تیرها چگونه در ساختمان‌های بتن مسلح در برابر زلزله مقاومت می‌کنند؟

تقویت و آسیب‌های لرزه‌ای

در ساختمان‌های بتن مسلح، اعضای افقی و عمودی (تیرها و ستون‌ها) یکپارچه با یکدیگر ساخته می‌شوند؛ بنابراین، تحت اعمال بار، آن‌ها با هم به عنوان یک قاب برای انتقال نیروهای از یکی به دیگری عمل می‌کنند. این نکته نشان می‌دهد تیرها که بخشی از یک قاب سازه هستند جهت تحمل نیروهای ناشی از زلزله مورد استفاده قرار می‌گیرند.

تیرها در سازه‌های بتن مسلح دارای دو دسته میلگردهای فلزی می‌باشند که عبارت‌اند از: الف) میلگردهای بلند مستقیم که در طول آن قرار می‌گیرد. ب) میله‌های فولادی با قطر کوچک به‌صورت حلقه‌های بسته به‌صورت عمودی در فواصل منظم در طول قرار داده می‌شوند.

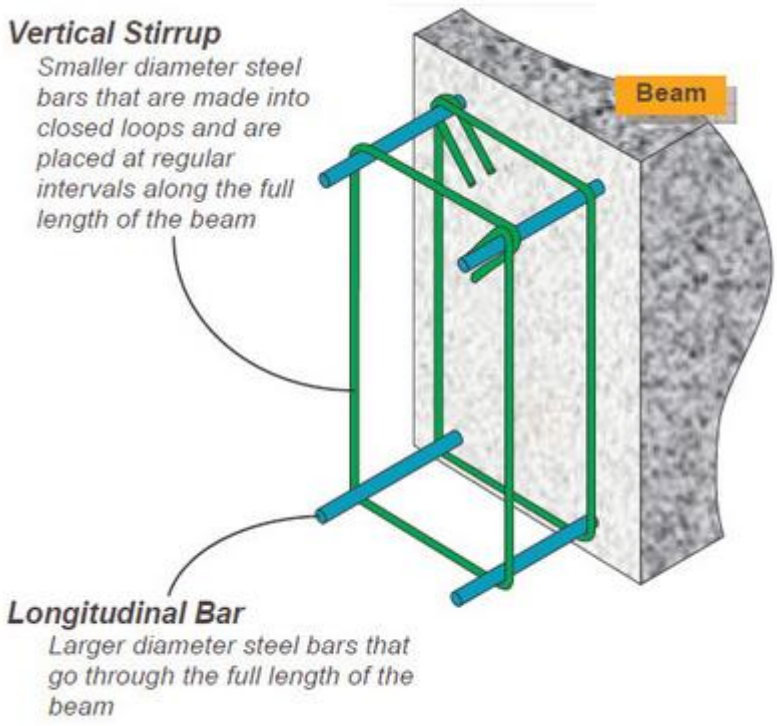


Figure 1: Steel reinforcement in beams - *Stirupps prevent longitudinal bars from bending outwards*

شکل ۱: آرماتور فولادی در تیر – تنگ‌ها یا خاموت‌ها مانع بروز کمانش خارجی آرماتورهای طولی می‌شوند

قسمت سبز رنگ: خاموت قائم، میلگرد فولادی با قطر کوچک‌تر که با حلقه‌های بسته ساخته می‌شوند و معمولاً در فواصل معینی از یکدیگر در طول تیر قرار می‌گیرند.

قسمت آبی رنگ: میلگرد طولی یا افقی، این نوع آرماتور قطر بزرگ‌تری دارند و در امتداد طول تیر قرار می‌گیرند.

تیرها در دو نوع کلی دچار شکست می‌شوند، عبارت‌اند از:

الف) خرابی خمشی، تیرها در صورت افزایش بار دچار خمیدگی شده و از دو راه دچار شکست می‌شوند. اگر میزان فولاد نسبی در سطح تنش بیشتر شود، بتن در فشار خرد می‌شود که شکستی ترد بوده و نامطلوب است. اگر میزان فولادی نسبی در سطح تنش کم باشد، ابتدا فولاد به تسلیم می‌رسد اما به صورت ناگهانی نیست، تیرها توانایی تحمل میزان زیادی کشش قبل از خرابی را خواهد داشت و در تیرها تا زمانی که بتن تحت فشار دچار خرابی شود، باز توزیع نیرو را خواهیم داشت، این یک شکست انعطاف پذیر و در نتیجه مطلوب است. حضور فولاد بیش از حد در سطح تنش الزاماً مطلوب نیست، شکست انعطاف پذیر به صورت شروع ایجاد ترک از سطح تیر و سپس رسیدن به وسط تیر می باشد.

ب) شکست برشی، تیر ممکن است به دلیل نیروی برشی دچار شکست شود. ترک‌های برشی با زاویه ۴۵ درجه با افق ایجاد می‌شوند و در وسط عمق و در نزدیکی تکیه گاه ایجاد شده و به سمت سطوح بالا و پایین گسترش می‌یابند. قلاب‌های دایره‌ای بسته جلوگیری از ایجاد برش را فراهم می‌کند. خرابی برشی زمانی رخ می‌دهد که میزان خاموت‌ها کافی نباشد. شکست برشی، ترد و شکننده است، بنابراین باید از رخ دادن آن در طراحی تیرهای بتن مسلح جلوگیری کرد.

استراتژی طراحی

طراحی تیر شامل تعیین مصالح مورد نیاز و شکل و اندازه می‌باشد که استراتژی مورد استفاده برای کل ساختمان است. میزان و نحوه توزیع فولاد در تیرها باید از طریق محاسبات، طراحی شوند. میلگردهای طولی جهت ایجاد مقاومت در برابر خمش در سمتی که تیر تحت کشش می‌باشد مورد استفاده قرار می‌گیرد. در طول زلزله‌های قوی باید میلگردهای طولی در دو سطح و انتها و در وسط تیر مورد استفاده قرار گیرد.

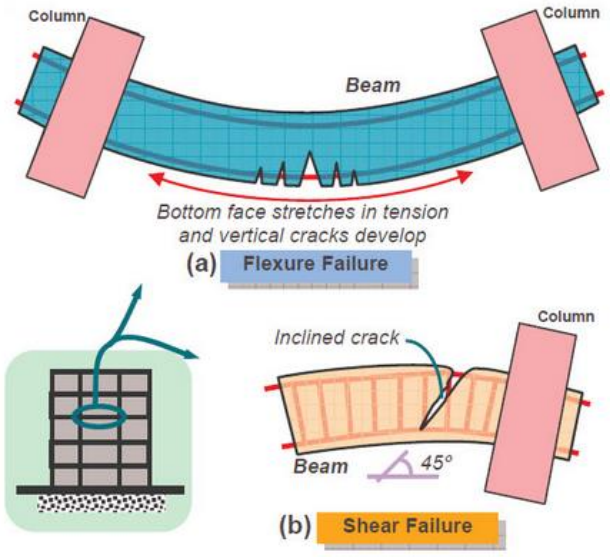


Figure 2: Two types of damage in a beam: flexure: damage is preferred

شکل ۲: دو نوع خرابی در یک تیر، خرابی خمشی بهتر است.

a) شکست خمشی. سطح پایینی در کشش کشیده می‌شود و ترک‌های قائم گسترش می‌یابند. b) شکست برشی

استاندارد آمریکایی، ACI ۳۱۸ - فصل ۲۱ توصیه می‌کند که:

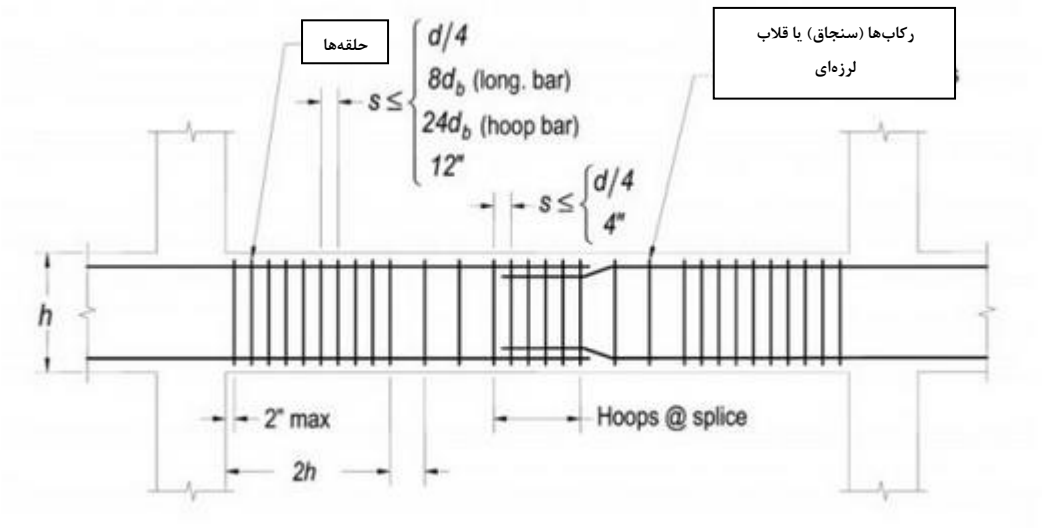
در دو انتهای تیر حلقه‌ها باید طولی بیش از 2h که از سطح عضو تا وسط دهانه اندازه گیری می‌شود، باشد. اولین حلقه نباید در فاصله بیش از ۵۰ میلی متر از سطح عضو باشد. فاصله بین حلقه‌ها نباید بیش از کمترین مقدار موارد زیر باشد:

الف) d/۴

ب) هشت برابر کوچک‌ترین میلگرد طولی

ج) ۲۴ برابر قطر حلقه‌ها

د) ۳۰۰ میلی متر



فاصله نباید از کمتر یا مساوی مقدار: ۰,۲۵ قطر میلگرد – ۸ برابر قطر میلگرد طولی – ۲۴ برابر قطر میلگرد خامت (یا عرضی) – ۱۲ اینچ

مترجم: نیما اصغری

منبع:

http://struczone.com/how-do-beams-in-rc-buildings-resist-earthquake/