



NOVO SISTEMA DE REFORÇO ESTRUTURAL DE VIGAS DE BETÃO ARMADO COM COMPÓSITOS DE FRP ANCORADOS INTERNAMENTE POR ADERÊNCIA

Carlos Chastre¹, António Monteiro², Hugo Biscaia³, Noel Franco⁴

¹ CERIS, ICIST, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, chastre@fct.unl.pt

² DEC, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, antonio_monteiro1@hotmail.com

³ FSE, UNIDEMI, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, hb@fct.unl.pt

⁴ DEC, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, noel.franco@gmail.com

RESUMO

A reabilitação de estruturas de betão armado com compósitos de FRP tem tido uma grande aceitação em especial devido às excelentes características de durabilidade dos materiais compósitos, ao seu baixo peso e às suas elevadas prestações mecânicas. Contudo, o comportamento elástico-linear dos compósitos de FRP e a sua forma de aplicação pode originar roturas prematuras, quer na técnica de reforço EBR (Externally Bonded Reinforcement), em que o compósito é colado externamente, quer na técnica NSM (Near Surface Mounted) em que o compósito é inserido na zona do recobrimento. No sentido de minimizar o risco de roturas prematuras e ao mesmo tempo aumentar a ductilidade dos elementos reforçados, desenvolveu-se um novo sistema de reforço estrutural em que as armaduras são ancoradas internamente por aderência. A fim de validar o novo sistema de reforço estrutural com compósitos de FRP foi realizado um programa experimental que incluiu o ensaio de vigas de betão armado (BA) reforçadas com as seguintes técnicas de reforço: EBR, NSM e pela nova técnica CREatE (Continuous Reinforcement Embedded at Ends). Neste artigo descrevem-se os ensaios experimentais realizados e analisam-se os resultados obtidos. As vigas de BA ensaiadas tinham seção em T, com um vão de 3,0 m e uma altura de 0,32 m e foram solicitadas em flexão em 4 pontos e testadas até a rotura. A técnica CREatE provou ser a mais eficaz das três alternativas testadas mobilizando a totalidade do CFRP e apresentando a maior capacidade resistente e a ductilidade mais elevada.

Palavras-chave: Reforço Estrutural; Betão Armado; Vigas; Compósitos de FRP; Carbono; Aderência



IIº Encontro Luso-Brasileiro de Degradação de Estruturas de Betão

Lisboa • LNEC • 27 a 29 de setembro de 2016



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

CONCLUSÕES

A análise dos ensaios das vigas reforçadas com as diferentes técnicas de reforço (EBR, NSM e CREatE) permite constatar que a técnica CREatE apresentou modos de rotura tradicionais em vigas de betão armado (esmagamento do betão e/ou rotura da armadura) ao contrário da técnica EBR, cuja rotura ocorreu por descolamento do FRP ou da técnica NSM, cuja rotura ocorreu por destacamento do recobrimento do betão. Além disso, quer seja sob carregamento monotónico ou cíclico, as vigas ensaiadas com a técnica CREatE melhoraram o comportamento à flexão e ao esforço transversal e apresentaram um aumento significativo da carga na cedência e na rotura, melhorando significativamente a ductilidade em deslocamento. Realça-se ainda a versatilidade da técnica CREatE (Franco et al. 2016) uma vez que permite, com as armaduras adequadas, aplicá-las coladas pelo exterior (EBR) ou inseridas no recobrimento (NSM), tirando partido das vantagens associadas a estes métodos de reforço.

REFERÊNCIAS

- Alkhrdaji, T. - Design and Application Techniques Key to Successful Structural Strengthening Projects. [citado em 16/05/2016]. Disponível em URL: <http://www.pullman-services.com/>
- Biscaia, H, et al. 2013. A smeared crack analysis of reinforced concrete T-beams strengthened with GFRP composites. *Engineering Structures*. 56(November): p. 1346-1361.
- Biscaia, H., et al. 2015. Factors influencing the performance of externally bonded reinforcement systems of GFRP-to-concrete interfaces. *Materials and Structures*. 48(9): p. 2961-2981.
- Biscaia, H., C. Chastre, D. Cruz and N. Franco, 2016. "Flexural Strengthening of Old Timber Floors with Laminated Carbon Fiber Reinforced Polymers." *J. of Composites for Construction*: 04016073.
- Carvalho, T., et al. 2010, Flexural Behaviour of RC T-Beams Strengthened with Different FRP Materials, in The Third International fib Congress and Exhibition "Think Globally, Build Locally", fib: Washington DC. 12p.
- Carvalho, T., 2011. Reforço à flexão de vigas de betão armado com compósitos de CFRP. Dissertação de mestrado, Universidade NOVA de Lisboa.
- Chastre, C., 2014. Materiais e tecnologias de reforço de estruturas de betão - potencialidade e limitações, in REHABEND 2014 - Congresso Latinoamericano "Patología de la construcción, Tecnología de la rehabilitación y gestión del patrimonio". Santander. 10p.
- Chastre, C., H. Biscaia, A. Monteiro e N. Franco, 2016. Análise experimental de vigas de betão armado reforçadas à flexão com compósitos de FRP. TEST&E 2016 - 1º Congresso de Ensaios e Experimentação em Engenharia Civil. IST, Lisboa.
- Faria, P. e C. Chastre, 2015. Visão Integrada da Reabilitação, in Paredes 2015. Reabilitação e Inovação. P.B. Lourenço, et al., Editores. Lisboa. p. 1-20.
- Faustino, P. e C. Chastre, 2016. "Flexural strengthening of columns with CFRP composites and stainless steel: Cyclic behavior." *Journal of Structural Engineering* 142(2): 04015136.
- Franco, N., C. Chastre and H. Biscaia, 2016. Análise experimental do comportamento à flexão de vigas de betão armado reforçadas com armaduras pós-instaladas de aço inoxidável. TEST&E 2016 - 1º Congresso de Ensaios e Experimentação em Engenharia Civil. IST, Lisboa.
- Monteiro, A., 2014, Reforço de vigas de betão armado com armaduras exteriores de FRP. Dissertação de mestrado, Universidade NOVA de Lisboa.
- Neves, S., 2012. Pré-esforço exterior no reforço de estruturas. Dissertação de mestrado, Universidade NOVA de Lisboa.
- Oehlers DJ, 2006. FRP plates adhesively bonded to reinforced concrete beams: generic debonding mechanisms. *Adv Struct Eng*:737–50.
- Rodrigues, C. C., 1993. Comportamento da Ligação Aço-Resina-Betão em Elementos Estruturais. Dissertação de mestrado, Universidade Técnica de Lisboa.
- Rodrigues, C. C., 2005. Comportamento às ações cíclicas de pilares de betão armado reforçados com materiais compósitos. Tese de doutoramento, Universidade NOVA de Lisboa.
- Rodrigues, C. C., H. Biscaia, N. Franco and A. Monteiro, 2016. Structural Strengthening System with Internally Anchored Reinforcement by Adherence. WIPO | PCT. F. C. T. Universidade NOVA de Lisboa. Portugal. WO 2016005941 A1: 37p.
- Rodrigues, C.C. and M.A.G. Silva, 2007. Cyclic compression behaviour of polymer concrete. *Journal of Polymer Engineering*. 27(6-7): p. 525-545.