

بررسی یک میراگر جدید تسلیم‌شونده برای کنترل در برابر زلزله و یک میراگر جدید ویسکوپلاستیک برای کنترل در برابر زلزله و تحریکات کم‌دامنه

مهدی قنديل، حسين تاجمير رياحي، فرهاد بهنام فر، شهريور ۱۴۰۱

انواع مختلفی از وسایل کنترل غیرفعال در سراسر دنیا جهت محافظت سازه‌ها از تحریکات زلزله طراحی، توسعه و استفاده شده‌اند. در این تحقیق علاوه بر توسعه یک میراگر تسلیم‌شونده جدید با عملکرد خمش خالص، یک میراگر جدید ترکیبی ویسکوپلاستیک نیز به منظور بهره‌مندی هم‌زمان از مزایای دو رفتار ویسکوالاستیک و تسلیم‌شونده ارائه شده است. رفتار میراگر جدید تسلیم‌شونده مبتنی بر تسلیم خمشی حول محور ضعیف ورق‌های فلزی منشوری تحت خمش خالص با دو انتهای مفصلی می‌باشد. میراگر پیشنهادی ویسکوپلاستیک جدید نیز با اضافه شدن لایه‌های لاستیکی به بخش تسلیم‌شونده توسعه می‌یابد. به این ترتیب ضمن حفظ عملکرد لرزه‌ای، قابلیت کنترل به صورت یک سیستم ویسکوالاستیک تحت تحریک‌های ضعیف و کم‌دامنه (نظیر باد، زلزله‌های خفیف و...) نیز به میراگر افزوده می‌گردد. سیستم پیشنهادی از قابلیت تعویض اجزای آسیب‌دیده به صورت درجا و بدون نیاز به جداسازی کلی از سازه برخوردار است. همچنین، از نظر موقعیت مکانی نصب درون سازه و قابلیت عملکرد در سیستم‌های سازه‌ای مختلف، محدودیتی در میراگر پیشنهادی وجود ندارد. از این‌رو، انواع قابلیت‌های نصب تکی، دوگانه و چندگانه برای سیستم پیشنهادی ارائه شده است. پس از ارائه مبانی تئوری و روند گام‌به‌گام طراحی میراگر و سازه کنترل شده با آن، نمونه‌هایی جهت مطالعه رفتار غیرخطی میراگرهای پیشنهادی به صورت پارامتری معرفی شده‌اند. در ادامه، ملاحظات عددی، برپایش آزمایشگاهی و نصب فیزیکی میراگرها بررسی شده و پس از انجام آزمایشات چرخه‌ای بر روی نمونه‌ها، نتایج به دست آمده با نتایج به دست آمده از روابط تئوری و مدل‌سازی عددی مقایسه شده‌اند. شکل‌پذیری نهایی ورق‌های تسلیم‌شونده برای نمونه‌های آزمایش شده در محدوده ۱۵/۲ تا ۳۸/۲ و ظرفیت نهایی آنها نیز در محدوده ۵۰ تا ۲۵۰ کیلونیوتن مشاهده گردید. همچنین، نتایج آزمایشگاهی نشان دادند که میراگرهای پیشنهادی تحت بارگذاری‌های سنگین چرخه‌ای (به لحاظ دامنه جابجایی و تعداد چرخه‌ها) از عملکرد پایدار و سطح بالایی از ظرفیت و قابلیت استهلاک انرژی برخوردار هستند. همچنین، رفتار غیرخطی آن‌ها با حفظ سخت‌شوندگی تا وضعیت نهایی بدون مشاهده افت سختی ادامه می‌یابد. در پایان نیز عملکرد کنترلی میراگرهای پیشنهادی در چند نمونه ساختمان ۵ تا ۲۰ طبقه تحریک شده در برابر زلزله و ارتعاشات کم‌دامنه مورد تحلیل دینامیکی قرار گرفت. نتایج این بررسی‌ها نشان دادند که سیستم کنترلی متشکل از میراگرهای پیشنهادی پاسخ لرزه‌ای حداکثر سازه‌های هدف را حداقل به میزان ۶۱، ۵۵ و ۷۰ درصد برای تغییرمکان جانبی، نیروی برشی و تغییرمکان پسماند طبقات کاهش می‌دهد. همچنین تحت ارتعاشات کم‌دامنه نیز به‌طور میانگین، کاهش پاسخ تغییرمکان جانبی و نیروی برشی طبقات به ترتیب به میزان ۸۵ و ۷۰ درصد برای ساختمان‌های مورد بررسی مشاهده گردید. در مجموع میراگرهای پیشنهادی از قدرت بالایی در عملکرد کنترلی هم در ارتعاشات کم‌دامنه و هم در تحریکات پر دامنه (نظیر زلزله‌های شدید) برخوردار هستند.

کلیدواژه‌ها: کنترل غیرفعال، میراگر تسلیم‌شونده، لایه‌های ویسکوالاستیک، میراگر ویسکوپلاستیک، مکانیزم خمش خالص، زلزله‌های شدید، ارتعاشات کم‌دامنه.