

AValiação EXPERIMENTAL DE LIGAÇÕES MADEIRA-CONCRETO COM CONECTORES OBTIDOS DE ENTALHES NA MADEIRA PREENCHIDOS DE CONCRETO

Márcio Sampaio Sarmet Moreira (msarmet@ufv.br) - Universidade Federal de Viçosa; **Juliano Correa** (julianocivil@yahoo.com.br) - Universidade Federal de Viçosa; **Rita de Cássia Silva Santana Alvarenga** (ritadecassia@ufv.br) - Universidade Federal de Viçosa

RESUMO: No emprego de sistemas mistos de piso madeira-concreto, os conectores de ligação apresentam grande importância na eficiência do processo executivo e no comportamento resistente. Os conectores ideais devem ser de baixo custo, de fácil execução, possuir elevada resistência, grande rigidez e permitir um processo de ruptura dúctil. Apresenta-se neste trabalho a avaliação experimental do desempenho de conectores de ligação de peças mistas madeira-concreto, obtidos por entalhes executados na madeira preenchidos de concreto. Adicionalmente, foram utilizadas nos entalhes barras de aço com cabeça dispostas normais as peças ligadas, com a finalidade de impedir a abertura das ligações e o afastamento das peças durante o carregamento. Foram confeccionados corpos-de-prova simétricos com três peças, com peças laterais de madeira, peça central de concreto e conectores com diferentes geometrias, definidas pela inclinação do entalhe e emprego do entalhe em um lado ou nos dois lados das peças de madeira. Nos ensaios, os corpos-de-prova foram submetidos à força de compressão crescente. Foram obtidas as resistências, as curvas força x deslocamento e avaliadas as rigidezes de serviço e últimas, definidas pela inclinação da reta secante aos trechos compreendidos, respectivamente, entre 10% a 40% e entre 10% a 70% da resistência. Os resultados obtidos indicaram a ocorrência de rupturas predominantemente frágeis, com elevadas resistências e rigidezes, que se mantiveram praticamente constante ao longo do ensaio. Foram detectadas influências da geometria na resistência e na rigidez das ligações.

Palavras-chave: ligações de peças mistas, resistência e rigidez de ligações, conectores de concreto.

EXPERIMENTAL EVALUATION OF CONCRETE-TO-WOOD JOINTS USING CONCRETE CONNECTORS

ABSTRACT: : Joint elements assume great importance during execution and, later, in behavior regarding strength, if one is using a wood-concrete flooring system. Ideal connectors should be cheap, easily made, should be strong and stiff and be also characterized by showing a ductile fracture. This paper describes an experimental study in which joints were made by fixing a concrete member to a wood member through a concrete-filled mortise. In addition, steel bars, placed normally to the joined pieces, were used to avoid opening and separation of the member during loading. Three-member, symmetrical specimens were thus prepared: two side members made out of wood and a central one, made of concrete, with connectors of variable geometries, these defined by the slope of the mortise and by the mortise being located at one or at both sides of the wood member. The specimens were then subjected to an increasing compressive force, and force-displacement diagrams were plotted, from which the stiffness were calculated, both of utilization and ultimate, all from a secant line draw within the limits of 10-40% and 10-70% of strength, respectively. These results have shown that most of the failures occurred in a fragile manner; strength and stiffness reached high values that remained approximately constant during the evaluation. The joint shapes affected both their strength and stiffness.

Keywords: joints of mixed materials, joint stiffness and strength, concrete connectors.

1. Introdução

Entre as tecnologias mais recentemente desenvolvidas que ampliam o potencial de uso da madeira nas estruturas das construções modernas, destacam-se as soluções mistas madeira-concreto para a execução de sistemas de piso. Entre os diferentes sistemas construtivos que têm sido propostos, um dos mais simples e eficiente consiste no uso de um conjunto de vigas adequadamente afastadas, de seção transversal T, com alma de madeira e mesa de concreto armado, ligadas entre si por meio de conectores mecânicos.

O comportamento das peças mistas solicitadas à flexão é fortemente influenciado pelo sistema de conexão, existindo diferentes tipos de conectores que podem ser utilizados. Os conectores ideais devem ser de baixo custo, de fácil execução, possuir elevada resistência, grande rigidez e permitir um processo de ruptura dúctil, características difíceis de serem atingidas simultaneamente.

Basicamente, podem ser considerados dois tipos de comportamento para os sistemas de conexão: rígido e flexível. Nos sistemas de conexão rígidos, os deslocamentos relativos entre as peças ligadas são impedidos e os esforços previstos de ocorrerem podem ser integralmente mobilizados e transmitidos. Nos sistemas flexíveis ou semi-rígidos os deslocamentos relativos são significativos, influenciam a distribuição de tensões e apenas parte dos esforços inicialmente previstos pode ser mobilizado e efetivamente transmitido.

Quando se emprega conectores mecânicos, o sistema de conexão obtido é essencialmente flexível, uma vez que os conectores são dispostos afastados entre si, com efeitos de concentrações de tensões e de deformações na madeira em redor dos conectores. Como os próprios conectores também sofrem deformações, algumas vezes elevadas, estes efeitos se somam e produzem deslocamentos relativos importantes entre as peças ligadas, que modificam a distribuição das tensões internas e provocam perda de rigidez e de resistência do conjunto.

Em vigas mistas, além de sua rigidez efetiva à flexão $(EI)_{ef}$, resultante da real interação entre os diferentes materiais, podem ser definidas a rigidez mínima $(EI)_0$, obtida pela soma das rigidezes individuais das peças componentes e a rigidez máxima ou aparente $(EI)_\infty$ ou $(EI)_a$, obtida considerando-se uma conexão rígida. A eficiência de um sistema de conexão poder ser avaliada pela relação do ganho efetivo de rigidez com o ganho máximo possível, comparado com a rigidez mínima. Para conexões rígidas esta eficiência vale um e para conexões flexíveis é menor que um.

Para materiais com diferentes rigidezes ou módulos de elasticidades (E_i) , a rigidez à flexão equivalente $(EI)_{eq}$ da seção transversal pode ser obtida, simplificada, pela expressão :

$$(EI)_{eq} = \sum_{i=1}^m (E_i I_i + \gamma_i E_i A_i a_i^2), \quad (1)$$

sendo I_i , A_i , a_i e γ_i , respectivamente, para cada peça componente i , o momento de inércia individual centroidal em relação ao eixo paralelo ao eixo de flexão, a área, a distância do centróide à linha neutra da seção composta e o coeficiente γ_i ($\gamma_i \leq 1$), que define a contribuição efetiva, em termos de porcentagem do ganho possível, na inércia da seção composta; m é número de peças componentes.

O Eurocode 5 (1993), considerando diferentes composição de peças compostas com seções transversais em T, utiliza a expressão (1) para obtenção da rigidez equivalente. Para a peça 2 que forma alma da viga, γ_2 vale 1 e, para $i = 1$ ou 3 :

$$\gamma_i = \left(1 + \frac{\pi^2 E_i A_i s_i}{K_i L^2}\right)^{-1}, \quad (2)$$