



ارائه شده توسط:

سایت ترجمه فا

مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده

از نشریات معتبر

تقویت پل های بتنی تقویت شده با استفاده از ترکیب های سیمان پلی اورتان (PUC)

چکیده

این مقاله یک ماده ی جدید، یعنی ترکیب های سیمان پلی اورتان (PUC) را برای تقویت کردن یک پل تقویت شده ی 29 ساله با تیر های T شکر در هاربین چین را توصیف میکند. ترکیب های سیمان های پلی اورتان (PUC) با مواد خام پلی اورتان و سیمان ترکیب میشود. این تکنیک با ریختن ترکیب های سیمان پلی اورتان (PUC) در قالب، به دست می آید. ظرفیت تحمل نهایی این پل بعد از تقویت کردن، بر اساس نظریه ی ساختار بتن مورد بررسی قرار میگیرد. توانایی انعطافی این پل با تیر های T بتنی که با استفاده از ترکیب های سیمان پلی اورتان تقویت شده است (PUC) با استفاده از مقاومت انعطافی طراحی ترکیب های سیمان پلی اورتان (PUC) کمتر میشود. مهم ترین روند ساختاری در این روش معرفی میشود که شامل فرآوری های سیمان سطحی، نصب کردن قاب جدید و ریختن سیمان ها میباشد. برای ارزیابی انعطاف روش های مقاومت، تست های بار قبل و بعد از تقویت انجام میشود. نتایج کرنش های بتنی و انحراف، نشان میدهد که ظرفیت پل تعمیر شده ، شامل مقاومت خمشی و میزان سفتی آن، بهبود پیدا کرده است. اندازه گیری های مرتبط با ترک ها ، نشان میدهد که این روش میتواند موجب افزایش تحمل پل شود. ازین رو، این تکنیک تقویت شده با استفاده از ترکیب های سیمان پلی اورتان (PUC) قابل اجرا میباشد و احتمال زیاد این روش موجب میشود که محدودیت های باری پل از بین برود.

1. مقدمه

اخیرا، بسیاری از قسمت های پشتیبانی ساختار های حمل و نقل، تحت تقویت ها و یا تعمیر های شدید برای تحمل بار گرفته اند که این موضوع به دلیل بار، سایش میله های فولادی و کهنه شدن بتن ها میشود. آخرین تحقیقات در این زمینه نشان میدهد که تقویت و هزینه های تعمیر برای پل ها، به خصوص آن هایی که در معرض محیط های نا مناسب قرار دارند، به صورت تدریجی در دهه های اخیر افزایش پیدا کرده است.

برای بهبود توانایی کاری پل های بتنی، تکنیک های بسیاری در تقویت این بتن ها مورد استفاده قرار گرفته است. رایج ترین روش ها برای تقویت تیر ها، استفاده از پلیمر های تقویت شده از جنس فیبر کربن (CFRP)، صفحه های فولادی، تقویت های پیش تنش و دیگر روش ها میباشد که این روش ها به صورت گسترده در حال حاضر مورد استفاده قرار میگیرد. مواد CFRP دارای عملکرد ساختاری مناسبی میباشند. اما، این مواد مشکلات خودشان را هم دارد. مهم ترین مشکل این مواد، هزینه ی بالای آن ها میباشد. صفحه های فولادی اتصالی نیز ضعف هایی دارند که به دلیل اتصال های ضعیف در اثر سایش فولاد، افزایش بار وزن مرده و مشکلات تطبیق با مشخصات سطحی بتن، ایجاد میشود. تمرکز تنش ممکن است در قسمت انتهایی تیر ها برای روش تقویت پیش تنش خارجی ایجاد شود که به صورت نامطلوب بر روی تیر ها تاثیر دارد.

معرفی مواد ساخت و ساز جدید مانند سیمان های پلی اورتان (PUC) در مهندسی عمران میتواند راه حمل پتانسیل برای این مشکلات باشد. PUC یک نوع از ترکیب مواد متشکل از مواد خام پلی اورتان است که با سیمان ترکیب میشود. پلی اورتان یک پلیمر با عملکرد بالای الاستیک است که در اصل مبتنی بر ترکیب های شیمیایی پلی ایزوسیانات و پلیول پلی استر میباشد. گستره ی سفتی PU از 10 تا 100 (IRHD) متغیر است و عملکرد جذب سایش، مقاومت نسبت به سایش، سفتی و چسبندگی خوبی دارد. PUC دارای فوایدی از جمله کیفیت سبک، مقاومت محسوس در فشردگی و خمش میباشد. PUC دارای ویژگی های اتصالی و چسبندگی بسیار خوبی با مواد بتنی میباشد و نیازی به ماده ی چسبنده ی اضافه برای تقویت تیر ها ندارد.

PUC به صورت موفق در تقویت شبکه های تیر های T شکل مورد استفاده قرار گرفته است و این موضوع در آزمایش های جامع نیز تایید شده است. Haleem گزارش داده است که 10 تیر را استفاده از PUC تحت شرایط باری مختلف تقویت شده است و نتایج نشان میدهد که ظرفیت تحمل این تیر ها به صورت محسوس افزایش پیدا کرده است. Nguyen گزارش داده است که شش ستون کوتاه تقویت شده با استفاده از پودر پلی اورتان (PUFA) با ضخامت های مختلف تحت آزمایش قرار گرفته است و نتایج نشان داد که این ماده میتواند به صورت محسوس موجب بهبود ظرفیت تحمل بار و انعطاف ستون ها شود. در هر صورت، این پروژه های تحقیقاتی با مقیاس آزمایشی انجام

شده و تحلیل ها نیز در همین سطح معتبر میباشد. اعمال کردن و به دست آوردن نتایج کاربردی در مهندسی امری ضروری میباشد.

این مطالعه مواد PUC استفاده شده برای تقویت یک پل با تیر های T شکل 29 ساله ، شامل طراحی، کاربرد های میدانی، تست و تحلیل میدانی را نشان میدهد.

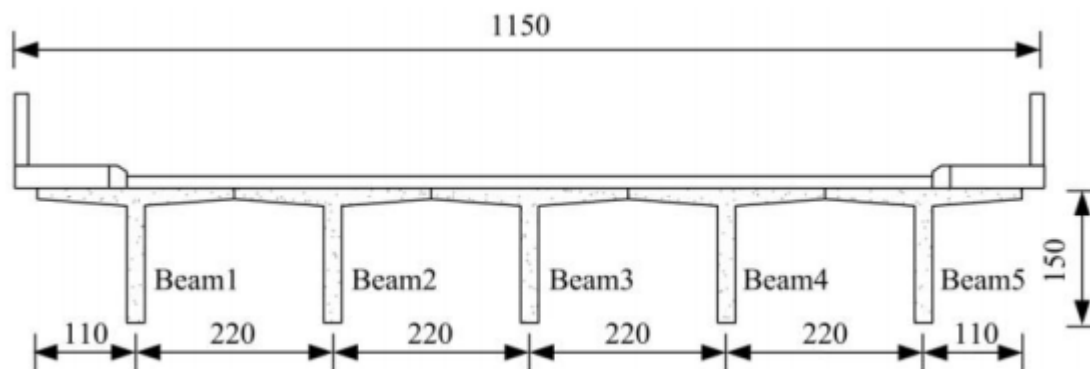
2. طراحی و تحلیل

2.1 توصیف پل

شکل 1 نشان دهنده ی دید جانبی پل یو لیانگ در هاربین چین میباشد. این پل در سال 1989 ایجاد شده است. این پل به صورت میانگین بار ترافیک 800 وسیله ی نقلیه را تحمل میکند. این سازه شامل سه بخش است که به صورت ساده توسط دهانه های 20.0m پشتیبانی میشود. پشتیبانی های مرکزی نیز شامل ترکیب های بتنی تقویت شده میباشد که هر کدام از آن ها توسط ستون های دایره ای شکل ، پشتیبانی میشود. عرض کلی نیز 11.5 متر بوده و عرض مسیر رانندگی نیز 9.0 متر میباشد. این پل دارای دو لاین ترافیک در هر جهت میباشد. این سازه شامل 5 تیر RC پیش ساخته میباشد که یک دهانه با عرض 2.2 متر را پشتیبانی میکند که در شکل 2 نشان داده شده است.



شکل 1



شکل 2

این پل دارای درجات مختلفی از آسیب است که در اثر گذشت زمان، بار زیاد، ترافیک و محیط زیست ایجاد شده است. در طول ارزیابی های معمولی، نفوذ نمک در سازه های این پل مشاهده شده است. بسیاری از تیر ها توسط بتن های درخشان به صورت گسترده پوشش یافته است. ترک های عمودی بسیاری در انتهای این تیر بر روی قسمت میانی ظاهر شده است. فضای این ترک ها از 15 تا 20 سانتی متر متغیر می باشد. ترک های جدی در قسمت لبه ی تیر ها ایجاد شده است، زیرا آب از ترک های قسمت پیاده رو بر روی پایداری تیر آهن ها تاثیر گذاشته است. تقویت این سازه به این دلیل انتخاب شده است که صاحب این پل قبول نکرد تا این پل را تعویض کرده و یا بار ترافیکی آن را کاهش دهد. روش تقویت PUC بر اساس کاربرد آن ، به عنوان روشی با کم ترین تغییر در ترافیک و عملی ترین روش، استفاده شده است.

2.2 مشخصه مواد

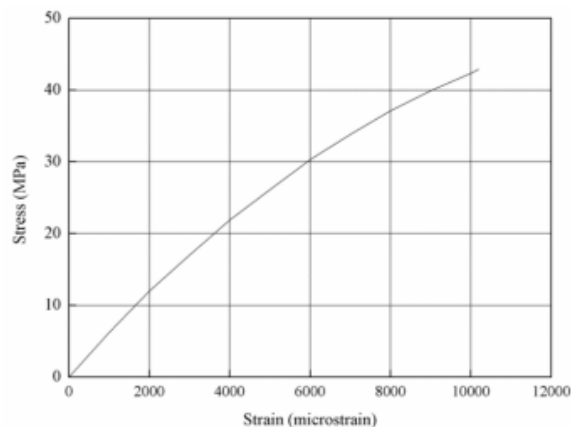
در به دست آوردن ویژگی های عالی مکانیکی، PUC با تراکمی بیشتر از $1,400\text{kg/m}^3$ مورد استفاده قرار گرفته است تا بتوان تیر ها را تقویت کرد. در روند های بار گذاری انعطافی، همین تراکم از PUC میتواند منحنی های تنش - کرنش الاستیک مشابه را، قبل از این که مواد آسیب ببینند، نشان دهد. PUC بعد از ترکیب در شکل 3 نشان داده شده است. تراکم PUC ترکیب شده در این سازه، به مقدار $1,458\text{ kg/m}^3$ میباشد. فر آوری های تنش - کرنش در PUC در قسمت سازه، در شکل 4 نشان داده شده است. مقاومت نهایی انعطافی (f_{bu})، به مقدار 42.3 MPa میباشد.

مقاومت های انعطافی طراحی (f_{bu}) ، به مقدار $\frac{3}{4}$ مقاومت انعطافی نهایی طراحی شده است و کرنش متناظر آن نیز تحت مقاومت طراحی انعطافی، 0.006 میباشد. مدول های حداقل الاستیسیته (E_{pd}) به مقدار 5MPa میباشد. جدول 1 نشان دهنده ی ویژگی های PUC میباشد.

ویژگی هیا اصلی مانند مقاومت فشردگی بتن و مقاومت نهایی فولاد نیز در این قسمت در نظر گرفته شده است زیرا صاحب این پل راضی به هسته گذاری پل برای به دست آوردن مقاومت مواد از تیر آهن های پل در محل کار ، نشد. این ویژگی های اصلی f_{fs} به صورت JTJ023-85 برای پل با این سن در نظر گرفته میشود زیرا هیچ نمونه ای را نمیتوان در محل به دست آورد. مقاومت فشردگی بتن، مدول های الاستیک بتن و مقاومت عملکردی فولاد و مدول های الاستیک میلگرد های فولادی در جدول 1 لیست شده است.



شکل 3



شکل 4

Material	Property	Value
PUC	f_{pu} (MPa)	42.3
	f_{pd} (MPa)	31.7
	E_{pu} (GPa)	5.0
Concrete	f_c (MPa)	30
	E_c (GPa)	30
Steel	f_s (MPa)	335
	E_s (GPa)	200

جدول 1

2.3 تحلیل مقاومت

نتایج تحقیقات و ارزیابی ها نشان میدهد که توانایی خدمات این پل ، از نظر ترک ها، سایش و لرزش مناسب نمیباشد. علاوه بر این، صاحب این پل خواسته است تا کار های مرتبط با تقویت را با کمترین مشکل در ترافیک انجام شود. از این رو ، مقاوم سازی پل با تیر های T شکل RC ، با PUC طراحی شده است. ظرفیت تحمل خمش تیز ها از طریق این فرض که بخش صفحه ای به تا زمانی که شکست ایجاد شود صاف باقی میماند، مورد ارزیابی قرار گرفته است . ظرفیت های تحمل این پل نیز بر اساس تعادل نیرو و ظرفیت کرنش تا زمان شکست ارزیابی شده است که در شکل 5 نشان داده شده است.

شکست تیر های T شکل RC مقاوم شده با PUC ، در خمش تیر ها ایجاد شده بود که به دلیل عملکرد اتصالی قوی بین مواد PUC و بتن بود. ظرفیت انعطافی اعضای تقویت شده با PUC مبتنی بر مشکلات بتن و یا مقاومت انعطافی طراحی مواد PUC بود. دو نوع از حالت های شکست برای تیر های RC تقویت شده با PUC وجود دارد که بر اساس شکل 5 و فرض صفحه ، مشخص میشود.

بر اساس ظرفیت کرنش، کرنش تیر های فولادی ϵ_s را میتوان به صورت زیر نشان داد :

$$\epsilon_s = \frac{h_s - x_c}{h_p - x_c} \epsilon_p \quad (1)$$

که در این قسمت h_s نشان دهنده ی عمق از مرکز میله های فولادی تا بالای بخش مقطع T شکل، h_p نشان دهنده ی عمق از مرکز بخش PUC تا قسمت مقطع T شکل، x_c نشان دهنده ی عمق محور های خنثی و ϵ_p نیز نشان دهنده ی کرنش از مرکز بخش PUC میباشد. زمانی که بتن دچار خرد شدگی میشود، کرنش فشرده گی نهایی بتن به مقدار 0.003 در نظر گرفته میشود و میله ی فولادی نیز هنوز در حالت عملکردی خودش قرار دارد.

بر اساس سازگاری کرنش، کرنش مرکز بخش PUC را میتوان به صورت زیر نشان داد

$$\epsilon_p = \frac{h_p - x_c}{x} \epsilon_{cu} \quad (2)$$

مواد PUC به صورت مواد تقریباً خطی در نظر گرفته میشود و تنش مواد PUC را میتوان با استفاده از فرمول زیر محاسبه میشود :

$$\sigma_p = E_{ps} \epsilon_p \quad (3)$$

معادله ی استاندارد تعادل نیز در معادله ی 4 نشان داده شده است

$$\alpha_1 f_c b_f x = f_y A_s + \sigma_p A_p \quad (4)$$

که $x = 0.8x_c$ ، α_1 ، A_s نشان دهنده ی مساحت میله ی فولادی، f_y نشان دهنده ی کرنش عملکردی میله های فولادی و ϵ_s نشان دهنده ی کرنش میله های فولادی میباشد. ϵ_s را میتوان از ترکیب معادله های 1 تا 4 به دست آورد و ϵ_s فراتر از کرنش مجاز میلگرد های فولادی میباشد که بر اساس قوانین طراحی سازه های بتنی، این مقدار مجاز 0.01 میباشد. ازین رو، شکست تیر ها تحت کنترل خرد شدگی بتن نمیباشد.

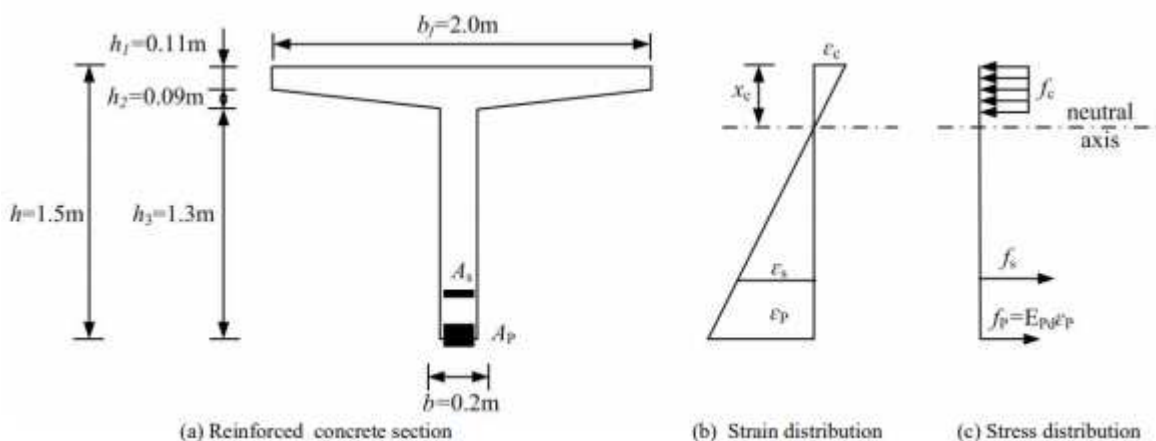
کرنش PUC حدود 0.006 در زمانی میباشد که مقاومت انعطافی مواد PUC مطابق با مقاومت طراحی انعطافی میباشد. کرنش های میله های فولادی بیشتر از کرنش عملکردی بوده و بر اساس سازگاری کرنش، از 0.01 کمتر میباشد.

$$\alpha_1 f_c b_f x = f_y A_s + f_{Pd} A_P \quad (5)$$

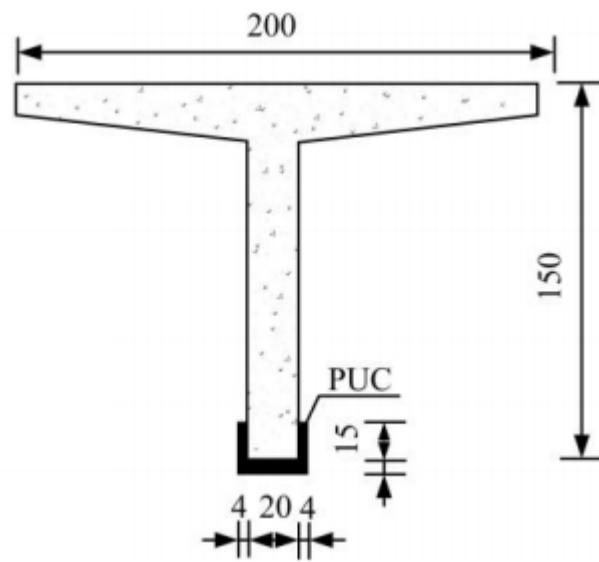
$$M_u = f_{Pd} A_P \left(h_p - \frac{x}{2} \right) + f_y A_s \left(h_s - \frac{x}{2} \right) \quad (6)$$

که A_P نشان دهنده ی مساحت مقطعی مواد PUC و f_{pd} نشان دهنده ی مقاومت طراحی مواد PUC میباشد. مقاومت انعطافی تیر ها بعد از مقاوم سازی را میتوان از طریق ترکیب معادله های 5-6 ، به دست آورد.

تحلیل بیان شده در قسمت بالا نشان دهنده ی این است که ظرفیت تحمل تیر های تقویت شده توسط طراحی مقاومت انعطافی مواد PUC میباشد. مقاومت انعطافی از طریق ریختن مواد PUC ، 1036.8 میباشد. بخش تیر های T شکل تقویت شده توسط PUC در شکل 6 نشان داده شده است.



شکل 5



شکل 6

3. روند تقویت

روند تقویت PUC مشابه با روش بخش توسعه میباشد، اما زمان عملیات تقویت PUC



(a) Lateral view



(b) Enlarged view

شکل 7



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