

مروری بر رفتار چرخه ای انواع جدید اتصالات خمشی فولادی

سجاد آزادی

کارشناس ارشد سازه، شرکت خطوط لوله و مخابرات نفت ایران

Sajjad.Azadi@gmail.com

خلاصه

خسارات گسترده‌ای وارده به قابهای خمشی فولادی ویژه و خصوصاً اتصالات آنها در طی زلزله‌ی 1994 نورتریج کالیفرنیا، زمینه‌ساز تحقیقات فراوانی شد که نتایج آنها بازنگری عمده‌ای در روشهای طراحی و ساخت متداول قابهای خمشی فولادی تا آن زمان را سبب گردید. در پی این بازنگری انواع جدیدی از اتصالات و روشهای طراحی ارائه شد که به روشهای طراحی پس از نورتریج شهرت یافتند. در این مقاله ضمن مرور اجمالی برخی از علل و عوامل مؤثر در وقوع این خسارات، و استراتژیهای اتخاذ شده برای مقابله با آنها، پنج نوع از عمده‌ترین اتصالات معرفی شده‌ی پس از نورتریج، شامل اتصالات تقویت‌شده با پشت‌بند، ورق کناری، ماهیچه، اتصالات با مقطع تیر کاهش‌یافته و اتصالات پس‌کشیده، مورد بررسی واقع شده‌است. نتیجه‌ی کلی بررسیهای انجام شده نشان‌دهنده‌ی آن است که رفتار چرخه‌ای و عملکرد این اتصالات در صورت طرح و اجرای درست بسیار مطلوب بوده و قابلیت شکلپذیری و دستیابی به چرخشهای پلاستیک بسیار بیشتر از 0.03 رادیان را دارا می‌باشند.

کلمات کلیدی: قابهای خمشی فولادی ویژه، اتصالات خمشی فولادی، ظرفیت چرخش پلاستیک اتصال.

1. مقدمه

به طور کلی عوامل مؤثر در آسیب اتصالات، در طی زلزله‌ی نورتریج را می‌توان بطور خلاصه اینگونه بیان نمود؛ - اثرات مخرب باقی ماندن تسمه‌ی پشت‌بند جوش شیاری بعد از جوشکاری (عمل کردن سطح مشترک ناپیوسته‌ی عمودی بین تسمه‌ی پشت‌بند و بال ستون همانند یک ترک ریز). - وجود تمرکز تنش در ناحیه‌ی مجاور جوش شیاری اتصال. - محدود شدن شدید تغییر شکلها در اتصال (به علت وجود جوش شیاری بال تیر به ستون) که منجر به ایجاد تنشهای کششی سه‌محوره در اتصال شده و از رفتار شکلپذیر آن جلوگیری می‌کند. - عدم رعایت ضابطه‌ی ستون قوی/تیر ضعیف. - ضعیف بودن چشمه‌ی اتصال [1]. بعلاوه، عملکرد اتصالات جوشی در قابهای خمشی ویژه، در طی زلزله‌ی نورتریج، ممکن است توسط متغیرهای بسیاری از جمله حرکات زمین، فرضیات طراحی و جزئیات، خواص مصالح، نحوه‌ی ساخت و روشهای بازرسی و نظارت، تحت تأثیر قرار گرفته باشد [2]. در سازه‌های آسیب‌دیده‌ی نورتریج، تنها شواهد اندکی، دال بر اینکه نواحی پلاستیک واقعاً تشکیل شده‌باشند، وجود دارد، که شاید، عمده‌ترین دلیل آن، نحوه‌ی در نظر گرفتن محل تشکیل مفصل پلاستیک، در طراحی اتصالات، بوده باشد. طراحی اتصالات قبل از نورتریج به نحوی صورت می‌گرفته است که مفصل پلاستیک در بر ستون، یعنی جایی که بالاترین قیود و تنشهای سه‌محوره وجود دارند، به وقوع بپیوندد. تنشهای سه‌محوره تأثیر شدیدی در کاهش شکلپذیری و بروز رفتار ترد دارند. بنابراین، به منظور حصول شکلپذیری، در قابهای خمشی فولادی ویژه، مسئله‌ی بسیار حائز اهمیت و حیاتی، این است که، محل تنشهای حداکثر ایجاد شده در اثر بار اعمالی، در ناحیه‌ای با شرایط تنش یک محوره، با امکان حصول شکلپذیری ذاتی فولاد، واقع شده باشد. دو رویکرد متفاوت، که سبب ایجاد چنین وضعیتی می‌شوند، به صورت موفقیت آمیزی، مورد آزمایش واقع شده‌اند. رویکرد اول، تقویت موضعی اتصال است که رفتار مطلوب را، با کاهش سطح تنش در اتصال، و جابه‌جا کردن محل مفصل مورد انتظار، به ناحیه‌ی تنش یک محوره، بوجود می‌آورد. دومین رویکرد، کاهش عمدی و سنجیده‌ی ظرفیت تیر، از طریق حذف مقداری از مصالح بال، در یک محدوده‌ی کوچک، و در محلی با امکان بروز رفتار شکلپذیر است، که به این ترتیب، ناحیه‌ی تشکیل مفصل، به این محدوده انتقال می‌یابد [2].

پس از وقوع زلزله‌ی نورتریج، معیار طراحی برای اتصالات خمشی فولادی در قابهای خمشی ویژه، مورد تجدید نظر و بازنگری واقع شد. بر طبق مقررات لرزه‌ای AISC 1997 [3] و راهنمای FEMA 4 [4] برای طراحی لرزه‌ای، اتصالات خمشی، باید در آزمایشهای معرفی شده در این دو، به چرخش پلاستیک حداقل 0.03 رادیان یا زاویه‌ی رانش طبقه‌ی حداقل 0.04 رادیان، دست یابند. از این رو، به منظور تأمین معیارهای تعیین شده، تا