بررسی عددی آزمایشگاهی عملکرد لرزه‌ای دمپر پیشنهادی مبنی بر قابلیت استهلاک انرژی و برگشت‌پذیری در سیستم‌های مهاربندی

مجریان طرح: دکتر بهروز عسگریان

همکاران: مهندس الناز نوبهار

چکیده

از مهم‌ترین اهداف آیین‌نامه‌های جدید طراحی رسیدن به سطح مشخصی از پاسخ می‌باشد تا نه تنها از جان ساکنین محافظت نموده، بلکه از به خطر افتادن ساختمان در حین زلزله جلوگیری کند. این امر به‌وسیله تعبیه سیستم‌های مقاوم در برابر نیروی جانبی نظیر سیستم قاب خمشی و یا قاب مهاربندی امکان پذیر می‌گردد. اگرچه بدلیل ویژگی‌ها ذاتی اینگونه سیستم‌ها، ممکن است بعد از وقوع زلزله‌های شدید تغییر مکان‌های ماندگار قابل توجهی ایجاد گردد که منجر به خرابی و آسیب‌های جدی و همچنین تحمیل خسارات مالی و جانی فراوان گردد. به منظور رفع این معایب، سیستم جدیدی تحت عنوان سیستم‌های دارای خاصیت استهلاک انرژی و برگشت‌پذیری معرفی و پیشنهاد می‌شود. این سیستم نوع جدیدی از سیستم‌های مهاربندی است که نه تنها تغییر مکان‌های ماندگار بعد از زلزله را به حداقل می‌رساند و نیز در برابر زلزله‌های سطح طراحی سازه را مقاوم نگه می‌دارد، بلکه سازه را از آسیب و خرابی‌های پیش رونده بعد از وقوع زلزله حفظ می‌نماید (برخلاف دیگر سیستم‌های مقاوم در برابر نیروی جانبی غیرخطی که منجر به خرابی‌های پیش‌رونده شدیدی در سازه می‌گردد). سیستم پیشنهادی از یک جزء مستهلک کننده انرژی که در کنار جزء بازگرداننده که از کابل‌های پیش کشیده با مقاومت بالا می‌باشد تشکیل شده است. شایان ذکر است که در این سیستم جذب انرژی از طریق رفتار «تسلیم» حاصل می‌گردد. این سیستم رفتاری پرچم گونه را از خود به نمایش می‌گذارد که در کنار استهلاک بخش وسیعی از انرژی ورودی زلزله ، قابلیت به حداقل رساندن تغییرمکان‌های ماندگار را دارا می‌باشد. هدف از این پژوهش، ارتقاء سطح عملکرد سازه به‌وسیله بهره‌گیری و طراحی مهاربندهای دارای اجزای مستهلک کننده انرژی و برگشت‌پذیر می‌باشد.

اهداف

- **کنترل تغییر مکان ماندگار که پارامتر مهمی در برآورد ارزیابی خسارات وارده به المان‌های سازه‌ای و غیرسازه‌ای می‌باشد**
- **کاهش هزینه‌های تعمیر و بازسازی سازه**
- **افزایش ظرفیت تغییر مکان جانبی سازه**

مراحل انجام طرح

۱– ابتدا کابل‌های پیش تنیده مورد آزمایش قرار گرفته تا مشخصات مورد نیاز برای مدل‌سازی و طراحی میراگر مورد نظر بدست آید. با توجه به اینکه این مرحله اساس مراحل بعدی می باشد، میزان دقت در شناخت کابل مورد استفاده و نحوه عملکرد آن از اهمیت بالایی برخوردار است.

۲– سپس، میراگر مورد نظر در نرم افزار المان محدود مدل‌سازی شده و تحت بارگذاری‌های مختلف مورد تحلیل قرار می‌گیرد. همچنین، اثر تغییر در مشخصات میراگر پیشنهادی همچون قطر و تعداد کابل‌های پیش کشیده و میل‌گردهای فولادی مورد بررسی قرار می‌گیرد تا مقدار بهینه برای این میراگر بدست آید.

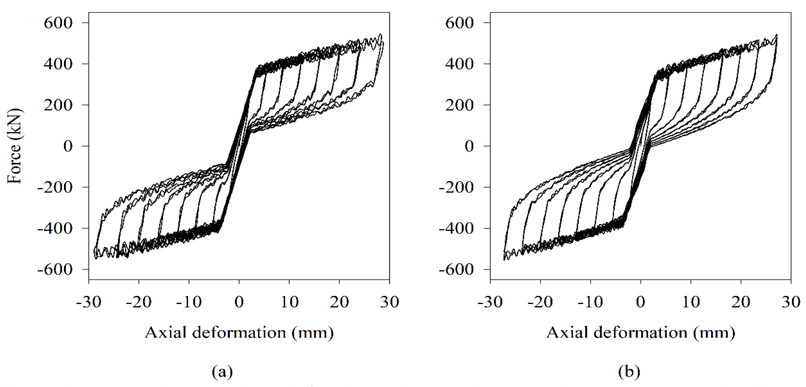
۳– در ادامه، با توجه به نتایج صورت گرفته، چند نمونه از میراگر مذکور در ابعادی کوچکتر ساخته می‌شود و نمونه‌های ساخته شده تحت بارگذاری‌های مختلف مورد آزمایش قرار می‌گیرند.

۴– سپس، با توجه به نتایج آزمایشات، مدلسازی میراگر در نرم‌افزار المان محدود در جهت پیش‌بینی واقع بینانه‌تر رفتار میراگر بهبود می‌یابد. در ادامه، با در نظر گیری تاثیر پارامترهای مختلف بر روی عملکرد این میراگر، مقادیر بهینه برای میراگر مذکور پیشنهاد می‌گردد.

۵– در ادامه، با استفاده از نتایج آزمایشات، میراگر پیشنهادی با چند نمونه میراگر دیگر مقایسه می‌گردد. سپس میراگر پیشنهادی در سیستم‌های مهاربندی همگرا با استفاده از نرم افزارهای المان محدود مدل‌سازی شده و رفتار آن تحت بارگذاری‌های مختلف مورد بررسی قرار می‌گیرد. همچنین تاثیر پارامتر های مختلف بر روی عملکرد این میراگر نیز مطالعه می‌شود. در ادامه عملکرد این میراگر با سایر میراگرهای معمول در سیستم‌های مهاربندی از قبیل بادبندهای کمانش تاب و معمولی مورد ارزیابی و مقایسه قرار می‌گیرد.

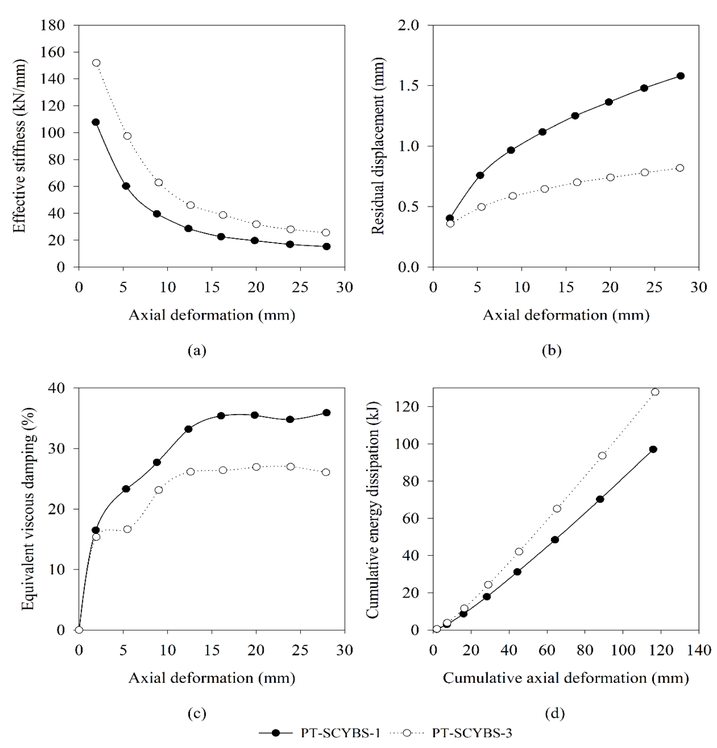
مشخصات فنی و خروجی های طرح:

- **رفتار هیسترتیک پایدار با انتقال نرم و بدون شکست از ناحیه الاستیک به ناحیه پس– الاستیک آزمایشات بارگذاری چرخه‌ای به همراه قابلیت برگشت پذیری**



منحنی چرخه ای نمونه پیشنهادی با نیروی پیش تنیدگی ۸۰٫۱ کیلونیوتن و نیروی تسلیم الف) ۶۳ کیلونیوتن و ب) ۱۰۰ کیلونیوتن

- **بهبود شاخص های ارزیابی از جمله سختی مؤثر، تغییرمکان پسماند، ظرفیت استهلاک انرژی تجمعی و ضریب میرایی ویسکوز با بهینه‌سازی تعداد و قطر میله‌های پیش تنیده و فولادی**



شاخص‌های ارزیابی نمونه های پیشنهادی الف) سختی موثر، ب) تغییرمکان ماندگار، ج) ضریب میرایی معادل و د) انرژی استهلاکی تجمعی (نمونه‌های پیشنهادی قبل و بعد از مقادیر بهینه قطر و تعداد میله های پیش تنیده و فولادی)