

ABORDAGEM NUMÉRICA DE VIGAS DE MADEIRA DE SEÇÃO COMPOSTA COM ALMA EM CHAPA DE COMPENSADO

Cláudia Lúcia de Oliveira Santana, Nilson Tadeu Mascia

RESUMO: As vigas de madeira de seção composta com alma em chapa de compensado apresentam baixo peso próprio e elevada rigidez à flexão. Entretanto, seu comportamento estrutural depende especialmente do desempenho das ligações, sendo que, conforme estudo teórico anterior, a importância dessa influência depende ainda de vários parâmetros geométricos da viga. Os modelos teóricos que tratam de vigas compostas com ligações não rígidas basicamente introduzem a influência da ligação através de uma equação de compatibilidade de deslocamentos em um elemento de viga. Quando o comportamento da ligação é considerado elástico linear, a solução analítica é simples, mas quando é considerado não linear, a solução numérica é a mais indicada. A partir de resultados de ensaios obtidos em estudo experimental anterior, foi possível observar que a partir de um certo nível de carregamento a viga passa a comportar-se de forma não linear. Este trabalho tem como objetivo buscar numa abordagem numérica meios para a avaliação do desempenho da viga composta com ligações não lineares. Apresenta-se uma abordagem teórica através da energia potencial total da viga. A minimização do funcional de energia potencial total é feita através do cálculo variacional e a discretização do sistema de equações diferenciais através do método das diferenças finitas. Com esta investigação espera-se contribuir com os conhecimentos sobre as vigas em questão e auxiliar nos caminhos da padronização das suas seções e dimensões.

Palavras-chave: vigas compostas, ligações, análise não linear, análise numérica

NUMERICAL APPROACH OF BUILT-UP WOODEN BEAMS WITH PLYWOOD WEBS

ABSTRACT: The built-up wooden beams with plywood webs present high stiffness in bending in comparison to a low weight. However, its structural performance depends particularly on the performance of the connections, and, according to previous theoretical studies, the magnificence of this influence depends also on several parameters of the beam. Theoretical models for built-up beams with flexible connections basically include the influence of the connection by means a displacement compatibility equation of a beam infinitesimal element. When the connection have linear behavior, the analytical solution is simple, but otherwise, the numerical solution is the most indicated. Based on experimental results from previous studies, it was observed that at higher levels of loading, the beam behavior becomes non linear. The objectives of this work is, starting from a numerical approach, to investigate a method for knowing the performance of beams with connections with non linear behavior. First we present a theoretical approach based on the total potential energy. The potencial minimization is carried out with variational principles and the solution of the system of differential equations is carried out with the finite differences method. With this investigation we expect to contribute to increase the knowledge about this kind of built-up beam and to the efforts to its padronization of section and dimensions.

Keywords: built-up beams, connections, non linear analysis, numerical analysis

1 INTRODUÇÃO

O comportamento estrutural de vigas compostas depende especialmente do desempenho das ligações, sendo investigadas neste sentido desde o início do século XX, no início experimentalmente e depois teoricamente. Essa dependência ocorre principalmente na rigidez da viga composta, e varia de acordo com outros parâmetros da mesma. Conforme relatado por SANTANA (1997), quanto maior a área da mesa, a distância destas ao eixo da seção e o comprimento do vão, maior é a influência da rigidez da ligação na rigidez global da viga.

Os modelos teóricos que tratam de vigas parcialmente compostas (isto é, com ligações não rígidas), basicamente introduzem a influência da ligação através de uma equação de compatibilidade de deslocamentos em um elemento de viga. Quando o comportamento da ligação é considerado elástico linear, a solução analítica é simples e inclusive tem fornecido subsídios para normas técnicas. Os procedimentos da norma EUROCODE 5 (EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION, 1993) para vigas compostas com ligações pregadas são baseados num modelo que considera o comportamento da ligação elástico linear. Segundo a norma NBR7190/97 (ABNT, 1997), para a consideração das ligações na rigidez, o momento de inércia da viga composta deve ser reduzido por um fator α_r , igual a 0,95 para vigas de seção “T” e 0,85 para seções “I” ou caixão. Porém, esta influência deste efeito pode variar de acordo com as características da ligação e outros parâmetros da viga. Os modelos teóricos citados descrevem bem o comportamento da viga parcialmente composta com ligações elástico lineares, contanto que estas sejam bem caracterizadas, conforme relatado por SANTANA (1997).

Entretanto, os métodos de dimensionamento de ligações resultam que antes de seu estado limite último, as mesmas comportam-se de forma não linear. Os estados limites para ligações previstos pela norma NBR7190/97 incluem o comportamento elastoplástico. De fato, conforme resultados de ensaios de ensaios relatados na literatura, o comportamento da ligação pode ser não linear em um nível relativamente baixo de carga, baixo o suficiente para influenciar no desempenho da viga composta até mesmo antes do seu estado limite de utilização. Por outro lado, o dimensionamento de ligações que comportem-se de forma elástico linear não é compensador.

Dessa forma, estudos teóricos e experimentais já têm sido realizados no sentido de considerar o comportamento não linear de ligações, sendo que no caso de vigas compostas com ligações não lineares, o comportamento da mesma passa a ser igualmente não linear. A solução analítica torna-se inviável, sendo necessário o uso de métodos numéricos.

Este trabalho tem por objetivo desenvolver uma abordagem numérica de vigas compostas de madeira com alma em chapa de compensado, de forma a obter meios para a solução desse tipo de viga composta incluindo a consideração do comportamento não linear para as ligações. Será apresentada a abordagem teórica baseada na minimização da energia potencial total e o método de solução numérica através do método das diferenças finitas. Será apresentada a descrição de um programa computacional desenvolvido para a solução do problema. Com este trabalho, pretende-se desenvolver um método de análise que permita a descrição mais próxima da realidade do comportamento do tipo de viga composta estudado. A longo prazo visa-se o desenvolvimento de um método prático de análise de vigas compostas com ligações não lineares, além de conclusões a respeito da magnitude do efeito do comportamento não linear da ligação sobre a viga. Com os resultados obtidos pretende-se caminhar no sentido da padronização das dimensões e seções do tipo de vigas compostas estudado.