منسوجات فنی

تأثیر ساختمان بافت حلقوی با روش دورپیچ کردن بر تقویت سازه‌های عمرانی

نسترن همتی‌نژاد | علی‌اصغر اصغریان جدی | حسین مولوی

چکیده

امروزه مقاوم‌سازی سازه‌های عمرانی که مقاومت کافی در برابر بارهای وارده را دارا نمی‌باشند، از اهمیت خاصی برخوردار است. تاکنون روش‌های متعددی برای مقاوم سازی ساختمان‌های بتنی ارائه شده است؛ یکی از این روش‌ها استفاده از پوشش‌های تقویت‌کننده با استفاده از شبکه الیاف است. در این مطالعه پارچه با بافت ریب حلقوی پودی با دو نوع نخ پلی‌استر معمولی و با استحکام بالا، با مدول کم و زیاد تولید شد. همچنین ستون‌هایی بتنی نیز ساخته شد. با دورپیچ کردن تحت کشش و بدون کشش ستون‌ها با پارچه‌های تولید شده، آزمایشات مقاومت فشاری ستون‌ها انجام گرفت.

نتایج به‌دست آمده نشان می‌دهد با افزایش مدول کششی در پارچه های حلقوی پودی با نخ پلی استر با استحکام بالا، مقاومت فشاری ستون‌های بتنی افزایش می‌یابد. همچنین با افزایش تعداد لایه‌های دورپیچ شده به دور ستون بتنی نیز مقاومت فشاری افزایش پیدا می‌کند.

۱- مقدمه

امروزه بتن و فولاد مصرف زیادی در سازه‌های ساختمانی دارند و بسته به نوع ساختمان و عملکرد سازه، سازه‌های بتنی و فولادی ساخته می‌شوند اما بتن به علت ویژگی‌های خاص و نیز در دسترس بودن مصالح آن، نسبت به بتن ارجحیت دارد. بتن یکی از پرمصرف‌ترین مصالح ساختمانی است که مقاومت کششی کم، شکل‌پذیری پایین و قابلیت جذب کم انرژی آن سبب شده تا همواره توسط یک مصالح با مقاومت کششی مطلوب تقویت گردد . استفاده از بتن در صد سال اخیر، در ساخت بناهای مسکونی و اداری، پیاده‌روها، راه‌ها و جاده ها و نیز انواع مختلف ساختمان های فنی از قبیل کارخانه‌ها، پارکینگ‌ها، متروها، فرودگاه‌ها، پل‌ها، سدها، سیلوها، سازه‌های دریایی، رآکتورهای اتمی و سازه‌های مقاوم در برابر انفجارات و زلزله، افزایش پیدا کرده است. بسیاری از سازه‌های بتن آرمه در ایران و سایر نقاط دنیا، عمری بیش از چند دهه دارند و به خاطر حوادث طبیعی از قبیل زلزله و باد یا بر اثر خستگی مصالح و یا عوامل خورنده، آسیب دیده‌اند . از آنجا که این سازه‌ها عموما اهمیت زیادی داشته و تعداد آنها نیز فراوان است، جایگزین کردن آنها با سازه‌های جدید، اکثرا فاقد توجیه اقتصادی بوده و از نظر اجرایی غیرعملی می‌باشد؛ در حالی‌که تعمیر و تقویت آنها در بیشتر موارد امری ضروری و مقرون به صرفه می‌باشد. مطالعه سازه‌های بتنی نشان می‌دهد، با توجه به عوامل متعددی مانند برخی از بارهای استثنایی (از قبیل ضربه، انفجار، یا بارهای لرزه‌ای)، افزایش بار و تغییر در تقاضای ظرفیت بار به دلیل خطای طراحی یا ساخت، افزایش کاربری یا یک تغییر کاربری سازهای، تغییر در آیین نامه‌های طراحی، و نارسایی‌های ناشی از فرسایش سازه (خوردگی میلگرد و واکنش قلیایی سنگدانه)، نیاز به تقویت و تعمیر اعضای آنها، احساس می‌شود. ستون‌ها در ساختمان‌های بتن مسلح، اهمیت بسزایی دارند، زیرا که مقاومت، سختی، شکل‌پذیری و اتلاف انرژی این اعضا در عملکرد سازه بسیار مهم هستند. یکپارچگی و ثبات یک ساختار بتنی، زمانی که آسیب دیده باشد، مشکل ساز است. اقدامات فوری برای جلوگیری از خرابی و آسیب و شکست نهایی کل سازه مورد نیاز است. برای مقابله با آسیب‌های موجود، راه‌های مختلفی وجود دارد، مثلاً کاهش عملکرد سازه، تخریب، بازسازی بخش یا کل سازه و یا جلوگیری از خرابی بیشتر با استفاده از تکنیک‌های تعمیر سریع . کارهای تحقیقاتی گذشته ثابت کرده‌اند که تعمیرات بتن آسیب‌دیده با استفاده از محصورشدگی خارجی در بازگرداندن ظرفیت حمل بار اصلی ستون های بتنی موثر است. علاوه بر این، گزارش شده است که محصوریت می‌تواند انعطاف پذیری عناصر بتنی آسیب دیده را نیز بازگرداند. این روش علاوه بر جلوگیری از کمانش آرماتورهای طولی ستون، با به تعویق انداختن جداشدگی پوسته بتنی، انهدام ستون را به تعویق می‌اندازد . در حال حاضر روش‌های مختلفی برای ترمیم سازه‌های بتنی به منظور افزایش باربری ستون‌های ساختمان‌ها وپل‌های موجود در دسترس است. در این مطالعه تأثیر یکی از این روش‌های افزایش باربری، تحت

عنوان پوشش‌های تقویت‌کننده بتن با پارچه‌های تقویت‌کننده بررسی خواهد شد. در این روش از پارچه حلقوی‌پودی با نخ پلی استر با استحکام بالادر بستری از رزین، جهت افزایش ظرفیت و باربری ستون‌ها استفاده گردید.

۲- تجربیات

۲-۱- تولید پارچه

در این بررسی پارچه حلقوی پودی با نخ پلی‌استر معمولی و با استحکام بالا، با ماشین تخت باف الکترونیکی (اشتول) با سه ابزار و گیج ۷ تولید شدند.

۲-۲- آزمایش مقاومت کششی پارچه

پارچه‌ها جهت بررسی خواص مکانیکی، توسط دستگاه Instron 5566 تحت کشش قرار گرفتند. مقاوت کششی پارچه‌های حلقوی پودی طبق استاندارد ISO ۱۳۹۳۴-۱ تعیین می‌گردد.

۲-۳- آماده‌سازی قالب‌ها

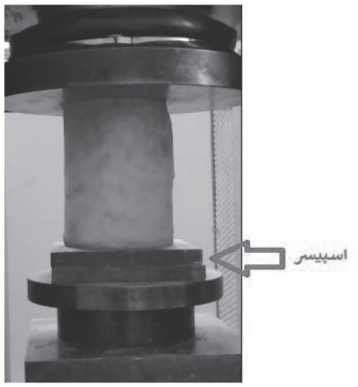
قالب‌های آزمایش با استاندارد ASTM C 470-02a، از لوله‌های پلیکا به قطر ۱۰/۵ سانتیمتر است، به طول ۲۰ سانتیمتر ساخته شدند.

۲-٤- اختلاط مواد

ابتدا مطابق با طرح اختلاط تعیین شده ، مصالح و آب توزین شد. سپس طبق استاندارد ساخت ملات ایران ISIRI 393 مصالح و آب مخلوط شد. ملات آماده شده و مخلوط شده در سه مرحله داخل قالبی که از قبل آماده شده، ریخته می‌شود. شرایط عمل‌آوری نمونه‌های استوانه‌ای در دستورکار ASTM C 192-06 آمده است. برای تعیین کیفیت واقعی سازه، از استوانه‌هایی با استاندارد ASTM C 31-03a که در معرض شرایط مشابه با سازه قرار دارند استفاده می‌شود.

۲-۵- رزین

در این آزمایش از رزین اپوکسی شرکت سازه مرکب استفاده شد. نوع رزین EPL ۱۰۱۲ و نوع سخت‌کننده EPH 112 بود. نسبت اختلاط سخت کننده به رزین بر حسب وزن ۱۲ به ۱۰۰ می‌باشد.



شکل ۱- قرارگیری نمونه‌ها بین دو فک

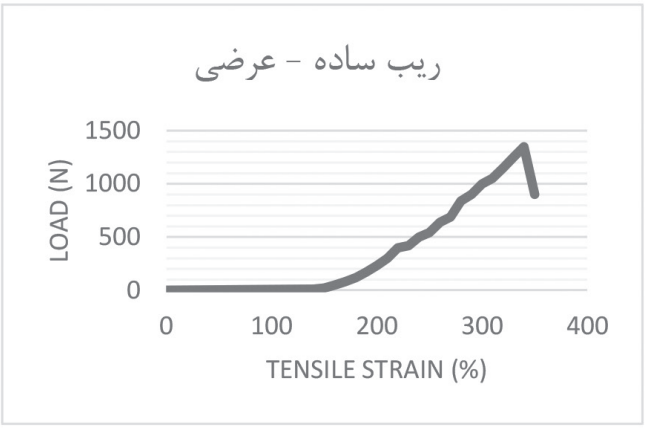
۲-٦ دورپیچی ستون ها

در این مرحله ابتدا سطح بتن را کاملا تمیز کرده به طوری که هیچ گونه برآمدگی یا فرورفتگی، گردو غبار، روغن، چسب یا هرچیز دیگری که بتواند در چسبندگی بین پارچه و بتن خللی ایجاد کند، وجود نداشته باشد. نمونه‌های ستون بتنی دورپیچی شده با بافت ریب ساده به سه حالت و بافت ریب پودگذاری شده به دو حالت دورپیچی می‌شود. دورپیچی با بافت ریب ساده تحت کشش۵۰ درصد انجام شد. پارچه‌ها بعد از اینکه به تعداد دور معین به دور ستون پیچیده شدند، به اندازهی ۵ سانتیمتر همپوشانی می‌شوند. بعد از مرحله پخت کامل رزین، حداقل ۷۲ ساعت به نمونه‌ها زمان داده تا کاملاً خشک شوند. در این آزمایش زمان خشک شدن ۷ روز به طول انجامید.

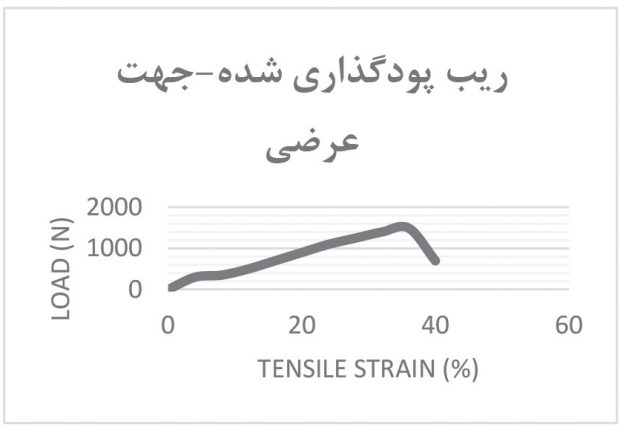
۲-۷ آزمایش مقامت فشاری

بعد از اینکه نمونه‌ها کاملا خشک شد دو سطح انتهایی نمونه‌ها باید صاف شوند. ناصافی سطوح طبق استاندارد ASTM C617-98 تعیین می‌شود. با استفاده از دستگاه پروفیل‌بر سطح ستونها تراشیده و کاملا صاف شدند . مقاومت فشاری استوانه‌ها مطابق استاندارد ASTM C 39-05 تعیین می‌شود که با دستگاه مقاومت فشاری (بتن شکن) servoteronic تمام اتوماتیک اندازه‌گیری شد.

این دستگاه با سرعت ثابت، نیروی اعمالی روی سطح ستون را افزایش می‌دهد.



شکل۲: نمودار نیرو – ازدیاد طول بافت ریب ساده پودگذاری شده



شکل ۳ : نمودار نیرو – ازدیاد طول بافت ریب

شکل ٤- نحوه شکست نمونه‌ها

تا زمانی که اولین ترک ایجاد شده را با کاهش بار ناگهانی احساس کند، آزمایش را متوقف می‌کند.

۳-نتایج آزمایشات

۳- ۱ خواص کششی پارچه

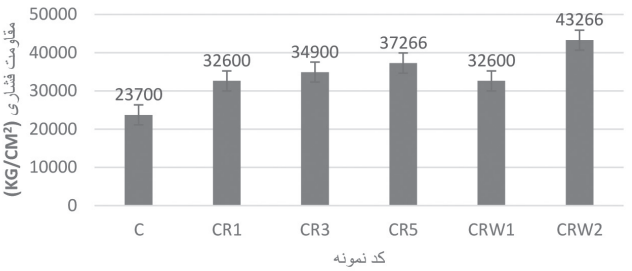
نمودار شکل ۲ و شکل ،۳ خواص کششی پارچه‌های تولید شده را نشان می‌دهد.

۳-۲مقاومت فشاری نمونه‌ها

مقاومت فشاری نمونه‌های بتنی مختلف در هر مورد ۶ تکرار انجام گرفت و نتایج برای ستون‌های بدون پوشش و با پوشش پارچه‌ای بدست آمد. از نتایج به دست آمده این طور نتیجه می‌شود که دورپیچی با یک دور پارچه، تأثیر کمتری بر افزایش باربری داشته است؛ ضمن اینکه در آزمایش شکست نیز مشخص گردید، شکست در نقاط درز عمودی پارچه، یعنی محلی که دو پارچه بر روی هم قرار گرفته اند، رخ داده است (شکل۴) و این موضوع می‌تواند به دلیل هم‌پوشانی ۵ سانتی متری پارچه بوده باشد و احتمالا نیاز به مقدار همپوشانی بیشتری است.

از برابری مقاومت فشاری دو نمونه CR1 و CRW1 نمی‌توان نتیجه گرفت که تأثیر دورپیچی پارچه تحت کشش با دورپیچی پارچه پودگذاری شده برابر باشد زیرا این برابری می‌تواند ناشی از مسئله همپوشانی و شکست از ناحیه درزی باشد اما مشاهده میشود که با افزایش تعداد لایه پیچیده شده به دور ستون، مقاومت فشاری ستون بتنی افزایش پیدا کرده است.

در ریب ساده مشاهده می‌شود که با افزایش هردو دور حدود ۲۳۰۰ کیلوگرم بر سانتی متر مربع مقاومت افزایش پیدا کرده است؛ علاوه بر این، با مقایسه نمونه CR5 و CRW2 مشاهده می‌شود که پارچه ریب پود گذاری شده نسبت به پارچه



شکل ۵- نمودار مقاومت فشاری نمونه‌های تقویت شده

ریب بدون پود، مقاومت فشاری بتن را به مقدار بیشتری افزایش می‌دهد(شکل ۵) این موضوع می‌تواند به دلیل افزایش استحکام پارچه پودگذاری شده باشد. پارچه پودگذاری شده به دلیل وجود نخ پود که در ریب به صورت تکنیک نبافت اعمال شده، از دو طرف پارچه توسط ریب نگه داشته شده است، و این امر سبب عدم کشش در پارچه و افزایش استحکام و ثبات پارچه شده است؛ در نتیجه بهتر است کشسانی پارچه تا حد امکان کمتر باشد. به طور کلی نتیجه می‌شود با افزایش تعداد لایه پارچه‌دورپیچی شده، مقاومت فشاری و ظرفیت باربری ستون بتنی افزایش یافته و هم چنین پارچه ریب پودگذاری شده در مقایسه با ریب ساده (با ۵۰ درصد کشش دورپیچی) از مقاومت بالاتری برخوردار است.

٤-نتیجه گیری

هدف این مطالعه ارائه روشی برای افزایش ظرفیت باربری ستون‌های بتنی استوانه‌ای است. براین اساس محققان تحقیقات فراوانی انجام داده و روش‌هایی را ارائه دادند. درنوآوری‌های جدید، پارچه‌های تاری-پودی جایگزین الیافی شدند که به طور منظم و یا نامنظم در بستری از رزین قرارگرفته و به دور ستون‌ها پیچیده می‌شوند. این مطالعه نیز در ادامه این تحقیقات صورت گرفته ، به بررسی تأثیر پارچه حلقوی پودی بر افزایش ظرفیت باربری این ستون‌ها می‌پردازد. در این روش پس از ساخت ۱۸ ستون‌های بتنی و بافت دو نوع بافت حلقوی پودی (با مدول کششی کم و زیاد) به دورپیچی پارچه‌ها به دور ستون‌ها پرداخته و نتایج زیر حاصل شد:

با افزایش تعداد لایه دورپیچی شده، ظرفیت باربری ستون‌های بتنی افزایش یافته است. با دورپیچی ستون‌های بتنی با پارچه تحت کشش ۵۰ درصد می‌توان ظرفیت باربری ستون‌ها را افزایش داد.

استحکام کششی پارچه‌های ریب ساده را می‌توان با عمل پودگذاری به طور قابل توجهی افزایش داد؛ درنتیجه با دورپیچی کردن ستون‌ها با پارچه پودگذاری شده، ظرفیت باربری ستون‌ها نسبت به نمونه شاهد افزایش یافته است.

در آزمایش مقاومت فشاری ستون‌ها قبل و بعد از دورپیچی این نتیجه حاصل شد که ستون‌های دورپیچ شده با بافت ریب پودگذاری شده(مدول کششی بالا) با دو لایه پارچه دورپیچ شده، بیشترین مقاومت در برابر فشار و بیشترین ظرفیت باربری را در بین نمونه‌ها داشته‌اند و ۸۸/۵۵ درصد ظرفیت باربری ستون را نسبت به نمونه شاهد افزایش داده است.

در آزمایش وزن ستونها قبل و بعد از دورپیچی در بیشترین تعداد دور(نمونه CR5 با ۵ دور دورپیچی) به طور میانگین ۱۱/۶۲درصد افزایش وزن نسبت به نمونه شاهد داشته است.

در آزمایش قطر ستون‌ها قبل و بعد از دورپیچی در بیشترین تعداد دور (نمونه CR5 با ۵ دوردورپیچی) به طور میانگین ۱۳/۳۳درصد افزایش قطر نسبت به نمونه شاهد داشته است. پارچه ریب پودگذاری شده که دو دور، دورپیچی شده و بیشترین تأثیر بر افزایش ظرفیت باربری را داشته، تنها ۷/۵۲ درصد افزایش وزن و ۸/۵۷ درصد افزایش قطر نسبت به نمونه شاهد داشته است.