

SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



عضویت در خبرنامه



فیلم های آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی



مباحث پیشرفته یادگیری عمیق؛
شبکه های توجه گرافی
(Graph Attention Networks)



کارگاه آنلاین آموزش استفاده از
وب آو ساینس



کارگاه آنلاین مقاله روزمره انگلیسی

به تاخیر انداختن شکست زودرس تیر بتن آرمه با استفاده از الیاف کامپوزیت آرامید

امیررضا اسکناتی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد نیشابور، گروه مهندسی عمران، نیشابور، ایران؛ aeskenaty@yahoo.com

چکیده

اتصال پلیمرهای مسلح شده با الیاف (FRP) ^۱ تو سب چسب اپوکسی به عنوان یک تکنولوژی مقاوم سازی پیشرفته برای تعمیر و تقویت سازه های بتن آرمه پدید آمده است. اگرچه اتصال ورق های FRP توسط لایه چسب دارای مزایای بسیاری است بیشتر حالات گسیختگی تیرهای تقویت شده با این روش به صورت ترد و با کمی (یا بدون نشانه) رخ می دهد که به این پدیده گسیختگی زودرس می گویند. شایع ترین حالت این گسیختگی های زودرس (DEBONDING) ^۲، شکافته شدن پوشش بتن و جداسازی سطح مشترک بتن و صفحه تقویتی گزارش شده اند. در این تحقیق تیرهای بتنی به روش معمول با الیاف AFRP تقویت و تحت آزمایش خمش چهار نقطه ای قرار گرفت که نتایج حاکی از ایجاد پدیده شکست زودرس بود. پیرو آن و پس از بررسی تئوریک روش جدیدتری ارائه شد که در این روش تقویت کاور تحت خمش چهار نقطه ای ادامه پیدا کرد که منجر به تعویق این پدیده در تیرهای مورد آزمایش شد.

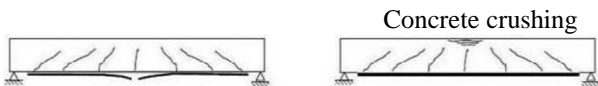
کلمات کلیدی: تقویت تیر، AFRP، شکست زودرس

مقدمه

اولین تحقیقات در زمینه تقویت خمشی تیر بتن آرمه توسط پروفیسور Meier در سال ۱۹۸۰ در آزمایشگاه مرکزی تست مصالح سوئیس انجام شد. روشهای سنتی تقویت چون استفاده از پس تیدگی خارجی، ورقه های فولادی پیوند و... هر کدام ضعفهایی در روند اجرا دارند که به کمک آنها نمی توان به مقاومت مورد نظر رسید از اینرو در دهه های اخیر تحقیقات در زمینه تقویت اعضای باربرسازه ای چون تیر با ورقه های FRP بجای ورقه های فولادی ر شد چ شمگیری داشته و به مقایسه به معایب و مزایای هر دو روش پرداخته شده است. [۱]

امروزه مواد کامپوزیت کاربرد فراوانی در تقویت سازه های بتن آرمه دارد. از ویژگی های اصلی کامپوزیت های پلیمری می توان مقاومت مناسب در برابر خوردگی، سادگی اجرا در محل نصب و سبکی آنها را بر شمرد. عامل دیگر در گسترش کاربری مصالح FRP کاهش قیمت این مصالح می باشد. شاید یک دهه قبل استفاده از کامپوزیت های FRP روش لوکس و گران قیمتی به نظر می رسید ولی اکنون قیمت این مصالح به مراتب تنزل نموده است. استفاده از این مواد به علت سهولت تهیه، سرعت نصب، امکان بهینه سازی (گزینه نوع مسلح سازی و جهت)، چند عملکردی (استحکام، سفتی، ضد خوردگی) می تواند در سازه ها مورد توجه بسیاری قرار گیرند. تقویت با (AFRP) تیرهای بتنی توسط اتصال خارجی ورق کامپوزیت استفاده از رزین اپوکسی راهی عملی و امکان پذیر بوده که به صورت گسترده مورد استفاده قرار می گیرد. لیکن ظرفیت نهائی این تیرها را نمی توان با استفاده از روش های متداول به علت نوع گسیختگی تعیین کرد. بعضی از محققین در تعیین ظرفیت نهائی این تیرها از متدهای شکست معمولی شامل گسیختگی در ناحیه فشاری و یا شکست صفحه کامپوزیت به علت افزایش

تنشهای کششی استفاده می کنند، که گاهی به صورت غیر واقعی افزایش ظرفیت باربری تیر را تا ۱۰۰٪ نسبت به حالت اولیه نشان میدهد (شکل ۱) لیکن آزمایشات متفاوت نشان میدهد این تیرها قبل از رسیدن به ظرفیت اسمی ممکن است به علت افزایش تنشهای برشی در مرز مشترک و یا لغزش صفحه کامپوزیت به گسیختگی زودرس دچار شود. نوع این گسیختگی ناگهانی و باعث کاهش ظرفیت محاسباتی اولیه می شود. تعدادی از محققین این نوع گسیختگی و روشهای تعیین ظرفیت تیر را بررسی کرده اند. در این مقاله روابط و انواع گسیختگی زودرس بررسی و پیش بینی ظرفیت تیرهای بتنی تقویت شده با ورقهای کامپوزیت با استفاده از نتایج تستهای آزمایشگاهی بررسی می گردد.



FRP rupture

شکل ۱ - شکستهای معمولی تیر بتنی تقویت شده در بار نهایی [۲]

انواع مودهای گسیختگی خمشی

۱- گسیختگی ناشی از پارگی ورقه FRP

۲- گسیختگی ناشی از خردشدگی بتن ناحیه فشاری

۳- گسیختگی برشی

مود اول اگر اتفاق افتاد تقویت خمشی ایده آل خواهیم داشت زیرا مه تنها مد گسیختگی نرم بوده بلکه از حداکثر ظرفیت خمشی تیر نیز استفاده شده است ولی مود دوم به دلیل خرد شدن ناحیه فشاری ترد می باشد. توجه شود که بر اثر تقویت خمشی ممکن است تیر دچار گسیختگی ترد برشی شود که بایستی با تقویت برشی و خمشی توأم جلوی این مد ناگهانی را گرفت.

۴- گسیختگی ناشی از عدم پیوند انتهایی ورقه:

این گسیختگی زودرس بوده و نمی گذارد تیر به ظرفیت خمشی مطلوب خود برسد. در این حالت ورقه از سطح بتن در انتهای تیر جدا می شود و این مود می تواند با گسیختگی ناشی از جدایش پوشش بتنی ترکیب شود.

۵- گسیختگی ناشی از جدایش پوشش بتنی:

این گسیختگی بر اثر بوجود آمدن ترک در محل یا نزدیکی انتهای ورقه. در اثر بالا بودن تنش برشی و نرمال در اثر قطع ناگهانی ورقه در این محل رخ می دهد. وقتی ترک در نزدیکی یا محل انتهایی ورقه بوجود می آید این ترک در سطح کششی مسلح شده به صورت افقی منتشر شده و در راستای فولادهای کششی مسلح کننده، توسعه یافته و سبب جدا شدن پوشش بتنی می شود.

۶- گسیختگی ناشی از عدم پیوند درون وجهی انتهای ورقه:

عدم پیوند بین چسب و تیر که از انتهای ورقه توسعه می یابد. دیاگرام بار- تغییر مکان این مود شبیه گسیختگی جدایش بتن است و تحقیقات نشان می دهد گسیختگی از این نوع به دلیل بالا بودن تنش نرمال و برشی در نزدیکی یا محل انتهای ورقه به گونه ای که از مقاومت تیر در ضعیف ترین

^۱ شکستگی

^۱ Fiber Reinforced Polymer

گروه اول:

B1: نمونه شاهد بوده که بدون هیچ گونه تقویت آزمایش می گردد.

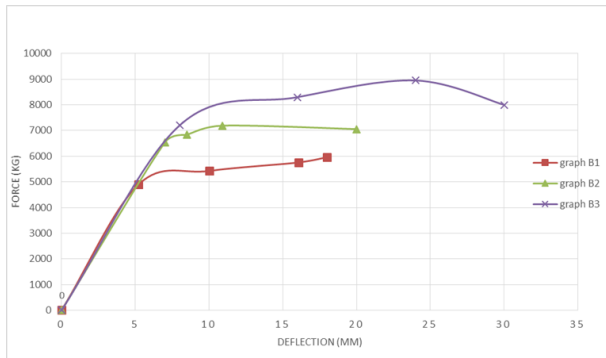
B2: نمونه ای می باشد که طبق روش معمول با یک AFRP در زیر تقویت شده است.

گروه دوم:

B3: نمونه ای است که با یک لایه تقویت به روش معمول و ادامه تقویت با ۵ میلیمتر بالاتر از پوشش بتن.



شکل ۲- تیر B1 پس از بارگذاری و نحوه شکست



نمودار ۱- نمودار بار-تغییر مکان تیرهای B1، B2 و B3

بحث بر روی نتایج

در این تحقیق سعی شده بود که شکست زودرس تیرهای بتن آرمه با استفاده الیاف AFRP به تاخیر بیفتد، که تا حدودی با موفقیت انجام گرفت. مقاومت تیرهای بتنی تقویت شده با آرامید نسبت به شیشه و کربن ضعیف تر بوده و پیشنهاد می شود با توجه به ارزان بودن و استحکام بالای ورقه از کامپوزیت کربن استفاده شود.

نتیجه گیری و دست آورد علمی صنعتی

- انتخاب متد بهتر برای تقویت خمشی تیر با توجه به انواع مودهای گسیختگی خمشی، برشی و خمشی-برشی صورت می گیرد لذا شناخت و درک صحیح این مودها و بررسی تحلیلی و ارائه روابط قابل قبول برای بهسازی و افزایش مقاومت با توجه به مود گسیختگی ضروری است.
- حتی المقدور تقویت برشی قبل از تقویت خمشی صورت گیرد یا بصورت توأم صورت گیرد تا احتمال تشکیل مود شکست ترد برشی کاهش یابد
- پیشنهاد می شود که در تیر تقویت خمشی شده برای کاهش اثرات مودهای گسیختگی موضعی از مهار انتهایی استفاده شود که تحقیقات در این زمینه محدود بوده و لزوم تحقیقات بیشتر در این زمینه بجا است.
- به طور کلی تحقیقات کمتری در مورد مودهای گسیختگی نسبت به مودهای خمشی انجام Delamination و Debonding برای قضاوت درست از مکانیزم سیستم تقویت ضروری است.

مراجع

[1] Meier, U. (1980). 'carbon fiber reinforced polymer'. Modern material bridge Engineering, struct Engrg. Int, 2(1), 7-12

بخش تیر بالاتر می باشد، به دنبال آن، یک لایه نازک بتن معمولاً به سطح ورقه بتن چسبیده و می توان گفت گسیختگی در بتن مجاور، بتن چسبیده به ورقه FRP رخ می دهد. خطر تشکیل این مود بر اثر نامرغوب بودن چسب و ناهمنازی سطح بتن تشدید می شود [۳].

۷- گسیختگی ناشی از ترکهای وسط به انضمام عدم پیوند درون وجهی:

گسیختگی عدم پیوند ممکن است در اثر ترک خمشی یا ترکیب ترک خمشی- برشی در فاصله ای دورتر از انتهای ورقه شروع شود و به سمت انتهای ورق تو سعه یابد. این نوع گسیختگی غالباً در بتن مجاور چسب رخ می دهد و می تواند به دو شکل گسیختگی ناشی از ترک خمشی میانی به انضمام عدم پیوند درون وجهی و گسیختگی ناشی از ترک خمشی- برشی میانی به انضمام عدم پیوند درون وجهی باشد و ایقن نوع گسیختگی بیشتر در تیرهای سقطحی و غیر عمیق بیشتر از گسیختگی عدم پیوند در انتهای ورقه رایج است.

۸- گسیختگی ناشی از ترک خمشی میانی به انضمام از بین رفتن چسبندگی درون وجهی:

وقتی یک ترک خمشی اصلی در بتن ایجاد می شود تنش کششی تحمل شده توسط بتن بر اثر ایجاد ترک آزاد شده و به ورقه FRP انتقال می یابد، به بیان دیگر تنش کششی درون وجهی بین ورقه FRP و بتن در نزدیکی محل ترک به صورت ناگهانی افزایش می یابد. وقتی این تنشها به مقدار بحرانی خود می رسد، عدم پیوند و چسبندگی در محل ترک آغاز شده و به سمت یکی از انتها ها که معمولاً انتهای نزدیک است پیشرفت می کند [۳].

۹- گسیختگی ناشی از ترک خمشی- برشی میانی به انضمام عدم پیوند درون وجهی:

عریض شدن ترک یک نیروی محرک برای انتشار عدم پیوند و چسبندگی می باشد. به هر حال در این حالت در فاصله عمودی بین دو سطح ترک تولید تنش غشایی روی ورقه FRP شده که به درونی بتن نیز گسترش می یابد. به نظر محققان عریض شدن ترک در این مود گسیختگی مهمتر از اثر جابجایی دو سطح ترک بر روی یکدیگر است.

مشخصات نمونه های آزمایشگاهی

پس از انتخاب سنگدانه ها و سیمان مناسب و شبکه بندی با آرماتور نمره ۸ در هر ۱۰ سانتیمتر و در پایین نمونه خاموت نمره ۱۰ به تعداد ۲ قالب بندی آن در ابعاد ۱۴۰*۲۰۰*۱۵۰ میلیمتر به تعداد ۳ اقدام به بتن ریزی نماییم. کلیه مراحل اختلاط با استفاده از آیین نامه ACI ۱۱۱ انجام می گیرد. میلگردهای انتخابی شماره ۸ از نوع AIII در فواصل ۱۰ سانتیمتری و ۲ عدد میلگرد شماره ۱۰ از نوع AIII در پایین مقطع استفاده میشود که طبق استاندارد DEN آلمان تولید شده است و انتخاب دانه بندی سیمان مورد استفاده از نوع تیپ I طبق استاندارد ASTM D ۴۲۲-۶۳ می باشد. از بتن تولید شده نمونه هایی جهت آزمایش اندازه گیری مقاومت فشاری ۷ و ۲۸ روزه گرفته شده که کلیه مراحل طبق استاندارد ASTM C ۳۳ انجام می گیرد.

پس از نگهداری تیرهای تولید شده در حوضچه آب به مدت ۲۸ روز نمونه ها طبق استاندارد ACI 440 در لایه و لایه با کاور در جهت طولی تقویت و ۱ عدد تیر به عنوان نمونه شاهد آماده می شود.

در این آزمایش تیرهای بتنی در دو گروه با جک هیدرولیکی تحت بارگذاری چهار نقطه ای در آزمایشگاه کف قوی دانشگاه فردوسی، تحت بارگذاری به صورت کنترل بار با نرخ ۱۰ کیلوگرم بر ثانیه قرار گرفته و شکسته شد.

نحوه گروه بندی نمونه ها به شرح ذیل می باشد:

دومین کنفرانس ملی زلزله، ۲۷ فروردین ۱۳۹۴، قزوین

[۲] حمید وارسته پور، "شکست زودرس تیرهای بتنی تقویت شده با صفحات کامپوزیت، معرفی انواع مدل ها و مقایسه مدل تئوری ارائه شده با نتایج آزمایشگاهی"، تحقیقات بتن، ۱۳۹۰، شماره دوم، ص ۲۹ - ۴۱

[۲] ایمان الیاسیان - پایان نامه کارشناسی ارشد سازه دانشگاه یزد بهار ۱۳۸۴ - " بررسی به روش اجزای محدود وبه صورت پارامتریک " FRP تقویت برشی تیر بتن آرمه با ورقه

SID



سرویس های
ویژه



سرویس ترجمه
تخصصی



کارگاه های
آموزشی



بلاگ
مرکز اطلاعات علمی



عضویت در
خبرنامه



فیلم های
آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی



مباحث پیشرفته یادگیری عمیق؛
شبکه های توجه گرافی
(Graph Attention Networks)



کارگاه آنلاین آموزش استفاده از
وب آوساینس



کارگاه آنلاین مقاله روزمره انگلیسی