

AValiação EXPERIMENTAL DE LIGAÇÕES E DE VIGAS COMPOSTAS DE MADEIRA COM ENTALHES PREENCHIDOS DE CONCRETO

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

RESUMO: Na execução de estruturas de madeira, é comum a necessidade de componentes de elevadas rigidez e capacidade resistente, que exigem peças com maiores dimensões transversais, que apresentam maiores custos e dificuldades para obtenção. Neste caso, uma alternativa interessante pode ser o emprego de peças compostas, obtidas pela conexão de duas ou mais peças de madeira de menores dimensões por meio de ligações com conectores mecânicos. Apresenta-se neste trabalho uma avaliação experimental do desempenho de conectores de ligação de peças compostas de madeira, obtidos por entalhes executados na madeira preenchidos de concreto, trabalhando como tarugos. Foram confeccionados e ensaiados corpos-de-prova simétricos de ligação, com três peças e com duas peças de madeira, com uso de barra transversal de aço para impedir a abertura das ligações. Foram utilizados conectores com diferentes geometrias do entalhe, definidas pela inclinação da face carregada e pelo emprego em um lado ou nos dois lados das peças de madeira. Foi utilizado concreto obtido da mistura de graute comercial com brita zero. Visando o desempenho em aplicações práticas destes conectores, foram avaliadas as rigidezes de vigas compostas de duas peças de madeira. Nos ensaios das ligações foram obtidas elevadas resistências e rigidezes, com ocorrência predominante de rupturas frágeis por esmagamento do dente de concreto. Nos ensaios das vigas compostas foram obtidas elevadas rigidezes à flexão, comprovando a eficiência das ligações, com os valores experimentais obtidos próximos às estimativas efetuadas com modelo teórico.

Palavras-chave: ligações mecânicas, conectores de concreto, vigas compostas de madeira.

EXPERIMENTAL EVALUATION OF JOINTS AND WOOD COMPOUND BEAMS USING CONCRETE CONNECTORS

ABSTRACT: It is frequently necessary, when building with wood, to use components that have both high stiffness and high load bearing capacity. In these situations, larger members are needed; this translates into high cost and difficulties in attaining. An interesting substitute is a compound piece that results from joining together, with the help of mechanical connectors, two or more smaller pieces of lumber. In this work it is reported an experiment on the behavior of wood joints, when the members are joined using concrete that is poured into holes to resemble and act as dowels. Specimens of the joints were built and tested: they were symmetrical and consisted of two or three wooden side members, with a steel bar used to avoid opening of the joints. Connectors of different geometries were used in one or both sides of the members, their shapes dictated by the slope of the loaded face. The concrete used to fill the dowels was made using commercial grout and an aggregate of size 0. A possible practical use of this joint was evaluated by determining the stiffness of beams made of two wood members. The essays showed the joints to be very strong and stiff, the concrete dowels being crushed in a fragile manner. The beams were also quite high stiffness. The experimental results agreed well with the theoretical model, thus confirming that the joints are indeed efficient.

Keywords: mechanical connectors, concrete connectors, compound wooden beams

1. Introdução

A madeira é um dos materiais cujo emprego nas estruturas atuais pode ser competitivo e vantajoso, em função de sua elevada resistência, seu reduzido peso próprio e sua adequação à pré-fabricação. O caráter sustentável de sua obtenção e uso é outro fator de importância crescente.

Uma das tecnologias utilizadas para obtenção de peças de madeira de elevada capacidade resistente, consiste do uso de peças compostas, obtidas em geral pela união de peças justapostas, de dimensões transversais não elevadas e ligadas por meio de conectores mecânicos. As peças compostas mais comuns apresentam seções transversais retangular, T, I ou caixão, sendo obtidas pela associação de peças serradas com seção retangular. Estas peças compostas podem ser utilizadas em diversas aplicações estruturais em que há necessidade de peças com maior rigidez e resistência, tais como em vigas, colunas, elementos de pórticos ou de treliças. Podem ser obtidas com o emprego de peças de madeira com maiores espessuras e teores de umidade, além do uso de diferentes tipos de conectores mecânicos. Em geral, sua fabricação é simples e os custos não são elevados.

A caracterização do comportamento de peças estruturais exige a avaliação da capacidade resistente, da rigidez e também do processo de ruptura ou ruína. O comportamento estrutural de peças compostas é fortemente influenciado pelo comportamento das ligações. As ligações ideais devem ser de fácil execução, de baixo custo, com elevadas resistência, rigidez e durabilidade, além de permitirem processo de ruptura dúctil, atributos estes difíceis de serem simultaneamente atingidos.

Na prática, o sistema de conexão é classificado em rígido ou flexível, em função da rigidez na transmissão dos esforços atuantes nas interfaces. Nos sistemas rígidos, os esforços previstos de atuarem, obtidos com as seções consideradas monolíticas, são integralmente transmitidos. Nos sistemas flexíveis, ocorrem deslocamentos relativos importantes entre as peças e apenas parte do esforço de cisalhamento que poderia ser mobilizado é efetivamente transmitido.

Nos sistemas flexíveis, a eficiência das ligações pode ser avaliada pela relação entre a rigidez efetiva obtida (I_{ef}) e uma rigidez de comparação, correspondente à rigidez máxima, obtida com o conjunto considerado monolítico (I_a) ou à rigidez mínima, obtida com o sistema sem conexão. Outra forma de obter a eficiência das ligações em peças compostas, considerada mais objetiva, é definida pela razão do ganho efetivo de rigidez em relação ao ganho possível.

Nas aplicações práticas, o mais importante é a eficiência global das soluções, dependentes da disponibilidade de materiais e componentes, facilidade de execução, versatilidade de uso e custos totais. Assim, sistemas de conexão flexíveis, com ganhos de rigidez da ordem de 2/3 a 3/4 do máximo possível, podem ser suficientemente para as aplicações previstas e permitem ganhos significativos em relação à rigidez mínima.

As ligações com conectores mecânicos são essencialmente flexíveis, uma vez que são dispostos afastados entre si, acarretando a mobilização de concentrações de tensões e de deformações na madeira ao redor dos conectores que, associadas às deformações dos próprios conectores, geram deslocamentos não desprezíveis entre as peças ligadas, modificam a distribuição das tensões internas e produzem perda de rigidez e de resistência em relação à seção aparente ou monolítica.

Os elementos mecânicos mais utilizados são os tarugos de madeira e os conectores metálicos na forma de pinos, chapas e anéis. As ligações com pinos obtidos de barras de aço redondas são de fácil execução, com custos e eficiência dependentes das dimensões, geometria, tipo de fixação na madeira e, principalmente, da quantidade ou espaçamento. Os tarugos de madeira maciça e os anéis