



پارک علم و فناوری عمران به عنوان اولین و بزرگترین مجموعه در
ارایه محتوای تخصصی مهندسی عمران و معماری در فضای مجازی،
پیشرو در برگزاری کلاس ها، ارایه ورکشاپ ها و جلسات مباحثه و
مشاوره تخصصی توسط اساتید مجرب برترین دانشگاه های ایران عزیز
و خارج از کشور ، به صورت آنلاین و کاملاً رایگان پذیرای حضور گرم
اساتید، دانشجویان و مهندسين عزیز می باشد.

انجمن پژوهش و تحقیقات

پارک علم و فناوری عمران

A low-angle, upward-looking photograph of several modern skyscrapers. The buildings feature light-colored, possibly metallic or concrete, facades with prominent horizontal lines. The perspective creates a sense of height and scale. The sky is filled with soft, white clouds. A solid green rectangular box is superimposed over the center of the image, containing white Persian text.

میراگر و کاربرد آن در سازه



مقدمه

در طول چند دهه گذشته جهان چندین زلزله ویرانگر را که منجر به افزایش مرگ و میر انسانها در اثر سقوط از ساختمان ها و خسارت سازه ای شدید میباشد را تجربه کرده است. وقوع چنین خسارت هایی در طول زلزله خطرات لرزه ای بالا را به وضوح نشان می دهد و سازه هایی مانند ساختمان های مسکونی . سازه تاسیسات . سازه های تاریخی و سازه های صنعتی برای محافظت از زلزله نیاز به دقت بسیار در طراحی دارد. در حال حاضر روش طراحی سازه با استفاده از کنترل پاسخ لرزه ای به طور گسترده ای پذیرفته شده و اغلب در مهندسی عمران استفاده می شود. در سال های اخیر توجهات بیشتری به تحقیق و توسعه ی تکنیک های کنترل سازه ای شده است که اهمیت ویژه ای در بهبود پاسخ ساختمان ها و پل ها در برابر باد و زلزله دارد.



انواع تکنیک های کنترل سازه ای

سیستم کنترل فعال

سیستم کنترل نیمه فعال

سیستم کنترل غیرفعال



ویژگی سیستم های کنترل فعال

در کنترل فعال، پاسخهای سازه توسط انرژی خارجی وارده بر سازه کاهش می یابد. این سیستمها دستگاههای قابل کنترلی هستند که توسط ابزار کمکی همواره در حال وارد کردن نیروهای کنترلی به ساختمان هستند. به عنوان مثال کابلی به ساختمان وصل می شود و در جهت خلاف نیروهای برشی وارده زلزله به ساختمان نیرو وارد میکند. سیستمهای فعال از غیر فعال موثرتر هستند، اما علیرغم عملکرد عالی، مشکل بزرگ هزینه های اجرایی و نگهداری را دارند.



ویژگی سیستم های کنترل نیمه فعال

سیستم های نیمه فعال دستگاه های قابل کنترلی هستند که نسبت به سیستم های کنترل فعال نیازمند انرژی به مراتب کمتری هستند. در این سیستم ها انرژی به داخل سیستم تزریق نمیشود و بنابراین پایداری در تمام مراحل باقی خواهد ماند. سیستم های نیمه فعال از دستگاه های غیر فعال موثرتر هستند، هرچند که هزینه های اضافی برای شیرهای قابل کنترل، سیستم کنترل کامپیوتری، سنسورها و نگهداری را میطلبند. در عین حال اگرچه تاثیر آنها از سیستم های فعال کمتر است، ولی هزینه بسیار پایین اجرا و نگهداری، تعبیه این سیستم ها را بسیار قابل توجیه ساخته است.



ویژگی سیستم های کنترل غیرفعال

سیستم های کنترل غیرفعال، به منظور کاهش و میراندن یک بخش بسیار زیاد، از انرژی ورودی زلزله طراحی شده اند و شامل ابزارها و یا اجزای اتصالیه ویژه ای هستند که در طول زمان زلزله تغییر شکل یافته و یا تسلیم میشوند. در نتیجه از آنجایی که تغییر شکل یا تسلیم شدن اصلی در یک وسیله یا اتصال متمرکز شده است، خسارت وارد شده به سایر نقاط سازه کاهش پیدا می کند. این سیستم ها به صورت غیر فعال هستند و از هیچ منبع انرژی اضافه ای برای به کار انداختن آنها استفاده نمی شود. در زمان وقوع زلزله سیستم به وسیله موج وارد شده در اثر زلزله فعال شده، انرژی زیادی را مصرف کرده و سازه را تا مقدار زیادی از اثرات زلزله محافظت میکند



انواع سیستم غیر فعال

میراگر جرمی تنظیم شده

میراگر مایع تنظیم شده

میراگر اصطکاکی

میراگر آلیاژی

میراگر ویسکوالاستیک

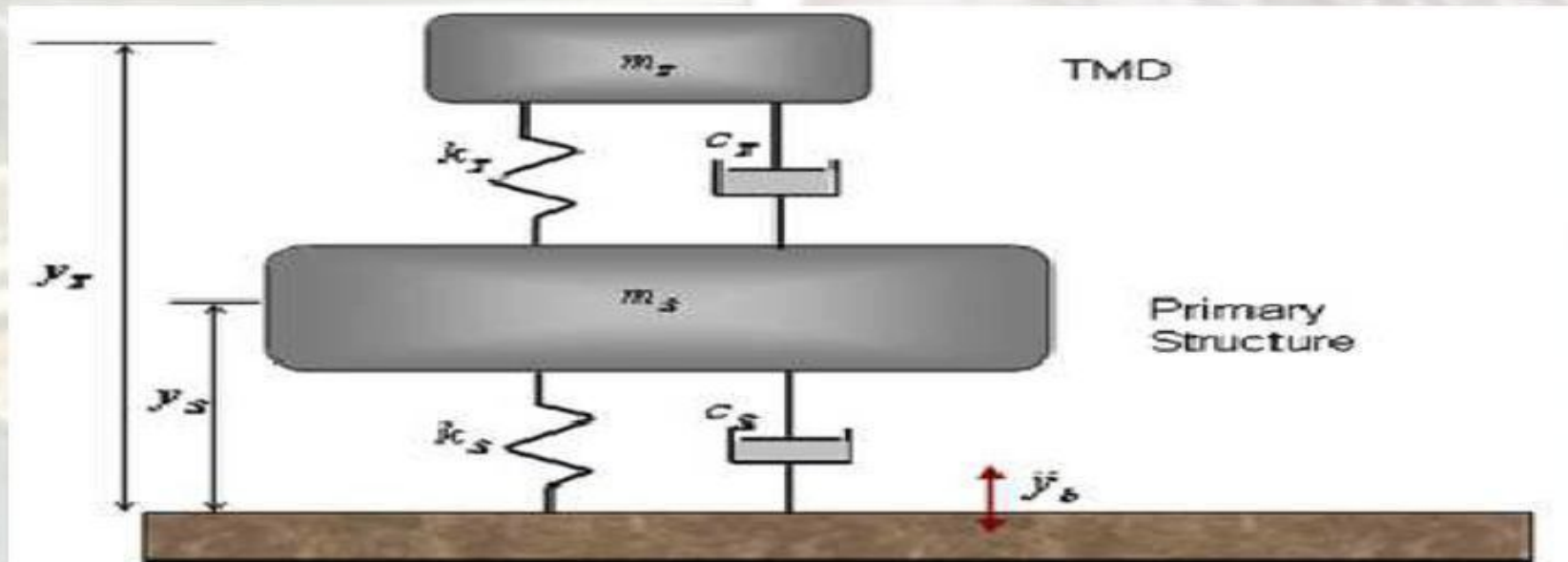
میراگر ویسکوز

میراگر الاستوپلاستیک (X صفحات)



میراگر جرمی تنظیم شده

میراگر جرمی تنظیم شده وسیله ای است مشتمل بر جرم سختی و میرایی که به سازه اصلی متصل می شود تا پاسخ دینامیکی سازه را کاهش دهد. فرکانس میراگر برابر فرکانس ارتعاشی سازه اصلی تنظیم می شود چنانچه وقتی سازه با آن فرکانس تحریک شود، میراگر با سازه اصلی در فاز مقابل ارتعاشی قرار می گیرد. بخش عمدهای از انرژی وارد به سازه با نیروی اینرسی میراگر مصرف می شود.





خلاصه تحقیقات انجام شده در زمینه میراگر جرمی تنظیم شده

Pinkaew و همکاران گزارش داده اند که سازه با میراگر جرمی تنظیم شده تاثیر بهینه ای برای کاهش آسیب لرزه ای داشته است.

پیتز در سال ۲۰۰۶ مطالعات نظری و تجربی بر روی میراگر جرمی تنظیم شده را برای مقاوم سازی لرزه ای سازه های موجود مورد بحث قرار داده است.

آلماسان و همکاران در سال ۲۰۰۷ مشاهده کرده اند که میراگر جرمی تنظیم شده انتقالی در کاهش پاسخ لرزه ای سازه بسیار موثر است.

مائو و همکاران در سال ۲۰۰۷ میراگر جرمی تنظیم شده پاندولی را برای کنترل لرزه ای سازه ها پیشنهاد کرده اند.



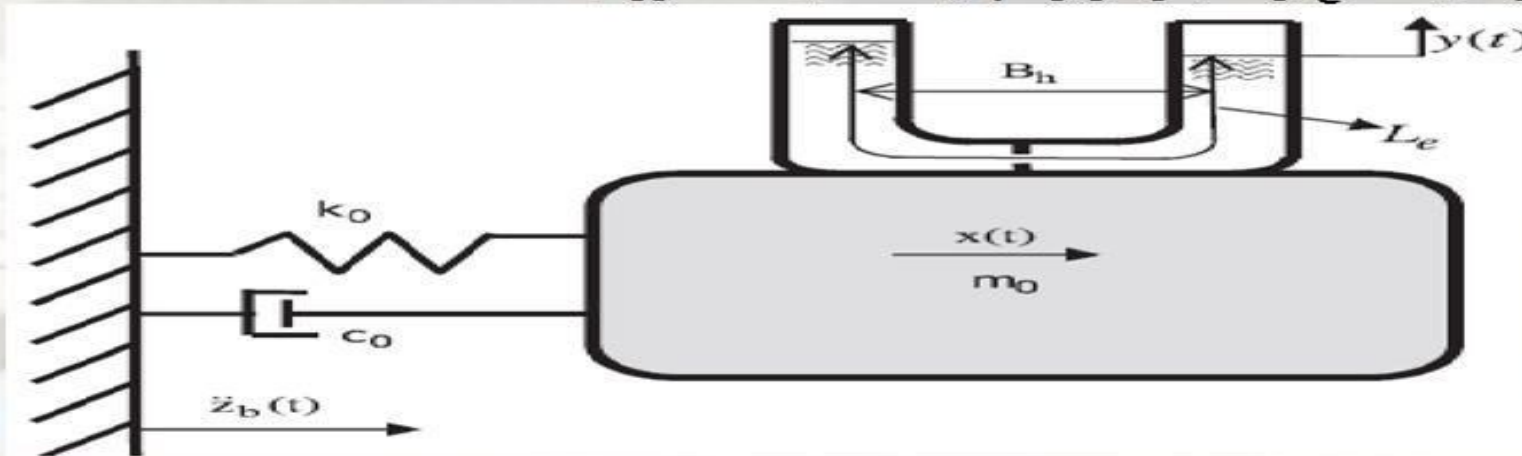
نتایج تحقیقات

نتایج تحقیقات نشان داد که طراحی جرم
متغیر TMD نسبت به راه حل های بدست
آمده بدون آن صلاحیت بیشتری دارد.



میراگر مایع تنظیم شده

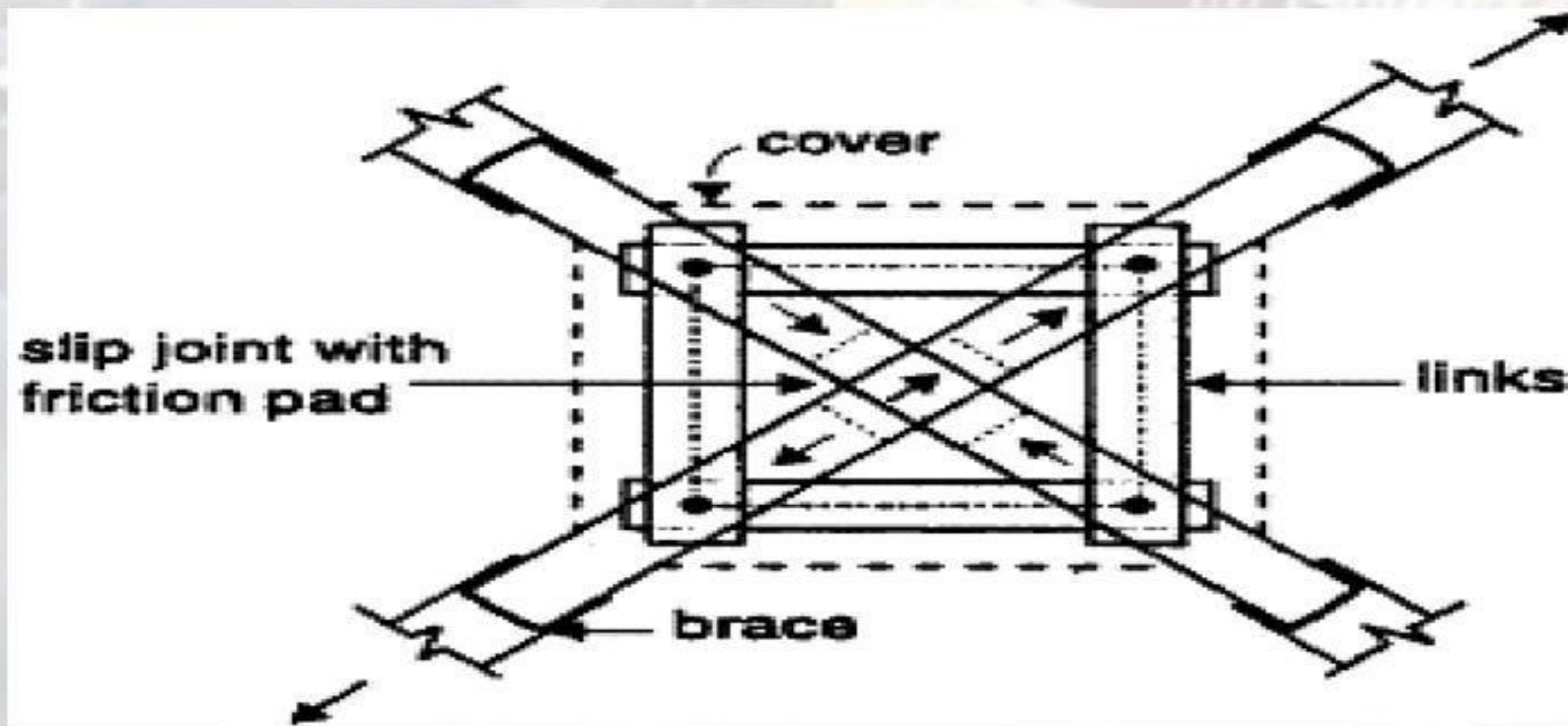
استفاده از میراگرهای مایع تنظیم شده یکی از روشهای کنترل غیرفعال در سازه‌ها می باشد. این سیستم حاوی یک یا چند مخزن آب است که در قسمت بالایی سازه نصب و از تلاطم آب در آنها برای کاهش نوسانات سازه استفاده می شود. میراگرهای مزبور باید نسبت به فرکانس طبیعی مد اول سازه تنظیم شوند بنابراین مشخصات میراگر (ابعاد مخزن و عمق آب درون آن) باید به گونه ای انتخاب شده باشد که فرکانس نوسانات آب در داخل میراگر با فرکانس ارتعاشات سازه هماهنگ شود. نیروی کنترلی برای کاهش ارتعاشات سازه، از اختلاف فشار ناشی از تفاوت رقوم سطح آزاد مایع در جداره‌های انتهایی ظرف به دست می آید که به صورت یک نیروی برشی در کف مخزن ظاهر می شود. برای محاسبه نیروی کنترل ناشی از میراگرهای مایع تنظیم شده باید وضعیت سطح آزاد آب را در زمانهای مختلف به دست آورد.





میراگر اصطکاکی

میراگر اصطکاکی نشان داده شده در شکل بر اساس مکانیسم اصطکاک جامد برای اتلاف انرژی ارتعاش کار میکند.





خلاصه تحقیقات انجام شده در زمینه میراگر اصطکاکی

Mualla و borislav در سال ۲۰۰۲ عملکرد میراگر اصطکاکی نصب شده در یک قاب فولادی یک طبقه که در معرض بارگذاری لرزه ای قرار دارد مورد بررسی قرار داده اند.

طراحی مفهومی از مقاوم سازی لرزه ای ساختمان های موجود سه طبقه قاب فولادی با استفاده از میراگر اصطکاکی توسط لی و همکاران مورد بررسی قرار گرفت.



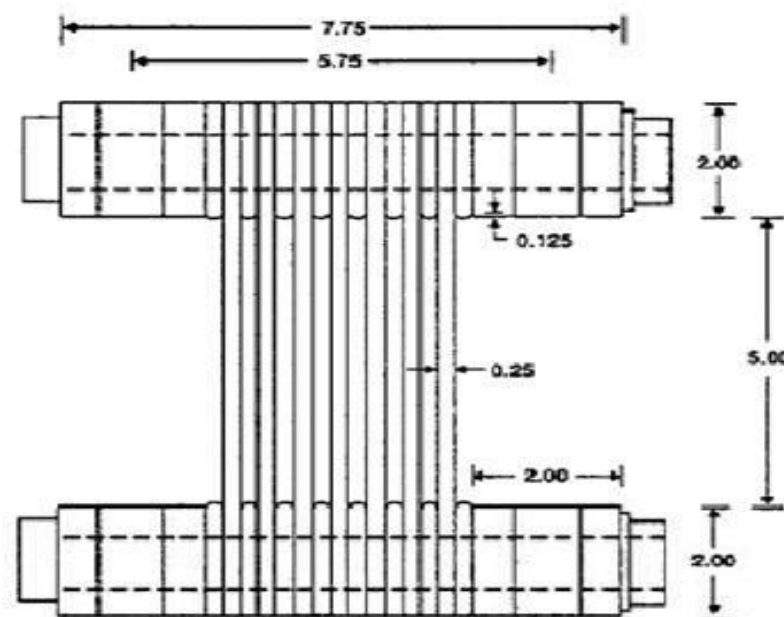
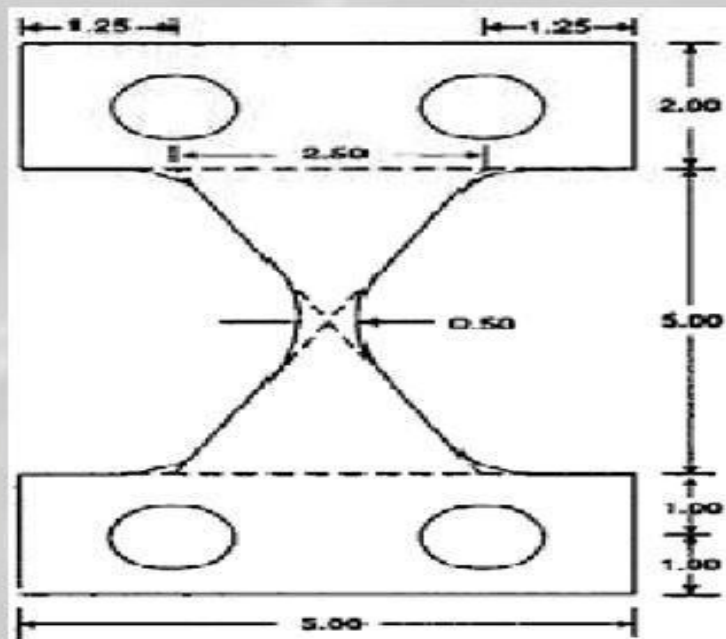
نتایج تحقیقات

نتایج تجربی و عددی نشان می دهد که
میراگر اصطکاکی می تواند پاسخ دینامیکی
سازه های معمولی را بهتر از ساختمان های
موجود که با طراحی معمولی هستند بهبود
بخشد.



میراگر فلزی

میراگر فلزی برای اولین بار توسط اسکینر و همکاران در سال ۱۹۸۰ برای حفاظت لرزه ای ساختمان ها اجرا شد. میراگر فلزی از صفحات فولاد نرمه ساخته شده است. این دستگاه انرژی را از طریق تغییر شکل غیرالاستیک فلزات از بین میبرد. بنابراین هدف میراگر فلزی در افزایش پاسخ دینامیکی سازه بوده است.





خلاصه تحقیقات انجام شده در زمینه میراگر فلزی

کورادلی و ریرا در سال ۲۰۰۴ میراگرهای فلزی را برای مقاوم سازی لرزه ای قاب ساختمان بر اساس روش قابلیت اطمینان پیشنهاد کرده اند.

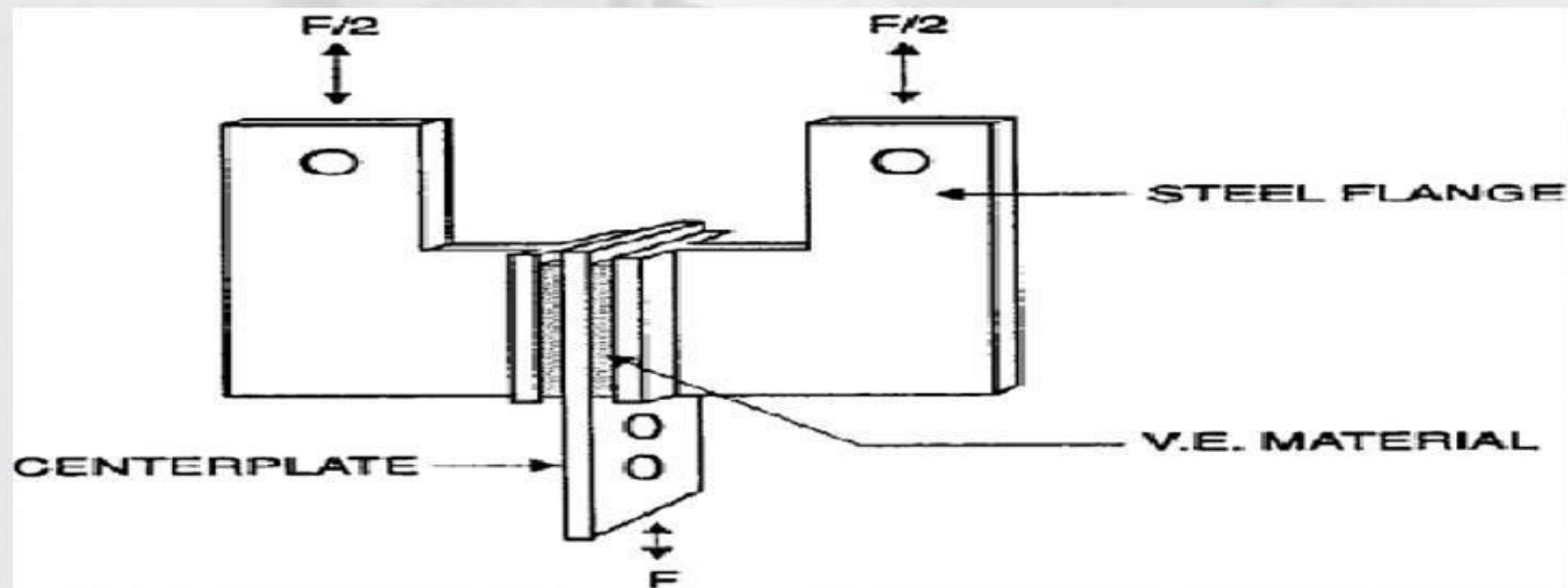
وارگاس در سال ۲۰۰۷ میراگر فلزی با میراگر لزوج را برای کاهش پاسخ دینامیکی سیستم یک درجه آزادی بررسی کرده اند.

باند و هنگنان در سال ۲۰۰۸ میراگر فلزی جدید با توابع دوگانه مانند سختی و اتلاف انرژی لرزه ای را ارائه کرده اند.



میراگر ویسکوالاستیک

میراگر ویسکوالاستیک نشان داده شده در شکل متشکل از لایه های پیوندی ویسکوالاستیک با صفحات فولادی با مواد لزج مانند مواد شیشه ای است. انرژی در قالب تغییر شکل برشی زمانی که روی سازه نصب شده از بین می رود. میراگرهای ویسکوالاستیک به شدت به دمای محیط و تحریک فرکانس وابسته هستند.





خلاصه تحقیقات انجام شده در زمینه میراگر ویسکوالاستیک

دیگللیا و مهتا در سال ۲۰۰۷ مطالعه پارامتری سیستم مهاربندی فولادی با ویون میراگر ویسکوالاستیک را زمانی که تحت بار لرزه ای قرار دارد انجام داده اند.

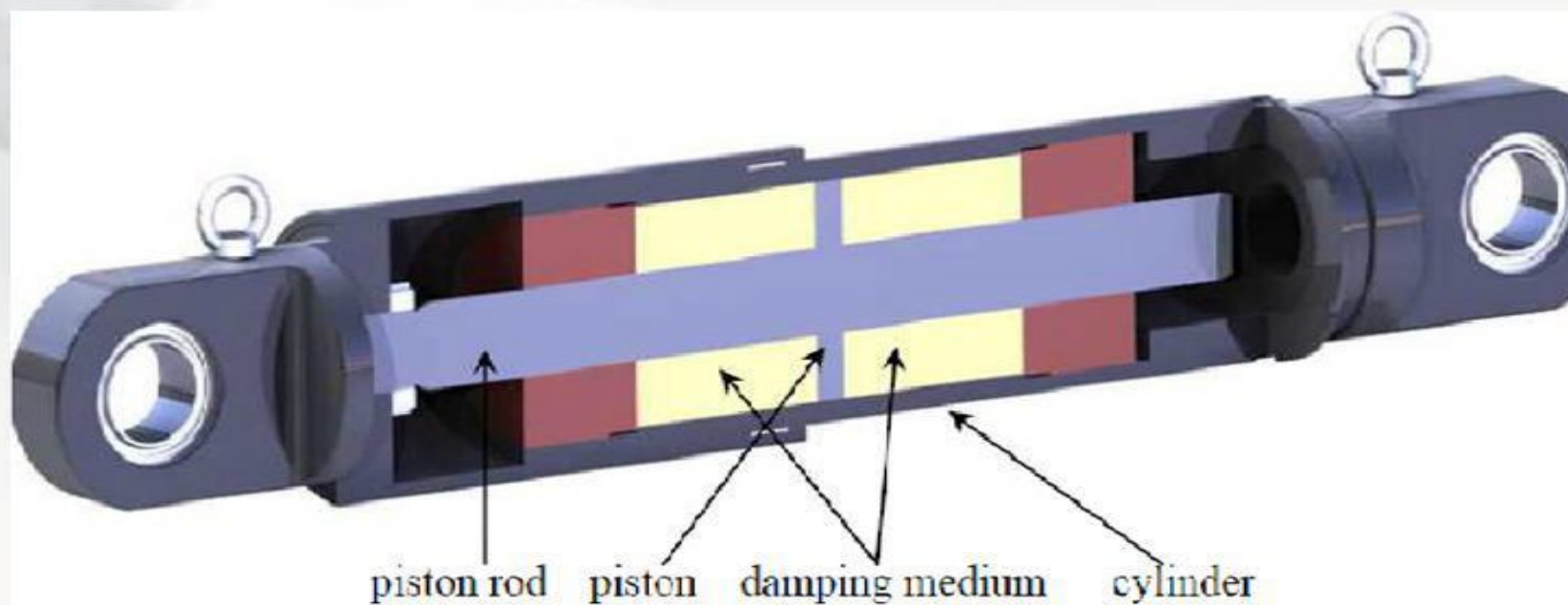
چوی و کیم روش جدید نصب کابل های ویسکوالاستیک به ساختمان را برای کنترل لرزه ای سازه پیشنهاد کرده اند.

چن و همکاران عملکرد لرزه ای ساختمان بیمارستان wenchuan را با استفاده از مورد ویسکوالاستیک مورد مطالعه قرار داده اند.



میراگر ویسکوز

میراگر ویسکوز بر اساس جریان سیال در روزنه کار می کند. میراگر ویسکوز شامل دیوار لزوج، پیستون با تعدادی روزنه کوچک، پوشش پر شده با سیلیکون و یا برخی از مواد مایع مانند نفت، که از طریق آن مایع از یک طرف پیستون به طرف دیگر عبور می کند.





خلاصه تحقیقات انجام شده در زمینه میراگر ویسکوز

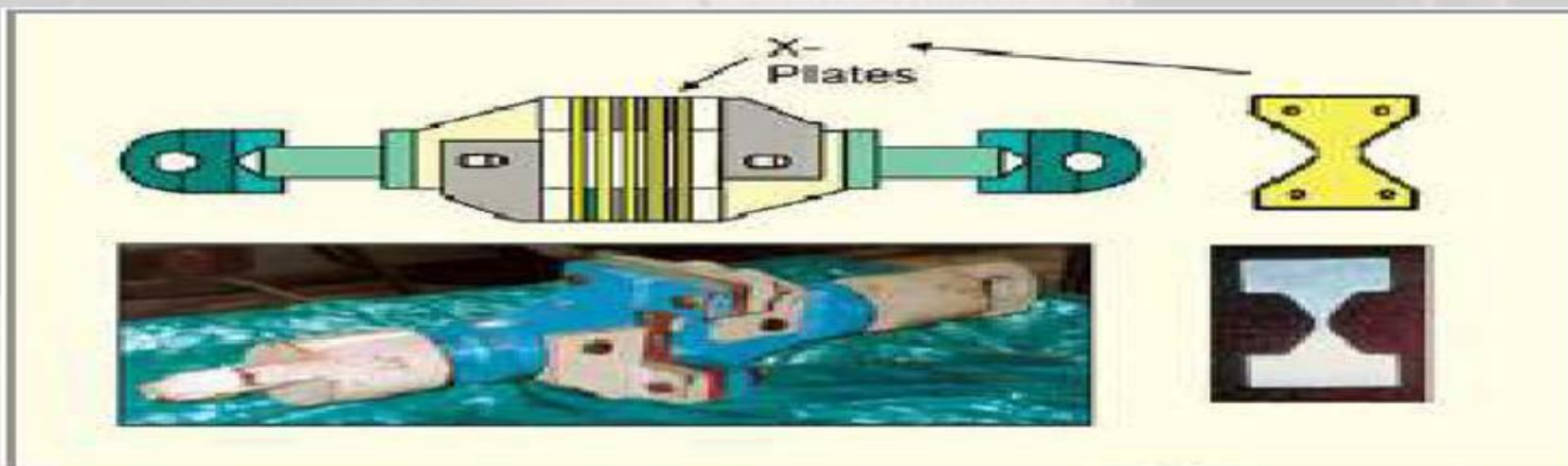
استفانو و همکاران میراگر ویسکوز تولید کرده اند و در ساختار ساختمان سه طبقه برای کنترل لرزه ای سازه استفاده کرده اند.

عطار و همکاران میراگر ویسکوز بهینه برای کاهش جابجایی درز طبقات ساختمان فولادی پیشنهاد کرده اند.



میراگر الاستوپلاستیک (X صفحات)

میراگر الاستوپلاستیک صفحات فلزی نازک به شکل X یا Y می باشد. آنها شامل یک یا گروهی از صفحات هستند و از فولاد نرمه یا مواد مسی با ضخامت های مختلف ساخته شده اند. مکانیسم اتلاف انرژی میراگر الاستوپلاستیک موثرتر از هنگام زلزله با جذب انرژی ورودی سازه است. ساتیش کومار و همکاران مطرح کردند که دستگاه نشان داده شده در شکل انرژی غیرفعال الاستوپلاستیک را جذب می کند و مطالعات تجربی و تحلیلی برای کاهش تغییر شکل های بزرگ لرزه ای در خطوط لوله زمینی که در معرض زلزله قرار دارند انجام شده است.





خلاصه تحقیقات انجام شده در زمینه میراگر الاستوپلاستیک

پارولکار و همکاران در سال ۲۰۰۹ در مورد مقوم سازی سازه های بتن آرمه با استفاده از میراگر الاستوپلاستیک تحت بارهای لرزه ای بحث کرده اند.

پوچاری و بکره در سال ۲۰۱۱ اثر میراگر الاستوپلاستیک را برای کنترل پاسخ لرزه ای سازه مطالعه کرده اند.



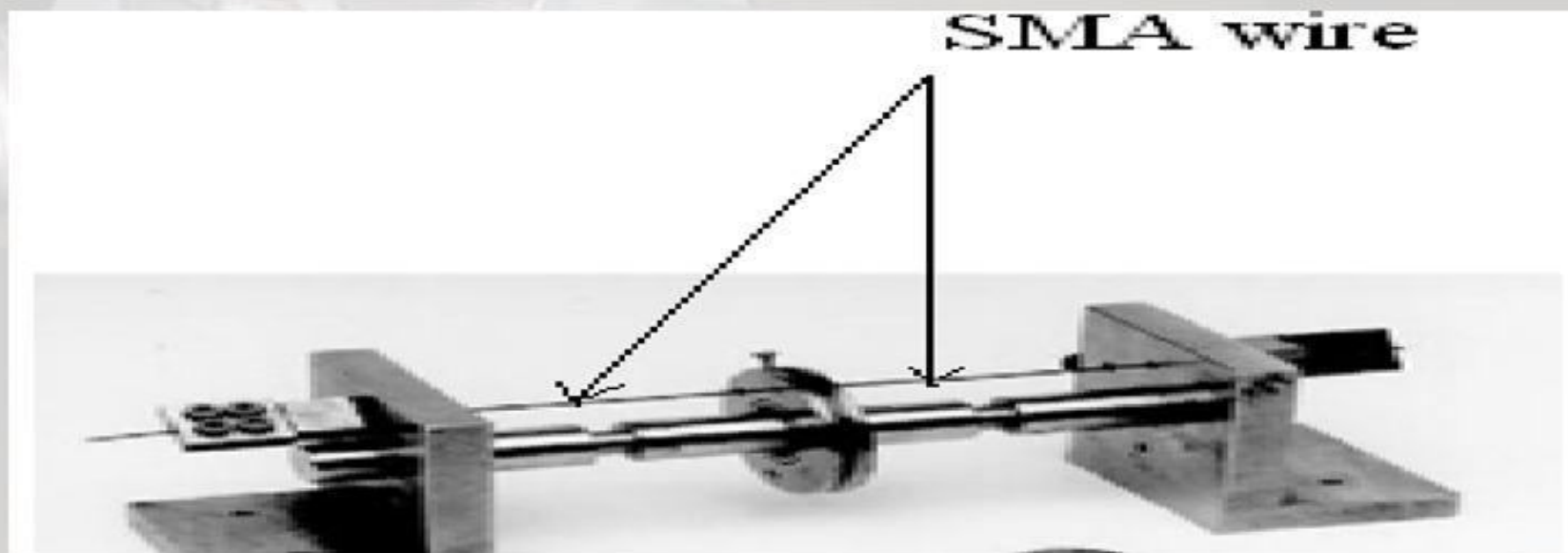
نتایج تحقیقات

نتایج عددی ناشی از تجزیه و تحلیل تاریخچه
زمانی با استفاده از SAP2000 نشان
میدهد که محل بهینه میراگر الاستوپلاستیک
برای کاهش پاسخ لرزه ای ساختمان چند
طبقه به دست آمده است.



آلیاژهای حافظه شکل

آلیاژهای حافظه شکل نوع خاصی از مواد هستند که قادر به حفظ شکل اصلی خود در هنگامی که در دمای خاصی گرم می شوند می باشند. آلیاژ حافظه شکل نشان داده شده در شکل دارای پتانسیل زیادی برای استفاده در طراحی مقاوم لرزه ای و مقاوم سازی برنامه های کاربردی هستند. برنامه های کنترل لرزه ای آلیاژ حافظه شکل در سازه هایی مانند تجدید لرزه ای پل و در دیگر سازه های مهندسی عمران میباشند.





خواص آلیاژ حافظه شکل

قابلیت اتلاف انرژی

قابلیت کرنش های بزرگ الاستیک

میرایی هیسترتیک

در سیکل های کم و زیاد مقاومت در برابر خستگی

قابلیت تجدید

خاصیت مقاومت بسیار آلی در برابر خوردگی



خلاصه تحقیقات انجام شده در زمینه آلیاژ حافظه شکل

سونگ و همکاران در سال ۲۰۰۶ مدل‌های تحلیلی قاب‌های مهاربندی سوپرلاستیک آلیاژ حافظه شکل را برای ارزیابی عملکرد لرزه‌ای توسعه داده‌اند.

جیسون و همکاران در سال ۲۰۰۷ چهار نوع میراگر آلیاژ حافظه شکل را بر اساس حالت‌های مختلف برای کاهش آسیب سیستم در هنگام وقوع زلزله بررسی کرده‌اند.

موهاترا و همکاران در سال ۲۰۰۷ سیستم اتلاف انرژی غیرفعال و برنامه‌های کاربردی مدرن خود را برای حفاظت لرزه‌ای سازه مورد بحث قرار دادند.

چارنی و همکاران در سال ۲۰۰۸ دستگاه کشش فشرده را با استفاده از آلیاژ حافظه شکل نیکل تیتانیوم توسعه دادند.

متو و همکاران عملکرد لرزه‌ای کشویی انواع سیستم‌های جداکننده یا اثر دما را مورد بررسی قرار دادند.



جمع بندی

به تازگی استفاده از سیستم های کنترل لرزه ای افزایش یافته است اما انتخاب بهترین میراگر و نصب آن به یک ساختمان برای کاهش ارتعاش در سازه ها زمانی که در معرض بارگذاری لرزه ای قرار دارند بسیار مهم است. دستگاه های کنترل کاهش آسیب با افزایش ایمنی سازه از فروپاشی سازه در طول زمین لرزه جلوگیری می کنند. بنابراین تحقیقات بسیاری برای پیدا کردن بهترین راه حل در حال انجام است. این مقاله برای ارائه یک دید کلی از انواع مختلف دستگاه های کنترل پاسخ لرزه ای و بعضی از تحولات اخیر تلاش کرده است. تحقیقات تجربی و تحلیلی انجام شده توسط محققان مختلف به وضوح نشان می دهد که روش کنترل لرزه ای دارای پتانسیل بهتری برای بهبود عملکرد لرزه ای سازه است.



منابع

- [1] S Chakraborty and B. K. Roy, "Reliability based optimum design of Tuned Mass Damper in seismic vibration control of structures with bounded uncertain parameters", Probabilistic Engineering Mechanics, Vol. 26, 2011, pp. 215-221.
- [2] C. C. Lin et al., "Seismic response reduction of irregular buildings using passive tuned mass dampers", Engineering Structures, Vol.22, 1999, pp. 513-524.
- [3] Zuo et al., "Optimization of multi-degree-of-freedom tuned-mass dampers", Journal of Sound and Vibration 272, 2004, pp. 893-908.
- [4] Pinkaew et al., "Seismic effectiveness of tuned mass dampers for damage reduction of structures", Engineering Structures, Vol.25, 2003, pp. 39-46.
- [5] N. Peter, "Tuned-Mass Systems for the Seismic Retrofit of Buildings", Seventh International Congress on Advances in Civil Engineering: 2006.
- [6] J.L. Almazan et al., "A bidirectional and homogeneous tuned mass damper: A new device for passive control of vibrations", Engineering Structures, Vol.29, 2007, pp. 1548-1560.
- [7] G. C. Marano et al., "Constrained reliability-based optimization of linear tuned mass dampers for seismic control", International Journal of Solids and Structures, Vol.44, 2007, pp. 7370-7388.
- [8] G. C. Marano et al, "A comparison between different optimization criteria for tuned mass dampers design", Journal of Sound and Vibration, Vol. 329, 2010, pp. 4880-4890.
- [9] Fujino et al., "Tuned Liquid Damper for Suppressing Horizontal Motion of Structures", Journal of Engineering Mechanics (ASCE), Vol. 118, No. 10, 1992.
- [10] Chakraborty and Debbarma, "Stochastic earthquake response control of structures by liquid column vibration absorber with uncertain bounded system parameters", Structural Safety, Vol. 33, 2011, pp. 136-144.
- [11] Pall. A. S et al., "Friction joints for seismic control of large panel structures", J. Prestressed Concrete Inst. Vol. 6, 1980, pp. 38-61.
- [12] Mualla and B. Borislav, "Performance of Steel Frames with a new Friction Damper Device under Earthquake Excitation", Engineering Structures, Vol. 24, 2002, pp. 365-371.
- [13] R. S. Jangid and V. B. Patil, "Double Friction Dampers for Wind Excited Benchmark Building", International Journal of Applied Science and Engineering, Vol. 7, No. 2, 2009, pp. 95-114.
- [14] Robert Levy et al., "A simple approach to the seismic design of friction damped braced medium-rise frames", Engineering Structures, Vol. 23, 2001, pp 250- 259.
- [15] Lee et al., "Design of a bracing-friction damper system for seismic retrofitting", Smart Structures and Systems, Vol. 4, No. 5, 2008, pp. 685-696.
- [16] Tabeshpour and Ebrahimian, "Technical Note on Seismic Retrofit of Existing Structures Using Friction Dampers", Asian Journal of Civil Engineering (Building and housing) Vol. 11, No. 4, 2010, pp. 509-520.



منابع

- [17] R.J. Skinner et al., "Hysteresis dampers for earthquake-resistant structures", *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, Vol.3, 1980, pp. 287-96.
- [18] T.T. Soong and B.F. Spencer, "Supplemental energy dissipation: state-of-the-art and state-of-the practice", *Engineering Structures*, Vol.24, 2002, pp. 243-259.
- [19] R. O. Curadelli and J.D. Riera, "Reliability based assessment of the effectiveness of metallic dampers in buildings under seismic excitations", *Engineering Structures*, Vol. 26, 2004, pp. 1931-1938.
- [20] Vargas, "Seismic Response of Hybrid Systems with Metallic and Viscous Dampers", *Journal of Structural Engineering*, Vol. 133, No.10, 2007.
- [21] L. Gang and L. Hongnan, "Earthquake Resistant Design Of RC Frame with Dual Functions Metallic Dampers", *The 14th World Conference on Earthquake Engineering*: 2008.
- [22] Dicelcia and Mehta, "Seismic performance of chevron braced steel frames with and without viscous fluid dampers as a function of groundmotion and damper characteristics", *Journal of Constructional Steel Research*, Vol.63, 2007, pp.1102-1115.
- [23] H Choi and J Kim, "New installation scheme for viscoelastic damper using cables", *Can. J. Civ. Eng.*, Vol. 37, 2010, pp.1201-1211.
- [24] X W Chen et al. "Seismic performance of Wenchuan Hospital Structure with Viscous Damper", *Struct. Design Tall Spec. Build.* Vol.19, 2010, pp. 397-419.
- [25] Feng Qian et al., "Testing of Fluid Viscous Damper", *15th conference on World Conference on Earthquake Engineering*: 2012.
- [26] S. Stefano et al., "A Five-Step Procedure for the Dimensioning of Viscous Dampers to Be Inserted in Building Structures", *Journal of Earthquake Engineering*, Vol.14, 2010, pp. 417-447.
- [27] T. L. Attar et al., "Controlling All Interstory Displacements in Highly Nonlinear Steel Buildings Using Optimal Viscous Damping", *Journal of Structural Engineering*, Vol.133, 2007, pp. 0733-9445.
- [28] K. Sathish Kumar et al., "Reduction of Large Seismic Deformations using Elasto-plastic Passive Energy Dissipaters", *Defence Science Journal*, Vol. 53, No. 1, 2003, pp. 95-103.
- [29] Y. M. Parulekar et al. "Seismic response analysis of RCC structure with yielding dampers using linearization techniques", *Nuclear Engineering and Design*, Vol.239, No.11, 2009, pp.3054-3061.
- [30] N. N. Pujari and S. V. Bakre, "Optimum Placement of X-Plate Dampers for Seismic Response Control of Multistoried Buildings", *International Journal of Earth Sciences and Engineering*, Vol.4, No.6, 2011, pp. 481-485.
- [31] L. Sun et al., "Review Stimulus-responsive shape memory materials: A review", *Materials and Design*, Vol.33, 2012, pp. 577-640.
- [32] A. Baratta and O. Corbi, "On the dynamic behavior of elastic-plastic structures equipped with pseudoelastic SMA reinforcements", *Computational Materials Science*, Vol.25, 2002, pp.1-13.
- [33] S. Saadat, et al., "An overview of vibration and seismic applications of NiTi shape memory alloy", *Smart Mater. Struct.* Vol.11, 2002, pp.218-229.



منابع

- [34] Y.L. Han, "Structural vibration control by shape memory alloy damper", *Earthquake Engng Struct Dyn*, Vol.32, 2003, pp.483-494.
- [35] O. Justin et al., "Steel Beam-Column Connections Using Shape Memory Alloys", *Journal of Structural Engineering*, Vol. 130, No.5, 2004, pp. 732-740.
- [36] O. E. Ocel and S. Huilebaus, "Evaluation of the performance of a sliding-type base isolation system with a NiTi shape memory alloy device considering temperature effects", *Engineering Structures*, Vol.32, 2010, pp. 238-249.
- [37] G. Song et al., "Applications of shape memory alloys in civil structures", *Engineering Structures*, Vol.28, 2006, pp. 1266-1274.
- [38] M. Jason et al., "Seismic Assessment of Concentrically Braced Steel Frames with Shape Memory Alloy Braces", *Journal of Structural Engineering*, Vol. 133, No. 6, 2007, pp. 862-870.
- [39] S.A. Motaharia et al., "Implementation of shape memory alloy dampers for passive control of structures subjected to seismic excitations", *Journal of Constructional Steel Research*, Vol.63, 2007, pp. 1570-1579.
- [40] Chamey et al., "Energy Dissipation Systems for Seismic Applications: Current Practice and Recent Developments", *Journal of Structural Engineering*, Vol. 134, No. 1, 2008, pp. 3-21.
- [41] Matthew et al., "Shape Memory Alloy Tension/Compression Device for Seismic Retrofit of Buildings", *JMEPEG*, Vol. 18, 2009, pp.746-753.
- [42] Chuang et al., "Design and analysis of braced frames with shape memory alloy and energy-absorbing hybrid devices", *Engineering Structures*, Vol.32, 2010, pp. 498-507.
- [43] Mohamed Omar, "Analytical Prediction of Seismic Response of Steel Frames with Superelastic Shape Memory Alloy", *World Academy of Science, Engineering and Technology*, Vol. 59, 2011.



پارک علم و فناوری عمران

با تشکر

جناب آقای مهندس روح الله شهمرادی

https://telegram.me/Civil_Science_Technology_Park

پایان

https://telegram.me/Civil_Science_Technology_Park



پارک علم و فناوری عمران

