

COMPORTAMENTO DE LIGAÇÕES VIGA-PILAR DE CONCRETO PRÉ-MOLDADO UTILIZANDO CONCRETO COM FIBRAS DE AÇO

Ellen Kellen Bellucio¹ & Mounir Khalil El Debs²

Resumo

Este trabalho é direcionado ao estudo do comportamento dos chumbadores grauteados, parcialmente resistentes a momento fletor e do comportamento da ligação viga-pilar utilizando consolo moldados com fibras de aço em etapas distintas do pilar. Está previsto um programa experimental no Laboratório de Estruturas da EESC e uma análise numérica com o emprego do software DIANA. Com estas análises, experimental e numérica, pretende propor modelos analíticos que consigam representar a influência e demais parâmetros analisados no mecanismo do chumbador no concreto com fibras. Pretende-se também, com base no comportamento dos mecanismos de deformação e resistência presentes na ligação, avaliar a sua influência no comportamento global da ligação propondo modelos analíticos para a determinação da relação momento fletor-rotação contribuindo para considerar uma semi-rigidez nestas ligações.

Palavras-chave: Ligações. Estruturas pré-moldadas. Concreto com fibras.

BEHAVIOR OF BEAM-TO-COLUMN CONNECTIONS FOR PRECAST CONCRETE USING STEEL FIBER

Abstract

This paper presents a study of the behavior of grouted dowel partially resistant to bending moment and the behavior of beam-column connection using molded corbels with steel fibers in distinct stages of the column. This research includes an experimental program conducted at the LE-EESC and a numerical analysis using the software DIANA. These experimental and numerical tests search for to provide analytical models that are able to represent the influence and other parameters in the mechanism of the anchor dowel in concrete with fibers. The aim is also based on the behavior of deformation mechanisms and resistance in the present connection, to evaluate their influence on the overall behavior of the bond offering analytical models for the determination of the bending moment-rotation to consider a semi-rigid connections.

Keywords: Connections. Precast structure. Fiber concrete.

Linha de Pesquisa: Estruturas de Concreto e de Alvenaria.

1 INTRODUÇÃO

Em estruturas de concreto pré-moldado, as ligações devem ser projetadas levando-se em consideração requisitos estruturais importantes como resistência aos esforços solicitantes, durabilidade, ductilidade (capacidade da ligação de apresentar deformações inelásticas acentuadas sem perda significativa de resistência, antes de atingir a ruptura) e resistência ao fogo. A

¹ Doutoranda em Engenharia de Estruturas - EESC-USP, ellenkellen@sc.usp.br

² Professor Titular do Departamento de Engenharia de Estruturas da EESC-USP, mkdebs@sc.usp.br



construtibilidade da ligação também deve ser garantida, e deve ser compreendida como um requisito tão importante quanto os requisitos estruturais.

No concreto pré-moldado, as ligações tendem a apresentar um comportamento variado, podendo ser classificadas como ligações rígidas, articuladas ou semi-rígidas. A determinação da resistência e da rigidez das ligações entre os elementos de concreto pré-moldado é uma tarefa difícil e muitas vezes imprecisa, pois existem parâmetros (geometria de chumbadores, grautes, armadura de continuidade, entre outros) que podem influenciar o seu comportamento estrutural e que são difíceis de serem quantificados devido à falta de resultados experimentais sobre o comportamento dessas ligações.

De modo geral, tem-se como objetivo dar continuidade aos trabalhos já realizados considerando na ligação viga-pilar o consolo moldado em etapa distinta do pilar e o chumbador embutido no consolo. Pretende-se também utilizar concreto com fibras de aço no consolo e no dente da viga. Portanto, a idéia deste trabalho é conseguir agrupar o que vem sendo estudado na EESC, utilizando um consolo moldado em etapas distinta do pilar com o chumbador embutido.

O consolo monolítico tradicional demonstra dificuldade de produção devido à grande quantidade de armaduras que apresenta. Além do tirante principal que resiste aos esforços verticais predominantes, são utilizados estribos verticais e horizontais. A nova forma de produção dos consolos propõe um elemento moldado separadamente, tendo como armadura o tirante principal e fibras metálicas incorporadas ao concreto. A grande quantidade de fibras metálicas incorporadas à matriz de concreto combate a formação de fissuras no consolo e melhora a ductilidade (COSTA, 2009).

Outro ponto importante para se entender o comportamento da ligação é o estudo do comportamento do chumbador. O chumbador pode ser entendido como um componente da ligação, inserido no concreto, capaz de transmitir esforços de cisalhamento entre elementos. Essa transferência de esforços gera um estado de tensões não-uniforme no concreto. Com o estudo teórico-experimental pode-se entender a influência dos chumbadores na determinação da resistência e da rigidez das ligações semi-rígidas de elementos pré-moldados.

2 METODOLOGIA

Nesta pesquisa será realizado um programa experimental no Laboratório de Estruturas da EESC e uma análise numérica com o emprego do software DIANA.

2.1 Análise experimental

Na análise experimental serão realizados ensaios de chumbador e de ligação completa. O objetivo da pesquisa é utilizar o consolo pesquisado por COSTA (2009) em conjunto com o chumbador estudado por AGUIAR (2010) na ligação completa, assim, serão realizados ensaios nos chumbadores utilizando fibras de aço no concreto. Acredita-se que a utilização de concreto com fibras de aço no dente da viga também melhore o desempenho deste, diminuindo a quantidade de amadura de costura, portanto, será utilizado no ensaio da ligação completa. Será ensaiada uma ligações viga-pilar completas, sem armadura de continuidade (pilar extremo). Pretende-se realizar ensaios estáticos, cíclicos e dinâmicos nos modelos.

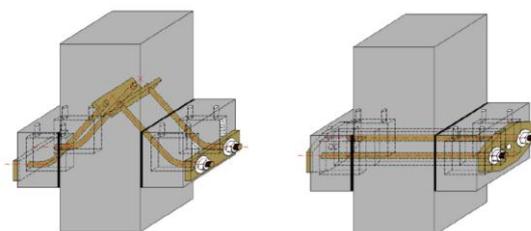


Figura 1 – Protótipo para o ensaio do chumbador.

- a) **Ensaio dos chumbadores:** procura avaliar o comportamento do chumbador em concreto com fibras de aço. Serão realizados ensaios conforme o modelo de ensaio de AGUIAR (2010), Figura 1. Haverá variações nos modelos conforme figura 2:

Modelos de Ensaio						
Modelo	Inclinação do Chumbador	Diâmetro do Chumbador	Taxa de fibra do concreto	Graute	Carregamento Cíclico	Nomenclatura adotada
1	0°	20	0	com	normal	M01i00D20F0
2	0°	20	2	com	normal	M02i00D20F2
3	45°	20	2	com	normal	M03i45D20F2
4	0°	16	2	com	normal	M04i00D16F2
5	0°	25	2	com	normal	M05i00D25F2
6	0°	20	1	com	normal	M06i00D20F1
7	0°	20	2	sem	normal	M07i00D20F2-SG
8	0°	20	2	com	alto	M08i00D20F2-AC

Figura 2 – Modelos Propostos para ensaios do chumbador.

- b) **Ensaio das ligações:** avaliar o comportamento da ligação, utilizando dos mesmos métodos de BALDISSERA (2006) e MIOTTO (2002), Figura 3.

Porém, para a ligação deste trabalho, utilizará o consolo moldado em etapas distintas do pilar e com fibras de aço e o dente da viga também com fibras de aço. O chumbador será utilizado o que melhor se comportar nos ensaios específicos de chumbador.

Na ligação pretende-se realizar ensaio estático, cíclico e dinâmico e compará-los com os resultados encontrados por MIOTTO (2002) e BALDISSERA (2006).

Ensaio de caracterização dos materiais, tais como aço, concreto e eventualmente argamassa ou outro material que venha a compor a ligação, serão realizados, assim como demais materiais a serem utilizados, que nesta etapa de desenvolvimento da pesquisa ainda não foram elencados.

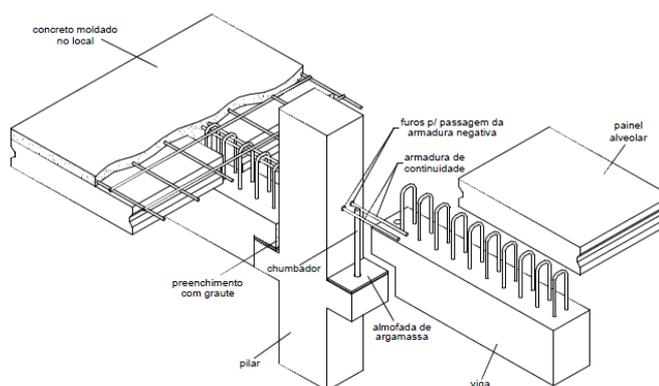


Figura 3 – Protótipo do ensaio da ligação completa.

2.2 Estudos teóricos e numéricos

Como as estruturas onde o concreto está presente um comportamento não-linear físico e um processo de danificação generalizada, serão realizados ensaios numéricos com programas existentes baseados no Método dos Elementos Finitos, com modelos fundamentados na Teoria da Elasticidade e na Mecânica do Dano Contínuo. Os parâmetros utilizados nas análises numéricas serão obtidos nos ensaios experimentais.

Na análise numérica será empregado o programa DIANA, software que vem sendo utilizado nos trabalhos de concreto armado. Ainda no âmbito dos estudos teóricos, um estudo analítico acerca do comportamento das ligações e dos mecanismos envolvidos será apresentado.

3 DESENVOLVIMENTO

O trabalho está no início da fase experimental. Estão sendo ensaiados dois modelos pilotos do protótipo do chumbador.

4 RESULTADOS ESPERADOS

Os resultados e observações feitas durante os ensaios serão utilizados no contexto deste trabalho, para entender o comportamento mecânico dos chumbadores, em meio concreto com fibras e compará-las com os resultados encontrados por AGUIAR (2010); entender o comportamento mecânico das ligações e calibrar alguns parâmetros do modelo numérico proposto para essas ligações.

Os resultados encontrados para a modelagem do ensaio dos chumbadores serão comparados com os resultados encontrados por AGUIAR (2010) feitos com concreto com fibras. O modelo simulado da ligação será comparado com os resultados encontrados por BALDISSERA (2006), se for utilizado chumbador inclinado, ou comparado com MIOTTO (2002) se for utilizado chumbador reto.

5 CONCLUSÕES PARCIAIS

Os resultados ainda não foram analisados, porém, no ensaio pode-se verificar que deve haver alterações na montagem dos modelos.

6 AGRADECIMENTOS

À CNPq pelo financiamento da bolsa de estudo e verba para pesquisa.

7 REFERÊNCIAS

AGUIAR, E. A. B. (2010). **Comportamento de chumbadores grauteados de ligações viga-pilar parcialmente resistentes a momento fletor**. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos. 2010.

BALDISSERA, A. (2006). **Estudo experimental de uma ligação viga-pilar de concreto pré-moldado parcialmente resistente a momento fletor**. Dissertação (Mestrado) – Escola de engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos. 2006.

BELLUCIO, E. K. **Influência da rugosidade superficial e o uso de novos tipos de fibras em almofadas de argamassa para ligações de concreto pré-moldado**. 2010. 106f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

COSTA, J. B. A. **Estudo Experimental de Consolos de Concreto com Fibras Moldados em Etapas Distintas dos Pilares**. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009.

MIOTTO, A. M. (2002). **Ligações viga-pilar de estruturas de concreto pré-moldado: análise com ênfase na deformabilidade ao momento fletor**. São Carlos. Tese (doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.