

ارزیابی لرزه ای سازه های فولادی با مهاربند کمانش ناپذیر توسط تحلیل های دینامیکی و استاتیکی غیر خطی فزاینده

فرهاد رهگذر^۲، محمد علی رهگذر^۱، محمدرضا روحانی اصفهانی^۳

۱- استادیار گروه مهندسی عمران، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه اصفهان

۲- کارشناس ارشد سازه، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه شمال

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد سازه، گروه مهندسی عمران، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه اصفهان

rahgozar@eng.ui.ac.ir

خلاصه

سازه های مسلح به مهاربند های کمانش ناپذیر از جمله معدود سازه های مقاوم در برابر زلزله هستند که دو خصوصیت سختی جانبی بالا و قابلیت فوق العاده ای در استهلاک انرژی زلزله را بطور همزمان دارا میباشند. این سازه ها علاوه بر ساختمانهای جدید در بهسازی سازه های فولادی و بتنی موجود نیز کاربرد فراوانی دارند. با توجه به لرزه خیزی کشور و کاربرد روزافزون این سازه ها در جهان، استفاده و بومی سازی این نوع سیستم مهاربندی در ایران اجتناب ناپذیر بوده و زمینه ورود این سیستم بار بر جانبی به آئین نامه های طراحی خصوصا آئین نامه زلزله ایران الزامی است. این نوع سیستم مهاربندی علاوه بر بهبود چشمگیر عملکرد لرزه ای، موجب کاهش ابعاد مقاطع اعضای سازه و همچنین کاهش هزینه های تعمیر سازه های مسلح به این اعضا پس از رخداد زلزله می باشد. در این راستا، این مقاله به بررسی عملکرد لرزه ای قابهای فولادی با مهاربندی کمانش ناپذیر ضربه ای، شورون، و قطری پرداخته، و پارامترهای عملکرد لرزه ای از جمله ضریب مقاومت افزون، ضریب شکل پذیری، ضریب کاهش مقاومت وابسته به شکل پذیری، و ضریب رفتار این سازه ها را به دو روش تحلیل دینامیکی غیرخطی فزاینده (IDA) و تحلیل استاتیکی غیر خطی فزاینده (پوش آور) برآورد می نماید.

کلمات کلیدی: مهاربند کمانش ناپذیر، پارامترهای عملکرد لرزه ای، تحلیل دینامیکی غیرخطی فزاینده، تحلیل استاتیکی غیرخطی فزاینده

۱. مقدمه

از جمله علل کاربرد سیستم های مهاربند متداول خصوصا سیستم های مهاربند هم محور، سختی بالا، اقتصادی بودن، تکنولوژی ساده و نصب ارزان آنها می باشد. در حالی که تحقیقات دو دهه اخیر نشان می دهد این مهاربندها در مود فشاری دچار کمانش کلی و زوال در مقاومت و سختی شده و سبب پایین افتادگی منحنی هسترزیس می شود. همچنین در مود کششی، جزئیات اتصالات مهاربند دچار وضعیت بحرانی می شود (شکل ۱). بنابر این پس از رخداد زلزله حتی در صورت ایستادن سازه تعمیرات سازه بسیار پر هزینه می باشد، زیرا حداقل کلیه مهاربندهای تخریب شده (کمانش کلی کرده و یا تسلیم شده) که معمولا در دل دیوارها مدفون هستند باید تعویض شوند. از این رو تحقیقات بسیاری صرف بهسازی این مهاربندها جهت رسیدن به یک رفتار الاستوپلاستیک ایده آل که در آن مود شکننده موجود در سیستم مهاربندی متداول به مود شکل پذیر تبدیل شود، انجام گردیده (شکل ۱). برای رسیدن به این هدف لازم بود تا با استفاده از مکانیزم مناسبی از کمانش فشاری مهاربند جلوگیری شود و امکان تسلیم فشاری فولاد فراهم گردد. روشی که مدنظر قرار گرفت عبارت بود از محصور سازی یک هسته فلزی شکل پذیر در میان حجمی از بتن که خود توسط یک غشای فلزی در بر گرفته شده است (شکل ۲). تحقیقات بر روی مهاربند های کمانش ناپذیر در ژاپن و چند کشور دیگر از حدود ۳۰ سال قبل آغاز گردید و ایده آن در طی این مدت ارتقاء پیدا کرد. ایده اولیه مهاربند های کمانش ناپذیر بدین گونه ارائه گردید که نیروی محوری تنها توسط هسته فولادی تحمل شود. استفاده گسترده از این سیستم مهاربندی در ژاپن بعد از زلزله کوبه ۱۹۹۵ و در آمریکا چند سال بعد از زلزله نورتریج ۱۹۹۴ شروع شد. تا سال ۲۰۰۳ بیش از ۲۵۰ ساختمان در ژاپن و ۲۵ ساختمان در آمریکا با این سیستم ساخته شدند. این تحقیقات بعد از زلزله نورتریج ادامه یافت و توسط کلارک و همکاران در سال ۱۹۹۹ لوپز در سال ۲۰۰۱، آیکن و همکاران در سال ۲۰۰۲ و سابلی و همکاران در سال ۲۰۰۳ از نظر تئوری و اجرایی گسترش و ارتقاء یاف [1]. در