

مطالعه رفتار چشمه اتصال با تیر های با عمق نابرابر در طرفین

بهرخ حسینی هاشمی و روح الله احمدی جزنی - سال ۱۳۸۹

مقدمه

قاب‌های خمشی ویژه یکی از پرکاربردترین سیستم‌های ساختمانی در مناطقی با لرزه‌خیزی بالا هستند. تاکنون تحقیقات گسترده‌ای بر روی کارایی و رفتار لرزه‌ای و شکل‌پذیری این نوع سیستم سازه‌ای انجام شده است. نتایج و مشاهدات این تحقیقات حاکی از رفتار قابل اعتماد این سازه‌ها در جذب بالای انرژی است. اغلب تحقیقات گذشته بر روی اتصالات خمشی در ستون‌های داخلی با تیرهای برابر در طرفین یا برای ستون‌های خارجی با تیرهای یک‌طرفه انجام شده است و تحقیقات جامعی بر روی ستون‌های داخلی با تیرهای نابرابر انجام نشده است. آیین‌نامه‌های ساختمانی با وجود احتمال برخورد به این موارد در کارهای مهندسی آن را مسکوت گذاشته‌اند و به آن نپرداخته‌اند. در این تحقیق ۸ آزمایش در مقیاس کامل انجام شد تا به تفاوت‌های رفتاری محتمل اتصال تیرهای داخلی با عمل نابرابر پردازد که شامل بر ۶ نمونه با تیرهای با عمق نابرابر مشخص و ۲ نمونه با تیرهای با عمق برابر بود. انتخاب اتصال برای تیرهای نابرابر شامل بود بر «ورق پوششی، ورق بال و ماهیچه» که با آرایش مستقیم و مورب ورق پیوستگی، می‌تواند گزینه‌های متفاوتی را برای اتصال تیر کوچکتر به تیر بزرگتر ایجاد کند. این جزئیات در مجموعه ۶ نمونه گنجانده شدند و ۲ نمونه با تیرهای برابر به این مجموعه اضافه شد که جزئیات آنها نیز متفاوت بود و هدف از آن بررسی تفاوت‌های محتمل شکست تیرهای نابرابر با تیرهای برابر بود.

معرفی نمونه های آزمایشگاهی

نمونه U1 – FW1: این نمونه دارای دو تیر نابرابر می‌باشد که شامل بر تیر 50 و تیر 30 می‌باشد که برای اتصال به ستون از ورق پوششی استفاده شده است. همچنین برای تأمین پیوستگی بر طبق آیین‌نامه [65AISC] استفاده شده است. به علت نابرابری تیرها از دو ورق پیوستگی مورب در مقابل ورق پوششی متناظر با بال پایینی تیرهای نابرابر استفاده شده است. در اتصال ورق‌های پوششی مانند شرایط کارگاهی کشورمان ابتدا ورق‌های پایینی بر روی ستون نصب شده است و پس از برپاسازی ستون و گذاشتن تیرها از ورق پوششی روبی استفاده شده است و براساس توصیه [13FEMA 355-D] بیان شده است. **نمونه U1 – FW2:** این نمونه دارای دو تیر نابرابر می‌باشد و مانند نمونه U1 – FW1 با اتصال ورق پوششی در طرفین است اما برای تأمین ورق پیوستگی از 3 عدد ورق پیوستگی موازی (مستقیم) طبق شکل 2-2 استفاده شده است. بنابراین تنها تفاوت آن با نمونه U1 – FW1 در 4 عدد ورق پیوستگی پایینی و میانی می‌باشد. **نمونه U1 – FW3:** این نمونه مانند U1 – FW2 می‌باشد با این تفاوت که در سمت تیر کوچکتر در قسمت بال پایینی یک ماهیچه بال ابعاد مشخص به جای ورق پوششی قرار داده شده که جزئیات آن در شکل 3-2 موجود و مشهود است. **نمونه U1 – FUW1:** این نمونه مانند نمونه U1 – FW1 می‌باشد ولی با این تفاوت که از ورق بال (Flange plate) استفاده می‌شود که جزئیات آن در شکل 2-2 موجود است. برای تأمین مقدار سطح جوش کافی در ورق بال بالایی و پایینی از جوش لوبیا یی استفاده شده است. برای جوشکاری جوش کام ورق بال پایینی شرایط واقعی جوش یعنی جوش سقفی بکار گرفته شده است. **نمونه U1 – FUW2:** این نمونه مانند نمونه U1 – FW2 می‌باشد ولی با این تفاوت که از ورق بال (Flange plate) به جای ورق پوششی استفاده می‌شود. برای تأمین مقدار سطح جوش کافی در ورق بال بالایی و پایینی از جوش لوبیایی استفاده شده است. برای جوشکاری جوش لوبیایی ورق بال پایینی شرایط واقعی جوش یعنی سقفی بکار گرفته شده است. **نمونه U1 – FUW3:** این نمونه مانند U1 – FUW3 می‌باشد ولی از ورق بال (Flange plate) به جای ورق پوششی (Cover) plate در اتصال بال تیر به بال ستون استفاده می‌شود. اما برای اتصال ماهیچه در سمت تیر کوچکتر از یک ورق بال شیبدار (Inclined Flange plate) استفاده می‌شود.

مشاهدات آزمایشگاهی

بنابر مشاهدات آزمایشات نمونه‌ها براساس شکست و عدم شکست به دو دسته طبقه‌بندی می‌شوند. نمونه‌های U1-FUW1 و U1- FW3 که دچار شکست در بال و هیچکدام از اجزای خود نشدند و نمونه های U1-FW1 و U1-FW2 و U1-FUW3 و U1- FW3 دچار شکست در بال تیر بزرگتر شدند که نشان‌دهنده تمرکز کرنش انباشته شده پلاستیک در بال تیر می‌باشد. شکل 28-3 منحنی‌های لرزه‌ای تیر بزرگتر را برای 6 نمونه مذکور نشان می‌دهد. همانطور که در این اشکال مشاهده می‌شود تنها نمونه‌های U1-FUW1 و U1-FUW3 به دوران تغییر مکان نسبی طبقه (Drift storey angle) 06/0 رسیدند. و هیچگونه شکستی در اجزا آن مشاهده نشد در صورتی در 4 نمونه دیگر پارگی در بال تیر بزرگتر مشاهده می‌شود. بنابر نتایج آزمایشات بیشترین اعوجاج برشی چشمه اتصال مربوط به دو نمونه‌ای U1-FUW1 و U1-FUW3 می‌باشد که گسیختگی بال تیر بزرگتر در آنها مشاهده نشد

مطالعات تحلیلی

با توجه به 6 مدل آزمایشگاهی با تیرهای نابرابر، 6 مدل تحلیلی با ابعاد واقعی آزمایشگاهی خلق شد. برای ساختن مدل‌های تحلیلی از المان Solid 45 استفاده شد. همچنین برای اتصال اجزاء اصلی مانند ورق بال و ورق اتصال از مصالح جوش با رفتار Solid45 استفاده شد. برای رفتار جوش از خواص گزارش شده در نشریه AWS استفاده شد. در مدل‌سازی موردنظر از مصالح با خواص Kinematic و خواص سخت‌شدگی مجدد مصالح برای فولاد در نظر گرفته شد. برای گسیختگی مصالح قانون فون - میس برای فولاد به عنوان مصالح شکل‌پذیر در نظر گرفته شد. همچنین برای تکیه دادن برخی از سطوح فولادی مانند بال تیر و اتصالاتی مانند ورق بال و ورق پوششی که نیروی اندرکشی هنگام بارگذاری سیلکی بین سطوح ورق بال یا ورق پوششی و بال تیرها تولید می‌کنند از المانهای CONTA74 و TARGE 170 استفاده شد. مطالعه رفتار المانهای نمونه شامل بر کنترل رفتار تیر و چشمه اتصال از نظر صحت رفتاری و راستی آزمایی آنها می‌باشد. با توجه به موارد ارائه شده به ارائه شاخص‌های شکست پرداختیم. شاخص‌های ارائه شده در این بخش شامل بر شاخص کرنش پلاستیک معادل، شاخص سه محوری و شاخص شکست می‌شود. قبل از ارائه و شاخص‌های شکست نقاط بحرانی باید مشخص شود. بر این مبنا نقاطی که در 6 مدل اصلی تحلیلی که برگرفته از مدل آزمایشگاهی مشخص می‌شود که به عنوان نقاط بحرانی نامیده می‌شود. براساس مشاهدات آزمایشگاهی نقطه پارگی در محل تقاطع بال پایینی تیر بزرگتر و ورق بال یا ورق پوششی در انتهای خط جوش گوشه قرار دارد که این نقاط بحرانی با حرف a و b نشان داده شده است. با توجه به احتمال وجود پارگی در وجه مقابل نقطه بحرانی تیر بزرگتر در مجموع 4 نقطه به عنوان نقطه بحرانی در نظر گرفته می‌شود. و یکی از آنها که بیشترین مقدار پارامترهای شکست ذکر شده را ایجاد می‌کند به عنوان نقطه بحرانی بر هر نمونه تحلیلی اصلی معرفی می‌شود و پارامترهای شکست بر ای آن نقطه ارائه می‌شود.

نتایج

بر اساس مشاهدات آزمایشات و نتایج تحلیلی موجود طرح وگزینه مورد قبول از نظر رفتار سیکلیک عبارتند مناسب عبارتند از اتصال ورق بال با ماهیچه در سمت تیر کوچکتر (U1-FUW3) همچنین مشاهدات آزمایشات نشان دادند که ورق بال پایینی شیبدار و ورق بال بالایی مستقیم بر روی مجموعه تیر کوچکتر با ماهیچه در زیر آن چه از لحاظ اجرا و چه از لحاظ عملکرد اتصالات گزینه مطلوبتری نسبت به به ورق پوششی بالایی بر روی تیر کوچکتر با ماهیچه می باشد

