

EFEITOS DE FLEXÃO EM LIGAÇÕES DENTADAS ENTRE BANZOS DE TRELIÇAS DUAS ÁGUAS

Francisco Antonio Romero Gesualdo (gesualdo@ufu.br) - Universidade Federal de Uberlândia;
Renata Oliveira Almeida (renata_oliveira_almeida@yahoo.com.br) - Universidade Federal de Uberlândia

RESUMO: É comum o uso de ligações por meio de dentes entre peças do banzo superior e inferior de barras de treliças do tipo duas águas. O cálculo usual contempla o modelo clássico de treliça perfeita com nós articulados. Contudo, o uso de encaixes – dentes – produz uma excentricidade local que usualmente é desprezada no cálculo. Este trabalho apresenta uma análise numérica via método dos elementos finitos, mostrando a distribuição de tensões efetivas obtida em modelo numérico com malha apropriada, empregando elementos do tipo contato na região do encaixe, que permite o afastamento relativo das superfícies não interconectadas. O estudo foi desenvolvido para um sistema triangular formado por banzo superior e inferior, com diferentes inclinações e tamanhos de dentes. Pela distribuição de tensões é feita a estimativa do momento fletor existente nas peças, bem como um mapeamento de toda a região. Também é mostrado o percentual de erro cometido com relação ao procedimento padrão.

Palavras-chave: Ligação entre banzos, Dentes, Encaixes, Tesouras duas águas

BENDING EFFECTS ON NOTCHED CONNECTIONS BETWEEN TRUSS CHORDS

ABSTRACT: It is common having contact connections between top and bottom chords in trusses. The ordinary design is made by the classical model where members are pin connected. However, when notches are used to connect chords some eccentricity appears along the members because of the abrupt change in the cross section. This paper presents an analysis by finite element method showing the stress distribution along the members involved in the connection, the separation between contact areas when submitted by tension. It was used a reticulated triangular system formed by tree members to reach the goal. It is possible to calculate the additional bending moment and map the entire region in terms of stress. Also it is showed the error between the classical model and the finite element model.

Keywords: connection between chords, contact joint, notches, two plan trusses

1. Objeto de estudo

Para avaliar a influência do dente na ligação entre banzos adotou-se o modelo clássico, usualmente empregado em ensaios laboratoriais, constituído por três barras de madeira que formam um triângulo, Figura 1. O encontro das barras do banzo superior no ponto central foi considerado como uma articulação para todas as avaliações.

Para facilitar o cálculo numérico foram consideradas duas simetrias: a transversal e a longitudinal. Sobre o nó superior central foi aplicada uma força de 10 kN, o ângulo de inclinação entre banzos (θ) foi de 20° e a distância entre apoios de 200 cm.

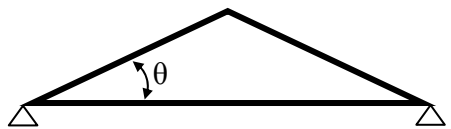


Figura 1 – Esquema da estrutura analisada

2. O problema

O assunto envolvendo a ligação clássica entre banzos ainda é pouco estudado. Parece ser fruto da aceitação da hipótese usual da articulação perfeita que norteia a análise das treliças perfeitas. Assim como ocorre na análise global de esforços nas treliças, que é tratada com encontro de barras perfeitamente articulados, embora não o sejam, os dentes também são menosprezados em seus detalhes. Efeitos adicionais, tais como, a influência das dimensões reais, das regiões de contato por compressão, das excentricidades e outras variáveis, existem e somente são possíveis de serem detectados por meio do uso de técnicas mais refinadas, como por exemplo, o método dos elementos finitos (MEF).

Vários autores tratam deste tipo de ligação de forma convencional, onde as tensões exercidas na região do dente são proporcionais às forças aplicadas projetadas perpendicularmente às áreas de contato e à área efetiva do(s) dente(s), ver Moliterno (2009, p.188-198), Pfeil e Pfeil (2005) e Calil et al. (2003). Além disto, as forças atuantes sobre os dentes são provenientes da distribuição de barras em arranjo estrutural calculado pelo método clássico, que admite os nós como ponto de encontro de eixos das barras perfeitamente articuladas. Petrauski et al. (2008) relata as dificuldades relativas ao caso: “[...] tais ligações exigem, porém, condições específicas de execução e merecem mais estudos quanto a metodologias de análise e/ou dimensionamento.”

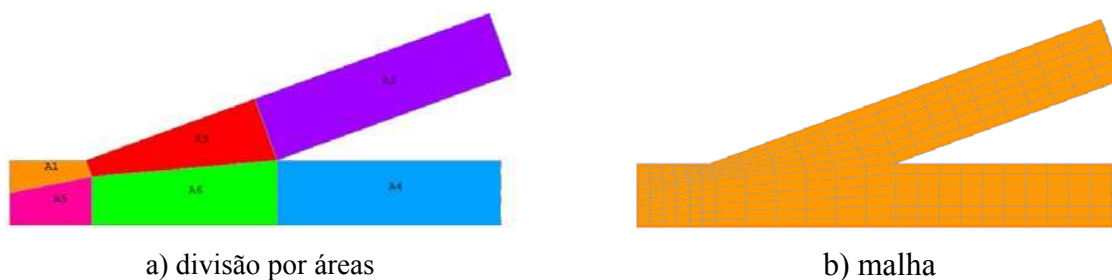


Figura 2 – Estratégias usadas para geração da malha

3. Definição da densidade da malha

Para definir qual densidade de malha é mais apropriada fez-se um estudo da variação deste parâmetro considerando o modelo dividido em seis partes, como mostrado na Figura 2, de forma a produzir malhas quadrangulares, em harmonia com os detalhes do entalhe e das dimensões das peças.