



ارائه شده توسط:

سایت ترجمه فا

مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده

از نشریات معتبر

پاسخ چرخه ای از تیر های بتنی مقاوم نسبت به تکانه که با تزریق اپوکسی، تقویت شده

است

چکیده

این مقاله نتایج یک تست چرخه ای شبه ایستا را نشان میدهد که بر روی تیر های خاص بتنی مقاوم در برابر تکانه در مرکز مهندسی زلزله در UET Peshawar را نشان میدهد که برای بررسی کارایی تکنیک های تعمیر متداول در بازیابی مقاومت و ظرفیت سفتی تیر های RC آسیب دیده، انجام شده است. این تیر ها نخست در حالت پایه ای تحت تست قرار گرفته و تحت پروتکل های بارگذاری استاندارد با دامنه ی افزایشی چرخه های جابجایی، قرار گرفتند. وضعیت آسیب نهایی تیر ها نیز شامل ترک های شدید و خرد شدن پوشش بتنی بود. این ترک ها با تزریق اپوکسی با گرانیوی پایین ترمیم شد و بتن های خرد شده نیز با استفاده از دوغاب با مقاومت اولیه، تعمیر شد. این نمونه های تعمیر شده تحت پروتکل های بارگذاری مشابه قرار گرفتند تا کارایی تکنیک های تعمیر مورد استفاده، بررسی شود. مشاهده شد که تزریق اپوکسی برای بازیابی سفتی تیر ها، به دلیل لغزش میله ها و گسترش غیر الاستیک میله های طولی در انتهای تکیه گاه، مناسب نمیباشد.

۱. مقدمه

قوانین طراحی لرزشی جدید، ساختمان ها را به هدف اجتناب از سقوط و حفظ جان انسان ها طراحی میکند. ساختار ها برای نیرو های لرزشی طراحی شده اند که به صورت محسوسی کمتر از نیرو های سطح طراحی هستند و ازین رو، در معرض آسیب در طول زمین لرزه های مبنای طراحی میباشد. قاب های ویژه ی بتنی مقاوم در برابر تکانه بر اساس اصول طراحی ظرفیت، طراحی میشود؛ که بیان میکند که آسیب باید متمرکز در قسمت های مشخصی از تیر باشد، که معمولا به آن قسمت ها لولا های پلاستیک گفته میشود. این لولا های پلاستیک در انتهای تیر ها قرار دارند و باید برای پاسخ دادن به حالت های تغییر شکل مناسب و دقیق ساخته شود تا حالت های شکننده مانند برش در آن اتفاق نیفتد. این فلسفه موجب شکل گیری مبنای تقریبا تمام قوانین طراحی لرزشی میباشد. اما، موضوع قابلیت تعمیر سازه

های بتنی تقویت شده، بعد از این که تحت زمین لرزه قرار گرفتند، به ندرت مورد بررسی قرار گرفته است. عملکرد قاب های بتنی مقاوم نسبت به زمین لرزه، که بر اساس قوانین مدرن طراحی شده است، در زلزله ی اخیر Christchurch قابل قبول بود اما موضوع قابلیت تعمیر اجزای بتنی تقویت شده را مطرح کرد. تعداد زیادی از قاب های بتنی تقویت شده ی آسیب دیده به دلیل کمبود شواهد آزمایشی برای توجیه استفاده از تکنیک های تعمیر متداول در بازبایی ظرفیت ساختار های بتنی تقویت شده ی آسیب دیده، از بین رفتند.

این مقاله به بررسی موضوع قابلیت تعمیر سازه های بتنی تقویت شده از طریق یک برنامه ی آزمایشی، میپردازد. به دلیل این که افزایش شایعی در ساختار قاب های بتنی تقویت شده در اطراف جهان وجود دارد، موضوع قابلیت تعمیر تیر های بتنی تقویت شده برای مسئولین و قوانین طراحی و مهندس های طراحی، اهمیت ویژه ای پیدا کرده است. برای دست یابی به این مهم، باید برنامه های آزمایشی انجام میشد تا در مورد روش های مورد استفاده از پاکستان در چندین سال اخیر، کارایی تکنیک های طراحی را مشخص کرده و مشکلات مرتبط با آن ها را پیدا کرد. تست های چرخه ای نیمه ایستا همانطور که توسط احمد و همکارانش توصیه شده است، بر روی یک تیر ویژه ی مقاوم در برابر تکانه بررسی شده است تا کارایی تزریق اپوکسی و دوغاب برای تقویت سفتی و مقاومت تیر های آسیب دیده، مشخص شود. تکنیک های تعمیر با استفاده از تزریق اپوکسی در این جا مورد بررسی قرار گرفته است زیرا استفاده از این روش آسان بوده و در صنعت محلی در پاکستان به صورت گسترده در زمینه ی بازتوانی ساختمان ها، مورد استفاده قرار میگیرد.

۲. مروری بر مقالات

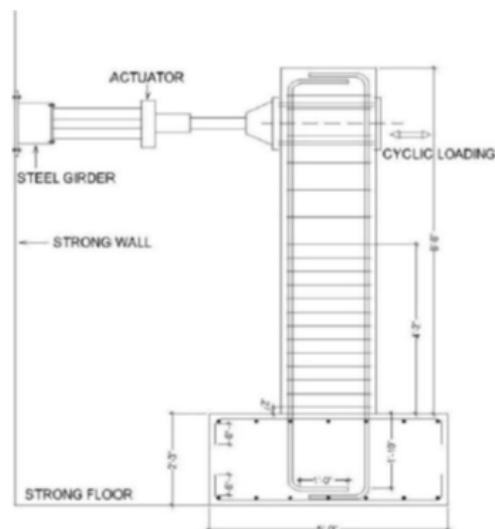
Popov و همکارانش، تیر های بتنی تقویت شده با پایانه ی کوتاه را به صورت تمام مقیاس، و یک اتصال تیر – ستون داخلی را به صورت نیم مقیاس بررسی کردند که این ترکیب نشان دهنده ی قاب بندی طبقه ی سوم در یک قاب ۲۰ طبقه ای مقاوم در برابر تکانه ی RC بود. دو طرح تعمیر در این مطالعه مورد بررسی قرار گرفته بود، یعنی تعمیر با رزین اپوکسی و بتن مبتنی بر وضعیت آسیب تیر ها. مشاهده شد که عملکرد تیر های تعمیر شده با رزین اپوکسی

قابل قبول بود اما به دلیل اتصال، اندکی از سفتی خودش را از دست داده بود. علاوه بر این، جایگزین کردن بتن هایی که به شدت آسیب دیده بودند با استفاده از بتن تازه نیز، راه حل خوبی به نظر می آمد.

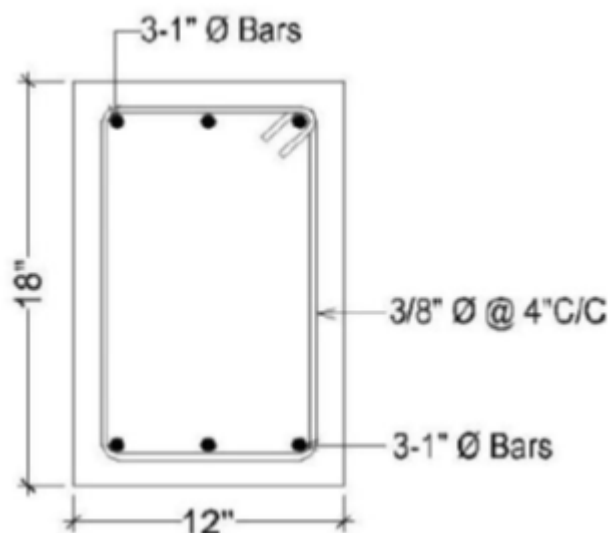
Coarzao و Durrani یک بررسی آزمایشی دقیق را در مورد دسته بندی های بتنی که تحت بار گذاری های چرخه ای نیمه ایستا قرار گرفته بودند را مورد بررسی قرار دادند. یک تعداد کلی از سر و هم بندی های بتنی به تعداد ۱۱ المان مورد بررسی قرار گرفت که این قسمت شامل ۵ اتصال تیر-ستون خارجی و ۶ قاب دو حفره ای، بود. تکنیک های تعمیر مختلف مبتنی بر نوع و شدت آسیب ها در این شرایط مورد بررسی قرار گرفت. مشخص شد که تزریق اپوکسی برای تعمیر ترک های ایجاد شده در تیر ها و بتن ها مناسب است و کارایی آن در اتصال های تیر - ستون مبتنی بر کیفیت کار میباشد. در مورد آسیب های شدید، مانند آسیب به هسته ی بتن، مقاومت را میتوان به صورت محسوس با تعویض بتن، بهبود داد. بسته بندی هایی تقویتی و اضافه کردن المان های فولاد خارجی نیز میتواند روش های مناسبی برای تقویت مقاومت و سفتی باشد.

۳. کار های آزمایشی

ابعاد سطح مقطع تیر های مورد بررسی ۱۸ in. x ۱۲in. با طول ۹۶ in میباشد. این تیر دارای میله های ۳-۸ در بالا و لایه ی پایینی بوده است که یک نسبت تقویت طولی ۱٫۲۶٪ را ایجاد میکند. تقویت عرضی نیز بر اساس الزامات محدودیت ACI-۳۱۸ برای تیر ها ایجاد شده است.



شکل ۱ .



شکل ۲.

۳،۱ مواد

۳،۱،۱ فولاد

تقویت های طولی و رکابی شامل میله های درجه ۶۰ ASTM-A۶۱۵ بود. کوپن های فولاد در حالت تنش برای میله های ۸ و ۳ بررسی شدند تا مقاومت عملکردی آن ها سنجیده شود. جزییات تست ها در جدول ۱ نشان داده شده است.

Table 1: Reinforcement Steel Tensile Test Results

S. No	Nominal Dia	Yield Strength (Psi)	Ultimate Strength (Psi)
1	1.000	66140	91846
2	1.000	69837	95056
3	1.000	64612	89985
7	0.375	77939	107313
8	0.375	67006	92291
9	0.375	71171	99639

جدول ۱.

بتن با وزن عادی با مقاومت 3000 psi برای تمام تیرها مورد استفاده قرار گرفته است. نسبت طراحی ترکیب بتن به صورت $1:2.13:3.61$ با یک نسبت آب به سیمان 0.57 مورد استفاده قرار گرفته است. سیلندرهای استاندارد با اندازه 12 اینچ ارتفاع و 6 اینچ قطر نیز تحت بارهای فشرده‌گی قرار گرفته است تا این ترکیب برای طراحی تایید شود. نتایج تست‌های فشرده‌گی بر روی سیلندرها نیز در جدول زیر ارائه شده است.

Table 2: Concrete Compression Test Results

Specimen ID	Age of Concrete (days)	Concrete Compressive Strength, f_c' (psi)
28-1	28	3282.22
28-2	28	3204.25
28-3	28	3492.72

جدول ۲.

۴. ساختار نمونه‌ها و نصب آن‌ها

این نمونه‌ها با استفاده از حالت کاری تخته سه لا قالب‌گیری شده و به مدت چهارده روز فرآوری شده است. این تیرها از یک بلوکه لنگری خارج شده و بر روی آن تکیه دارند که به به طبقه‌ی قوی آزمایشگاه، با استفاده از مهره‌ها متصل شده است. شکل ۳ نشان دهنده‌ی بار جانبی اعمال شده در بعضی از فاصله‌ها از قسمت آزاد تیر با استفاده از فعال‌کننده‌ی هیدرولیک کنترل شده به صورت دستی، میباشد. این فعال‌کننده با استفاده از یک ترکیب لولا به تیر متصل شده است تا امکان چرخش فعال ساز، مشابه شکل ۳، وجود داشته باشد.



Figure 3: Specimen Construction & Setup, adopted from Ahmad et al. (2016)

شکل ۳ .

۵. پیشینه بارگذاری

پروتکل های بارگذاری مورد استفاده شامل یک سری از چرخه های جابجایی با سه چرخه در هر افزایش جابجایی میباشند. نقطه ی کنترل برای دامنه ی جابجایی ها، نقطه ی استفاده از بار توسط فعال ساز میباشد.

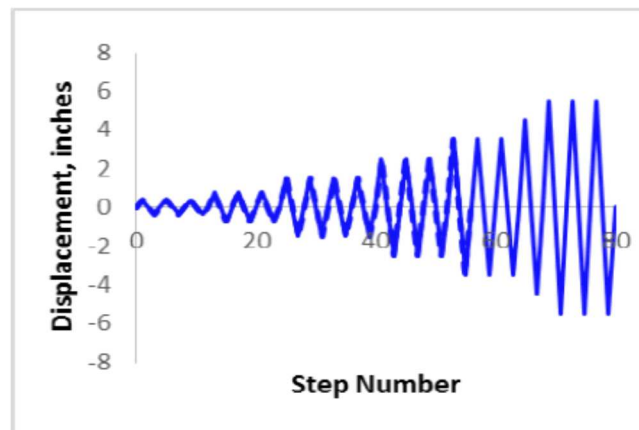


Figure 4: Loading Protocol for Testing, adopted from Ahmad et al. (2016)

شکل ۴ .

۶. نتایج تست ها

۶,۱ توصیف آسیب و پاسخ های هیستریزیس

این نمونه ها با یک جابجایی ۰,۳۷۵ اینچی، نخست تحت بارگذاری قرار گرفتند. ترک های انعطافی با عمق کامل در قسمت بالایی تیر ها در فاصله ی ۱۸ اینچی ایجاد شد ، در حالی که ترک های انعطافی در قسمت پایین، در فاصله ی ۱۶ اینچی ایجاد شد. هیچ ترکی در قسمت های شرقی یا غربی در این جابجایی، ایجاد نشد. در دامنه ی جابجایی ۰,۷۵ اینچ، هیچ ترک جدیدی در هیچ قسمتی از این تیر ایجاد نشد. با افزایش بیشتر در جابجایی ها به مقدار ۱,۵ اینچ، ترک های انعطافی جدیدی در قسمت پایینی این تیر ایجاد شد. یک ترک انعطافی نیز در قسمت بالایی در فاصله ی ۲۷ اینچی ایجاد شد در حالی که ترک های قطری کوچکی نیز در قسمت غربی تیر ایجاد شد. یک توزیع گسترده از ترک ها در طول چرخه های جابجایی ۲,۵ اینچی دیده شد که ترک هایی در قسمت شمالی و جنوبی تا ارتفاع ۵۴ اینچ دیده میشد. ترک های قطری عمق کامل در قسمت های شرقی و غربی تیر ها که تعداد آن ها در جابجایی ۳,۵ اینچ افزایش یافته است، دیده میشد. ترک های جدید حداقل نیز تا زمانی که جابجایی به ۵,۵ اینچ رسید، دیده شد.



Figure 5: Specimen Damage Patterns



Figure 7: Epoxy Injection and Patching of Spalled Concrete

شکل ۵ . شکل ۷.

خرد شدن بتن نیز در قسمت های بالایی و پایینی در زمان شروع جابجایی به مقدار ۴,۵ اینچ ایجاد شد که در چرخه های جابجایی نهایی به مقدار ۵,۵ اینچ این خرد شدگی ها افزایش یافت تا زمانی که میله های تقویتی در قسمت بالایی

قابل مشاهده بودند. این نمونه دیگر قابلیت جابجایی نداشت زیرا بیشترین ضربه ی جک هیدرولیک ۶ اینچ بود. پاسخ های هیستریزیس نیز در تکان های قوی به صورت محسوس دیده میشد که به دلیل لغزش میله های طولی ایجاد شده بود. هیچ افت مقاومت در پاسخ های هیستریزیس دیده نشد که این موضوع به این دلیل بود که نمونه ها تا زمان شکست، مطابق شکل ۶، مورد بررسی قرار نگرفته بودند.

۷. تعمیر آسیب ها

مهم ترین هدف انجام این تست ها بررسی قابلیت تعمیر تیر های بتنی تقویت شده در اثر آسیب های لرزشی میباشد. به دلیل این که این نمونه ها نتوانستند آسیب های بیشتری بعد از خرد شدن بتن را تحمل کنند، ازین رو تکنیک های تعمیر مورد استفاده ، تزریق اپوکسی در ترک ها و ایجاد اتصال در قسمت های خرد شده ی بتن بود. اپوکسی مورد استفاده از نوع اپوکسی تزریقی با گران روی کم بود. اتصال قطعه های بتن نیز با استفاده از دوغاب با مقاومت اولیه بدون کاهش حجم، انجام شد.

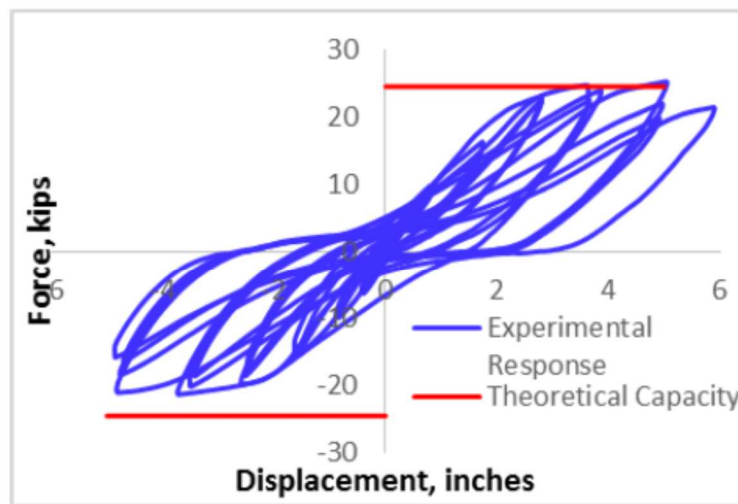


Figure 6: Hysteretic Response

شکل ۶.

۸. توصیف آسیب و پاسخ های هیستریزیس

پاسخ های نمونه های تعمیر شده قابل قبول نبود. این تیر ها افت زیادی از نظر مقاومت داشته و پاسخ های شدید ضربه ای هیستریزیس آن ها به دلیل کاهش سفتی، در شکل ۸ قابل مشاهده است.



این مقاله، از سری مقالات ترجمه شده رایگان سایت ترجمه فا میباشد که با فرمت PDF در اختیار شما عزیزان قرار گرفته است. در صورت تمایل میتوانید با کلیک بر روی دکمه های زیر از سایر مقالات نیز استفاده نمایید:

لیست مقالات ترجمه شده ✓

لیست مقالات ترجمه شده رایگان ✓

لیست جدیدترین مقالات انگلیسی ISI ✓

سایت ترجمه فا ؛ مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده از نشریات معتبر خارجی

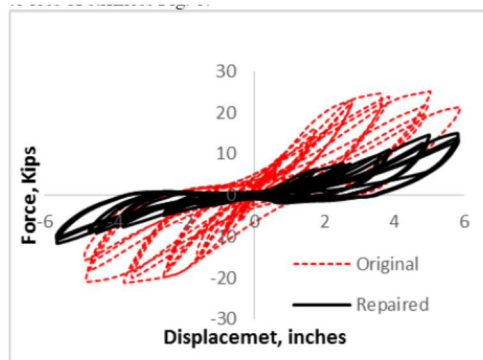


Figure 8: Comparison of Original & Repaired Response of Specimen

شکل ۸ .

دلیل پشت این عملکرد، چرخش پایانه های ثابت سطح مشترک بین تیر و بلوک لنگری میباشد قسمت باز این سطح مشترک با استفاده از اپوکسی پر شده است که این ماده نمیتواند سفتی اصلی تیر ها را ایجاد کند که همین موضوع موجب میشود تیر نتواند مقاومت اولیه ی خودش را به دست بیاورد. کارایی تزریق اپوکسی در رفع ترک ها را نمیتوان مورد مطالعه قرار داد زیرا تیر ها نمیتوانند بارگذاری اولیه را، که آن ترک ها را ایجاد کرده است، تحمل کنند.

۹. جمع بندی

آسیب های ایجاد شده بر روی نمونه های تست شامل ترک، خرد شدن و چرخش قسمت های ثابت بود که به دلیل لغزش و گسترش غیر الاستیک میله های طولی ایجاد شده بود. این ترک ها در لولا های پلاستیک و در قسمت مشترک (به دلیل چرخش پایانه ی ثابت)، هر دو تحت تزریق اپوکسی با گران روی پایین قرار گرفتند تا کارایی های قبلی تیر بازیابی شود. اما مشاهده شد که مقاومت و سفتی تیر ها، بازیابی نشد.

ازین رو، نتیجه گیری این مقاله به این صورت است که تعمیر تیر های تقویت شده ی بتنی، که پایانه های ثابت آن ها دچار چرخش شده است، تنها با پر کردن ترک های قسمت مشترک با اپوکسی کافی نخواهد بود. کاهش شدید مقاومت و سفتی به دلیل چرخش پایانه ی ثابت همچنین موجب میشود که تعمیر آسیب ها به روش بیان شده، بی فایده شود.

۱۰. پیشنهادات

تکنیک تزریق اپوکسی باید همچنین با دیگر تکنیک ها، مانند بسته بندی های تقویتی، صفحه های پلیمری با فیبر های تقویتی، و غیره که میتوانند موجب افزایش سفتی و مقاومت تیر ها شود نیز مورد بررسی قرار بگیرد.