

VIGA COMPOSTA COM VIGA E LAJE PRÉ-MOLDADAS LIGADAS MEDIANTE NICHOS: ANÁLISE DA RUGOSIDADE DA INTERFACE

Vanessa Elizabeth dos Santos BORGES, Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal Goiás, vanessa.dctg@gmail.com

Daniel de Lima ARAÚJO, Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal Goiás, araujodl@terra.com.br

Felipe Rocha ROMÃO, Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal Goiás, felipe.rocha.romao@hotmail.com

Paulo Fernando RODRIGUES, Eletrobrás FURNAS, DCT.C, pfer@furnas.com.br

Palavras-chave: vigas compostas, concreto pré-moldado, rugosidade, cisalhamento direto.

1 INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil, no Brasil, tem passado por alterações nos últimos anos. Tal fenômeno deve-se ao atual crescimento econômico atingido pelo país. Como resultado dessas alterações, tem crescido o emprego das estruturas pré-moldadas de concreto.

Devido às vantagens apresentadas pelas estruturas pré-moldadas de concreto, como a maior rapidez na execução da obra e a redução no uso de fôrmas e cimbramentos, seu emprego, assim como a indústria da construção brasileira, tem crescido com a finalidade de atender à demanda.

Uma aplicação comum da pré-moldagem é o uso de peças pré-moldadas associadas a concreto moldado no local, como é o caso de vigas compostas, nas quais a viga é pré-moldada e a laje moldada no local – ligação contínua. Sabe-se que, dessa forma, podem ser obtidos ganhos no cronograma e na redução de fôrmas, por exemplo. Porém, o sistema pode oferecer ainda mais vantagens se todas as peças forem pré-moldadas, ou seja, empregando-se vigas compostas com viga e laje pré-moldadas – ligação discreta.

Nesse sentido, torna-se clara a necessidade de aprofundar os estudos que avaliem se a resistência da ligação discreta entre as peças pré-moldadas pode ser influenciada pelo diâmetro do conector presente nos nichos da ligação, pela rugosidade da superfície; e se a concentração de esforços causada pela discrição da ligação não aumenta a compressão nas bielas de concreto da viga pré-moldada, interferindo, assim, na resistência da viga composta aos esforços cortantes.

2 OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é avaliar, experimentalmente, o comportamento de uma ligação de cisalhamento executada por meio de nichos com diferentes tratamentos de superfície para ser empregada em vigas compostas com viga e laje pré-moldadas de concreto.

2.1 Objetivos específicos

Verificar a influência de três diferentes taxas de armadura normal à interface (conectores), isto é, 0,5%, 0,8% e 1,2%, na resistência da ligação;

Avaliar a influência na resistência da ligação de três diferentes tipos de superfícies, quais sejam: lisa, rugosa e com chave de cisalhamento.

3 METODOLOGIA

O programa experimental proposto está sendo desenvolvido no Laboratório de Concreto de Eletrobrás FURNAS, em Aparecida de Goiânia – GO. O trabalho foi dividido em três etapas:

Primeira Etapa: caracterização da rugosidade da superfície da interface – foram avaliados dois diferentes tipos de superfícies, quais sejam: rugosa (em dois níveis) e com chave de cisalhamento. Para tanto, foram confeccionados oito corpos-de-prova de cisalhamento direto em forma de duplo “L”. Tais corpos-de-prova apresentaram diferentes tratamentos na superfície entre as duas peças de concreto: mini-chaves

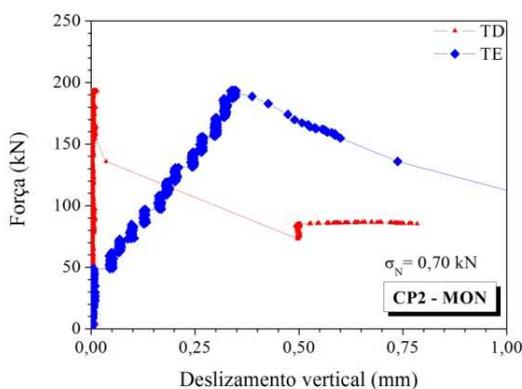
de cisalhamento, chaves de cisalhamento e aditivo retardador superficial de pega (ARSP);

Segunda Etapa: influência da taxa de armadura normal à interface da ligação (ρ) – análise da influência de três diferentes taxas de armadura – relação entre área de aço (A_s) e a área de concreto (A_c) – na resistência da ligação por meio de dois tipos de ensaios de cisalhamento direto (duplo “L” e três blocos). As taxas de armadura avaliadas foram: 0,5%, 0,8% e 1,2%;

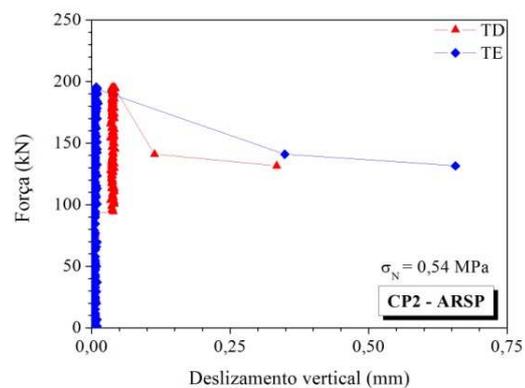
Terceira Etapa: ensaios em vigas compostas pré-moldadas – serão ensaiadas três vigas compostas com viga e laje pré-moldadas e uma monolítica, a qual será tratada como referência. Nas vigas compostas, manter-se-á a rugosidade do nicho, determinada na primeira etapa, variando apenas o diâmetro do conector, ou seja, a taxa de armadura (ρ).

4 RESULTADOS PRELIMINARES E ESPERADOS

A primeira etapa do programa experimental encontra-se finalizada. Diante dos resultados obtidos por meio dos ensaios realizados, verificou-se que o emprego do ARSP para os ensaios do tipo duplo “L” apresentou-se satisfatório, pois houve uma pequena redução da sua resistência, cerca de 95% da carga suportada pelos corpos-de-prova monolíticos. Dessa forma, para a segunda etapa, esse será adotou-se esse tratamento da superfície nos nichos dos corpos-de-prova de três blocos (Figura 1).



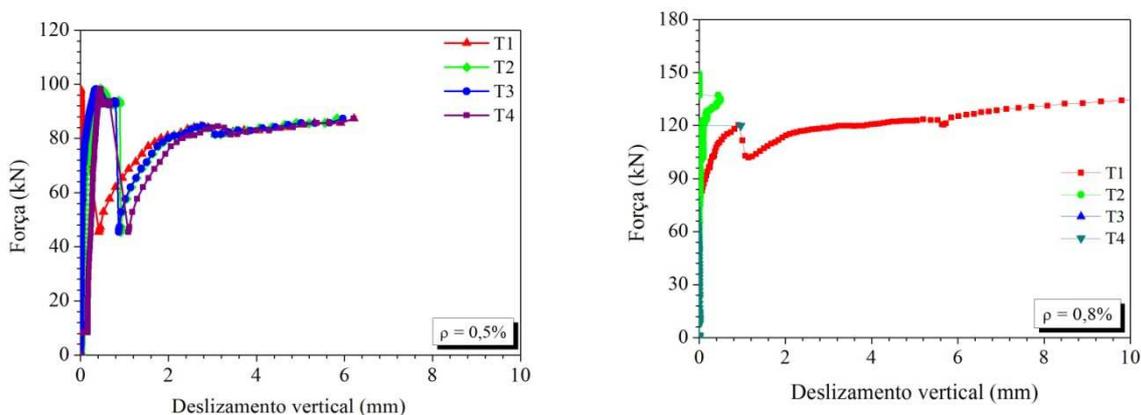
a) Corpo-de-prova monolítico.



b) Corpo-de-prova com ARSP na interface de cisalhamento.

Figura 1 – Curvas força versus deslizamento vertical – corpo-de-prova do tipo duplo “L”.

Quanto à segunda etapa, esta se encontra em andamento. Porém, os resultados obtidos dos ensaios do tipo três blocos, com r de 0,5% e 0,8%, mostraram que ao se aumentar r de 0,5% para 0,8% a resistência da ligação aumentou em torno de 20% (Figura 2), confirmando o que é encontrado na bibliografia (ARAÚJO, 2002). Os ensaios com corpos-de-prova do tipo três blocos ainda estão em andamento e, também os ensaios com corpos-de-prova do tipo duplo “L” com conectores no plano de cisalhamento.



a) Corpo-de-prova com ρ de 0,5%.

b) Corpo-de-prova com ρ de 0,8%.

Figura 2 – Curvas força versus deslizamento vertical – corpo-de-prova do tipo três blocos.

E, após a realização da terceira etapa, espera-se constatar que os três diferentes tipos de ensaio: três blocos, duplo “L” e vigas, apresentam resultados semelhantes, ou seja, o emprego dos ensaios das duas primeiras etapas é representativo do comportamento apresentado nos ensaios com vigas compostas. Por fim, almeja-se agregar conhecimento para possíveis normatizações quanto às especificações de projeto desse sistema estrutural, além da divulgação no meio científico com publicações em periódicos.

5 CONCLUSÕES PARCIAIS

O ensaio do tipo duplo “L” apresentou bom comportamento para avaliação da rugosidade da superfície da interface. O emprego do ARSP pode possibilitar uma maior agilidade no momento da concretagem em fábrica, pois não haverá mais a necessidade de fixação de aparatos, madeiras ou mesmo peças de aço na fôrma para formação de uma superfície rugosa após a desmoldagem.

Quanto aos ensaios de com os corpos-de-prova do tipo três blocos, o emprego do ARSP nos nichos ainda não mostrou um comportamento conclusivo. Observou-se que a superfície apresentou rugosidade média inferior à observada nos ensaios do tipo duplo “L”. Tal efeito pode ser explicado pelo tempo de desforma, o qual era de um dia para os corpos-de-prova do tipo duplo “L” e de três para os outros corpos-de-prova. Acredita que durante este período a mais, o ARSP tenha perdido um pouco de sua eficiência.

6 AGRADECIMENTOS

Agradecemos a todos os colaboradores do Departamento de Apoio e Controle Técnico DCT.C – Eletrobrás FURNAS e pelo financiamento dos ensaios dessa pesquisa dentro de seu programa de Pesquisa e Desenvolvimento apoiado pela Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL. Agradecemos, ainda, às empresas MC Bauchemie e SIKA pela doação dos aditivos utilizados na pesquisa.

7 REFERÊNCIAS

ARAÚJO, D.L. **Cisalhamento entre viga e laje pré-moldadas ligadas mediante nichos preenchidos com concreto de alto desempenho**. 2002. 319 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Estruturas) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2002.

CHUNG, C. H.; SHIM, C. S.; HYUN, B. H.; KIM, Y. J. Shear connections in prestressed beams with precast slabs. **Proceedings of the ICE - Structures and Buildings**, London, v. 163, n. SB5, p. 317–330, October 2010.

JUDICE, F.M.S. **Comportamento da ligação entre lajes e vigas pré-fabricadas feitas com nichos preenchidos no local**. 2002. 383 f. Tese (Doutorado em Ciências em Engenharia Civil). COPPE – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002.

PATNAIK, A. K. **Horizontal shear strength of composite concrete beams with a rough interface**. Ph. D. Thesys, Univerty of Calgary, Caalgary, Canadá. 1992.

TAKAHASHI K.; KITO, H.; TSUNOKAKE, H.; OHUCHI, H. Interface shear transfer of diagonally arranged reinforcing bars under repeated loading., **ASCE library 2009**. Disponível em: <http://ascelibrary.aip.org/vsearch>. Acesso em 10 maio 2010.