

کارشناسی ارشد
رشته مهندسی عمران-سازه

عنوان

بررسی رفتار میراگر های اصطکاکی دورانی و عملکرد آن در قاب های خمشی

۶	مقدمه	۱
۶	کلیات	۱-۱
۶	میرایی	۱-۲
۶	میرایی سازه ای	۱-۲-۱
۷	افزودن اعضای اضافی به سازه به نام میراگر و در نتیجه افزایش شکل پذیری	۱-۲-۲
۸	انواع میراگرها	۲
۸	عملکرد میراگر در سازه	۲-۱
۸	اثر میرایی بر پاسخ سازه	۲-۲
۱۰	معرفی سیستم های مقاوم لرزه ای سازه ها	۲-۳
۱۰	سیستم های کنترل غیر فعال (Dissipation energy passive)	۲-۳-۱
۱۰	سیستم های کنترل فعال (Active energy dissipation)	۲-۳-۲
۱۱	سیستم های کنترل نیمه فعال (Semi active energy dissipation)	۲-۳-۳
۱۲	سیستم های کنترل دو گانه یا ترکیبی (Hybrid system)	۲-۳-۴
۱۲	میراگر	۲-۴
۱۲	میراگرهای فلزی (تسلیم شونده-Metallic yield damper)	۲-۴-۱
۱۶	میراگرهای آلیاژی (SMA)	۲-۴-۲
۱۷	میراگرهای ویسکوز (Viscous fluid damper)	۲-۴-۳
۲۰	میراگر جرمی (tuned mass damper)	۲-۴-۴
۲۱	میراگر سیال هماهنگ شده (Tuned liquid damper)	۲-۴-۵
۲۱	میراگر های اصطکاکی (friction damper)	۲-۴-۶
۲۲	تاریخچه و انواع میراگر های اصطکاکی	۲-۴-۶-۱
۳۴	معرفی میراگر های اصطکاکی چرخشی	۳
۳۴	اجزاء میراگر	۳-۱
۳۵	مکانیسم میراگر	۳-۲
۳۶	انواع سیستم نصب میراگر بر روی قاب به همراه مهاربندهای شورون	۳-۳
۳۶	سیستم هم مرکز	۳-۳-۱
۳۶	سیستم غیرهم مرکز	۳-۳-۲
۳۹	روابط حاکم بر میراگر اصطکاکی چرخشی به همراه مهاربند شورون	۳-۴
۴۰	مراحل طراحی سطح مقطع مهاربند در سیستم میراگر اصطکاکی چرخشی به همراه مهاربند شورون	۳-۵
۴۰	شاخص کارایی میراگر	۳-۶

۴۲	تحقیقات و آزمایشات تجربی صورت گرفته بر روی میراگرهای اصطکاکی چرخشی	۳-۷
۴۲	بررسی عملکرد دمپر با سطوح مختلف لغزش	۳-۷-۱
۴۵	بررسی های پارامتر های موثر بر رفتار دمپر	۳-۷-۲
۴۹	آزمایش میز لرزان	۳-۷-۳
۵۱	بهبود رفتار میراگر با استفاده از پد های ویسکوالاستیک	۳-۷-۴
۵۲	بررسی تغییر مکان هدف سازه مجهز به میراگر	۳-۷-۵
۵۳	بررسی پاسخ دینامیک قاب های بتنی مجهز به میراگر	۳-۷-۶
۵۴	بررسی شاخص کارایی و عملکرد نسبی میراگر	۳-۷-۷
۵۵	مقاوم سازی و بررسی پاسخ لرزه ای ژاکت پلت فرم رسالت خلیج فارس	۳-۷-۸
۵۶	ارائه دیدگاه مفهومی از طراحی و مقاوم سازی ساختمان ها بوسیله میراگر	۳-۷-۹
۵۷	بررسی رفتار ترکیبی میراگر با کابل های مقاومت بالا	۳-۷-۱۰
۵۸	سایر تحقیقات (بررسی پاسخ لرزه ای سازه ها)	۳-۷-۱۱
۵۹	انواع میراگرهای اصطکاکی دورانی و کاربرد آن ها	۳-۸
۵۹	T-Damper	۳-۸-۱
۶۰	V-Damper	۳-۸-۲
۶۰	تحقیقات انجام شده	۳-۸-۲-۱
۶۴	Large Capacity Damper	۳-۸-۳
۶۴	مکانیسم دمپر در سازه قاب خمشی و نتایج آزمایش تجربی	۳-۸-۳-۱
۶۵	مدل عددی	۳-۸-۳-۲
۶۶	نحوه کاربرد	۳-۸-۳-۳
۶۷	Rhombus Damper(R-Damper)	۳-۸-۴
۶۷	Scissor & Impact Damper	۳-۸-۵
۶۸	Multi-Unit Friction Damper	۳-۸-۶
۶۸	Buffer Stopper Damper	۳-۸-۷
۶۹	Timber Frame Damper	۳-۸-۸
۶۹	Cable Damper	۳-۸-۹
۷۰	بررسی رفتار میراگر و عملکرد آن در قاب های خمشی	۴
۷۰	چگونگی تعیین رفتار میراگر اصطکاکی دورانی (رابطه ممان-زاویه) به همراه مثال عددی	۴-۱
۷۷	بررسی عملکرد میراگر در قاب خمشی فولادی	۴-۲
۷۸	مدل سازی	۴-۲-۱
۸۱	مدل قاب خمشی	۴-۲-۲
۸۷	نمونه هایی از کار برد آنها در مهندسی عمران	۵

۸۸	نمونه های عملی و پروژه های انجام شده با استفاده از میراگر های اسطکاکی چرخشی	۶
۹۵	نتیجه گیری	۷
۹۷	منابع	۸

فصل اول

۱ مقدمه

۱-۱ کلیات

لرزش سازه ها می تواند باعث آسیب و تخریب سازه ای گردد. لرزشهایی که بر اثر نیروی حاصل از زلزله ایجاد می گردد مقیاس وسیعی دارند و باعث شده اند سازه ها حتی در کشورهای پیشرفته نیز آسیب پذیر باشند. برای مقابله با نیروی زلزله فلسفه طراحی بصورتی است که اجزاء سازه ها را با استقامت و شکل پذیری لازم طراحی شوند. خاصیت شکل پذیری سازه باعث می شود که اعضاء سازه پس از تحریک توسط نیروهای لرزه ای وارد محدوده رفتار غیر خطی شده و در نتیجه انرژی وارده بر سازه با استفاده از میرایی ذاتی مصالح مستهلک می گردد. گرچه تغییر شکل پلاستیک اعضاء مقدار معینی آسیب به سازه ایجاد می کند که باید در حد قابل قبول نگهداشته شود.

امروزه برای اینکه صدمات و آسیب را از اعضاء سازه دور کرد از وسایل مختلف اتلاف انرژی در سازه ها بهره می گیرند. که در این تحقیق به بررسی یکی از این دستگاههای اتلاف انرژی به نام میراگرهای اصطکاکی دورانی پرداخته می شود.

۱-۲ میرایی

پدیده ای که باعث می شود ارتعاش آزاد یک سیستم به تدریج مستهلک شود میرایی نامیده می شود. در ممیرایی، انرژی جنبشی ارتعاشی سیستم بنا به مکانیسم های مختلفی مانند اصطکاک مستهلک می گردد [53]. میرایی به دو روش در سازه تامین می گردد.

۱-۲-۱ میرایی سازه ای

به واسطه خواص ذاتی سازه و اعمال ضوابط طراحی لرزه ای برای ایجاد مفصل پلاستیک در بخش های معینی از سازه گفته می شود.

معمولاً بیش از یک مکانیسم در پدیده میرایی مشارک دارند، این مکانیسم ها عبارتند از [53]:

- ۱- اصطکاک داخلی بین ذرات مصالح سازه ای.
- ۲- باز و بسته شدن ترک های میکروسکوپی در اعضای بتنی.
- ۳- اصطکاک در اجزای اتصالات سازه های فولادی.
- ۴- درگیری و اصطکاک بین عناصر سازه ای و غیر سازه ای (میانقاب).
- ۵- پلاستیسیته در تعدادی از کریستال های مصالح بدلیل تمرکز تنش، در حالی که تنش متوسط هنوز در ناحیه الاستیک خطی قرار دارد.
- ۶- ورود اعضای سازه ای به ناحیه رفتار خمیری یا پلاستیک.

۲-۲-۱. افزودن اعضای اضافی به سازه به نام میراگر و در نتیجه افزایش شکل پذیری

روش های تولید میرایی که قبلاً بیان شد عمدتاً ناشی از خصوصیات مصالح اعضاء سازه ای و اتصالات آنها در قاب ساختمانی می باشد. از این میرایی در جذب و اتلاف انرژی وارد بر سازه و همچنین در طراحی سازه ها مورد استفاده قرار می گیرد. مثلاً طراحی قاب های خمشی با شکل پذیری مورد نیاز. یعنی با تشکیل مفاصل پلاستیک در بعضی از نقاط مشخص اعضاء (معمولاً تیر ها)، سازه را شکل پذیر می سازند. اما این روش مخصوصاً برای سازه های بلند غیر اقتصادی است. امروزه جهت ایجاد میرایی لازم جهت جذب و اتلاف انرژی در سازه از دستگاه هایی به نام میراگر استفاده می گردد که در فصل بعد در خصوص انواع آنها به تفصیل بحث خواهد شد.

فصل دوم

۲ انواع میراگرها

۲-۱. عملکرد میراگر در سازه

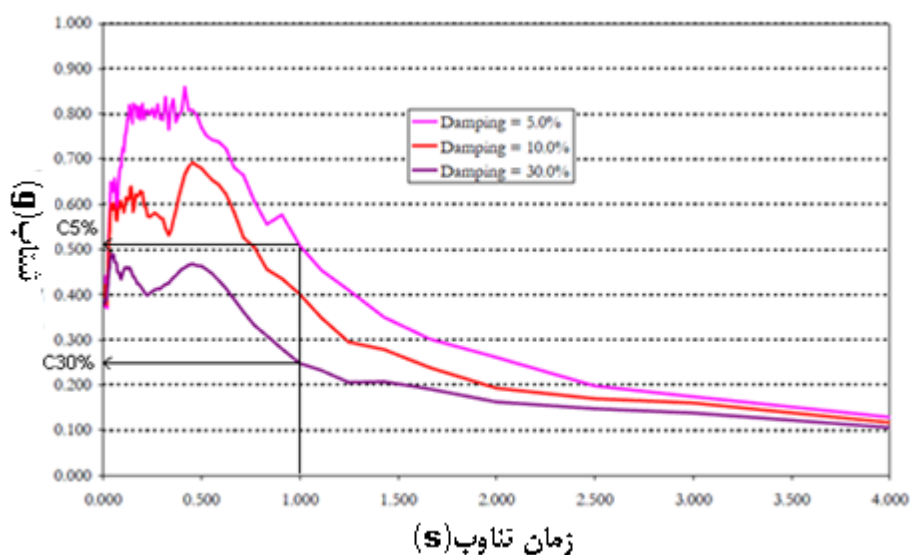
در هنگام زلزله، انرژی زیادی به سازه اعمال می گردد. این انرژی به دو صورت جنبشی و پتانسیل بر سازه اعمال می گردد که به طرق مختلف جذب یا مستهلک می گردد. اگر سازه بدون میرایی باشد ارتعاش آن ماندگار و تا بینهایت خواهد بود اما همانطور که قبلاً بیان شد بدلیل وجود میرایی در مصالح، ارتعاش کاهش می یابد. انرژی ورودی ناشی از زلزله به سازه به صورتهای معرفی شده در رابطه (۲-۱) تبدیل می شود [52]:

$$E = E_k + E_s + E_h + E_d \quad (2-1)$$

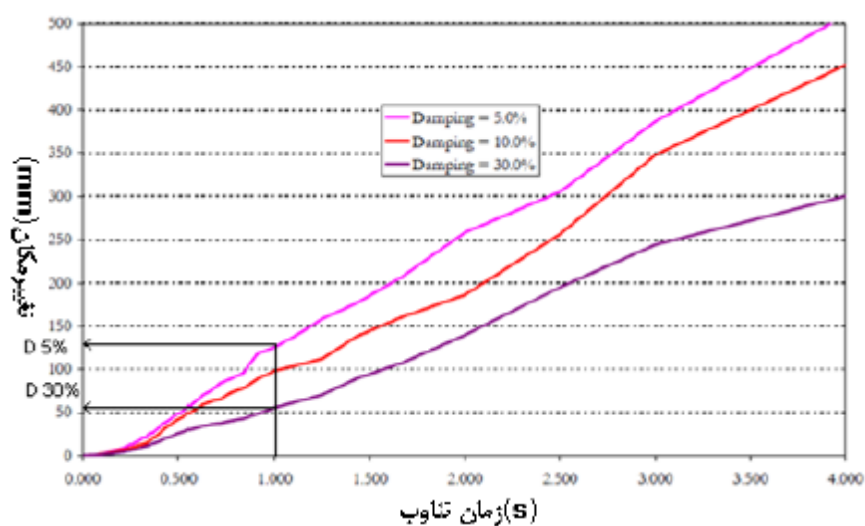
در رابطه فوق E انرژی ورودی زلزله، E_k انرژی کرنشی، E_s انرژی جنبشی قابل بازگشت در محدوده الاستیک، E_h مقدار انرژی اتلاف شده به واسطه تغییر شکل غیرالاستیک های و E_d مقدار انرژی مستهلک شده به وسیله میراگر الحاقی می باشد.

۲-۲. اثر میرایی بر پاسخ سازه

افزایش میرایی باعث کاهش پاسخهای دینامیکی سازه (شتاب و تغییر مکان) می گردد. افزایش میرایی در زمان تناوب های پایین (نزدیک به صفر) بر روی مقدار طیف اثری ندارد و در زمان تناوب های بالا نیز اثر کمی بر روی شتاب پاسخ دارد. شکل های (۲-۱ و ۲-۲) بیشترین اثر افزایش میرایی در زمان تناوب های 0.3 تا 2.5 ثانیه را نشان می دهد. [52]



شکل ۲-۱: اثر میرایی روی طیف پاسخ شتاب [52]



شکل ۲-۲: اثر میرایی روی طیف پاسخ تغییر مکان [52]

با توجه به اینکه میراگر ها به عنوان عوامل اتلاف انرژی زلزله در سازه ها استفاده می شوند لازم است ابتدا توضیح مختصری پیرامون انواع کلی سیستم های اتلاف انرژی داده شود.

۲-۳. معرفی سیستم های مقاوم لرزه ای سازه ها

سازه ها را معمولاً با افزایش سختی جانبی مانند استفاده از انواع مهاربندها و یا با ایجاد تغییر شکل پلاستیک هدفمند در اعضاء سازه جهت دفع انرژی ورودی به سازه مانند ایجاد مفاصل پلاستیک در تیرها و یا با استفاده از انواع میراگرها در مقابل نیروهای جانبی وارده مانند نیروی باد و زلزله طراحی و مقاوم سازی می نمایند.

هدف از بکارگیری انواع سیستم های کنترل پاسخ لرزه ای کاهش پاسخ های سازه شامل سرعت، شتاب، و جابجایی می باشد. این سیستم های کنترل براساس عملکردشان بصورت زیر طبقه بندی می شوند:

۱-۲-۳. سیستم های کنترل غیر فعال (Dissipation energy passive)

در این سیستم هرگونه واکنش سیستم، متناسب با مقدار کنش وارده به سیستم می باشد یعنی با شروع تحریک لرزه ای سازه، سیستم کنترلی به کار افتاده و با خاتمه آن به حالت غیر فعال بر می گردد. عملکرد کنترلی آنها از طریق تغییر در سختی، پیوند و میرایی سازه بوده و برای فعال شدن نیاز به منبع خارجی ندارند. سیستم جداساز پایه ای، میراگرهای اصطکاکی، میراگرهای فلزی تسلیم شونده، میراگرهای ویسکو الاستیک، میراگرهای سیال لزج، میراگر جرمی تنظیم شده، میراگرهای مایعی تنظیم شده از انواع این سیستم ها هستند.

۲-۲-۳. سیستم های کنترل فعال (Active energy dissipation)

در این سیستم کنترل پاسخ سازه توسط اعمال نیروهایی در نقاط مختلف آن به صورت همزمان و با توجه به شرایط لحظه ای سازه انجام می گردد و همواره آماده برای شروع فعالیت و کنترل ارتعاشات وارده بر سازه می باشند. در این سیستم ها تعیین پاسخ سازه در هر لحظه با استفاده از یک الگوریتم مشخص و تعیین نیروی کنترلی مورد