



Anais do 10º Encontro Brasileiro em Madeiras e em Estruturas de Madeira - EBRAMEM 2006

30 de Julho a 02 de Agosto, São Pedro – SP

CEVEMAD/UNESP - IBRAMEM

ANÁLISE NUMÉRICA DE VIGAS MISTAS EM CONCRETO E EM MADEIRA

Nilson T. Mascia (nilson@fec.unicamp.br)

Universidade Estadual de Campinas - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo

Nádia C. S.Forti (nadiacazarm@yahoo.com.br)

Universidade Estadual de Campinas - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo

Júlio Soriano (ejsoriano@ig.com.br)

Universidade São Francisco- Faculdade de Engenharia Civil

RESUMO: Estruturas mistas de concreto com madeira ou aço tornou-se uma realidade. Essas estruturas constituídas pela associação de materiais com diferentes propriedades mecânicas são uma solução alternativa para as estruturas na construção civil. Esse arranjo busca obter redução de custos de construção mantendo também a segurança estrutural com um desempenho arquitetônico e ambiental vantajoso. A integração de uma estrutura mista deve-se, em geral, à eficiência do sistema de ligação, podendo ser do tipo rígido ou flexível. Esse sistema é responsável por transmitir a força de cisalhamento longitudinal na interface dos dois materiais combinados ao longo do comprimento da viga e também impedir o desprendimento vertical dos mesmos. Esta pesquisa contribui para a análise do comportamento mecânico de vigas mistas de três maneiras: via programa de elementos finitos bidimensionais, via resolução analítica das equações de equilíbrio e via a equação do princípio dos trabalhos virtuais. A última abordagem foi concebida a partir de pesquisas de teoria das estruturas, expandindo seus conceitos para vigas mistas. A formulação proposta satisfaz as equações de equilíbrio mostrando-se consistente e seus resultados são condizentes com dados experimentais.

Palavras-chave: Estruturas mistas, seção de concreto e madeira, princípio dos trabalhos virtuais, vigas

NUMERICAL ANALYSIS OF CONCRETE AND WOOD COMPOSITE BEAMS

ABSTRACT: Composite structures of concrete with wood or steel have become a reality. These structures, constituted by associating of materials with different mechanical properties are an alternative solution for current using structure in civil construction. This arrangement aims at obtaining a reduction of construction costs also maintaining the structural safety with advantageous environmental and architectural performance. The integration of a composite structure is, in general, due to the efficiency of the connection system, which can be rigid or flexible type. This system is responsible to transfer the longitudinal shear force on the interface of the associated materials along the beam length and to avoid the vertical detachment of them as well. This research contributes to the analysis of the mechanical performance of the composite beams in three ways: bidimensional finite element program via, analytical solution of the equilibrium equation via and virtual work principle equation via. The last approach was conceived from structural theory researches, expanding their concepts for composite beams. The proposal formulation fulfils the equilibrium equation showing to be consistent and the results fit with the experimental data. This formulation can be easily integrated to a finite element procedure requiring one-dimensional elements only.

Keywords: Composite Structures, Concrete-Wood Section, Virtual Work Principle, Beams

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento tecnológico de projetos com estruturas de madeira permitiu melhorar o conhecimento das propriedades mecânicas do material e dos sistemas de conexões nessas estruturas. A aplicação da madeira com concreto ou aço em estruturas mistas e os reforços do material com fibras de polímeros estruturais passou a ser realidade. As estruturas mistas, constituídas por materiais de diferentes propriedades mecânicas associados são uma solução alternativa às estruturas de uso corrente na construção civil. Essa solução estrutural busca obter redução de custos de construção mantendo também a segurança estrutural com um desempenho arquitetônico e ambiental vantajoso.

A integração de uma estrutura mista deve-se, em geral, à eficiência do sistema de ligação, podendo ser do tipo rígido ou flexível. Esse sistema é responsável por transmitir a força de cisalhamento longitudinal na interface dos dois materiais combinados ao longo do comprimento da viga e também impedir o desprendimento vertical dos mesmos.

Nesse contexto, esse trabalho contribui para análise do comportamento mecânico de vigas mistas de três maneiras: via programa de elementos finitos bidimensionais (SAP2000®), via resolução analítica das equações de equilíbrio e via a equação do princípio dos trabalhos virtuais. A última abordagem foi concebida a partir de pesquisas de teoria das estruturas, expandindo seus conceitos para vigas mistas. A formulação proposta satisfaz as equações de equilíbrio mostrando-se consistente e seus resultados são condizentes com dados experimentais. Essa formulação pode ser facilmente integrada a códigos de elementos finitos requerendo apenas elementos unidimensionais.

2. MODELOS PARA ANÁLISE DE VIGAS COMPOSTAS

Os modelos matemáticos para a representação do comportamento de estruturas mistas em geral propostos na literatura, AHMADI e SAKA (1993), GIRHAMMAR e GOPU(1993), são abordados com base no princípio de equações de equilíbrio e no princípio da energia. Tendo em vista a complexidade que envolve o comportamento das estruturas com seções mistas, algumas simplificações são assumidas para uma abordagem dos resultados conforme os itens a seguir.

2.1 Método de cálculo para estruturas mistas em concreto-madeira com base no princípio de equações de equilíbrio

STEVANOVIC (1996) utilizou a teoria da elasticidade para a determinação dos esforços em vigas mistas em concreto-madeira, devendo-se seguir as concepções básicas:

- a madeira e concreto são considerados materiais elásticos isotrópicos, sendo válida a lei de Hooke;
- a hipótese de Bernoulli-Navier é válida, isto é, seções planas permanecem planas e perpendiculares ao eixo da seção após deformação;
- a madeira e concreto apresentam deslocamentos verticais iguais em todos os pontos de - conexões;
- os conectores são discretos, porém considerados como conexões equivalentes contínuas com constante elástica;

O deslizamento entre ambos os materiais é representado pela razão entre a tensão de