

ارزیابی و ارتقاء اتصالات خمشی تیر به ستون فولادی با استفاده از میراگرهای ویسکوپلاستیک

رضا سلطان‌آبادی، فرهاد بهنام‌فر، شهریور ۱۳۹۴

سازه‌های فولادی امروزه از جمله سازه‌های پرکاربرد در اکثر کشورها تلقی می‌شود که به همین دلیل محققان زیادی را جهت دستیابی به رفتار مناسب این‌گونه سازه‌ها در تمامی اعضاء همچون اتصالات تیر به ستون مجاب کرده است. علاوه بر معیار پایداری در برابر بارهای ثقلی، معیار پایداری در برابر نیروهای زلزله در مناطق لرزه‌خیز، برای تمامی سازه‌ها اجباری است. از این رو مقاومت کافی اعضاء و اتصالات در سازه‌های فولادی جهت انتقال ایمن تلاش‌های وارده بسیار ضروری و پر اهمیت است. چنانچه سازه‌ای شکل‌پذیری مناسبی داشته باشد، پس از ورود انرژی‌های وارده بر آن، توسط المان‌ها و بخش‌های شکل‌پذیر سازه این انرژی به نحو مناسبی مستهلک گشته و پاسخ‌های سازه را یقیناً کاهش می‌دهد. جذب انرژی عموماً در سازه‌ها از طریق ایجاد تغییر شکل‌های پلاستیک در اعضاء که اصطلاحاً به آن مفصل پلاستیک گویند، مهیا خواهد شد. از طرفی با توجه به ماهیت رفتاری تغییر شکل‌های غیر الاستیک که طبیعتاً با توجه به روند طراحی نوین سازه‌ها در هنگام وقوع زلزله ممکن است رخ دهد، ترمیم چنین خسارت‌های وارده بر سازه‌ها بسیار پرهزینه، زمان‌بر و در مواردی غیرممکن است. با توجه به اهمیت ترمیم و بهسازی سازه‌ها به دلیل وارد شدن خسارت در هنگام وقوع زلزله‌های شدید، در طی چند دهه گذشته، ایده استفاده از سیستم‌های کنترل خسارت در سازه‌ها توسط محققین زیادی مطرح شده است. سیستم‌های زیادی تا به امروز پیشنهاد و توسعه داده شده‌اند که کم هزینه‌ترین آن‌ها از لحاظ مالی و سرعت نصب و ترمیم؛ سیستم‌های کنترل غیرفعال هستند. این نوع سیستم، انرژی ورودی در خود را به طرق مناسبی در اجزای خاصی منتقل و رفتار هیستریزیس کاملاً پایدار و شکل‌پذیر خواهند داشت و همانند یک فیوز در سازه‌ها عمل می‌کنند. در این تحقیق سیستم جدیدی برای اتصال تیر به ستون فولادی با یکسری مصالح در دسترس و معمولی جهت کنترل خسارت در سطح بالاتر از اتصالات خمشی معمولی توسعه داده شده است. این میراگر مجهز شده به لاستیک-هسته‌های فولادی (*R-SCD*) که دارای رفتار ویسکوپلاستیک است، از خواص مصالح ویسکوالاستیک در فاز الاستیک تحت زلزله‌های کوچک و خواص پلاستیک با تسلیم شدن مصالح فولادی تحت زلزله‌های شدید جهت استهلاک انرژی‌های وارده بهره می‌برد. سیستم پیشنهاد شده بعد از وقوع زلزله‌های شدید و وارد شدن خسارت به هسته‌های فولادی به راحتی قابل تعمیر و یا تعویض هستند و به نیروی انسانی زیادی نیاز نخواهند داشت. انتظاری که از استفاده این‌گونه میراگرها در اتصالات خمشی فولادی می‌رود، عدم وارد شدن هرگونه تغییر شکل‌های پلاستیک در اعضاء اصلی سازه همانند تیرها و ستون‌ها است که از مزیت‌های اصلی این سیستم به شمار می‌آید. پس از وارد شدن زلزله‌های قوی به سازه، تنها اتلاف انرژی در هسته‌های فولادی در میراگر صورت می‌گیرد و تمامی خسارت‌ها را در خود متمرکز می‌کند و اعضاء اصلی سازه بدون خسارت باقی می‌مانند و پس از آن به راحتی و بدون هیچ‌گونه تمهیدات از پیش تعیین شده می‌توان اتصال خمشی را تعمیر و یا تعویض کرد. به جهت تأیید رفتار مورد نظر در این میراگرها، نمونه‌های آزمایشگاهی متعددی تهیه شد که تفاوت عمده آن‌ها از لحاظ نوع سیستم بدنه اصلی، ضخامت لایه‌های ویسکوالاستیک، جنس و شکل هسته‌های فولادی است. نمونه‌ها تحت بارگذاری چرخه‌ای مطابق با پروتکل بارگذاری *ATC-24* قرار گرفتند که در نتیجه آن رفتار هیستریزیس کاملاً پایدار با شکل‌پذیری مطلوبی مشاهده شد. به جهت تأیید رفتار نمونه‌های آزمایشگاهی، مدل تحلیلی آن‌ها نیز به روش اجزاء محدود مورد بررسی و صحت سنجی قرار گرفت که در نهایت منحنی‌های هیستریزیس به دست آمده از نتایج آزمایشگاهی، مطابقت بسیار خوبی با نتایج تحلیلی داشت. در انتها نیز به جهت بررسی عملکرد میراگر پیشنهادی در اتصالات خمشی تیر به ستون فولادی و به جهت تأیید مدل رفتاری آن‌ها یک اتصال خمشی به روش آیین‌نامه‌های معتبر دنیا به دو روش مقطع کاهش‌یافته و اتصال توسط سپری طراحی و در نهایت به روش المان‌های محدود مورد بحث و بررسی قرار گرفتند که نتیجه آن برتری سیستم میراگر پیشنهادی از جنبه میزان خسارت‌های وارده به اجزاء اصلی سازه شد.

کلمات کلیدی: ۱- استهلاک انرژی، ۲- میراگر ویسکوپلاستیک، ۳- اتصال تیر به ستون فولادی، ۴- لاستیک، ۵- هسته‌های فولادی، ۶- تغییر شکل‌های پلاستیک.