



بررسی رفتار خمشی تیرهای بتنی مسلح با میلگردهای فولادی و FRP تقویت شده با ورق‌های CFRP

علی عبدالهی^۱، وحید صابری^{۲*}، حمید صابری^۳، عباسعلی صادقی^۴

^۱ کارشناس ارشد مهندسی سازه، دانشکده عمران، دانشگاه غیرانتفاعی ایوان کی، سمنان، ایران.

^{۲*} استادیار، گروه مهندسی عمران، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه غیر انتفاعی ایوان کی، سمنان، ایران (saberi.vahid@gmail.com).

^۳ استادیار، گروه مهندسی عمران، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه غیر انتفاعی ایوان کی، سمنان، ایران.

^۴ دانشجوی دکتری، گروه مهندسی عمران، دانشکده مهندسی، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران.

(تاریخ دریافت مقاله: ۹۹/۵/۲۹، تاریخ پذیرش مقاله: ۹۹/۸/۲۳)

چکیده

امروزه استفاده از مصالح FRP به‌عنوان میلگردهای مصرفی در سازه‌های بتنی، عرشه‌ی پل‌ها و جاده‌ها به‌منظور جلوگیری از زنگ زدن میلگردهای فولادی رایج می‌باشد. هدف از انجام این پژوهش، تقویت خمشی تیرهای بتنی با میلگردهای FRP و همچنین بهسازی تیرهای ضعیفی است که با این میلگردها مسلح شدند و با چسباندن ورق‌های CFRP در بخش تحتانی تیر در جهت طول آن تقویت شده است، می‌باشد. به این منظور به بررسی دو پارامتر اصلی شکل‌پذیری و مقاومت خمشی مقاطع مسلح با میلگردهای FRP که در قالب ۱۲ مدل طراحی و در نرم‌افزار ABAQUS تحت تحلیل استاتیکی غیرخطی بار افزون قرار گرفته شده‌اند همچنین نمونه‌ی GFRP تحت بار چرخه‌ای نیز قرار داده شده است. نتایج نشان می‌دهد که برای تقویت تیرها در صورت استفاده از این میلگردها در صورت نبود میلگرد فولادی بهتر است از میلگرد AFRP استفاده گردد زیرا مقاومت خمشی در حدود ۸ الی ۱۸ درصد بیشتر از مقاطع مسلح با میلگردهای CFRP و GFRP را تأمین می‌کند و اگر بحث شکل‌پذیری مقطع مطرح است بهتر است از میلگرد GFRP استفاده گردد که شکل‌پذیری حدود ۷ الی ۱۵ درصد بیشتر از مقاطع AFRP و CFRP دارد و در صورت تقویت مقطع ضعیف با ورق‌های CFRP تحت بار چرخه‌ای می‌توان به ظرفیت خمشی در حدود ۲/۲۸ برابر بیشتر از تحلیل استاتیکی غیرخطی بار افزون دست یافت.

کلمات کلیدی

میلگرد FRP، ورق CFRP، رفتار خمشی، شکل‌پذیری، مقاومت خمشی، نرم‌افزار ABAQUS.



Investigation the Flexural Behavior of Reinforced Concrete Beams with Steel and FRP Rebars Strengthened by CFRP Laminates

Ali Abdollahi¹, Vahid Saberi^{2*}, Hamid Saberi³, Abbas Ali Sadeghi⁴

¹ M.Sc. of Structural Engineering, Department of Civil Engineering, University of Eyvanekey, Semnan, Iran.

^{2*} Assistant Professor, Department of Civil Engineering, University of Eyvanekey, Semnan, Iran.
(saberi.vahid@gmail.com)

³ Assistant Professor, Department of Civil Engineering, University of Eyvanekey, Semnan, Iran.

⁴ Ph.D. Candidate, Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering, Mashhad Branch, Islamic Azad University, Mashhad, Iran.

(Date of received: 19/08/2020, Date of accepted: 13/11/2020)

ABSTRACT

Nowadays, using FRP materials as reinforcing rebars in concrete structures, bridge decks and roads is common to prevent rusting of steel rebars. The purpose of this study was to strengthen the flexural strength of the concrete beams with FRP rebars and also to improve the weak beams that were reinforced with these rebars and reinforced by attaching the CFRP Laminates in the lower part of the beam along its length. For this purpose, two main parameters of ductility and flexural strength of sections reinforced with FRP rebars, designed in 12 models and subjected to nonlinear static analysis (pushover) in ABAQUS software and then the GFRP sample is also subjected to cyclic loading. The results show that to reinforce the beams if these rebars are used in the absence of steel bars, it is better to use the AFRP rebar because it provides flexural strength of beam sections about 8 to 18% more than the sections reinforced with CFRP and GFRP rebars and if the ductility is considered, It is advisable to use GFRP rebar which has about 7-15% more ductility than AFRP and CFRP sections, and if the weak section is strengthened with CFRP Laminates under cyclic loading, the flexural capacity can be more than 2.28 times to the nonlinear static analysis (pushover).

Keywords:

FRP Rebar, CFRP Laminate, Flexural Behavior, Ductility, Flexural Strength, ABAQUS Software.