

مدل خرابائی ساده برای تعیین مقاومت برشی تیرهای عمیق بتن مسلح

ابوالفضل عربزاده^۱، علیرضا رهائی^۲، رضا آقایی^۳

۱- استادیار گروه سازه دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران (مؤلف رابط)

۲- استاد دانشکده عمران دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران

۳- دانشجوی دکترای سازه دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

آدرس الکترونیکی مؤلف رابط: arabzade.a@gmail.com

خلاصه

در این مقاله یک روش جدید برای تعیین مقاومت برشی تیرهای عمیق و یک رابطه برای محاسبه ضریب کاهش مقاومت بتن بر مبنای مدل خرابائی ارائه شد. مقاومت برشی تیر عمیق ترکیبی از مقاومت ناشی از بتن و عملکرد آرماتورهای برشی فرض شد که مقاومت برشی بتن در نتیجه عملکرد خرابائی بوده و مقاومت آرماتورهای برشی نیز بصورت نیروی مقاوم عمود بر ترکها وارد می گردد، این نیرو مانع از بازشدگی ترکها شده و از اثر نرم شدگی فشاری بتن نیز می کاهد. توابع و پارامترهای مجهول با استفاده از نتایج آزمایشگاهی ۳۲۴ نمونه آزمایشگاهی و انجام آنالیز رگرسیون به دست آمدند. برای ارزیابی دقت مدل ارائه شده، نتایج آن با نتایج آزمایشگاهی و چند روش موجود از جمله روش آئین نامه های CSA, ACI مقایسه شد. بررسیهای صورت گرفته بیانگر کارآئی رضایتبخش این روش در تعیین مقاومت برشی تیرهای عمیق بتن مسلح می باشد.

واژه های کلیدی: تیر عمیق، مدل خرابائی، مقاومت برشی، آرماتورهای برشی

۱- مقدمه

بررسی رفتار تیرهای عمیق که یکی از مهمترین اعضای سازه ای بتن مسلح می باشند، موضوع تحقیق بسیاری از پژوهشگران بوده که همگی سعی در شناسائی عوامل موثر بر مقاومت برشی آنها داشته اند. از آنجائیکه شکست تیرهای عمیق در حالات مختلف بروز می نماید، محاسبه مقاومت برشی آنها از پیچیدگی خاصی برخوردار است. روابط تحلیل و طراحی تیرهای عمیق همگی مبتنی بر روشهای تجربی یا شبه تجربی می باشند که کالیبراسیون آنها نیز اغلب برای تیرهای ساخته شده با بتن کم مقاومت صورت گرفته و تعمیم آنها به بتنهای با مقاومت بالاتر نیاز به مطالعات و بررسیهای مجدد دارد [۱]. در مدل خرابائی (Strut-and-Tie) عملکرد تیر عمیق به یک مکانیسم خرابائی تبدیل شده و بارهای وارده بر تیر در طول میدان فشاری بوجود آمده از نقاط بارگذاری به تکیه گاهها منتقل می گردند. مدل خرابائی ابتدا توسط Ritter (1899) مطرح شد. سپس Morsch (1902) اصلاحاتی روی آن اعمال نمود و سرانجام Marti (1985), Rameriz (1994), Schlaich-Schäfer (1987), Mitchell-Collins (1991) و Tan (2001) و همکاران روابط مختلفی را بر مبنای این مدل ارائه نمودند. بعدها این مدل به آئین نامه های طراحی نیز راه یافته و در آئین نامه هائی چون CSA و ACI 318-02,05 بعنوان روش اصلی تحلیل و طراحی تیرهای عمیق مطرح گردید.

در مقاومت برشی تیرهای عمیق پارامترهای مختلفی نقش دارند که از جمله مهمترین آنها می توان مقاومت بتن، نسبت دهانه برشی به ارتفاع مقطع و مقدار آرماتورهای برشی جان اشاره نمود. هدف اصلی این مقاله ارائه یک روش ساده اصلاح شده بر مبنای مدل خرابائی است که در آن نقش واقعی آرماتورهای برشی نیز لحاظ می گردد. در مدل ارائه شده مقاومت تیر عمیق ترکیبی از ۲ مقاومت مستقل در نظر گرفته شد. مقاومت برشی بتن که در نتیجه عملکرد خراباگونه تیر عمیق بوده و مقاومت برشی ناشی از آرماتورهای برشی که بصورت نیروی مقاوم عمود بر سطح ترک اعمال می گردد.

برای ارزیابی دقت و کارآئی مدل ارائه شده، نتایج آزمایشگاهی ۳۲۴ نمونه تیر عمیق که قبلاً آزمایش شده بودند، با نتایج مدل ارائه شده و چند روش موجود مقایسه گردید. نتایج حاصله بیانگر کفایت و دقت مدل ارائه شده برای تعیین مقاومت برشی تیرهای عمیق در محدوده وسیعی از مقاومتهای بتن f'_c و نسبت دهانه برشی به ارتفاع مقطع $\frac{a}{d}$ بود.