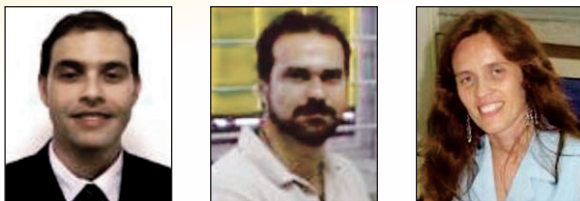


Steel fibers reinforced self-compacting concrete – behavior to bending

Concreto autoadensável reforçado com fibras de aço – comportamento à flexão



A. R. BARROS^a
arb@ctec.ufal.br

P. C. C. GOMES^b
pgomes@ctec.ufal.br

A. S. R. BARBOZA^c
alramos@ctec.ufal.br

Abstract

This study was carried out to investigate the behavior of self-compacting concrete beams reinforced with steel fibers subjected to the bending. For such, steel fibers with a ratio l/d of 50, in a volume fraction of 1% were used. Reinforced concrete beams with dimensions of 12,5 x 23,5 x 132 cm were in four-point bending, at 28 days of age. During the test were taken strain measurements in the stirrups and the longitudinal reinforcement bars, besides measurements of the strain in the compressed region of concrete and of deflections at mid-span. The data collected showed that the addition of steel fibers in self-compacting concrete (SCC) promotes a notable increase in the beam's resistant capacity, resulting in lower deflections at mid-span, lower deformations of the reinforcement bars, both transversal as longitudinal, and improved cracking control, compared to control beams produced with conventional concrete, with or without steel fibers.

Keywords: Self-compacting concrete; Steel fibers; Reinforced concrete beams; Four-point bending test.

Resumo

Este estudo foi desenvolvido para avaliar o comportamento de vigas de concreto autoadensável (CAA) reforçado com fibras de aço submetidas à flexão. Para tal, foram utilizadas fibras de aço com fator $l/d = 50$, em uma fração volumétrica de 1%. Foram confeccionadas vigas armadas de dimensões (12,5 x 23,5 x 132) cm, as quais foram ensaiadas por flexão a quatro pontos, aos 28 dias de idade, sendo feitas medições das deformações apresentadas nos estribos e armadura longitudinal, além de medições das deformações do concreto na região comprimida e das flechas no meio do vão. Os resultados dos ensaios mostraram que a adição das fibras de aço ao CAA promoveu sensível ganho na capacidade resistente da viga, com menores flechas, menores deformações das armaduras, longitudinal e transversal, e melhorado controle da fissuração, em comparação às demais vigas produzidas com concretos convencionais, com e sem fibras de aço.

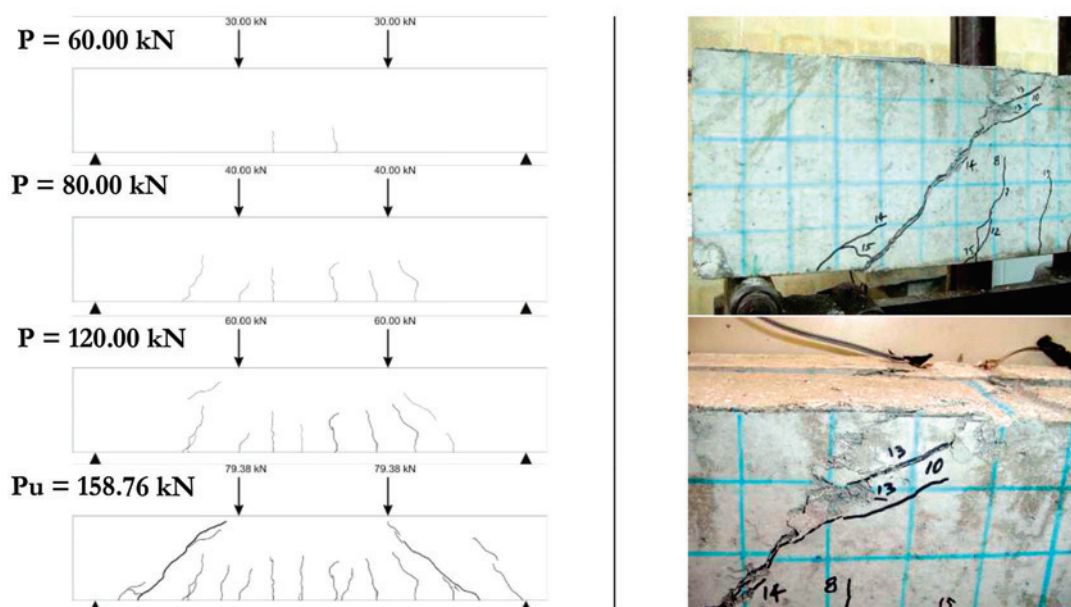
Palavras-chave: Concreto autoadensável; Fibras de aço; Vigas de concreto armado; Ensaio de flexão a quatro pontos.

^a Universidade Federal de Alagoas, Superintendência de Infraestrutura, arb@ctec.ufal.br, Av. Lourival Melo Mota, s/n, Tabuleiro do Martins. CEP: 57072-970, Maceió, Brasil.

^b Universidade Federal de Alagoas, Unidade Acadêmica Centro de Tecnologia, pgomes@ctec.ufal.br, Av. Lourival Melo Mota, s/n, Tabuleiro do Martins. CEP: 57072-970, Maceió, Brasil.

^c Universidade Federal de Alagoas, Unidade Acadêmica Centro de Tecnologia, alramos@ctec.ufal.br, Av. Lourival Melo Mota, s/n, Tabuleiro do Martins. CEP: 57072-970, Maceió, Brasil.

Figura 21 – Desenvolvimento das fissuras na viga produzida com CREF-F



foco na aderência das fibras de aço no CAA, com quantidades de ensaios e amostras que possam comprovar estatisticamente os resultados obtidos.

Em decorrência do melhorado controle de fissuração, a viga confeccionada com CAARFA, com incorporação das fibras em uma fração volumétrica de 1%, apresentou um melhor comportamento estrutural, sendo alcançada uma maior capacidade de carga com menores deformações dos estribos, da armadura longitudinal e da região de concreto comprimido no bordo superior da seção transversal. Apesar do melhor comportamento da viga produzida com CAARFA, as fibras de aço atuaram de forma mais significativa na viga moldada com CREF-F, onde as reduções de deformações nas armaduras e região comprimida foram bem mais acentuadas, em comparação com os resultados obtidos para a viga com CREF. As fibras de aço não apresentaram benefícios evidentes ao reforço da viga moldada com CAA, sendo apenas verificado, com maior destaque, o retardamento no surgimento da primeira fissura e as menores flechas, em comparação ao que foi observado na viga produzida com CAA sem fibras. A melhor aderência entre o aço das armaduras e o concreto, em decorrência da estrutura interna mais densa do CAA, foi capaz de promover um melhor comportamento da viga, em comparação às demais vigas produzidas com CREF e CREF-F. Desse modo, com a adição de uma fração volumétrica de 1%, não foi possível verificar um reforço significativo das fibras de aço no CAA armado.

O comportamento da viga produzida com CAARFA não foi o esperado, tendo em vista a considerável capacidade de reforço apresentada pelas fibras de aço no ensaio de resistência à tração na flexão dos prismas de CAARFA. Verifica-se, contudo, que seria necessária a produção de, no mínimo, duas vigas para cada tipo de concreto analisado, auxiliando assim na observação de variações de comportamento e, conseqüentemente, uma melhor análise

se da atuação de cada uma das dosagens. Seria também interessante a utilização de diferentes frações volumétricas de fibras de aço, sendo possível verificar as mudanças de comportamento das vigas, a partir de incrementos na quantidade de fibras.

5. Agradecimentos

Os autores agradecem à FAPEAL, ao CNPq, à CAPES, ao LEMA do Núcleo de Pesquisas Tecnológicas (NPT) da UFAL, às empresas de beneficiamento de mármore e granitos do Estado de Alagoas, às fábricas de cimento ZEBU e POTY, à fábrica de aditivos MBT - *Master Builders Technologies*, e às empresas BRITEX e IMCREL.

6. Referências bibliográficas

- [01] GOMES, P. C. C. Optimization and characterization of high-strength self-compacting concrete, Barcelona, 2002, Tese (doutorado) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universitat Politècnica de Catalunya, 150 p.
- [02] KIM, J-K.; MAI, Y-W. (1998) Engineered interfaces in fiber reinforced composites. Elsevier Science Ltd. 1st Ed. Oxford, U.K, 1998. ISBN 0-08-042695-6.
- [03] BORGES, J. U. A. Análise do comportamento de vigas de concreto de alto desempenho por meio da mecânica da fratura, São Paulo, 2002, Tese (doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 311 p.
- [04] COMITÉ EURO-INTERNATIONAL DU BÉTON. CEB-FIP Model Code 1990. London, Thomas Telford, 1993.

- [05] GAVA, G. P.; PIERI, T. S.; PRUDÊNCIO JR., L. R. Ensaio de flexão de vigas de concreto reforçado com fibras de aço: influência da presença e posicionamento do entalhe e do número de fibras na seção fissurada. *e-Mat - Revista de Ciência e Tecnologia de Materiais de Construção Civil*. v.1, n.2, 2004; p.114-127.
- [06] ALMEIDA FILHO, F. M. Contribuição ao estudo da aderência entre barras de aço e concretos autoadensáveis, São Carlos, 2006, Tese (doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 310 p.
- [07] HOSSAIN, K. M. A.; LACHEMI, M. Bond behavior of self-consolidating concrete with mineral and chemical admixtures. *Journal of Materials in Civil Engineering*. ASCE. v.20, n.9, 2008; p.608-616.
- [08] LISBÔA, E. M. Obtenção do concreto autoadensável utilizando o resíduo de serragem de mármore e granito e estudo de propriedades mecânicas, Maceió, 2004, Dissertação (mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Alagoas, 115 p.
- [09] CAVALCANTI, D. J. H. Contribuições ao estudo de propriedades do concreto autoadensável visando sua aplicação em elementos estruturais, Maceió, 2006, Dissertação (mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Alagoas, 141 p.
- [10] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Cimento Portland Composto. - NBR 11578, Rio de Janeiro, 1991.
- [11] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Agregados para concreto. - NBR 7211, Rio de Janeiro, 2005.
- [12] NEVILLE, A. M. Propriedades do concreto. 2. ed. São Paulo: Pini, 1997. 828 p.
- [13] MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. Concreto: estrutura, propriedades e materiais. São Paulo: PINI, 1994. 573 p.
- [14] DAL MOLIN, D. C. C. Contribuição ao estudo das propriedades mecânicas dos concretos de alta resistência com e sem adições de microssilica, São Paulo, 1995, Tese (doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 286 p.
- [15] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Fibras de aço para concreto - Especificação. - NBR 15530, Rio de Janeiro, 2007.
- [16] TVIKSTA, L. End product. *In: Brite EuRam Program: Rational production and improved working environment through using self-compacting concrete*. Task 9, 2000, 48 p.
- [17] JAPANESE SOCIETY OF CIVIL ENGINEERING. JSCE-F503 – Method of Test for the Slump Flow of Concrete. 1990.
- [18] OUCHI, M. Self-compacting concrete – development, applications and investigations. *In: 17th Nordic Concrete Research Symposium*. Reykjavik, Iceland. 1999.
- [19] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Concreto. Determinação do teor de ar em concreto fresco – Método pressométrico. - NBR NM 47, Rio de Janeiro, 2002.
- [20] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Concreto. Determinação do módulo estático de elasticidade à compressão. - NBR 8522, Rio de Janeiro, 2008.
- [21] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Determinação da resistência à tração na flexão em corpos-de-prova prismáticos. - NBR 12142, Rio de Janeiro, 1991.
- [22] MARANGON, E. Desenvolvimento e caracterização de concretos auto-adensáveis reforçados com fibras de aço, Rio de Janeiro, 2006, Dissertação (mestrado) – Programa de Pós-Graduação de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, 142 p.