بررسی آزمایشگاهی و تحلیلی میراگر صفحه ی اتصال شیاردار برای استفاده در قابهای مهاربندی شده ی ضربدری

محمد المحمدالبکار، فرهاد بهنام فر، عبدالرضا عطائی، بهمن ۱۴۰۲

طراحی و اجرای سازه های مقاوم در برابر زلزله مهمترین عامل در جلوگیری از خسارت جانی و مالی ناشی از انرژی زیاد این بلای طبیعی است. مهاربندهای همگرا از جمله عناصر متداول در تأمین سختی و مقاومت جانبی سازه ها هستند که در مقایسه با سایر عناصر باربر جانبی از استهلاک انرژی و شکل پذیری کمتری برخوردارند. یک نقص اصلی در عملکرد بادبندهای هم مرکز، کمانش بادبند فشاری قبل از تسلیم و جذب انرژی ناکافی است. ایده استفاده از قطعات اتلاف انرژی از جمله مواردی بوده که به طور گسترده برای اصلاح رفتار لرزه ای این گونه مهاربندها مورد توجه قرار گرفته است. میراگرهای جاری شونده فولادی یکی از انواع سیستمهای غیرفعال اتلاف کننده ی انرژی هستند که به کمک مواد تشکیل دهنده ی خود انرژی اجزای سازه را مستهلک میکنند و باعث بهبود عملکرد سازه می شوند. در این رساله نوع جدیدی از سیستم مهاربند همگرا پیشنهاد شده است که در اصطلاح به آن میراگر صفحه ی اتصال شیاردار (GGPD) گفته میشود. سیستم پیشنهادی با ایجاد یک فیوز جدید از طریق ایجاد شیارها در گاست پلیت مرکزی در قاب مهاربندی شده ی ضربدری عمل میکند. در سیستم پیشنهادی، به عنوان یک سیستم دارای آسیبپذیری کمتر یا قابل ترمیم، گاست پلیت به عنوان یک اتصال مرکزی قابل تعویض است که چهار مهاربند همگرا را به گاست پلیت متصل میکنند. در این تحقیق پس از معرفی جزییات میراگر پیشنهادی مورد نظر، خصوصیات اصلی سیستم پیشنهادی با استفاده از روش تحلیلی مشخص گردیده اند. این روش با بهره گیری از روابط پایه ای مقاومت مصالح، ویژگیهای رفتاری میراگر جدید از جمله سختی الاستیک، مقاومت تسلیم، ظرفیت نهایی، و ظرفیت اتلاف انرژی را تعیین نموده است. برای بررسی خصوصیات رفتاری قاب ضربدری مجهز به میراگر پیشنهادی، چهار نمونه ی آزمایشگاهی طراحی و ساخته شده اند. در این راستا، یک قاب ضربدری مهاربندی شده مجهز به یکی از چهار نمونه میراگر پیشنهادی در مقیاس دو سوم ساخته و به صورت دوره ای آزمایش شد. ارزیابی و مطالعات انجام شده نشان داد که ایده ی استفاده از میراگر پیشنهادی به منظور افزایش شکل پذیری و بهبود عملکرد قاب ضربدری ارزشمندی است. ارزش این ایده از آن جهت است که با افزایش شکل پذیری و بهبود عملکرد این نوع سازه ها، محدودیت کاربردی آنها مرتفع میشود و استفاده از دیگر ویژگیهای مثبت و قابل توجه آنها فراهم می شود. نتایج نشان داد که سیستم مورد نظر به عنوان یک عضو شکل پذیر گزینه مناسبی برای این منظور است، زیرا ضمن قابلیت جذب انرژی، مقاومت قابل توجهی و رفتار کششی و فشاری یکسان است. به نظر میرسد با توجه به مصالح موجود در بازار، امکان تهیه و نصب آن در قاب ضربدری نیز وجود دارد. همچنین به نظر میرسد امکان تعویض میراگر پس از خرابی نیز به راحتی امکان پذیر بوده و از هزینه کم و سرعت بالایی برخوردار باشد. میراگر پیشنهادی توانست سطح بسیار خوبی از اتلاف انرژی را فراهم کند که ضریب شکل پذیری آن به ۴/۵ می رسد. برای ارزیابی عددی رفتار میراگر شیاردار، از نرم افزار المان محدود ABAQUS بهره گرفته شد. یک مدل اجزای محدود غیرخطی بر مبنای سیستم مطالعاتی، که حاوی شکست و خستگی کم چرخهای توسعه یافت و با استفاده از نتایج آزمایشها کالیبره شد. نتایج نشان داد که مدل اجزای محدود غیرخطی موفقیت آمیز در شبیه سازی رفتار میراگر بوده و با رفتار واقعی در طول آزمایشها تطابق دارد. به منظور رفع مشکل مود شکست میراگر پیشنهادی، یک شکل هندسی جدید برای میراگرهای شیاردار فولادی پیشنهاد شده است. بر اساس نتایج هر دو روش تحلیلی و عددی، میتوان نتیجه گرفت که افزایش ضخامت صفحه ی میانی میراگر به ۱/۵ برابر ضخامت بخش های بالایی و پایینی، مطلوبترین نتایج را به همراه داشت. لازم به ذکر است که این اصلاح با افزایش متوسط ۳۰٪ و ۵۰٪ منجر به بهبود قابل توجهی در مقاومت و شکل پذیری شد. همچنین میراگر را میتوان بر اساس کاهش طول نوارهای فولادی صفحه ی میانی اصلاح کرد. نتایج نشان داد که نسبت طول نوارهای بخشهای بالا و پایینی به نوارهای صفحه ی میانی ۱/۴، بهترین نتایج را ارائه میدهد. بنابراین میتوان

نتیجه گرفت که با انجام اصلاح میتوان حالت شکستگی را به تأخیر انداخت و یا حتی حذف کرد.

کلمات کلیدی: میراگر صفحه ی اتصال شیاردار، میراگر جاری شونده، قاب مهاربندی شده ی ضربدری، آزمایش چرخه ای، اجزاء محدود غیر خطی، اتلاف انرژی، شکل پذیری.