بررسی عملکرد قاب های فولادی مهاربندی شده مرکزگرا

حامد صفاری[۱]، سید جواد مرتضوی[۲]

۱-دانشیار بخش مهندسی عمران، دانشگاه شهید باهنر کرمان

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی عمران-سازه، دانشگاه شهید باهنر کرمان
mortazavi.javad@gmail.com

خلاصه

قاب‌های با مهاربند هم محور(CBF)، از جمله قاب‌های باربر لرزه‌ای می‌باشند که دارای مزایا و معایبی هستند. سختی و مقاومت جانبی زیاد، مهمترین مزیت قاب‌های CBF است. از طرفی پایین بودن شکل‌پذیری و همچنین بوجود آمدن تغییرمکان‌های ماندگار در این سازه‌ها پس از زلزله، از جمله معایب آن‌ها می‌باشد. قاب های فولادی مهاربندی شده مرکزگرا (SC-CBF)، نوع جدیدی از قاب‌های باربر لرزه‌ای می‌باشد که می‌تواند ضمن حفظ مزایای قاب‌های CBF، معایب آن‌ها را نیز برطرف کند. در این قاب‌ها، برای افزایش ظرفیت تغییرمکان سازه، به ستون‌های قاب اجازه داده می شود به راحتی از روی فونداسیون بلند شوند و برای حذف تغییرمکان ماندگار در ساختمان، از کابل های پیش‌تنیده در ارتفاع قاب استفاده می‌شود. در این مقاله، با استفاده از نرم‌افزار OPENSEES، تحلیل‌های غیرخطی استاتیکی و دینامیکی بر روی یک قاب SC-CBF که در یک ساختمان شش طبقه قرار دارد، انجام شده است. نتایج این تحلیل‌ها نشان می‌دهد قاب SC-CBF تحت بار زلزله عملکرد بسیار مناسبی داشته و در ساختمان، پس از زلزله طرح، هیچ گونه تغییر مکان ماندگاری بوجود نمی‌آید.

کلمات کلیدی: قاب‌های SC-CBF، تحلیل غیر خطی استاتیکی، تحلیل غیر خطی دینامیکی، نرم افزارOPENSEES.

۱. مقدمه

سیستم سازه‌ای قاب ساده با مهاربندهای همگرا[۱]، از جمله سیستم‌های باربر لرزه‌ای می‌باشد که برای مقابله با بارهای جانبی، به وفور در ساختمان‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند. سختی و مقاومت جانبی زیاد، دو مشخصه بارز این سیستم سازه‌ای می‌باشد. وقتی قاب‌های CBF تحت بار زلزله طرح قرار می-گیرند، بادبندها کمانش کرده و سختی جانبی قاب‌ها به میزان زیادی کاهش می‌یابد. درنتیجه، پس از زلزله، در ساختمان تغییرمکان ماندگار قابل توجهی به وجود خواهد آمد که در اکثر موارد، تعمیر این ساختمان‌ها از لحاظ اقتصادی به صرفه نمی‌باشد.

قاب‌های مرکزگرا، قاب هایی می‌باشند که به دلیل نوع خاص هندسه و اجزای به کار رفته در آن‌ها، تغییرمکان ماندگار بسیار کمی پس از وقوع زلزله در آن‌ها به وجود می‌آید و درنتیجه ساختمان‌هایی که مجهز به این قاب‌ها باشند، بلافاصله پس از وقوع زلزله‌می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند. در سال ۱۹۹۹، کوراما و همکاران با معرفی دیوارهای برشی مرکزگرا، اولین سیستم سازه‌ای مرکزگرا را ارائه کردند. در این سیستم سازه‌ای، اجزا دیوار بتنی پیش ساخته، به وسیله کابل های پر مقاومت پیش تنیدهٔ پس کشیده که در راستای ارتفاع دیوار قرار دارند، به هم متصل گردیده و باعث به وجود آمدن رفتار مرکزگرایی در دیوار برشی می‌شوند [۱]. در سال ۲۰۰۱، رایکلز و همکاران قاب خمشی فولادی مرکزگرا[۲] را معرفی کردند. در این قاب ها، اتصال تیر به ستون به وسیله دو نبشی در بالا و پایین تیر و تعدادی کابل فولادی پرمقاومت پیش تنیده که در راستای محور طولی و بین دو بال تیر قرار گرفته‌اند، انجام می‌شود. وقتی تیر، تحت لنگر خمشی قرار می‌گیرد، بین تیر و ستون شکافی[۳] بوجود می آید که باعث ازدیاد طول کابل می شود. در نتیجه در کابل نیروی کششی به وجود می آید که باعث بسته شدن شکاف می شود. لذا قاب به مکان اولیه خود برمی‌گردد [۲]. در سال ۲۰۰۸، کریستپولوس وهمکاران، نوعی بادبند به همراه میراگر اصطکاکی را که رفتاری مرکزگرا داشت، ارائه کردند. این بادبند از دو عضو هم محور، کابل‌های فولادی پیش تنیده و میراگرهای اصطکاکی ساخته شده بود. وقتی به این بادبند نیروی محوری وارد می شود، میراگر اصطکاکی فعال می شود و در کابل‌ها، نیروی کششی بوجود می‌آید که این نیروی کششی ذخیره شده در کابل ها باعث برگشت بادبند به حالت اولیه می شود [۳]. قاب فولادی مرکزگرا با مهاربند هم محور[۴]، در سال ۲۰۰۶ و توسط ساس وهمکاران، ارائه شد. آنها چندین قاب فولادی مرکزگرا با مهاربند هم محور را مورد

[1] Concentrically Braced Frame (CBF)
[2] Self-Centering Moment Frame (SC-MRF)
[3] Gap
[4] Self-Centering Concentrically Braced Frame (SC-CBF)