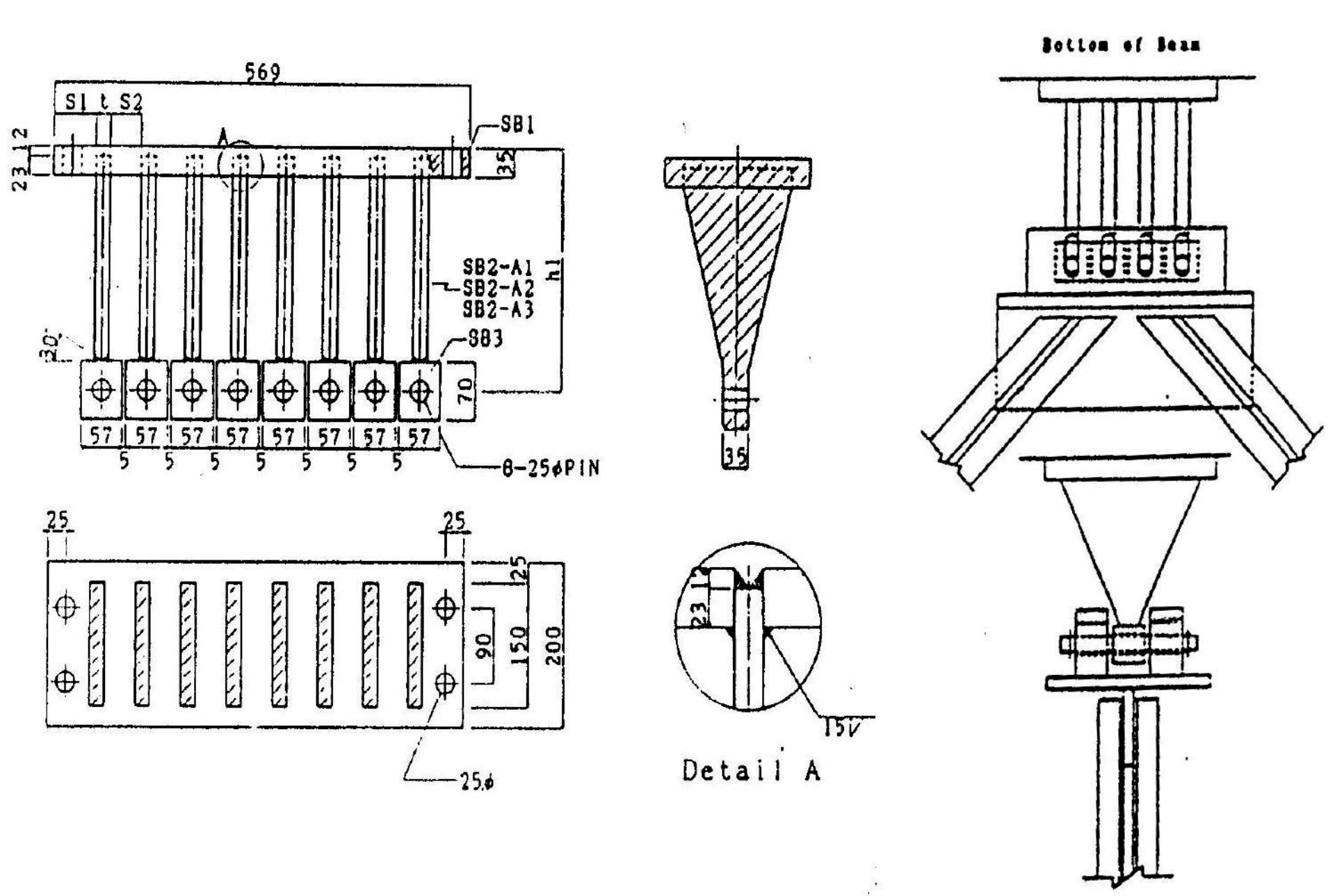
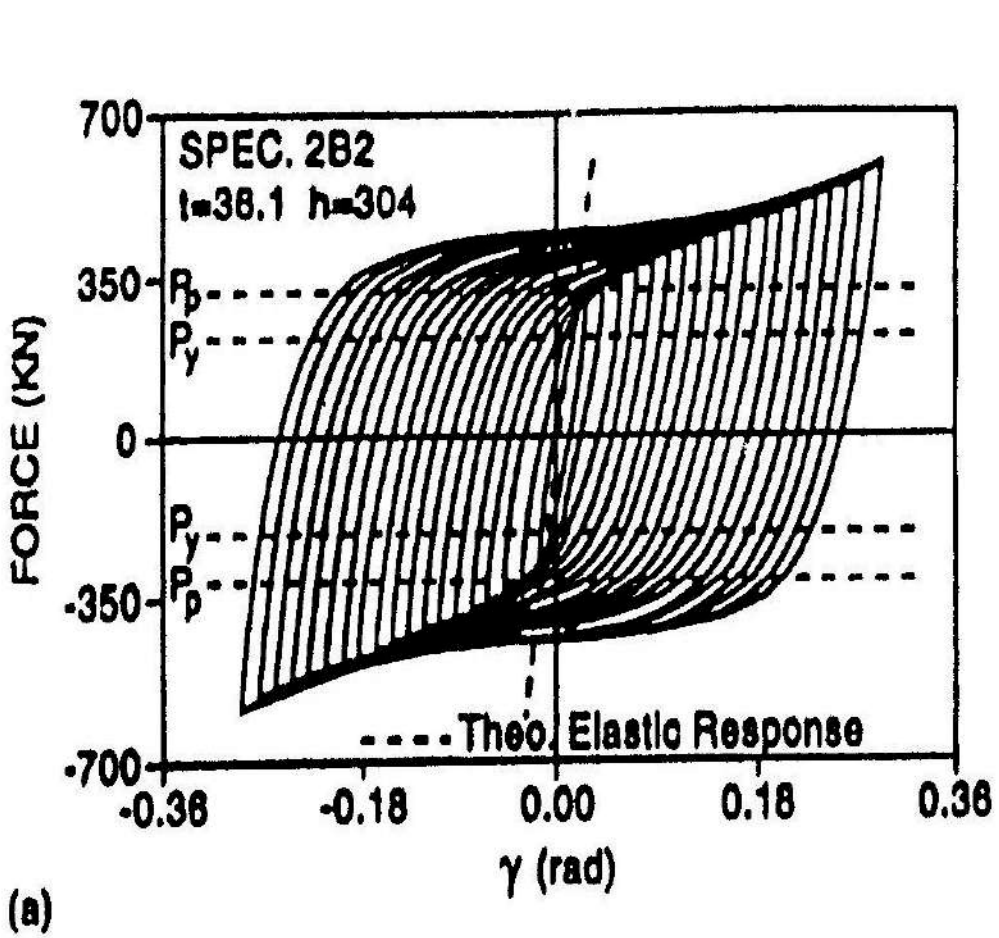


Fig 3. Triangular Plate Device (Tsai 1993)



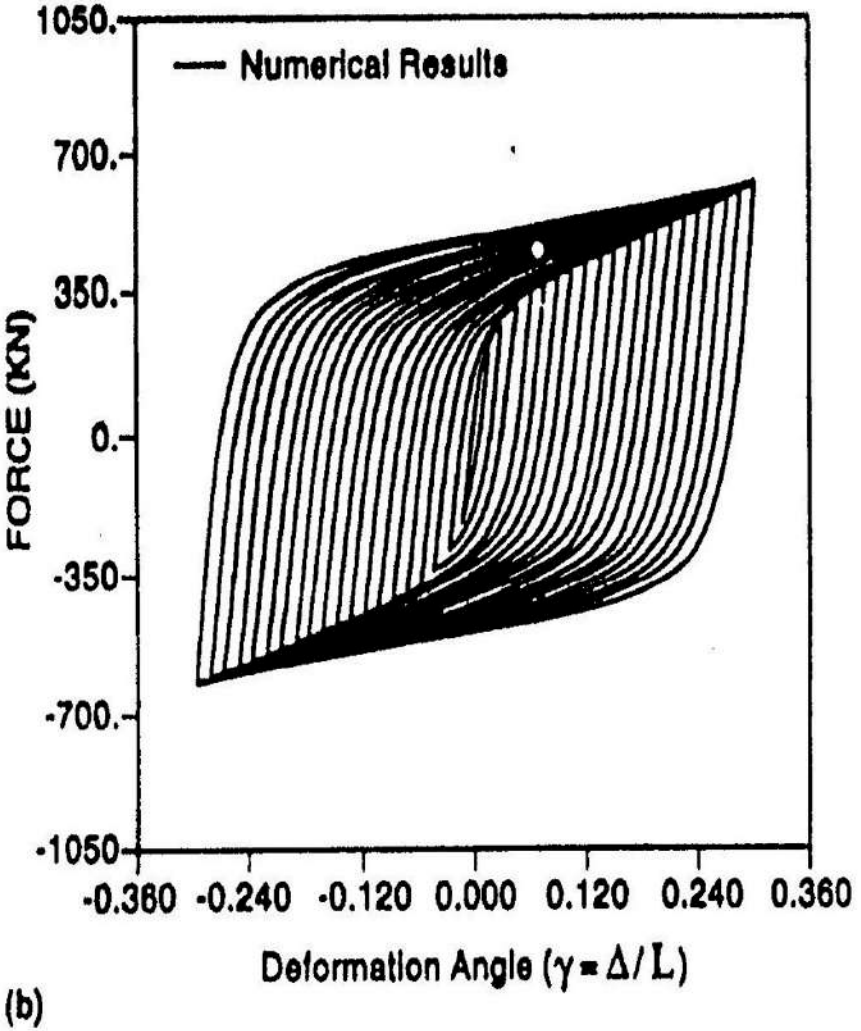
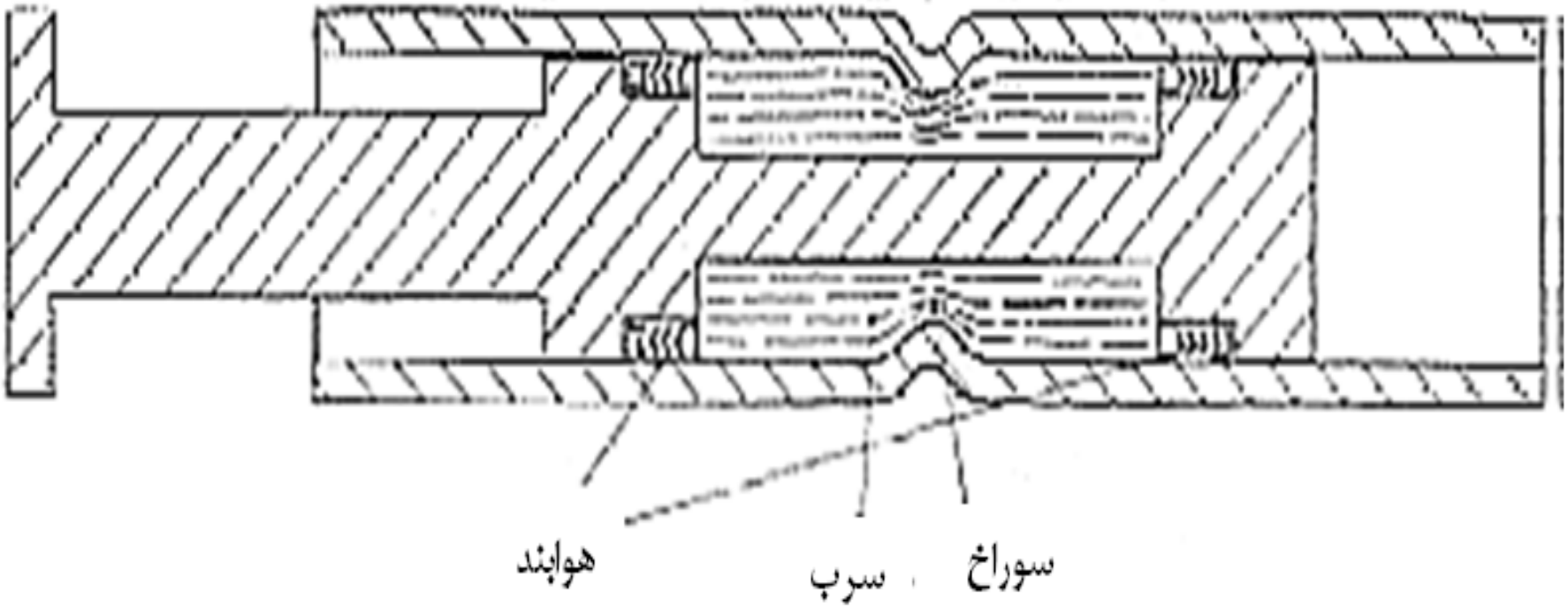


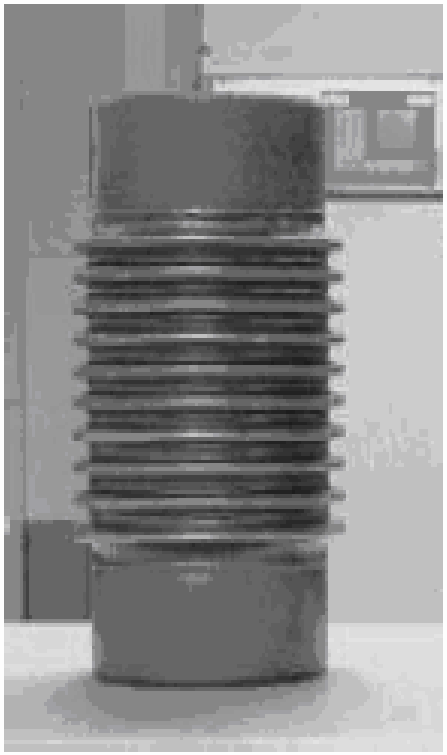
Fig 4. Hysteresis of Triangular Plate Metallic Damper ;

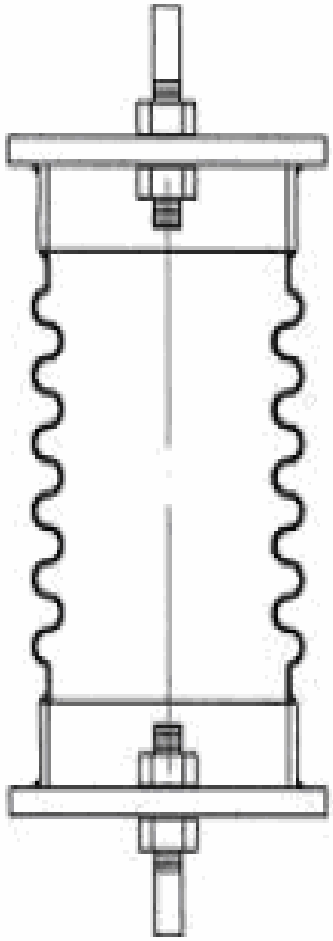
(a) Experimental (Tsai 1993)

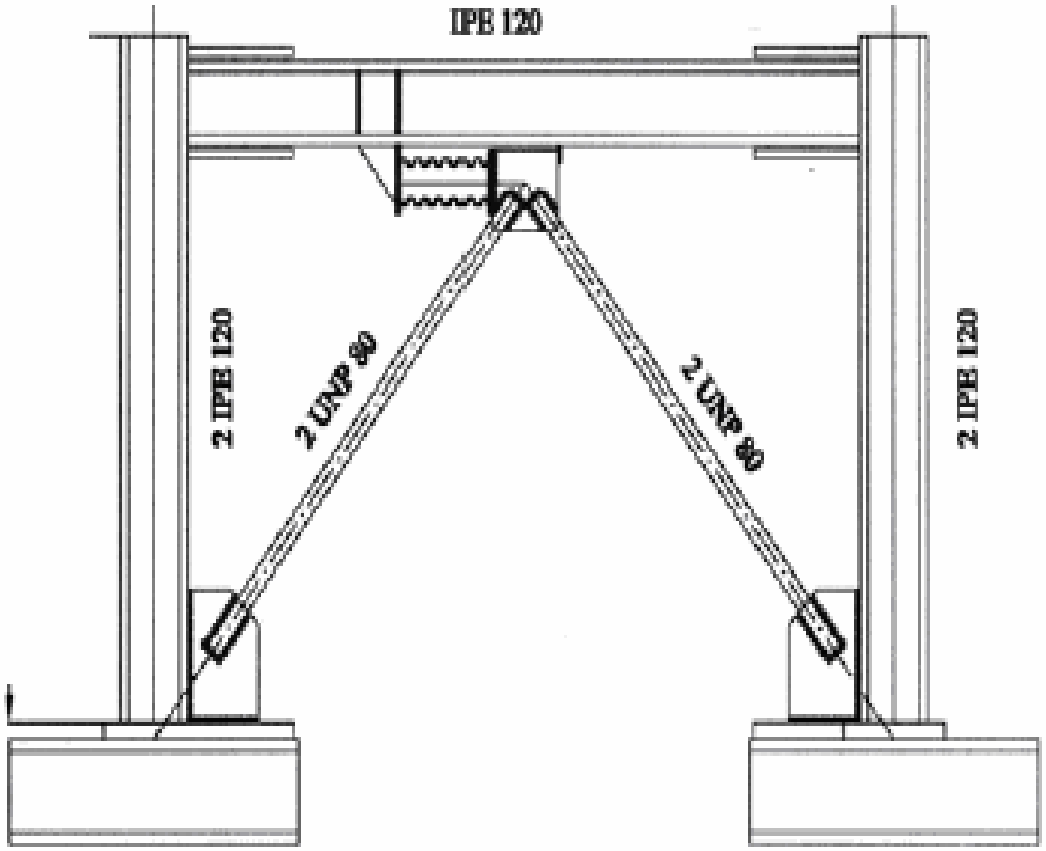
(b) Numerical (Dargush and Soong 1995)

- ***میراگر سربی تزریقی***
- این میراگر از یک سیلندر دومحفظه ای پیستون و سرب داخل پیستون تشکیل شده است که با حرکت پیستون به هنگام زلزله سرب از محفظه بزرگتر به محفظه کوچکترحرکت میکند که با تغییرشکل خمیری، انرژی جنبشی بصورت حرارتی تلف میشود.







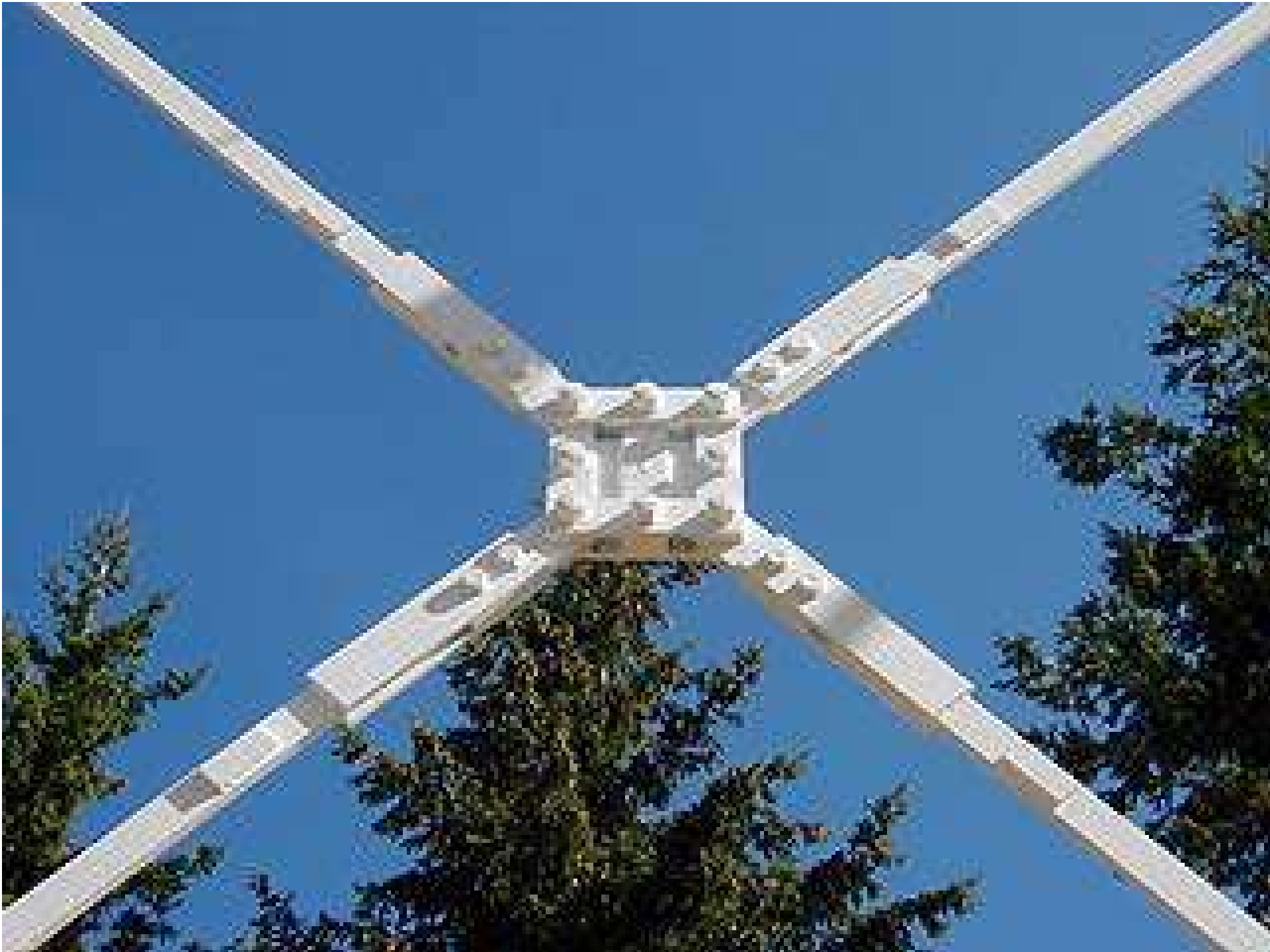


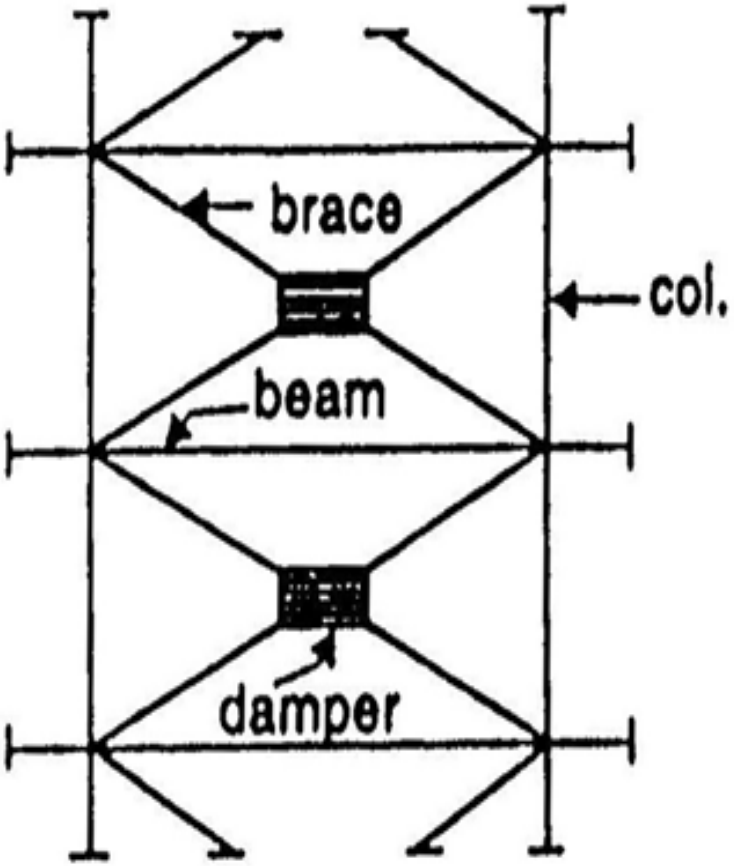
میراگر فلزی آکاردئونی

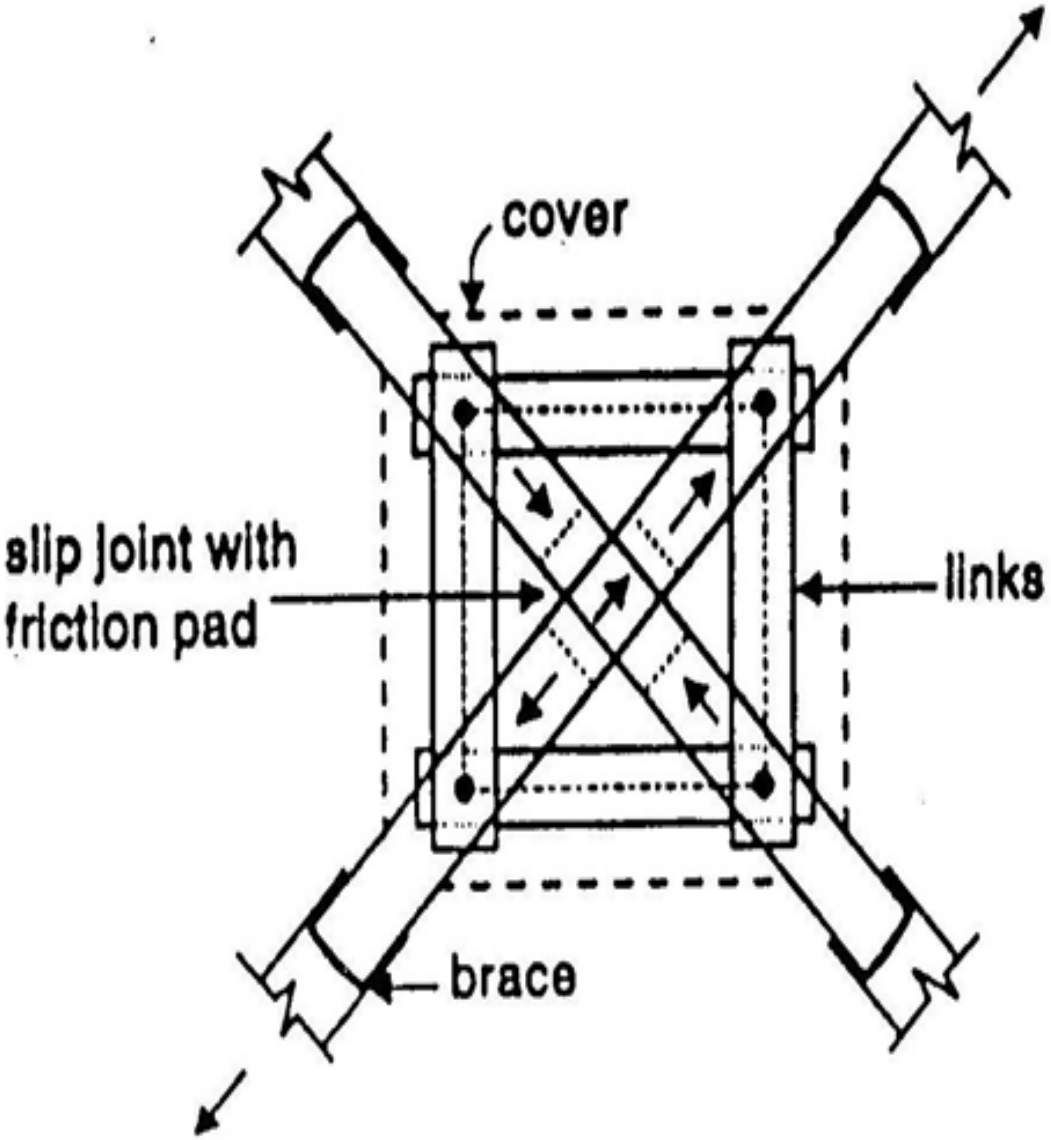
۲ - میراگرهای اصطکاکی
Friction Dampers

- اصطکاک به عنوان ترمزی برای جذب مطمئن انرژی جنبشی در ماشینها وادوات مکانیکی بکار میرود.
- میراگرهای پال مبتنی بر سازوکارفوق می باشد.
- میراگر پال متشکل از چندین ورق فولادی است که روی هم قرارگرفته وبه کمک پیچهای پر مقاومت بهم فشرده می شوند.
- بر خلاف سازکارهای میرایی ویسکوالاستیک ، جذب انرژی در میراگر پال به دمای محیط وتعداد دوره های بارگذاری حساس نیست.
- بدلیل ظرفیت جذب انرژی بالا وپایداری حلقه های پسماند، میراگر پال رفتار لرزه ای مناسب تری از سایر میراگر ها دارد.
- میراگر پال به دلیل هزینه نسبتاٌ پایین وسهولت اجرایی از استقبال نسبتاٌ خوبی برخوردار است.
- این میراگرها از قابلیت اختفای در تیغه های داخلی وخارجی برخوردارند.

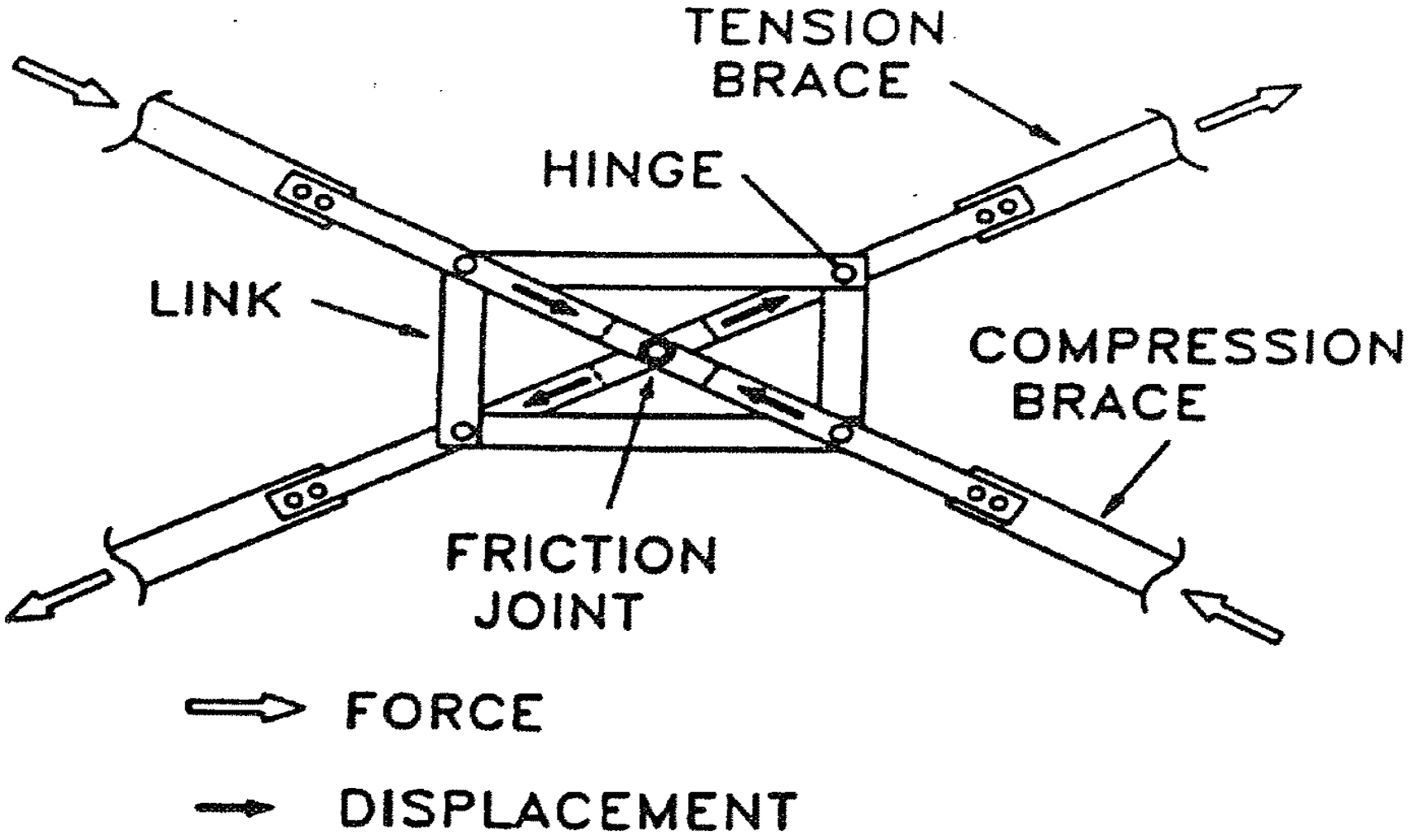
- میراگرهای اصطکاکی در تغییر شکلهای پیچشی موجب تبدیل انرژِی جنبشی به گرما می گردد.
- استفاده از سازکار اهرمی در مهاربند اصطکاکی موجب تبدیل تغییر مکانهای نسبتاٌ پایین قاب مهاربندی شده به تغییر شکلهای موضعی بالا در محل نصب میراگر می گردد.
- قابلیت جذب انرژِی میراگر اصطکاکی متأثر از ضریب شکل میراگر (نسبت به طول وعرض) ونسبت آن با ضریب شکل قاب مهاربندی شده می باشد.
- بیشینه میزان جذب انرژی در حالتی است که ضریب شکل میراگر با ضریب شکل قاب برابر باشد.



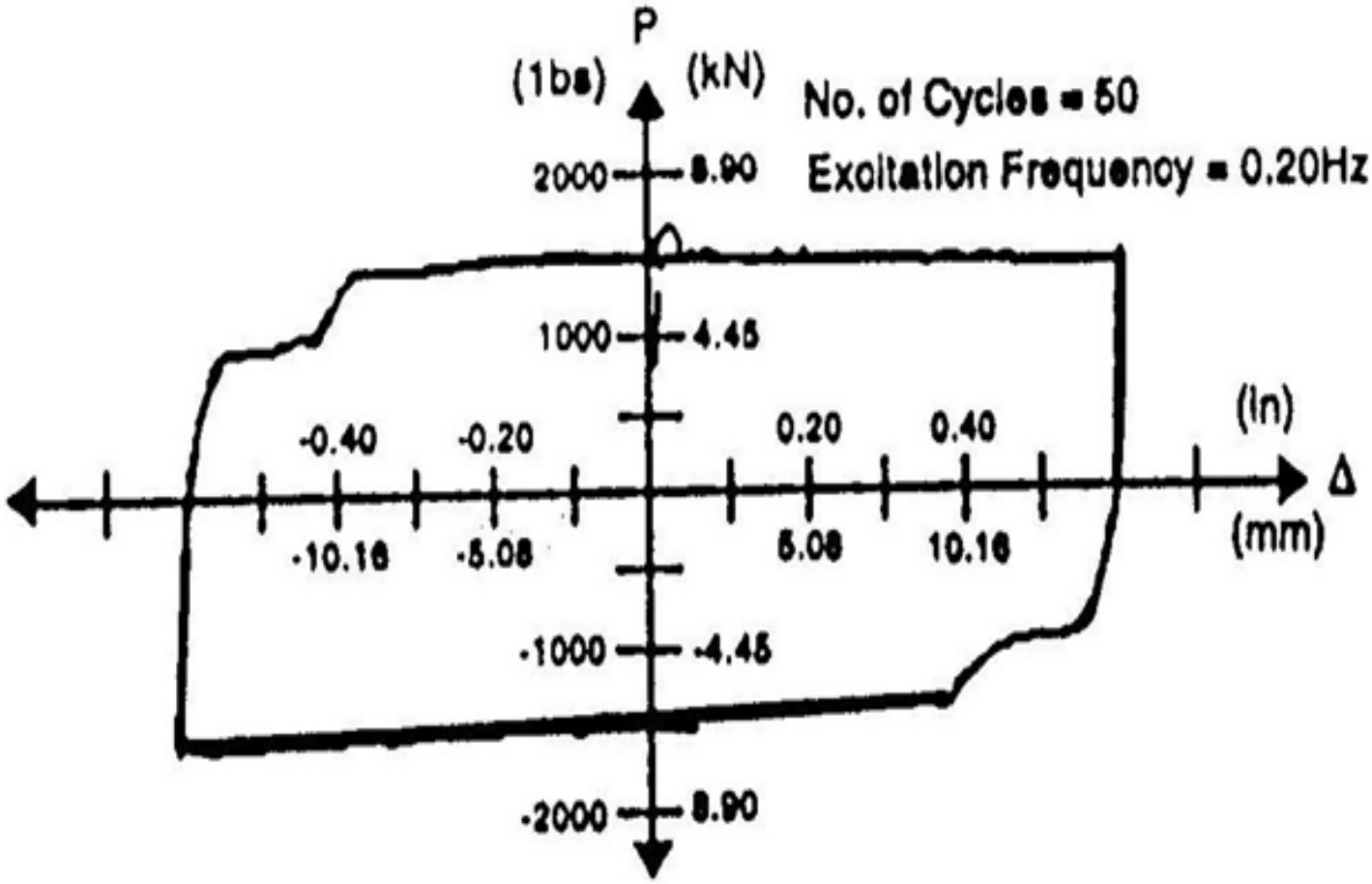




Pall Friction Damper (Pall and Marah 1982)



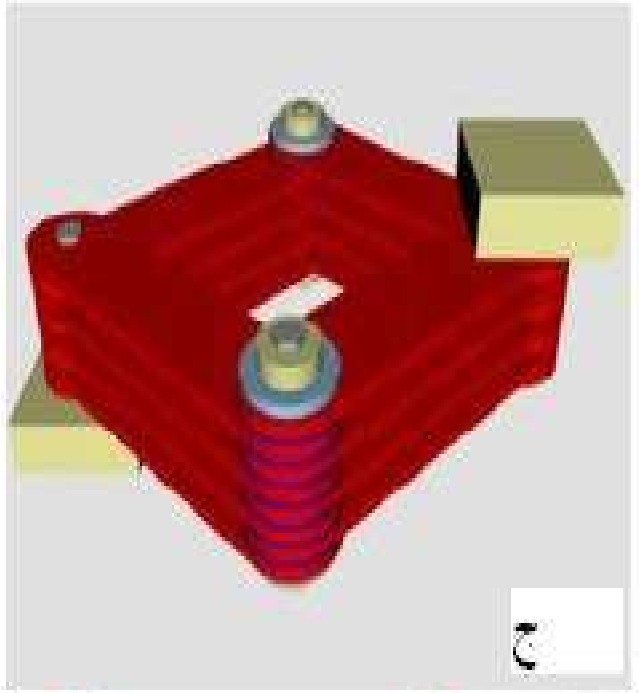
Friction Damper of Pall (1982).



Force-Displacement Response of Pall Friction Device (Fillatrault and Cherry 1987)

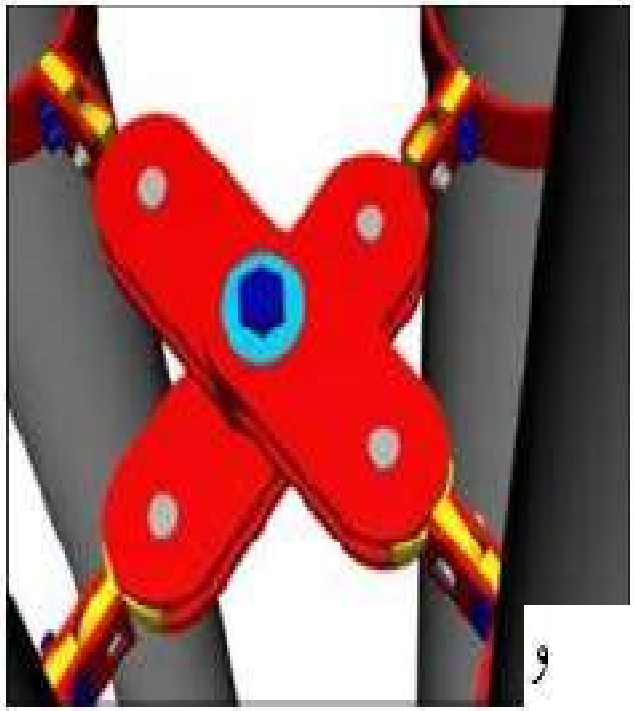
- ***میراگر اصکاکی دورانی جدید***
- اجزای اصلی این میراگر شامل صفحه مرکزی عمودی، دو صفحه عرضی افقی ودو لایه اصطکاکی است که در بین این صفحات قرار میگیرد.یک پیچ پیش کشیده صفحات این میراگر را بهم متصل میکند.
- این پیچ قابل تنظیم برای کنترل نیروی فشاری در بین لایه های اصطکاکی وصفحات فولادی است.
- برای حفظ نیروی بست ثابت چندین واشر فنری مورد استفاده قرار میگیرد.واشرهای سخت کننده بین این واشرها قرار میگیرند.واشرهای سخت کننده از اثر واشرهای فنری بر روی صفحات فولادی جلوگیری می کنند.

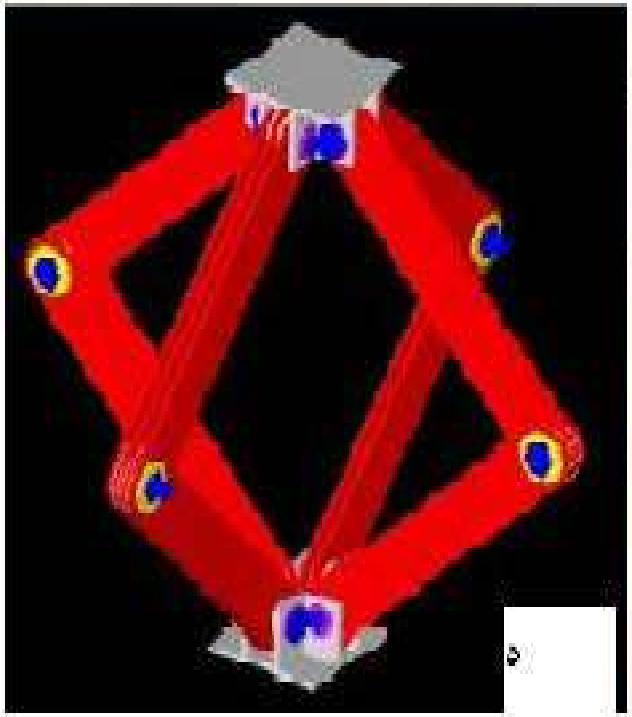
- زمانیکه شاهتیر شروع به تغییرمکان افقی ناشی از زلزله میکند،نیرو در سیستم مهاری ونیروی اصطکاکی بین سطوح اصطکاکی صفحات فولادی افزایش یافته ولایه اصطکاکی در مقابل حرکت از خود مقاومت نشان میدهد.این روند حرکت با تغییر جهت ادامه خواهد داشت وانرژی را اتلاف میکند.
- مهاربندهای مورد استفاده در این میراگرها دارای نیروی پیش تنیدگی اولیه هستند تا از کمانش مهارها جلوگیری کند.
- نسبت ارتفاع به عرض میراگر باید مثل نسبت ارتفاع به عرض دهانه باشد.


ج

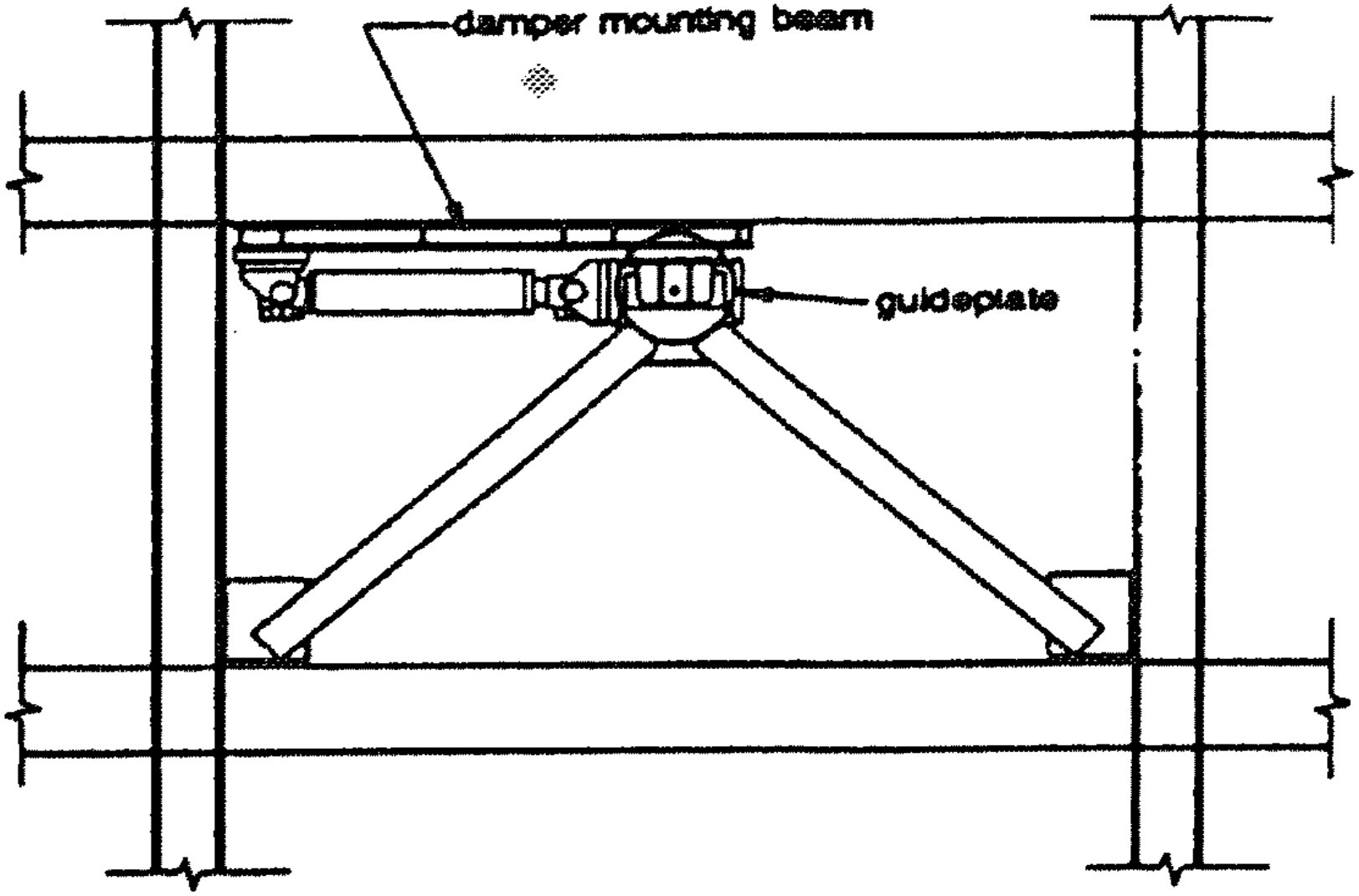
ب

الف

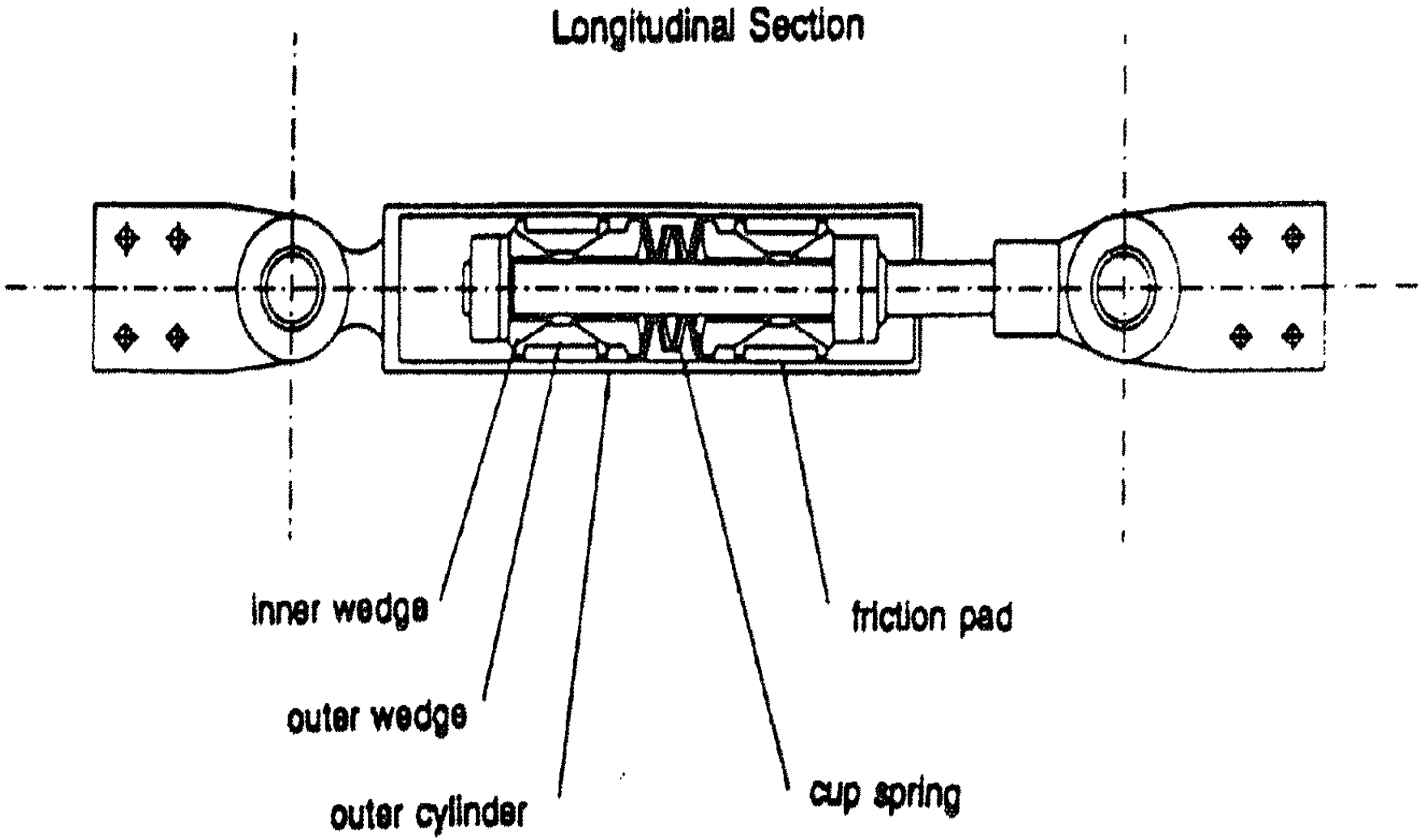

و


ه

د

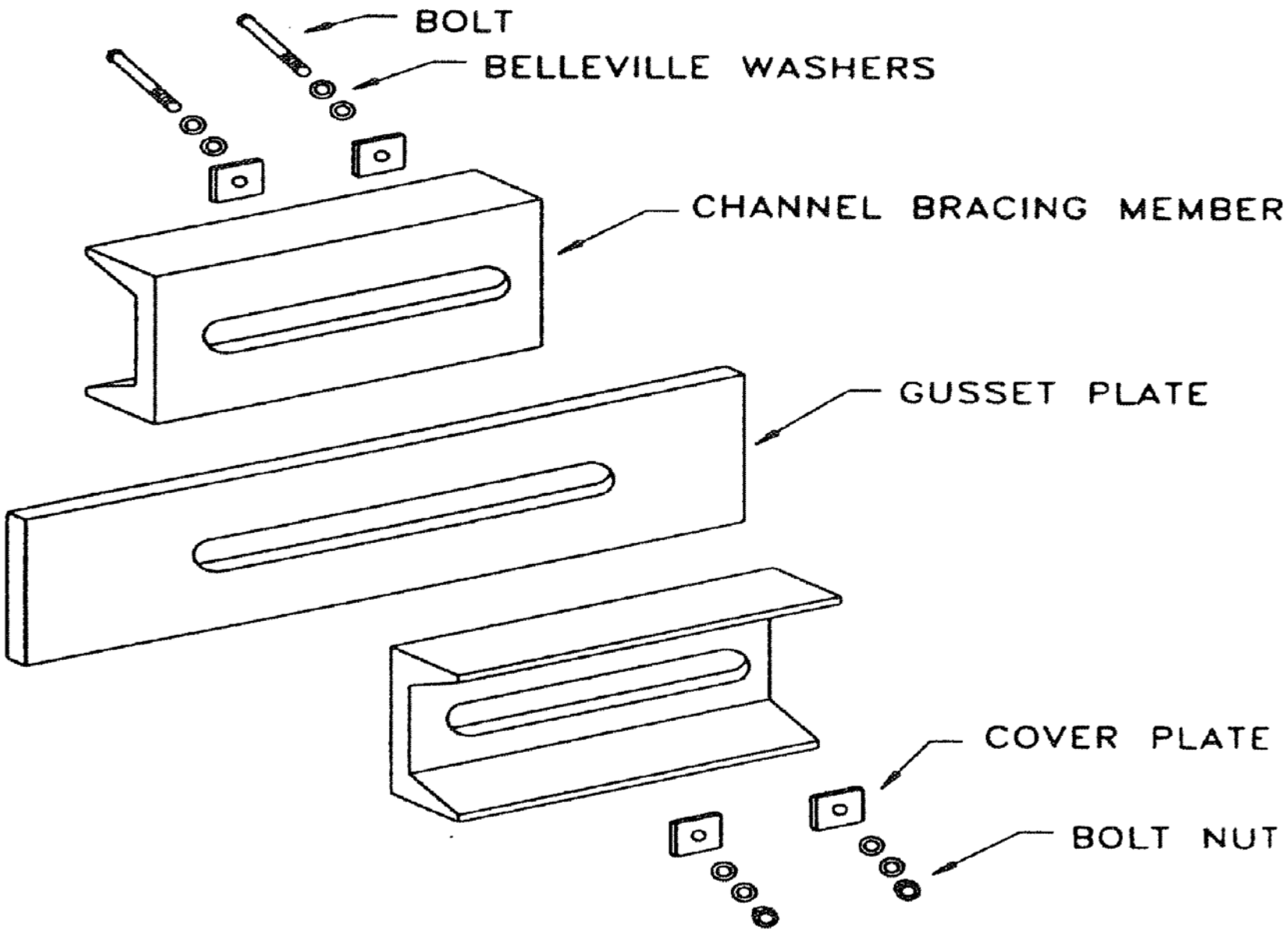


Sumitomo Friction Damper

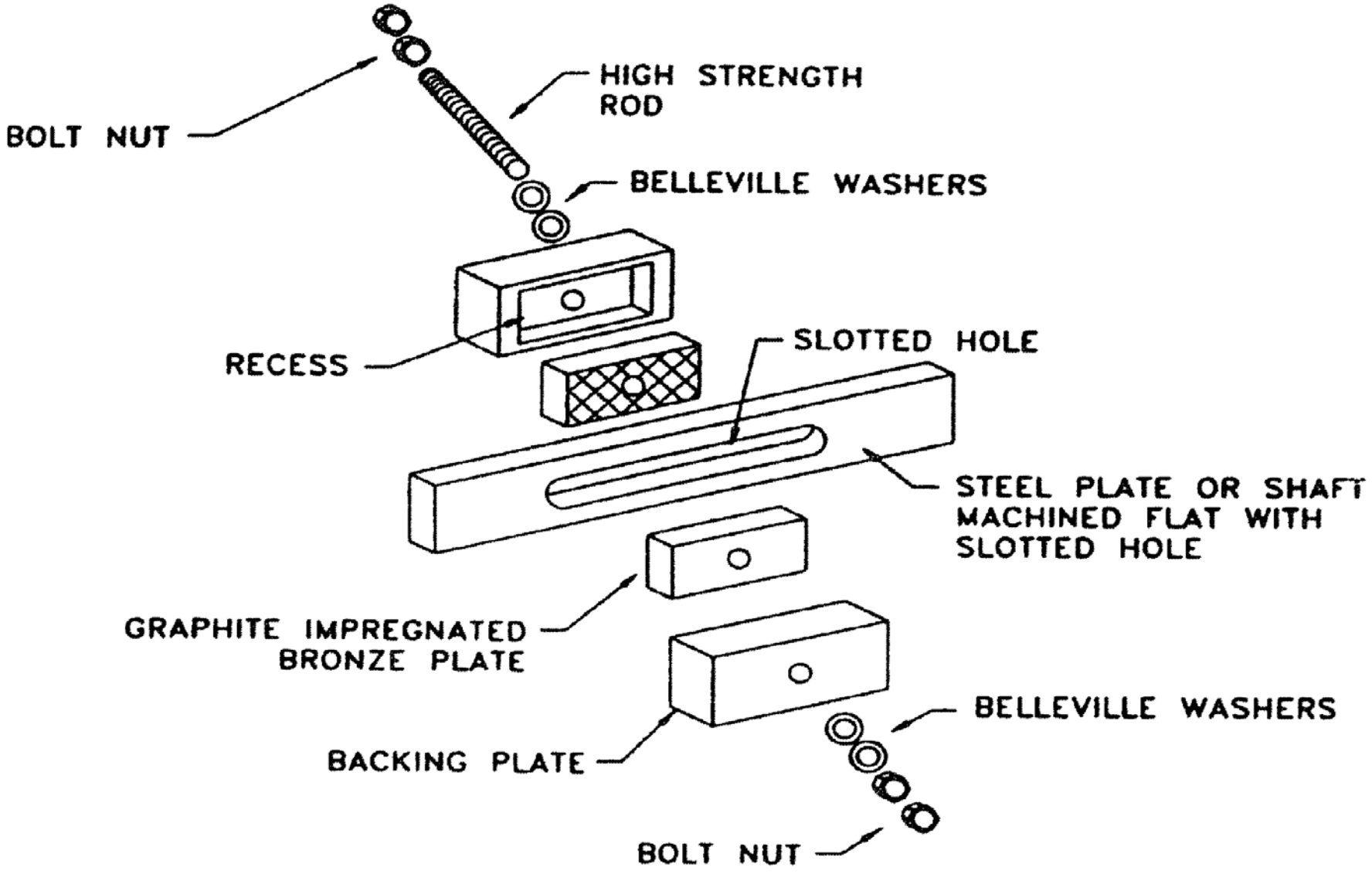

Longitudinal Section
inner wedge
outer wedge
outer cylinder
friction pad
cup spring

- ***میراگراتصال پیچی شیاردار(SBC)***
- در این سیستمها برای اتلاف انرژی از طریق اصطکاک در اتصالات پیچهای لغزشی استفاده میگردد.
- از انواع این اتصالات میتوان به اتصالات پیچی لغزنده خطی واتصال لغزنده دورانی اشاره کرد.
- مواد مختلفی در بین سطوح اصطکاکی قرارمیگیرد، از آن جمله میتوان به استفاده از مواد ترمز ماشین وتماس فولاد روی فولاد اشاره کرد.این ورقهای اصطکاکی می توانند از جنس برنج باشند.
- اتصال صفحات را میتوان به دو صورت متقارن ونامتقارن انجام داد.

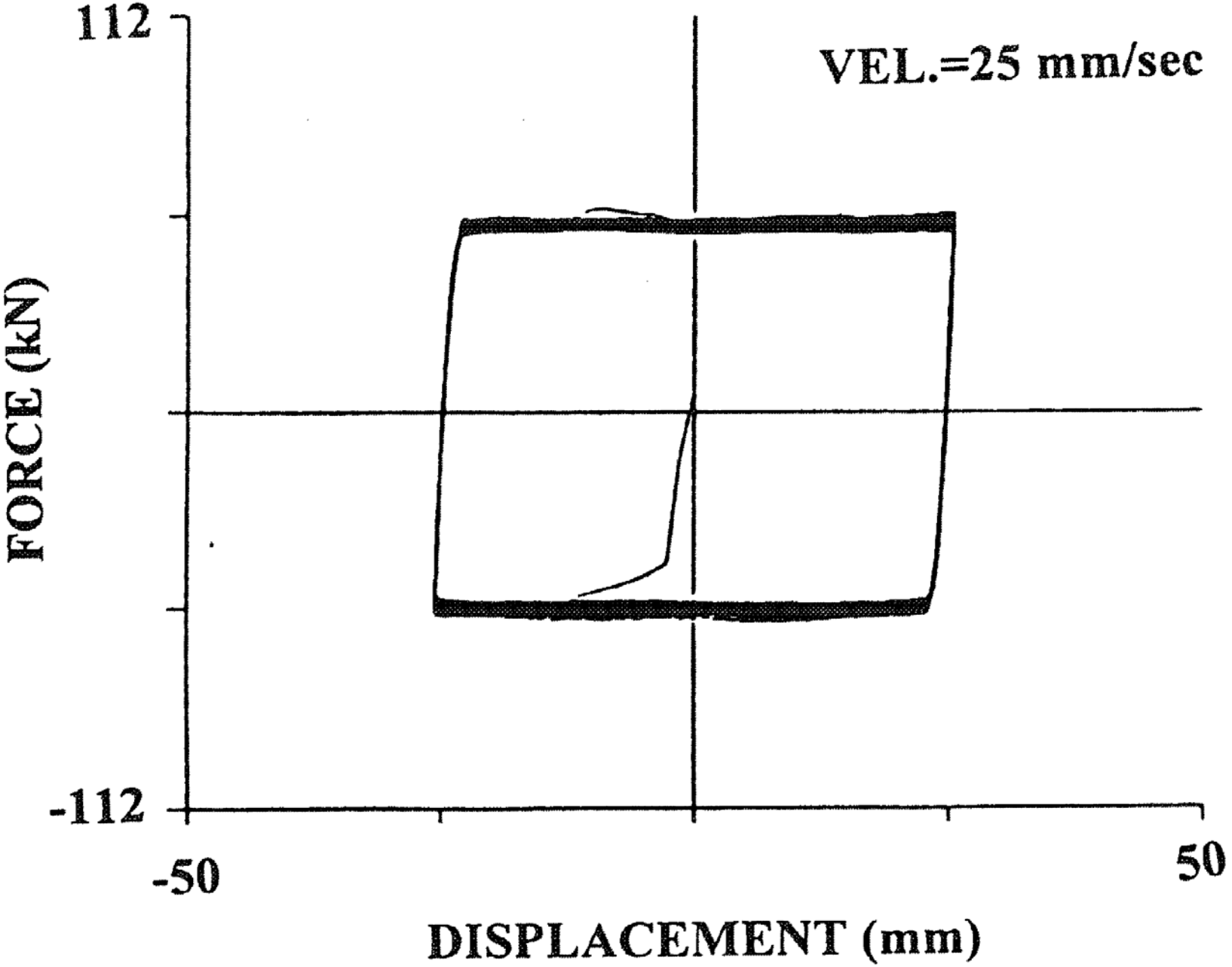
- ***هنگامیکه نیروی کششی یا فشاری به اتصال اعمال گردد، بین این صفحات اصطکاک بوجود می آید.در مرحله ای که نیروی وارده از نیروی اصطکاکی ناشی از پیش تنیدگی تجاوز کند،صفحه اصلی مرکزی روی صفحه برنجی یا فولادی لغزش می کند وانرژی بوسیله ایجاد اصطکاک بین سطوح در حال لغزش مستهلک می گردد.***
- معمولاً SBC در دو انتهای مهاربند های قطری نصب می شود وبگونه ای طراحی میشود که قبل از تسلیم یا کمانش مهاربند ها شروع به لغزش کند.
- اگرچه بنظر میرسد، قابهای مهاربندی شده بهترین گزینه برای استفاده از میراگرهای اصطکاکی اند، اما در قابهای خمشی نیزجهت مقاوم سازی قاب میتوان از میراگرهای اصطکاکی با عمل چرخشی استفاده نمود.
- تحت عمل لنگر تیر، گره تا رسیدن به حد نیروی لغزشی بال تیر، به صورت صلب عمل خواهدکرد.سپس تیر تحت یک لنگر ثابت نسبت به مفصل وسط جان تیر شروع به چرخش می کند وتا زمانی که پیچ به انتهای شیار لوبیائی برسد، ادامه میدهد.

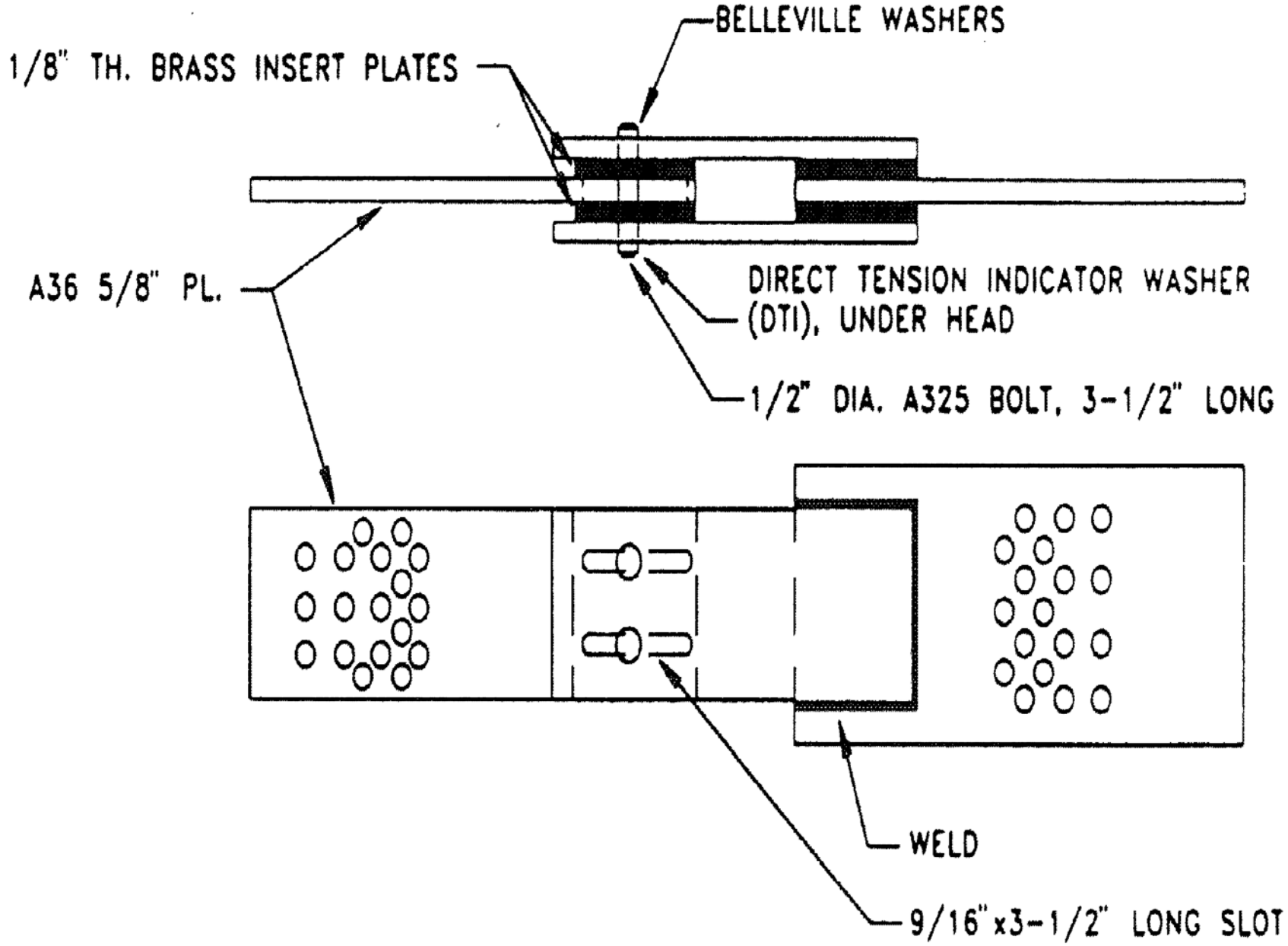


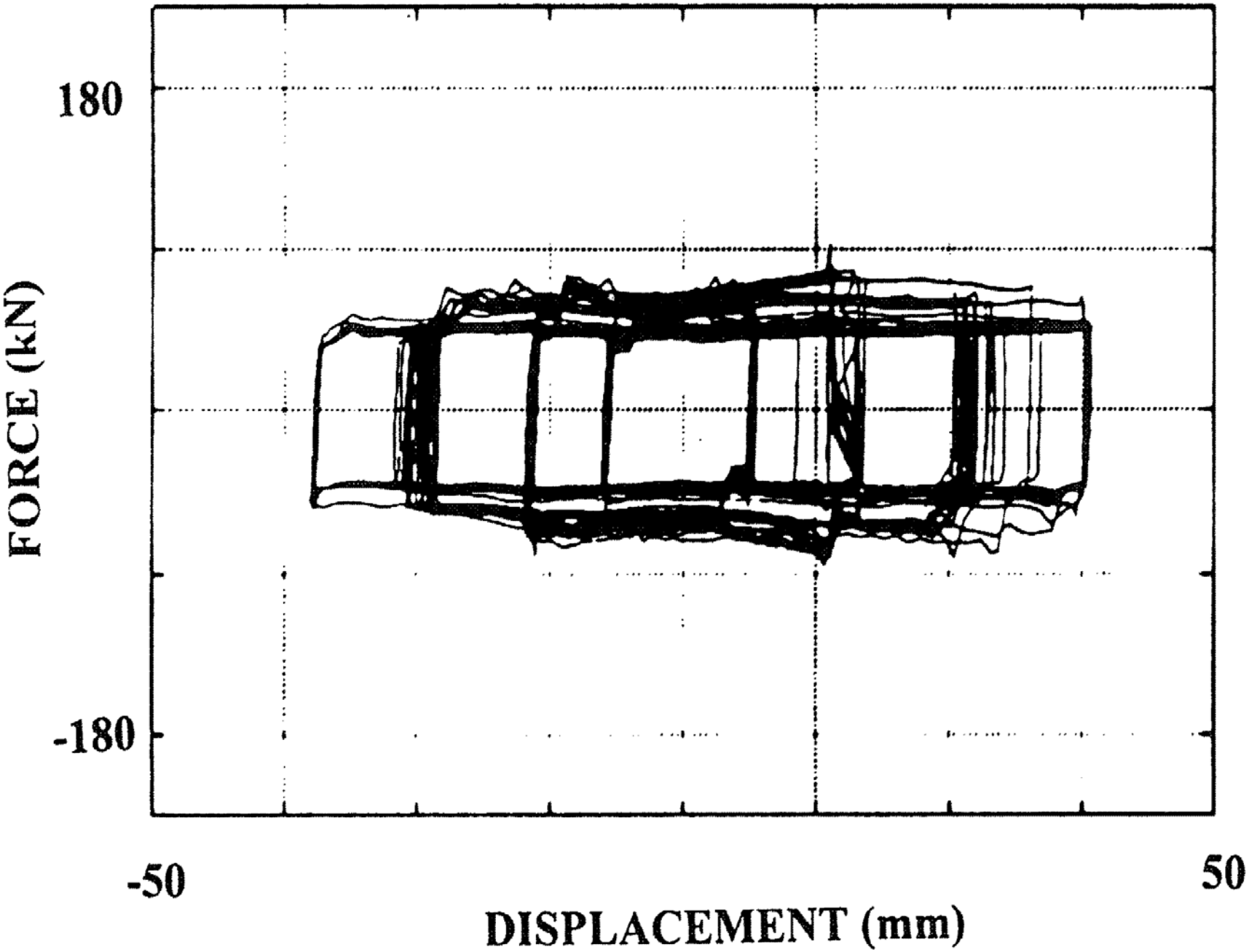
Slotted Bolted Connection of Fitzgerald (1989).



Friction Assembly in Displacement Control


112
VEL.=25 mm/sec
FORCE (kN)
-112
-50
50
DISPLACEMENT (mm)


BELLEVILLE WASHERS
1/8" TH. BRASS INSERT PLATES
A36 5/8" PL.
DIRECT TENSION INDICATOR WASHER (DTI), UNDER HEAD
1/2" DIA. A325 BOLT, 3-1/2" LONG
WELD
9/16"x3-1/2" LONG SLOT

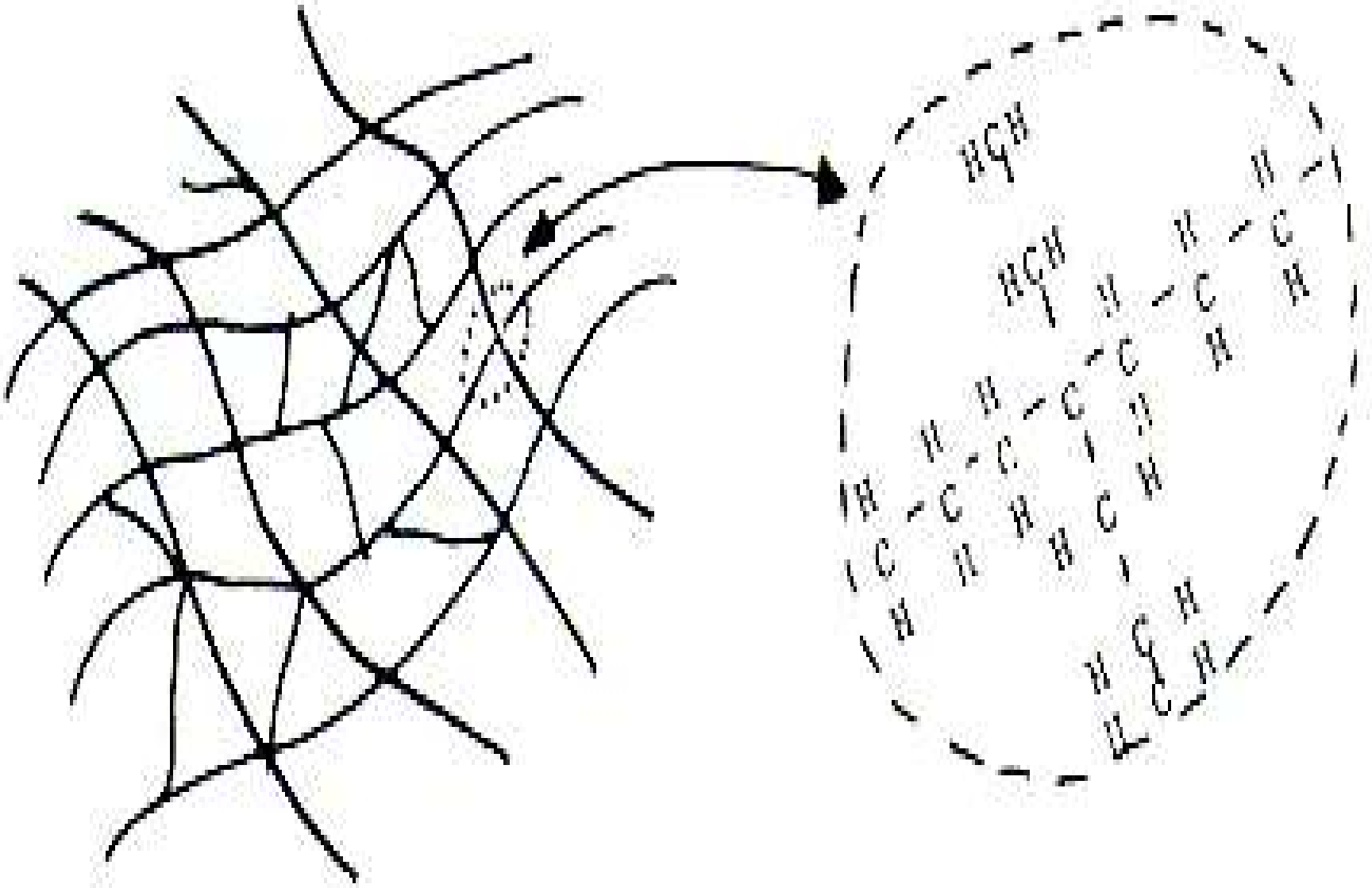

180
-180
FORCE (kN)
-50
50
DISPLACEMENT (mm)

- ***مزایای میراگر اتصال پیچی شیاردار***
- ایجاد چرخه های هیسترزیس نیرو-تغییرمکان پایدار با قابلیت جذب انرژی قابل ملاحظه
- عدم وابستگی عملکرد سیستم مستهلک کننده به شرایط محیطی نظیر دما وسرعت
- امکان تنظیم مجدد پس از وقوع زلزله، بدون نیاز به تعمیر وتعویض میراگر
- عدم احتیاج به مواد وتکنولوژی ویژه برای ساخت ونصب

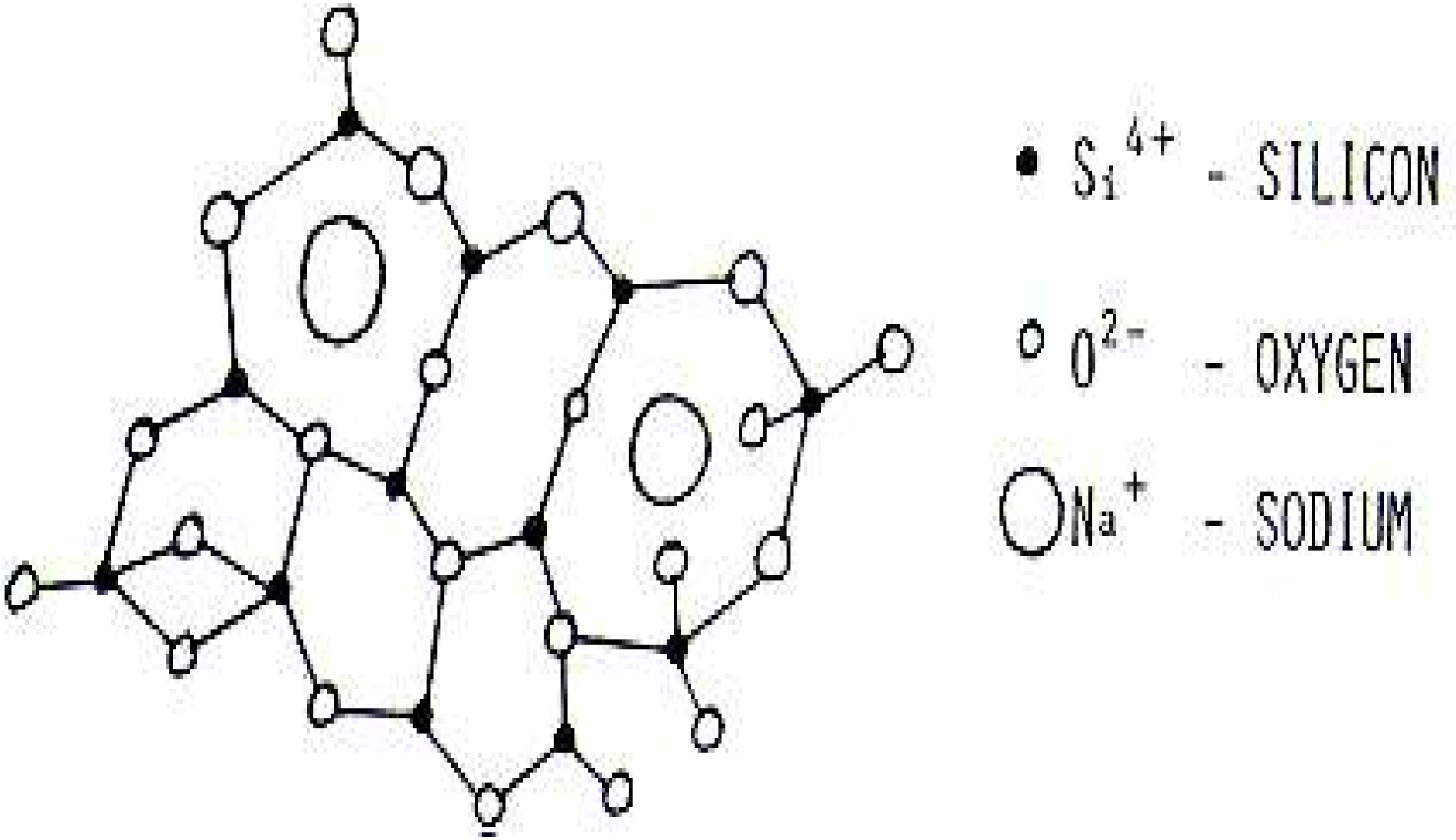
۳ - میراگرهای ویسکوالاستیک

Viscoelastic Dampers

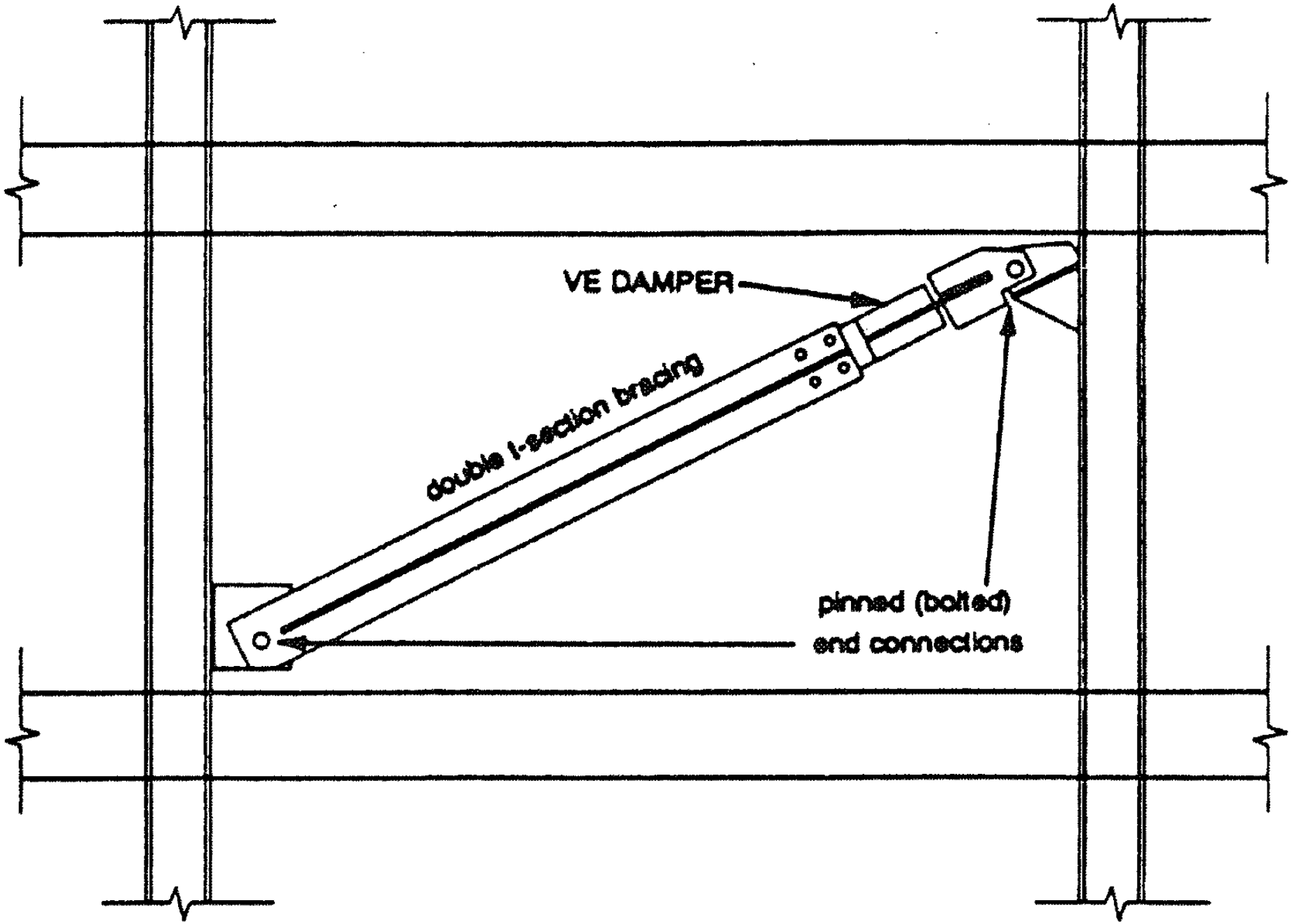
- از میراگرهای ویسکوالاستیک نیز میتوان برای کنترل ارتعاش سازه در برابر باد وزلزله استفاده نمود.
- درنمونه ای ازمیراگرهای ویسکوالاستیک ازدولایه ویسکوالاستیک (مواد مخصوص پلیمری باخاصیت الاستیک وویسکوز) بین ورقهای فولادی مقید شده استفاده می شود.
- مصالح ویسکوالاستیکی که در این میراگر بکار میرود، هنگامی که تحت تغییر شکل های برشی قرار می گیرند،بخشی از انرژِی را ذخیره وبخشی را به صورت گرما مستهلک می کنند.
- سطح داخلی نمودار منحنی تنش-کرنش نشانگر انرژِی مستهلک شده بوسیله واحد حجم ماده ویسکوالاستیک در یک سیکل بارگذاری هارمونیک می باشد.

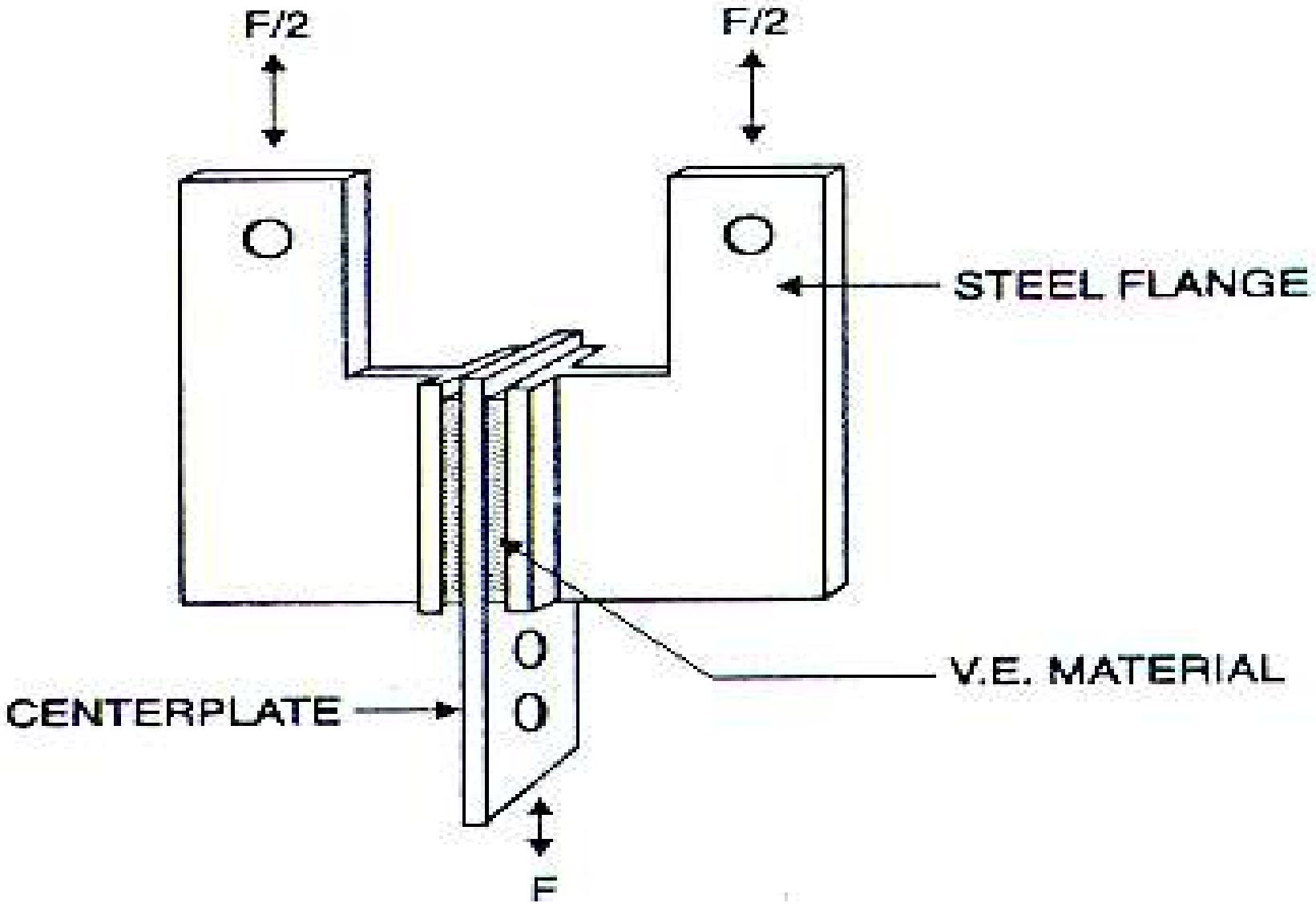


Typical polymeric structure network •

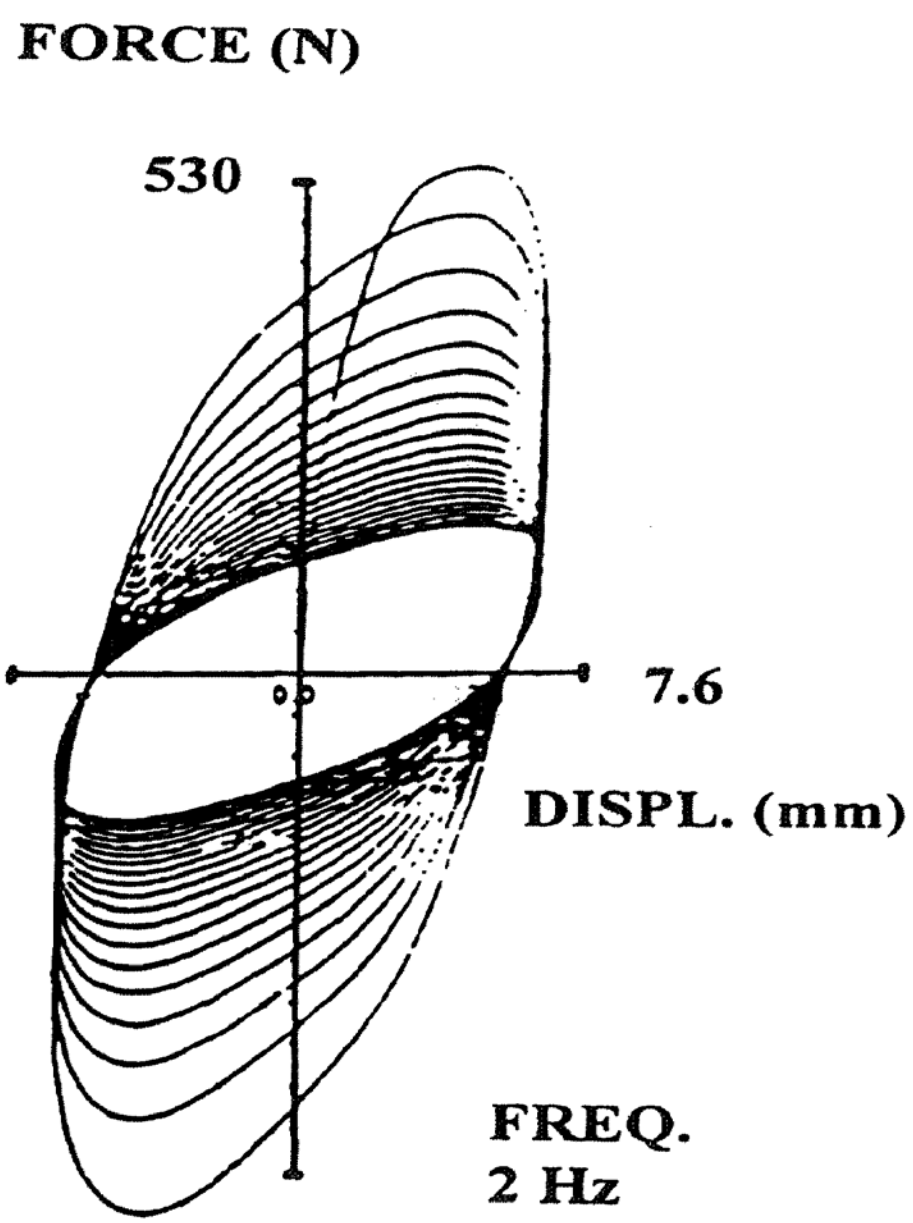


Typical glass structure (sodium-silicate glass) •

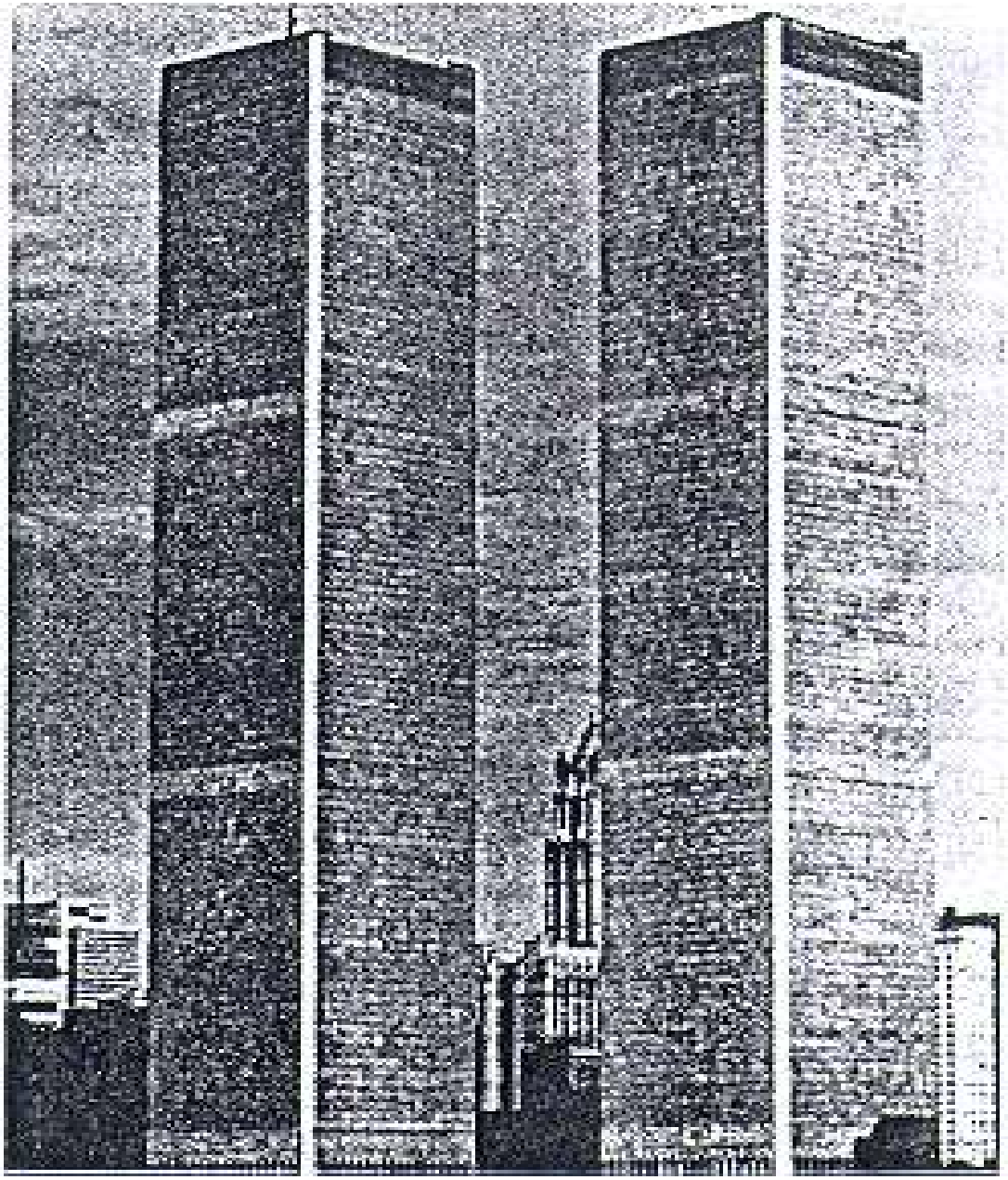

VE DAMPER
double I-section bracing
pinned (bolted)
end connections



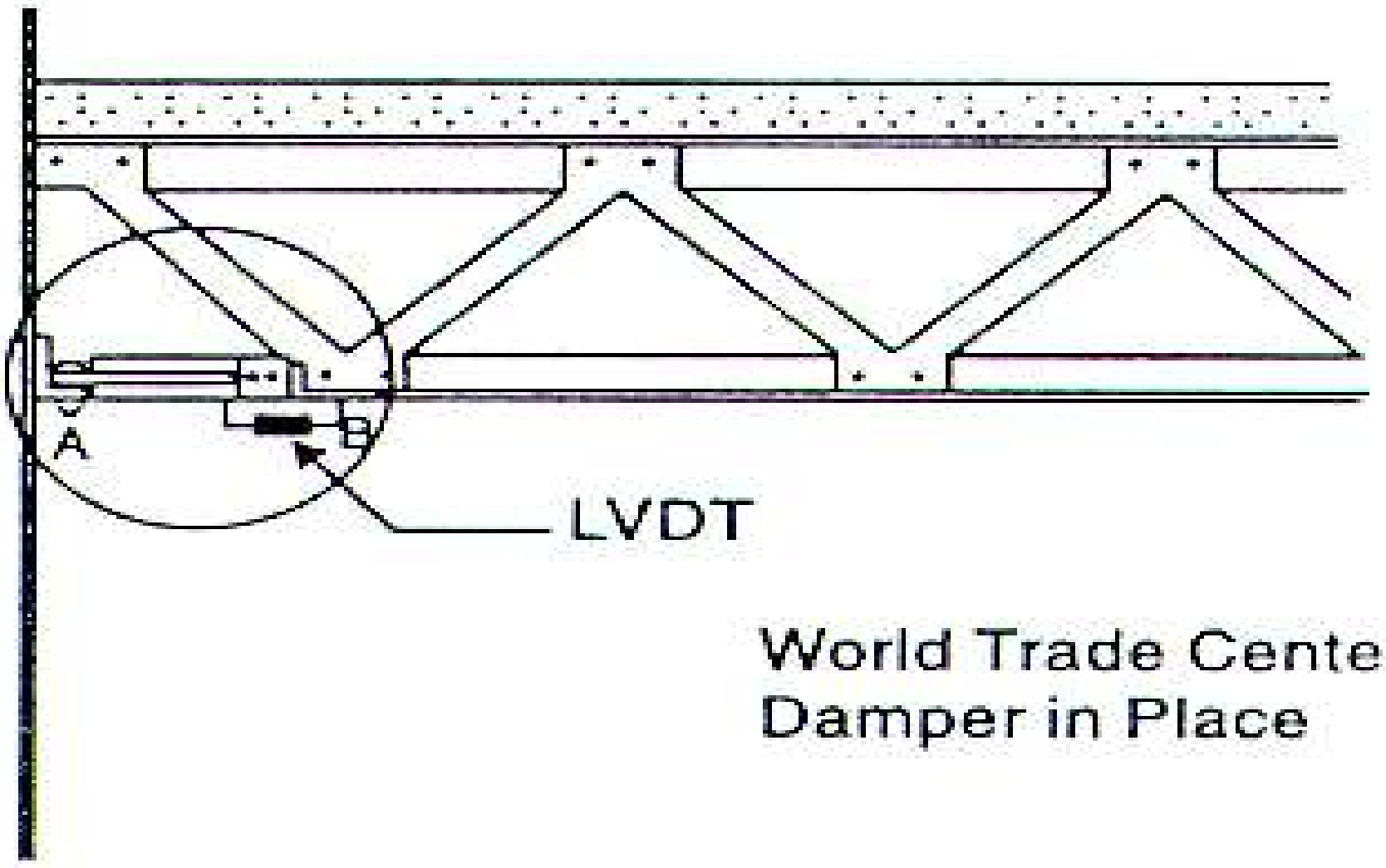
Viscoelastic dampers and Installation detail •



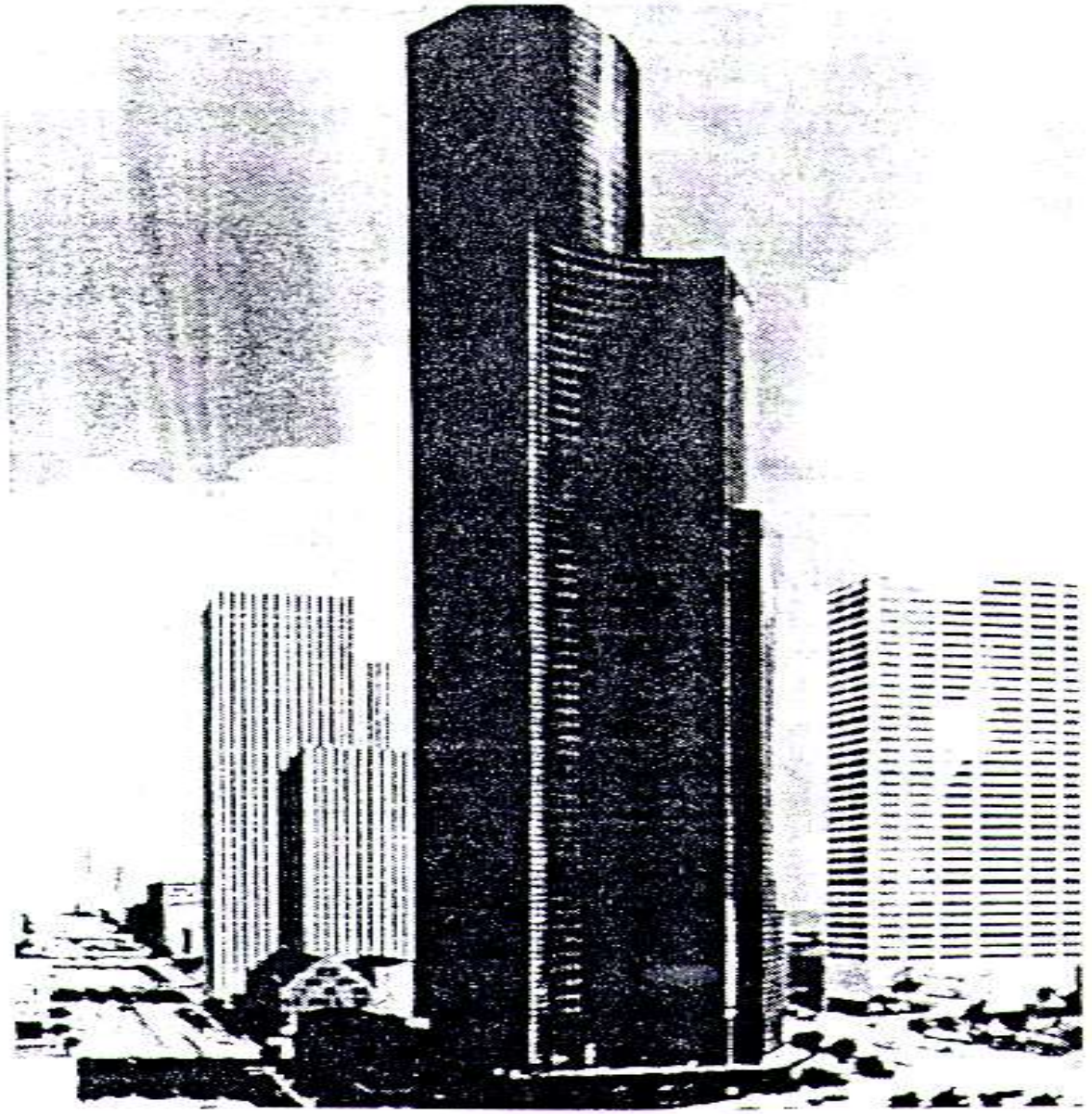
Force-Displacements Loops of Viscoelastic dampers •



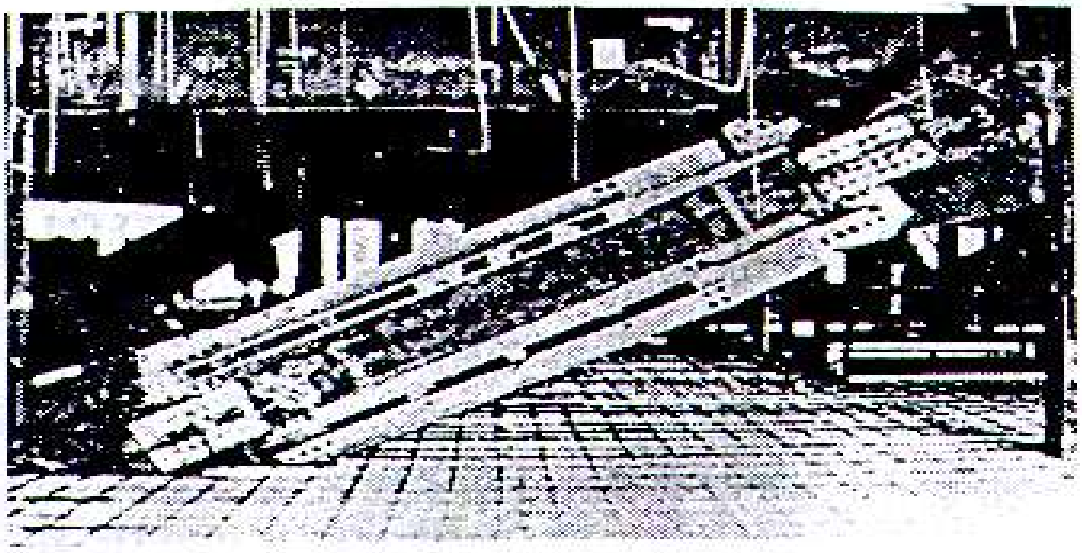
The World Trade Center •

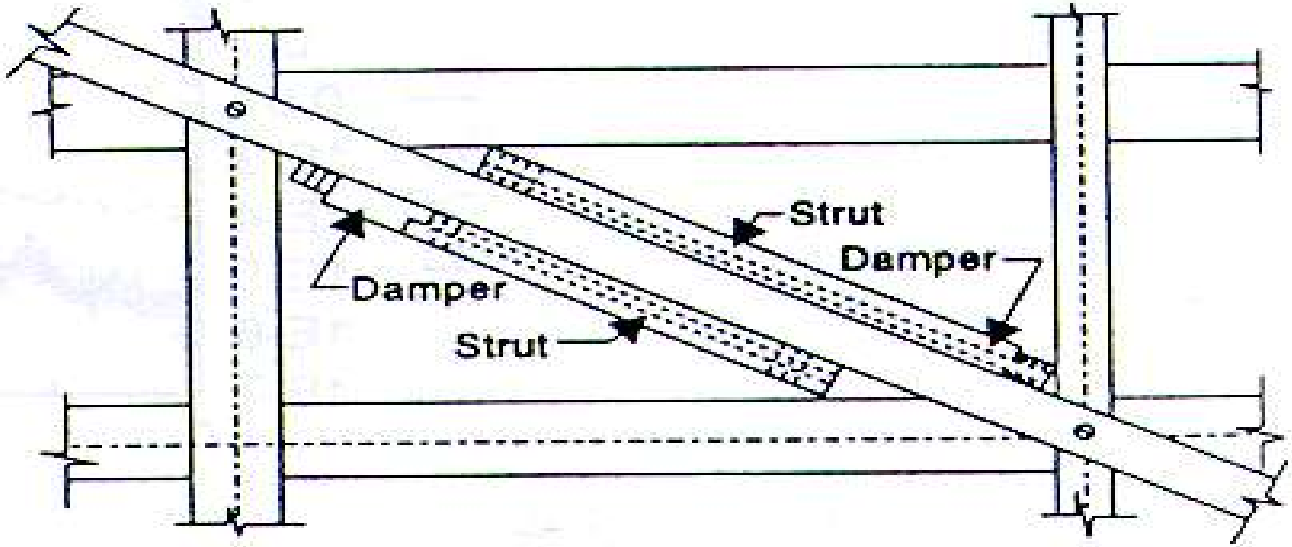


World Trade Center
Damper in Place



The Columbia SeaFirst Building •



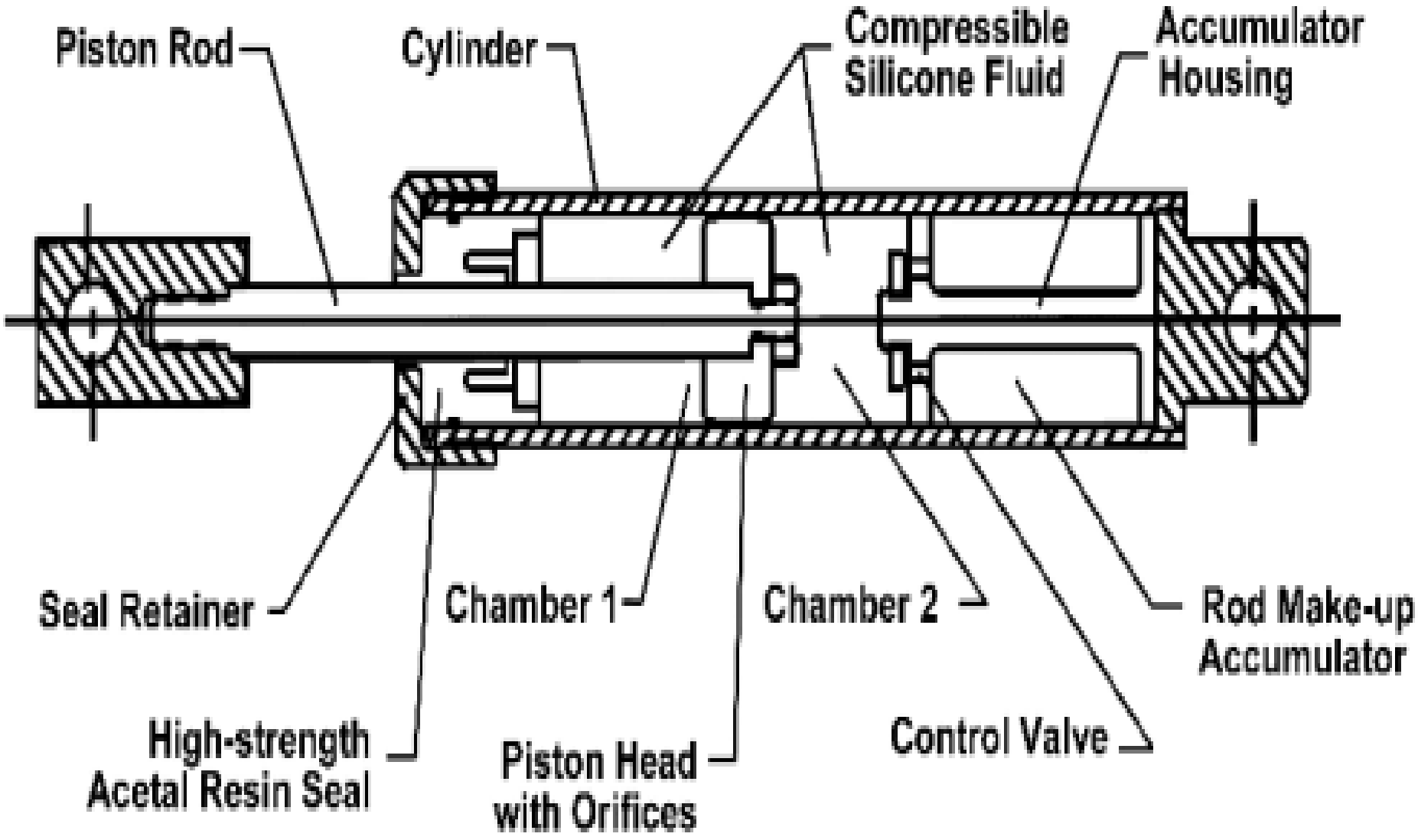

Strut
Damper
Damper
Strut

- استفاده از میراگرهای ویسکوالاستیک در سازه های قابی باعث کاهش موثر تغییر مکان کلی سازه می شود.
- استفاده از میراگرهای ویسکوالاستیک در سازه های قابی به استثنای قاب خمشی میان طبقه باعث کاهش موثر نیروهای محوری ستونها می شود.
- اثرمیراگرهای ویسکوالاستیک درکاهش تغییر مکان سازه در سازه های میان طبقه نسبت به سازه های بلند وکوتاه کمتراست.
- اثرمیراگرهای ویسکوالاستیک درکاهش نیروهای اعضاء در سازه های میان طبقه نسبت به سازه های بلند وکوتاه کمتراست.
- اثرمیراگرهای ویسکوالاستیک درکاهش تغییر مکان سازه در سازه های قاب دوگانه نسبت به سازه های قاب خمشی ومهاربندی کمتراست.

۴ - میراگرهای سیالی لزج

Viscous Dampers

- سیال چسبنده مستهلک کننده راه حل دیگری برای افزایش اتلاف انرژِی در سیستم های جانبی سازه ها است .
- سیال لزج میرا ضمن تعدیل انرژی از طریق هل دادن سیال به درون منافذ، تولید یک فشار ونیروی مستهلک کننده می کند.
- افزودن سیال میرا به یک سازه می تواند خاصیت استهلاک سازه را به بیش از ۳۰٪ حد نهایی وبحرانی خود برساند.این عمل باعث کاهش عمده حرکات لرزه ای می گردد.
- افزودن سیال میراکننده به یک سازه موجب کاهش شتاب افقی طبقه وتغییر شکل های جانبی تا ۵۰٪ وگاهی بیشتر نیز می گردد.
- سیال ضربه گیر لزج دارای عملکرد مشابه ضربه گیر اتومبیل ها است.
- ضربه گیر های ساختمان به مراتب بزرگتر از ضربه گیره های خودروها هستند واز فولاد ضد زنگ ویا مواد با دوام دیگر ساخته می شوند.
- سیال ضربه گیر نوعی روغن سیلیکن است (روغن حاوی اکسیژن وکوارتز) که ضمن ساکن وپایدار ماندن برای مدتهای طولانی غیر قابل اشتعال وغیر سمی نیز می باشد.
- قشر جدا کننده وآب بند در این سیستم از تکنولوژی منحصر به فرد وبالائی برخوردار است وطراحی آن بر اساس نوعی تراوش است.

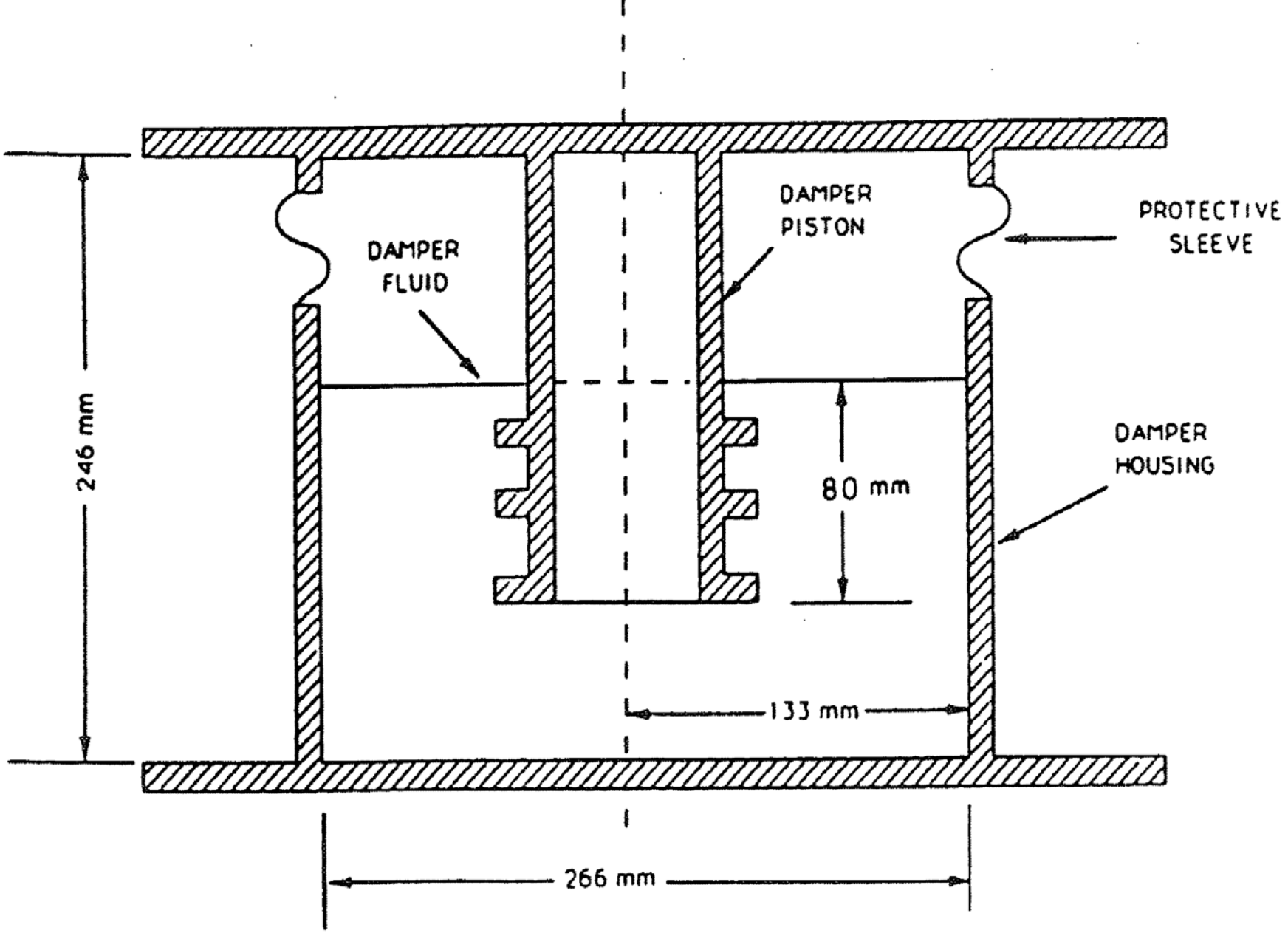

Piston Rod
Cylinder
Compressible Silicone Fluid
Accumulator Housing
Seal Retainer
Chamber 1
Chamber 2
Rod Make-up Accumulator
High-strength Acetal Resin Seal
Piston Head with Orifices
Control Valve

'98 12 13

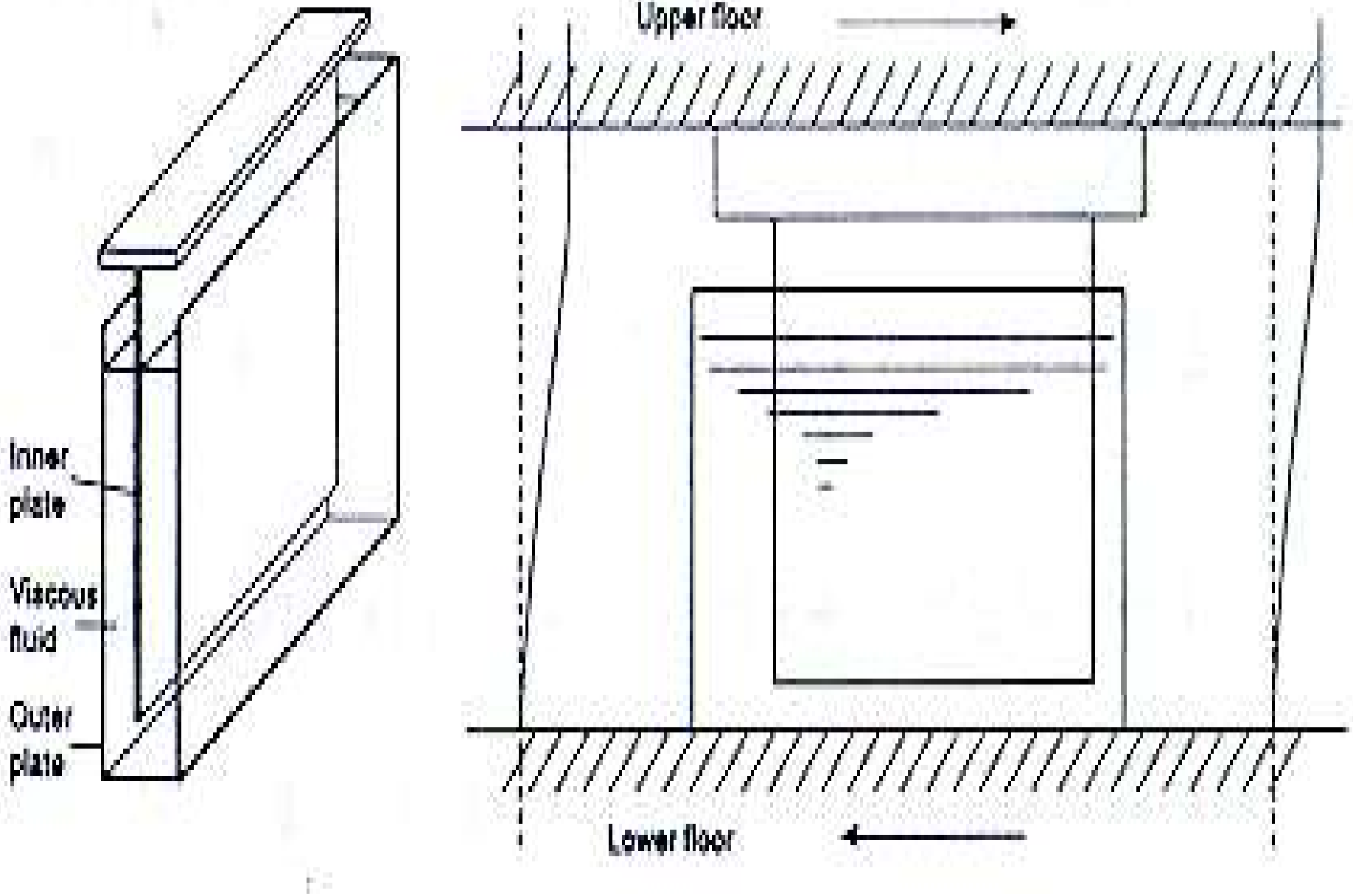
GAYL

- توانائی عمل مستهلک کردن توسط مایعی که روی سر پیستون در جریان است تأمین می گردد.
- سیال با عبور از این منفذ که با سرعت بالایی انجام می پذیرد،عملکردی شبیه ضربه دمپر خواهد داشت.خصوصیات دمپر را همین شکل سر پیستون مشخص می نماید.
- هنگامی که سیال ضربه گیر غلیظ تحت فشار شروع به ضربه زدن می کند مایع یادشده از محفظه یا اتاقک ۲ به اتاقک ۱ جاری می شود وهنگامی که سیال ضربه گیر لزج تحت شرایط کشش قرار دارد مایع از محفظه اول به محفظه دوم سرازیر می شود.
- قطرات پرتاب شده در طی عبور از محفظه حلقوی با ایجاد اختلاف فشار در روی سر پیستون باعث بوجود آمدن نیروی ضربه ای می گردند.
- در همان لحظاتی که ضربات حفره سیلندر توسط فضای خالی بدنه سیلندر وسر پیستون در حال به وجود آمدن است در صورت استفاده از ۲ ماده متفاوت در این قسمتها با اتلاف انرژی گرمایی روبرو خواهیم شد که منشأ آن تفاوت طبیعی همان ۲ ماده متفاوت است.
- در صورت انتخاب صحیح این مواد با ضریب انبساط مناسب امکان پر کردن فاصله تغییرات سطح سیال که بواسطه تغییرات دمایی رخ داده است وجود دارد.

- سیال لزج ضربه گیر ومیراکننده با افزودن میزان میرایی سازه از طریق تعداد ضربه گیرها باعث پایین آوردن میزان تشدید در طیف پاسخ زلزله خواهد شد.
- افزودن دمپر سیال به سازه تغییری را در بازه زمانی پاسخ به همراه نخواهد داشت وعملکرد آن به این طریق است که میرایی سازه را در شرایط بحرانی از ۵٪ به چیزی بین ۲۰ تا ۳۰ در صد وبعضاٌ بیشتر افزایش می دهد.
- سیال ضربه گیر چسبنده قابلیت طراحی برای سازه های جدید وسازه های ساخته شده را داراست.
- با توجه به کوچکی اندازه این قطعات وقتی به سازه اضافه می شود،تغییری در شکل سازه بوجود نمی آورد.
- این دمپرها جایگزین مناسبی برای جداسازهای لرزه ای بشمار می آیند.زیرا هم هزینه کمتری دارد وهم نصب واجرای آن راحت تر است.



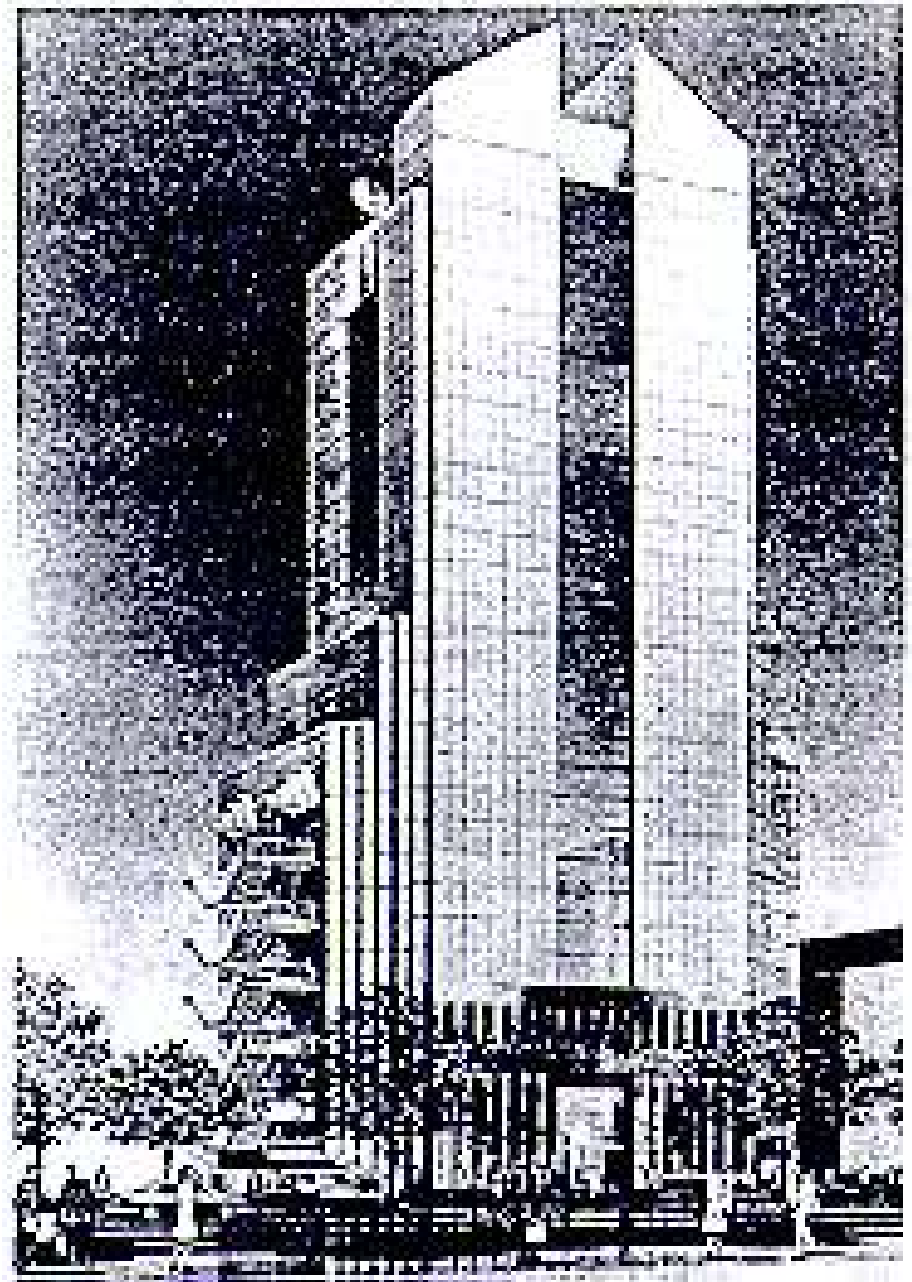
Cylindrical potfluid damper •

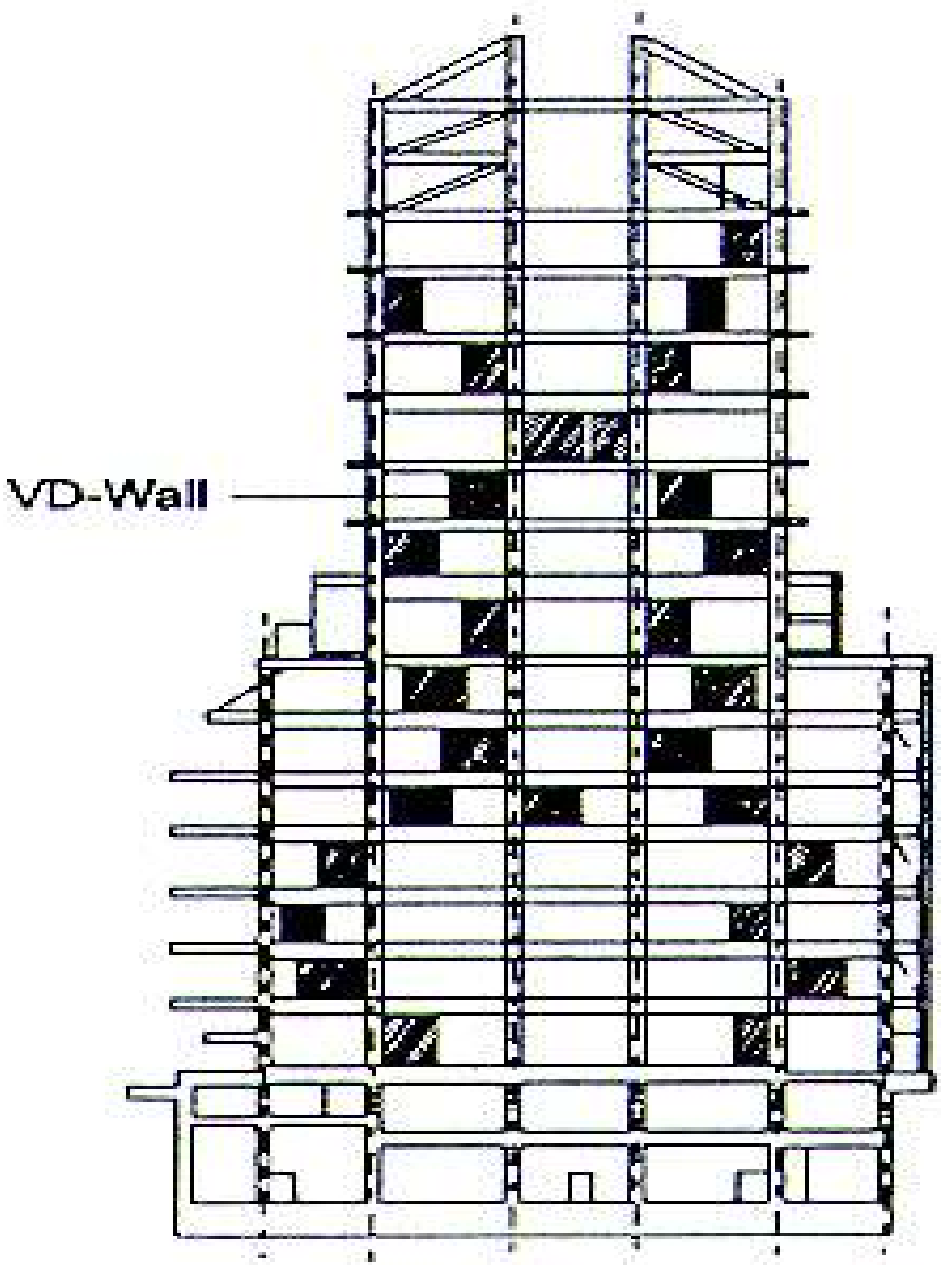


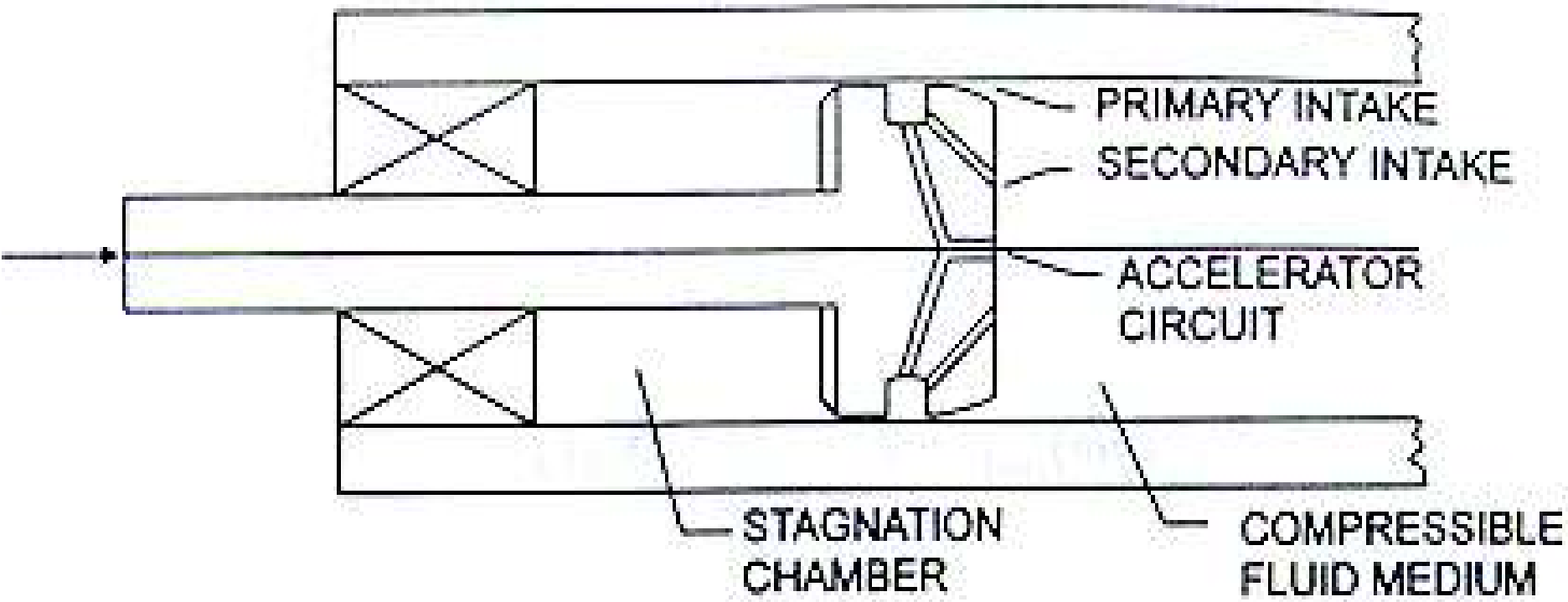
Viscous damping wall •

78.6m high, 14-story building at the center of Shizouka City, Japan

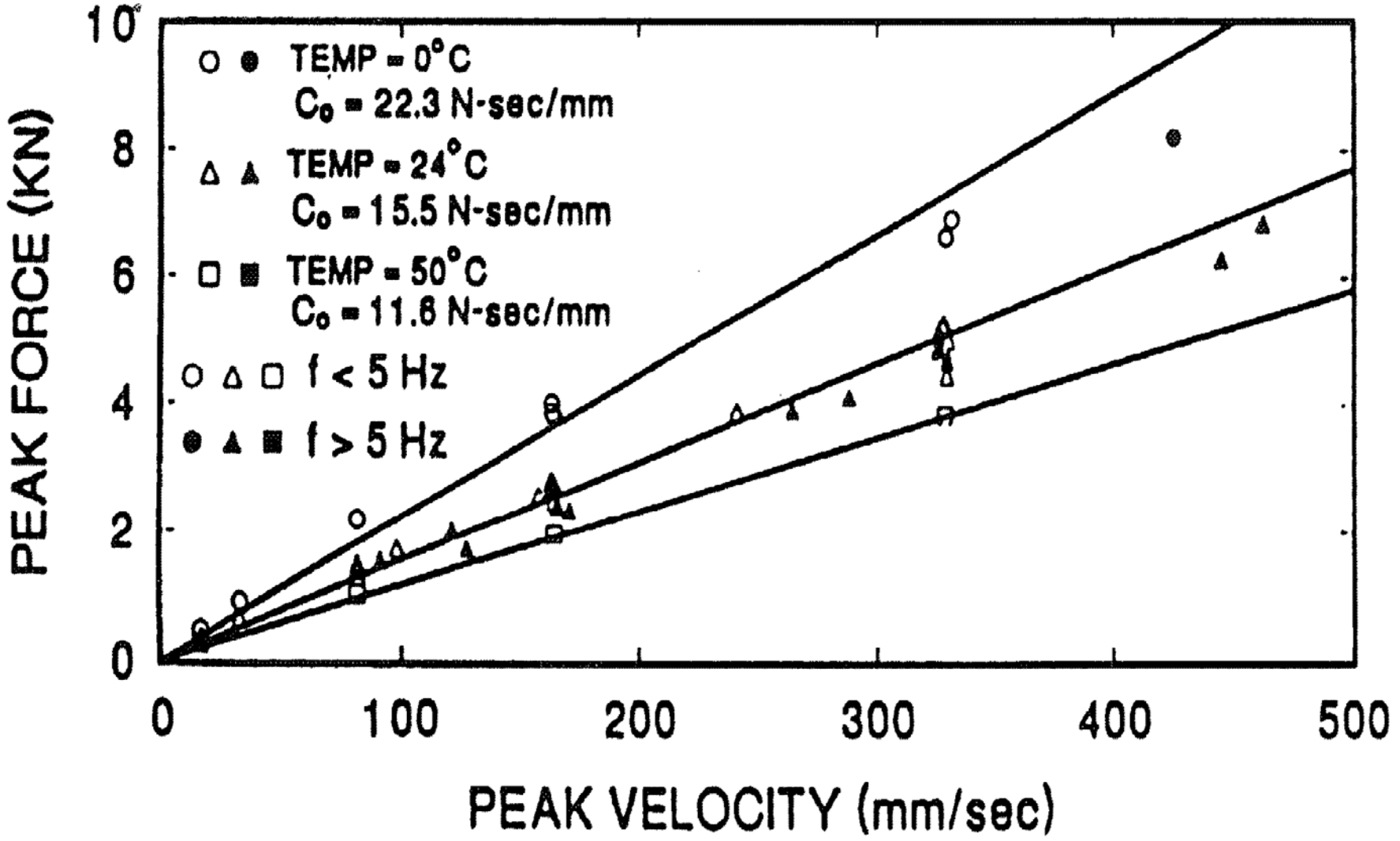
→ Viscous walls have been used

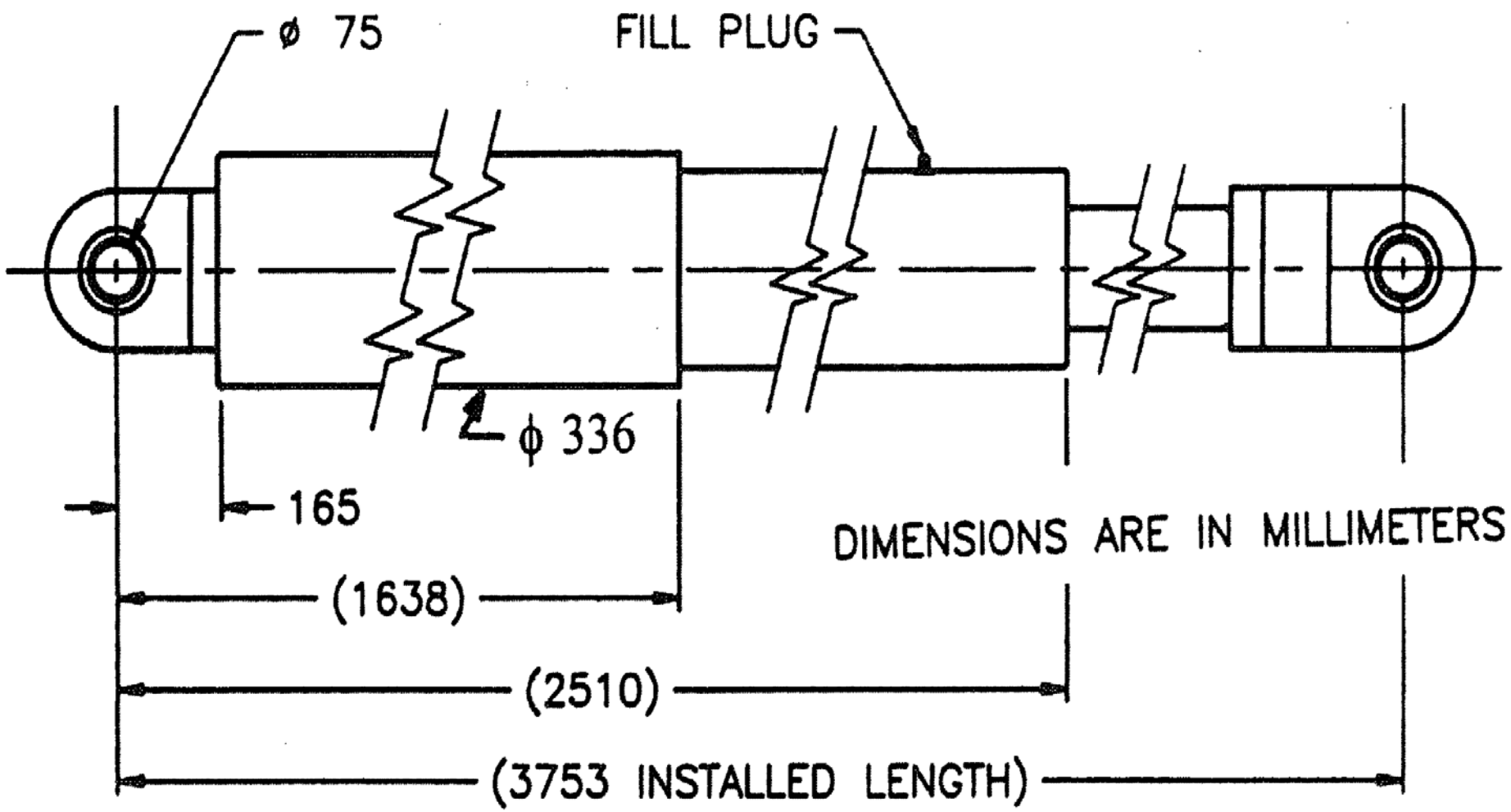




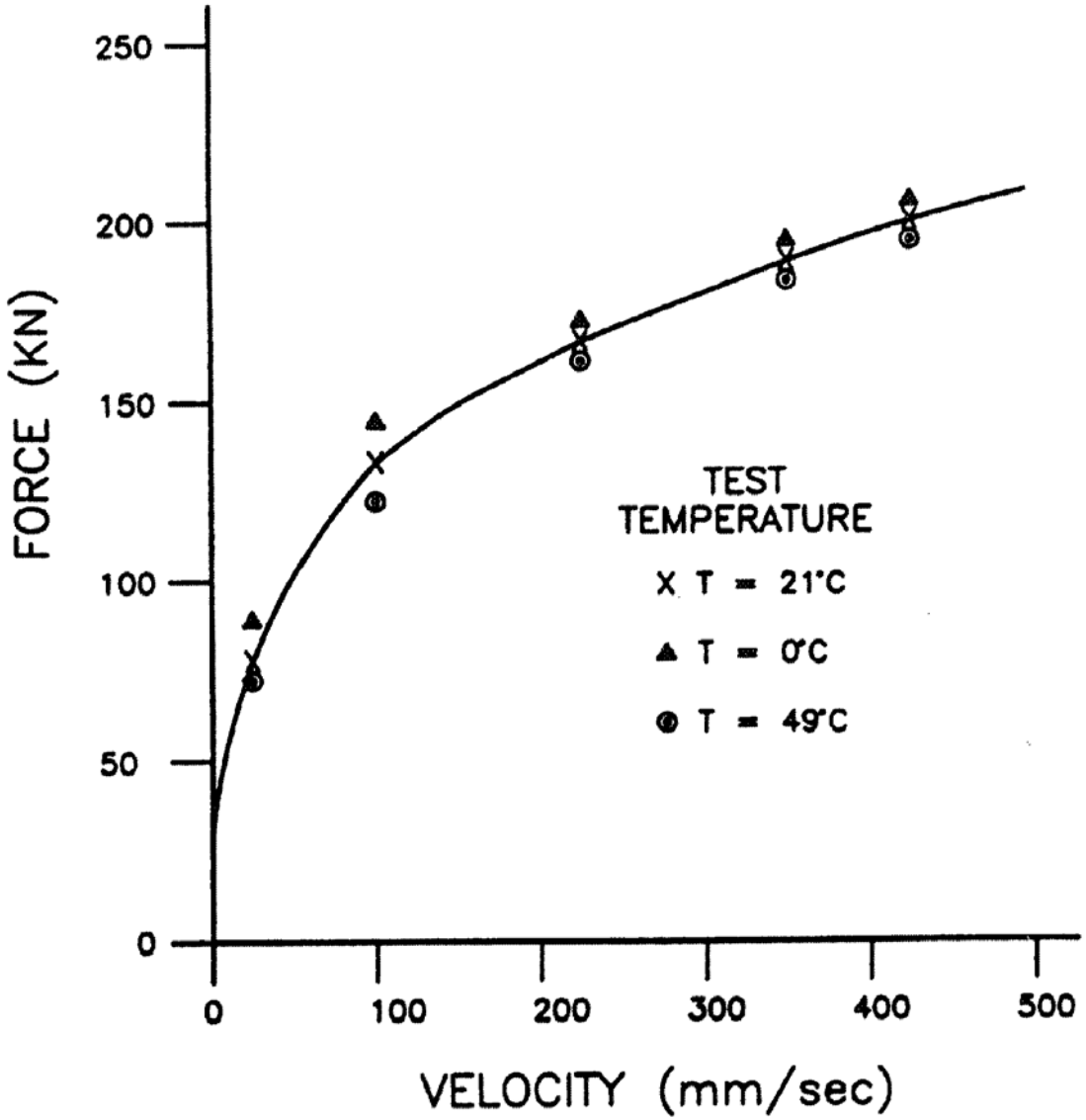


Schematic of fluidic orfice design •

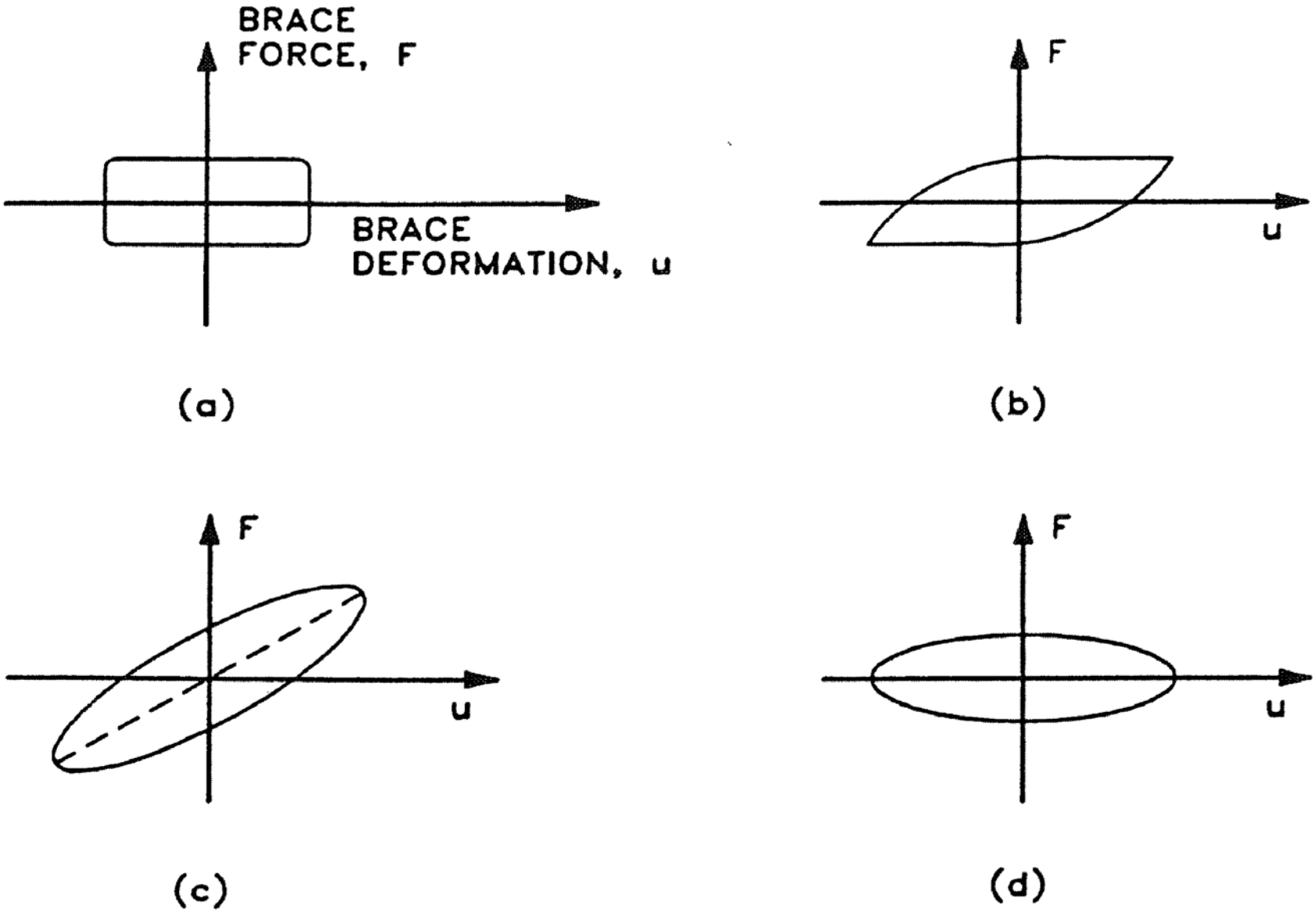

PEAK FORCE (KN)
10
8
6
4
2
0
TEMP = 0°C
C_o = 22.3 N-sec/mm
TEMP = 24°C
C_o = 15.5 N-sec/mm
TEMP = 50°C
C_o = 11.6 N-sec/mm
f < 5 Hz
f > 5 Hz
0
100
200
300
400
500
PEAK VELOCITY (mm/sec)



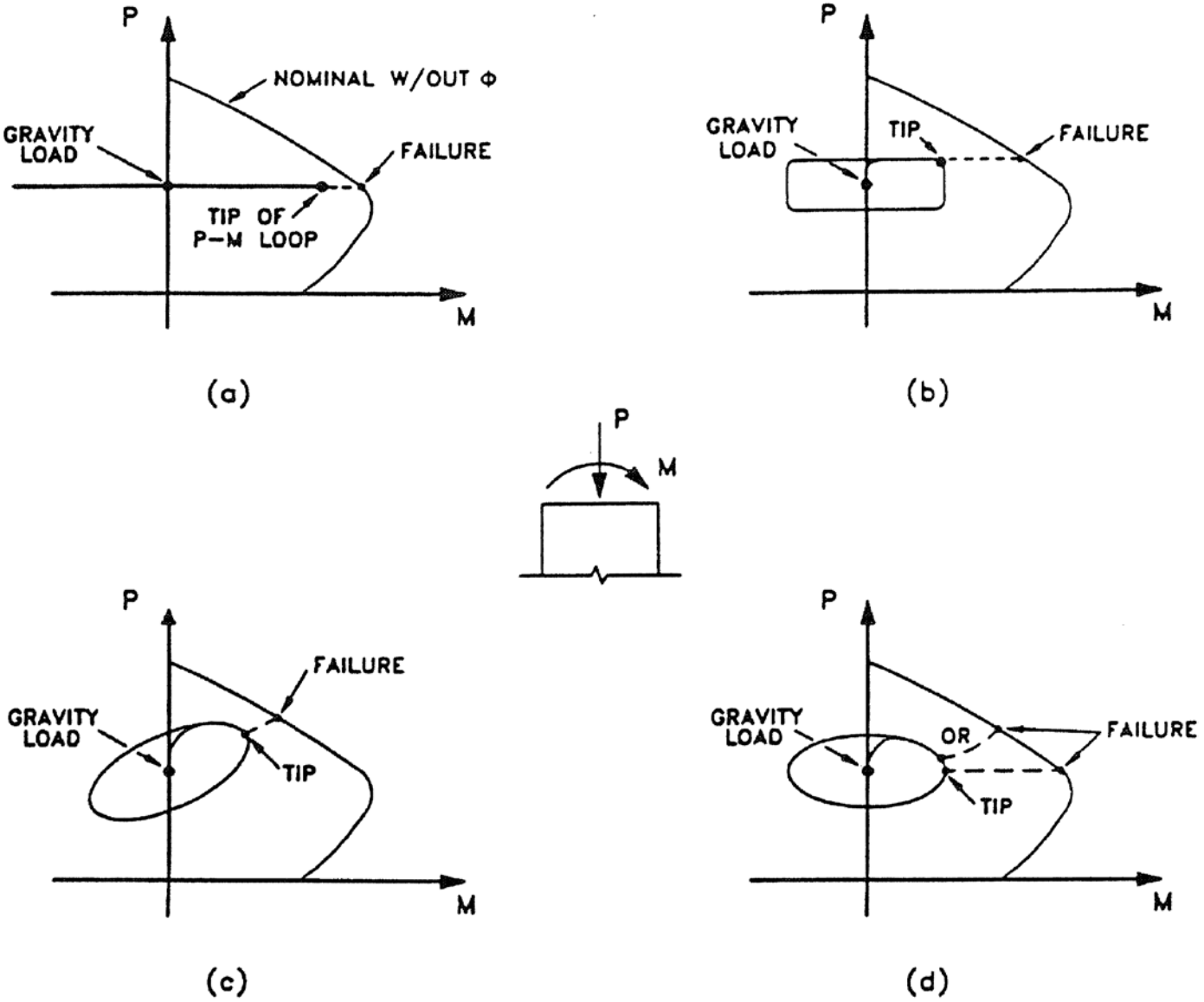
- Construction of nonlinear fluid viscous damper for the san-bernardino country medical center,CA.



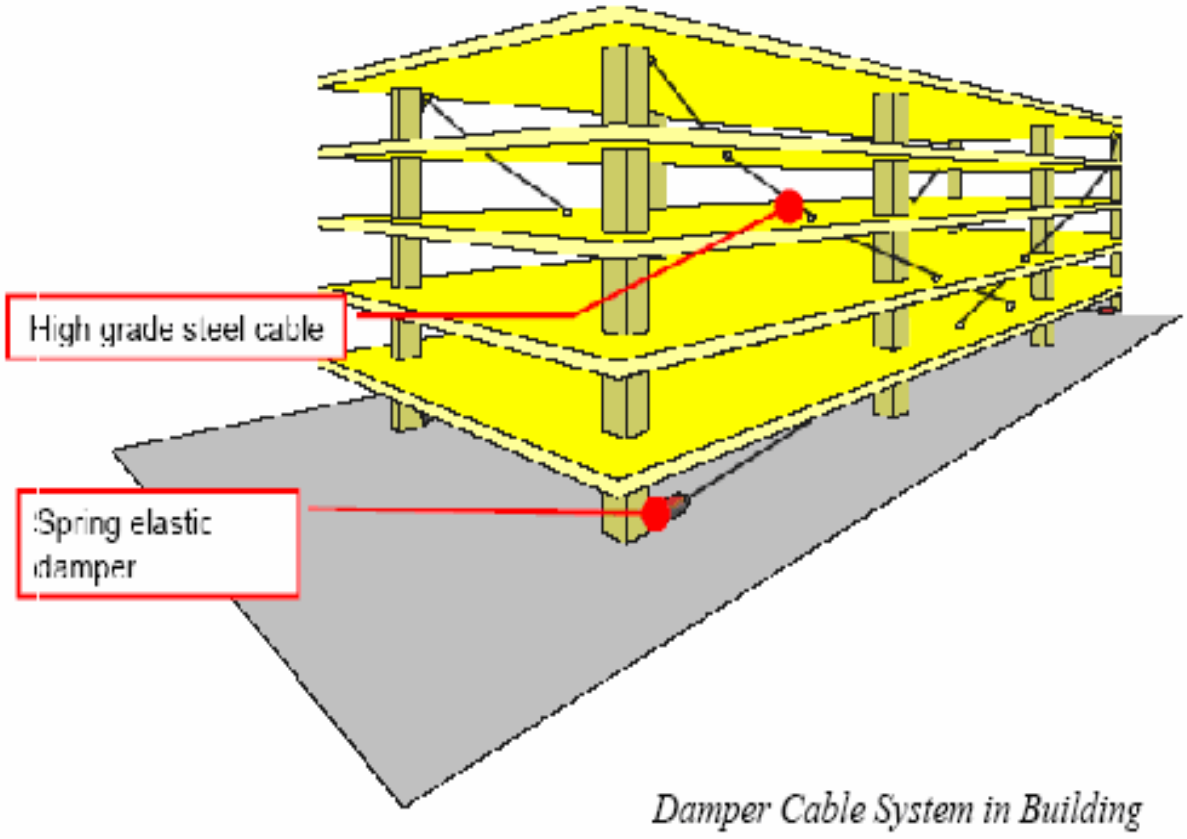
Force-velocity relation of 1/6 scale prototype fluid damper of san-bernardino country medical center,CA



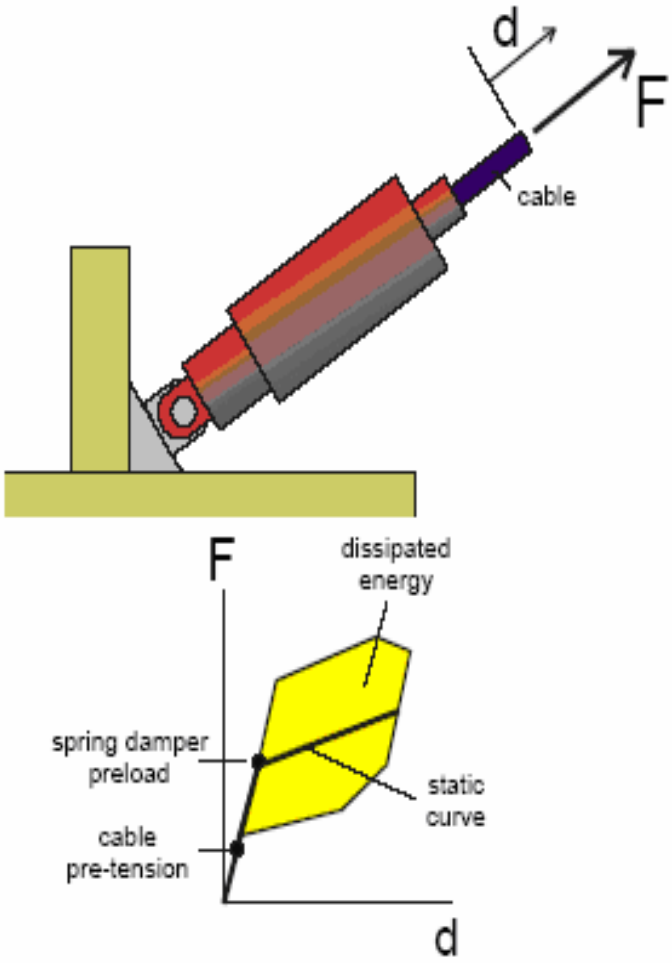
Force-displacement Loops of (a) Friction Device, (b) Steel Yielding Device, (c) Viscoelastic Device, (d) Viscous Device.



Column Interaction Diagrams and Axial Force- Bending Moment Loops during Seismic Excitation for (a) Moment-resisting Frame, (b) Friction Damped Frame, (c) Visco-elastically Damped Frame, and (d) Viscously Damped Frame.



Damper Cable System in Building



سیستم ترکیبی کابلهای پیش تنیده با میراگر