

یک ستون در برابر دو تیر - آیا ستون می‌تواند بار ناشی از هر دو تیر را تحمل کند؟



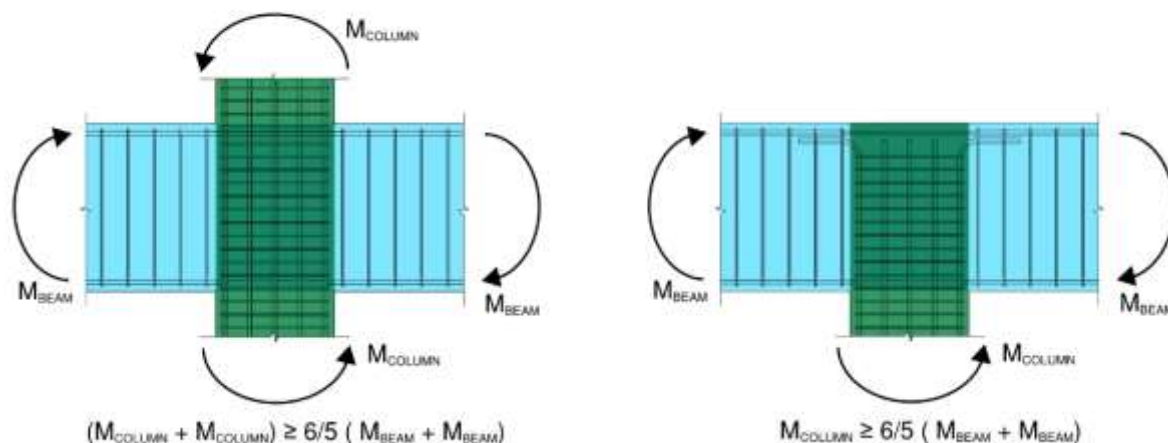
الزامات طراحی تیر ضعیف - ستون قوی، در آیین‌نامه‌ها و استانداردها برای طراحی قاب‌های خمشی ویژه این اطمینان را می‌دهند که تحت اثر بارهای لرزه‌ای زیاد، مفصل پلاستیک به‌جای تشکیل در دو انتهای ستون، در دو انتهای تیر شکل می‌گیرد؛ اما در جایی که دو تیر به یک ستون متصل می‌شود، چه اتفاقی می‌افتد؟ آیا ستون در این حالت هم باید قوی‌تر از دو تیر باشد؟ مواردی که در زیر مطرح می‌گردد، موضوع را روشن می‌سازد.

یک سؤال راجع به تئوری تیر ضعیف - ستون قوی در ACI 318 - 14 وجود دارد. یک ساختمان دو طبقه بتنی داریم. آیا تئوری مذکور، باید در طبقه بالایی قاب خمشی رعایت گردد یا این که ضوابط آیین نامه این اجازه را به ما می دهند که از این مورد به دلیل سختی ارضای شرایط تیر ضعیف - ستون قوی، ناشی از وجود دو تیر زیر یک ستون صرف نظر کنیم؟ طبق بند E3.4a از AISC341 برای طراحی سازه های فولادی، ستون هایی که در ساختمان های یک طبقه و یا در طبقات بالایی ساختمان های چند طبقه قرار دارند را از ارضای ضابطه طراحی تیر ضعیف - ستون قوی معاف می کند. آیا ACI318-14 نیز چنین ضابطه ای دارد؟

پاسخ: ما قبول داریم که رعایت ضابطه طراحی تیر ضعیف - ستون قوی در محل هایی که دو تیر به یک ستون متصل می شود، عملی نیست. طبق آیین نامه ی ACI318-11 و آیین نامه های قبل از آن، معمولاً ستونی که در طبقه آخر قرار می گیرد، نیروی محوری فشاری ضریب داری که کم تر از $0.1Agfc$ می باشد، متحمل می شود و بنابراین رعایت ضابطه طراحی معیار تیر ضعیف - ستون قوی لزومی ندارد.

متأسفانه، بر اساس آیین نامه ی ACI318-14 رفتار مشابهی با کلیه ی ستون ها می شود و بخش ۱۸.۷.۳.۲ هیچ استثنایی مثل ACI318-11 در ضوابط مربوط به معیار طراحی تیر ضعیف - ستون قوی قائل نیست. (به شکل زیر نگاه کنید).

ACI 318 SC/WB Requirements



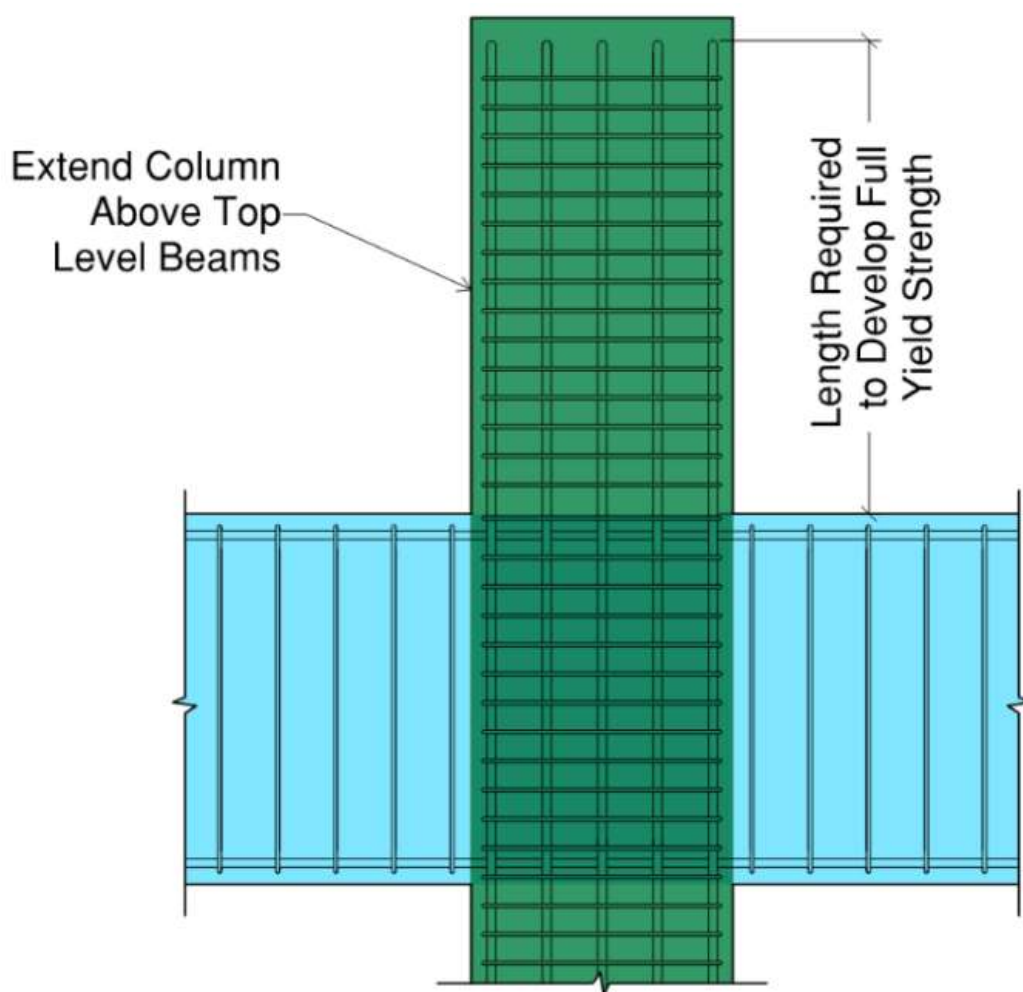
بنابراین در آیین نامه ی فعلی ACI318-14، ارضای ضابطه طراحی مربوط به معیار تیر ضعیف - ستون قوی در محل هایی که دو تیر به یک ستون متصل می گردند، اجتناب ناپذیر می باشد.

در حال حاضر، واقعیت امر این است که حتی اگر مفاصل پلاستیک در نزدیکی انتهای ستون های بالایی قاب های خمشی دو طبقه تشکیل گردند، تأثیر مضر چندانی روی عملکرد غیرخطی کل سازه و یا ظرفیت باربری بار ثقیل را مختل نخواهد کرد.

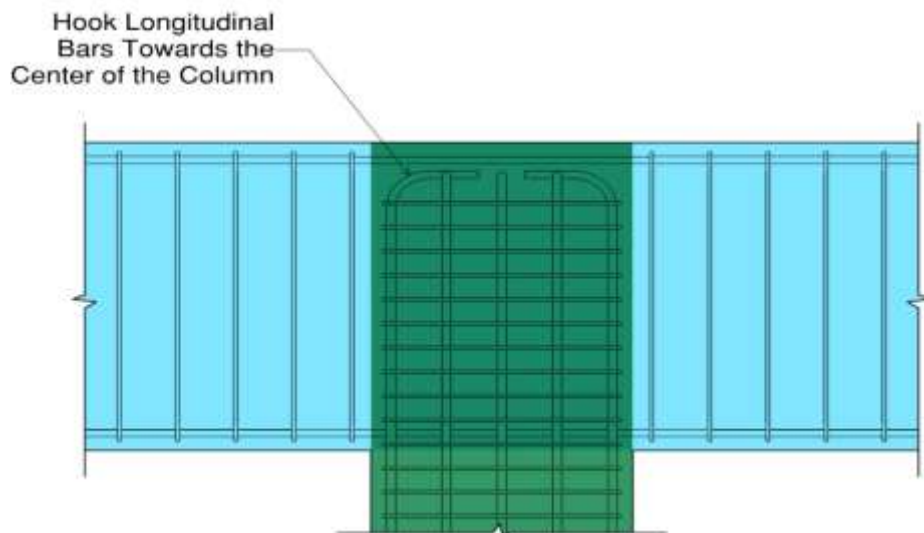
دستورالعمل طراحی لرزه ای NEHRP شماره ۱ (NIST GCR 16-917-40) که راجع به قاب های خمشی بتنی ویژه می باشد، یک راهنمای کاربردی برای مهندسان است که ویرایش دوم آن توسط سازمان ملی استانداردها و تکنولوژی در سال ۲۰۱۶ منتشر شد. در این نسخه توصیه هایی به شرح زیر ارائه می کند:

این موضوع که ACI318، معیار طراحی تیر ضعیف - ستون قوی در طبقات بالایی ساختمان‌ها را به‌عنوان یک استثنا در نظر بگیرد، منطقی به نظر می‌رسد. ستون‌های موجود در این محل‌ها، عموماً نیروهای محوری نسبتاً کمی را متحمل می‌شوند و از طرفی تشکیل مفاصل خمشی در این سطح، اثرات ناخوشایندی روی مکانیسم قاب نمی‌گذارد. در جاهایی که یک ستون از تیرهای متصل به آن در قاب، ضعیف‌تر است، ستون باید طوری طراحی شود که شکل‌گیری مفاصل پلاستیک بدون افت قابل توجهی در مقاومت ممکن شود. در سطح بام و یا سایر جاهای مشابه، ستون باید تا کمی بعد از سطح سقف ادامه داشته باشد یا این که می‌توان میلگردهای طولی را به‌وسیله قلابی به مرکز ستون متصل کرد تا اعضای فشاری مورب در مفصل شکل بگیرند.

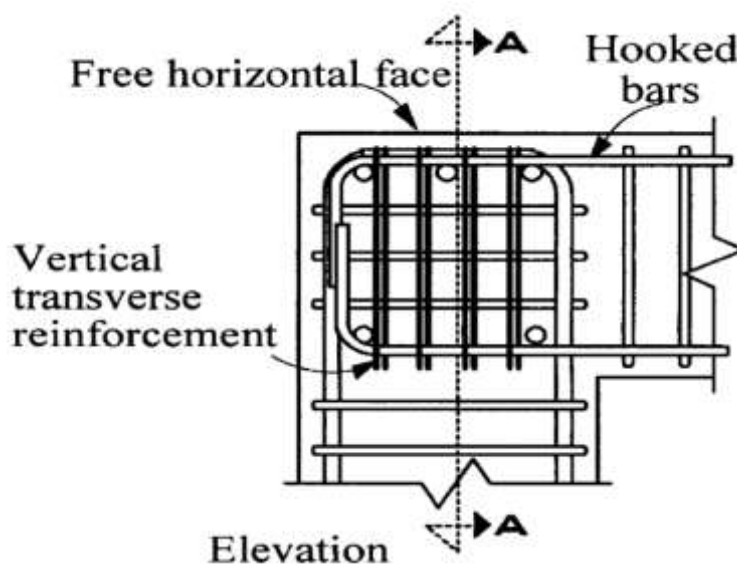
اگر مورد اول (امتداد ستون بتنی) انتخاب شود، طول ستون باید از سطح تراز بالایی تیر فراتر رود تا تمام میلگردهای طولی ستون در محل تقاطع ستون با تیر بالایی، کاملاً به تسلیم‌شدگی برسند. (به شکل زیر نگاه کنید).



اگر مورد دوم (قلاب کردن میلگردهای ستون به داخل آن) انتخاب شود، تنها نیاز است که طبق ضوابط لرزه‌ای NEHRP، میلگردهای طولی ستون مانند شکل نشان داده شده در زیر، به مرکز ستون قلاب شوند. با این حال، ما استفاده از میلگردهای قائم L شکل را در وجه بالایی محل اتصال تیر به ستون توصیه می‌کنیم.



همچنین کمیته‌ی شماره‌ی ۳۵۲ از ACI راجع به اتصالات بتنی، اجرای این میل‌گردهای U شکل را در محل مفصل زانویی توصیه می‌کند (به شکل زیر نگاه کنید).



بنا بر آنچه گفته شد، انتخاب یک مهندس طراح می‌تواند معیار طراحی تیر ضعیف - ستون قوی در سطح فوقانی قاب خمشی بتنی نباشد و پیشنهاد ما به مهندس طراح این است که یکی از موارد انتخابی مذکور در فوق را استفاده کند.

مترجم: ابوالفضل فرقدانی

منبع:

<https://skghoshassociates.com/SKGAblog/viewpost.php?id=86>