

بررسی آزمایشگاهی و تحلیلی میراگر جاری شونده با رفتار خمشی خالص برای استفاده در قاب‌های مهاربندی شده همگرا

چکیده

در طراحی سازه‌ها به خصوص در مناطق زلزله‌خیز علاوه بر حفظ جان افراد، معیارهای مختلفی از جمله کاهش خسارات وارده به سازه، کاهش زمان تعمیر و نگهداری و حفظ قابلیت بهره‌برداری پیوسته سازه، دارای اهمیت است. استفاده از میراگرهای جاری شونده یکی از روش‌های کنترل غیرفعال در سازه‌ها است که در چند دهه گذشته با توجه به مزایای آن از جمله رفتار پایدار در بارگذاری چرخه‌ای، هزینه‌های ساخت و نگهداری و تعمیر اندک و قابلیت مستهلک نمودن حجم قابل توجهی از انرژی، با استقبال زیادی روبه‌رو بوده است. در این رساله نوع جدیدی از میراگر جاری شونده برای استفاده در قاب‌های مهاربندی شده پیشنهاد شده و به صورت آزمایشگاهی، عددی و تحلیلی مورد بررسی قرار گرفته است. در این نوع میراگر جدید که از ورق ساخته شده، از مکانیزمی استفاده شده است که در بخش عمده‌ای ورق‌های میراگر خمش خالص ایجاد می‌شود. در این میراگر با استفاده از تقارن در هندسه و جزییات ساده در نظر گرفته شده در طراحی آن، نیاز به استفاده از جوش در قسمت‌های شکل‌پذیر ورق میراگر حذف شده است. این مزایا باعث می‌شود که این نوع میراگر قابلیت اتلاف مقادیر زیادی از انرژی ورودی به سازه را داشته باشد. بررسی اولیه رفتار میراگر و مقایسه رفتار قاب مجهز به این نوع میراگر با قاب خمشی ویژه و قاب همگرای ویژه معمول، نشان داد که این سیستم دارای شکل‌پذیری مناسب مشابه قاب‌های خمشی و سختی مناسب مشابه قاب‌های مهاربندی شده معمول است. در ادامه رفتار چرخه‌ای میراگر خمش خالص به صورت آزمایشگاهی در قالب 21 نمونه آزمایشی، مورد بررسی قرار گرفته است. بررسی آزمایشگاهی رفتار نمونه‌های مختلف میراگر نشان داد که این نوع میراگر دارای رفتار چرخه‌ای پایدار و شکل‌پذیری و قابلیت جذب انرژی مناسب است. با توجه به اینکه میراگر به عنوان عضو شکل‌پذیر نقش فیوز در سازه را دارد، ارزیابی دقیق مقاومت محوری آن دارای اهمیت زیادی است. در آیین‌نامه‌ها برای در نظر گرفتن ظرفیت پنهان ناشی از اثرات سخت‌شدگی کرنشی در تغییر شکل‌های بزرگ، ضریب افزایش مقاومت ناشی از سخت‌شدگی (C_{PT}) در تعیین ظرفیت اعضای شکل‌پذیر سازه مورد استفاده قرار می‌گیرد. بر اساس آزمایشات انجام شده در این تحقیق، ضریب افزایش مقاومت ناشی از سخت‌شدگی در طراحی این نوع میراگر تعیین شده است. بررسی نسبت میرایی معادل میراگر خمش خالص (ξ_{eq})، نشان داد که این نوع میراگر دارای ظرفیت اتلاف انرژی مناسبی است. با توجه به محدود بودن تعداد آزمایشات انجام شده برای بررسی اثر پارامترهای موثر بر رفتار میراگر پیشنهادی، از روش اجزاء محدود و نرم‌افزار ABAQUS استفاده شده است. برای این منظور ابتدا تمام نمونه‌های آزمایش شده با استفاده از این نرم‌افزار صحت‌سنجی شده است. این بررسی نشان داد که نرم‌افزار مورد استفاده به خوبی قابلیت مدل‌سازی رفتار میراگر پیشنهادی را دارد. در ادامه پنج پارامتر اثرگذار بر روی رفتار میراگر خمش خالص شامل: ضخامت ورق میراگر، عرض ورق میراگر، طول قسمت کناری ورق میراگر، طول قسمت میانی ورق میراگر و تعداد ورق میراگر مورد استفاده، مورد بررسی قرار گرفته است. در این بررسی تاثیر پارامترهای مختلف در نظر گرفته شده بر روی مشخصات رفتاری میراگر شامل سختی اولیه، ظرفیت نهایی و ظرفیت جذب انرژی میراگر مورد مطالعه قرار گرفته است. به منظور ایجاد سهولت در استفاده از میراگر پیشنهادی در کاربردهای مهندسی، یک مدل تحلیلی با در نظر گرفتن اثرات رفتار غیرخطی توسعه داده شده است. برای این منظور رفتار میراگر با در نظر گرفتن اثرات سخت‌شدگی مصالح، تغییر شکل‌های بزرگ و ایجاد قید حرکتی ورق میراگر بر روی تکیه‌گاه میانی در تغییر شکل‌های بزرگ، به صورت تحلیلی مورد بررسی قرار گرفته است. مقایسه نتایج چرخه‌ای این مدل تحلیلی با نتایج آزمایشگاهی و نتایج روش اجزاء محدود نشان می‌دهد که این مدل تحلیلی به خوبی توانایی شبیه‌سازی رفتار چرخه‌ای ای دستگاه میراگر پیشنهادی را دارد. همچنین مقایسه سختی اولیه، ظرفیت نهایی و میزان انرژی مستهلک شده در مدل تحلیلی تحت بارهای چرخه‌ای با نتایج آزمایشگاهی و تحلیل اجزاء محدود نمونه‌ها، نشان دهنده دقت خوب مدل در ارزیابی خصوصیات رفتاری میراگر پیشنهادی است.

کلمات کلیدی:

میراگر خمش خالص، میراگر جاری شونده فولادی، قاب مهاربندی شده همگرا، رفتار چرخه‌ای، استهلاک انرژی زلزله، تحلیل استاتیکی

غیرخطی، شکل پذیری سازه