



بررسی عملکرد اتصالات بتنی به روش المان محدود و مقایسه آن با نتایج آزمایشگاهی و روش‌های تحلیلی

سمیه قناعتیان¹، غلامرضا نوری²

1- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی عمران، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه خوارزمی

2- استادیار، گروه مهندسی عمران، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه خوارزمی

r.nouri@khu.ac.ir

خلاصه

اتصالات در سازه‌های بتن آرمه وظیفه انتقال کامل تمامی لنگرهای خمشی، پیچشی و نیروهای محوری و برشی بین اعضا متصل بهم را برعهده دارند. رفتار لرزه‌ای اتصالات و در نظر گرفتن پارامترهای موثر بر آن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. روش‌های مختلفی برای مدل‌سازی اتصالات وجود دارد. در این تحقیق اتصال خارجی تیر به ستون به روش المان محدود با نرم افزار ANSYS مدل شده و مقایسه‌ای بین میزان مقاومت حد تسلیم و مقاومت حد نهایی در روش‌های المان محدود و تحلیلی با نتایج آزمایشگاهی و همچنین مقایسه‌ای بین ترک‌های ایجاد شده در سیکل‌های مختلف بارگذاری در مدل‌سازی به روش المان محدود و نتایج آزمایشگاهی صورت گرفته است.

کلمات کلیدی: مدل‌سازی اتصالات تیر به ستون سازه بتنی، المان محدود، آنالیز استاتیکی غیرخطی

1. مقدمه

مشاهدات پس از وقوع زلزله‌های واقعی و نیز نتایج آزمایشات مبین این نکته بوده‌اند که خرابی‌های سازه‌ای بیشتر در ناحیه اتصالات مشاهده شده است، حال آنکه گسیختگی سایر المان‌های سازه‌ای کمتر اتفاق افتاده است. اتصال تیر - ستون در بین انواع اتصالات دیگر در قاب‌های بتن مسلح حائز اهمیت خاصی است. محققان مدل‌های مختلفی از رفتار اتصال تیر به ستون بتنی در نظر گرفته‌اند؛ مدل پلاستیسیته متمرکز¹، مدل فنر چندگانه²، شبیه‌سازی اجزا محدود³ و مکانیزم گسیختگی براساس عملکرد⁴ [1]. اولین مطالعاتی که برای شبیه‌سازی پاسخ غیرالاستیک قاب‌های بتنی انجام شده، مدل کردن مفصل‌های پلاستیک در المان‌های خطی تیر به ستون، برای نشان دادن عملکرد غیرالاستیک اتصالات تیر به ستون است. نمودارهای هندسی براساس داده‌های آزمایشگاهی برای توصیف رفتار هیستریزس توسط محققینی همچون هنسون [2]، اندرسون، تونسن [3] و سلیمانی [4] ارائه شده است. پارامترهایی که معرف رفتار هیستریز اتصالات هستند، به نحوی انتخاب شدند که بیشترین مطابقت را با رفتارهای واقعی داشته باشند.

مدل‌های فنر چرخشی، فنرهای چرخشی را با اتصال به المان‌های تیر و ستون ارزیابی می‌کنند. اما این مدل به صورت واقعی نیست. تعیین مولفه‌های چرخش - لنگر نیاز به شبیه‌سازی دقیقی دارد. تعدادی از مدل‌های فرض شده اتصال را بخوبی مدل می‌کند مثلاً برای مدل‌سازی پیوستگی اوتانی و چن [5]. بعضی از مدل‌ها مثل فیلیپا [6] فقط شرایط پیوستگی را بدون تغییر شکل برشی در نظر گرفتند. مدل فنرهای چندگانه ظاهراً رفتار برشی و لغزشی اتصال با فنرهای متفاوت بهتر شبیه‌سازی می‌کند اما این مدل‌سازی به برنامه‌های خاصی برای اجرا نیازمند است. تعدادی از این مدل‌ها برای قاب‌های بتنی بدون آرما تور عرضی تحت بار ثقلی مناسب نیست. سابقه‌ی تکنیک المان محدود به سال‌های 1900 بر می‌گردد که تعدادی از دانشمندان با تجزیه‌ی یک محیط پیوسته و مدل‌سازی هر بخش با یک میله‌ی الاستیک، رفتار آن را در شرایط مختلف پیش‌بینی کردند. با انتخاب فرضیات مناسب برای مصالح، مدل‌سازی درست، مش‌بندی دقیق و اتصال فولاد و بتن، می‌توان نتایجی دقیق‌تر و کاربردی‌تر از مدل گرفت و اثرات مولفه‌های مختلف را در مدل بررسی کرد.

¹ Lumped plasticity models,

² Multi-spring models,

³ Finite element simulations

⁴ Fracture mechanics based approaches.