



Revista Internacional de Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería

www.elsevier.es/rimni



Estudo do desempenho de vigas em situação de incêndio a partir do modelo de fibras

P.A.S. Rocha* e K.I. da Silva

Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto, Campus Morro do Cruzeiro, CEP35400-000, Ouro Preto – MG, Brasil, 55-31-35591546

INFORMAÇÃO SOBRE O ARTIGO

Historial do artigo:

Recebido a 7 de outubro de 2014
Aceite a 20 de novembro de 2015
On-line a xxx

Palavras-chave:

Vigas de concreto armado
Vigas mistas de aço e concreto
Modelo de fibras
Situação de incêndio

Keywords:

Reinforced concrete beams
Steel-concrete composite beams
Fibers model
Fire

R E S U M O

Neste trabalho apresenta-se a análise numérica de vigas de concreto armado de seção retangular e T e de vigas mistas de aço e concreto submetidas a altas temperaturas. Para a obtenção dos resultados numéricos, os quais se referem às relações momento x curvatura para diferentes temperaturas, bem como os valores máximos atingidos para os momentos fletores, utilizou-se o método ou modelo de fibras, sendo as relações constitutivas dos materiais (concreto e aço) definidas a partir das considerações do EUROCODE 2 parte 1.2 e da ABNT NBR 15200. A partir dos resultados obtidos, os quais são comparados com as respostas de expressões analíticas definidas pela ABNT NBR 6118 e pela ABNT NBR 8800, é possível se identificar a resistência residual da estrutura à medida que o tempo de exposição ao fogo aumenta e também demonstrar a redução efetiva de sua rigidez.

© 2016 CIMNE (Universitat Politècnica de Catalunya). Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este é um artigo Open Access sob a licença de CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Study of Beams's Performance on Fire by the Fibers Model

A B S T R A C T

This paper presents the numerical analysis of reinforced concrete beams with rectangular and T sections and of steel-concrete composite beams subjected to high temperatures. To obtain the numerical results, which refer to the moment x curvature relations for different temperatures, as well as the maximum values achieved for the bending moments, it was used the fibers method or fibers model, with the constitutive relations of materials (concrete and steel) defined by the considerations of the EUROCODE 2 part 1.2 and by the ABNT NBR 15200. From the results obtained, which are compared with the responses of analytical expressions defined by ABNT NBR 6118 and by ABNT NBR 8800, it is possible to identify the residual strength of the structure as the fire exposure time increases and also demonstrate the effective reduction of its rigidity.

© 2016 CIMNE (Universitat Politècnica de Catalunya). Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

1. Introdução

O concreto é um material formado pela junção de cimento, aglomerantes (água e areia) e agregados, como por exemplo, a brita. Este material apresenta baixa condutividade térmica e quando associado às armaduras forma as peças de concreto armado. O concreto simples que reveste as barras de aço acaba protegendo as

mesmas das ações de intempéries, corrosão ou de um incêndio e, além disso, origina um considerável aumento na rigidez da peça e consequentemente na sua resistência.

No caso de um incêndio em uma edificação, o concreto é capaz de proteger o aço do calor excessivo, garantindo um tempo de fuga maior de pessoas, caso haja um sinistro de grandes proporções. Porém, em função do tempo de exposição ao fogo e da taxa de aquecimento, os constituintes do concreto podem reagir quimicamente, dando início a processos mecânicos como expansões, fragmentações, fissurações e perda de resistência. A fissuração e a fragmentação superficial explosiva, ou «spalling»,

* Autor para correspondência.

Correios eletrônicos: paulorocha@em.ufop.br, katia@em.ufop.br (P.A.S. Rocha).

<http://dx.doi.org/10.1016/j.rimni.2015.11.001>

0213-1315/© 2016 CIMNE (Universitat Politècnica de Catalunya). Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este é um artigo Open Access sob a licença de CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

que leva a uma grande degradação do material podendo afetar de modo significativo a sua capacidade estrutural, dependem diretamente de como a temperatura gera tensões na matriz sólida e da pressão exercida pelas fases fluidas presentes nos poros [1].

No presente trabalho apresentam-se os resultados numéricos correspondentes à avaliação do desempenho de vigas de concreto armado e vigas mistas de aço e concreto em situação de incêndio a partir do modelo ou método de fibras. Classifica-se como viga mista a estrutura que permite o trabalho conjunto entre a viga metálica e uma faixa da laje de concreto; para que aconteça essa interação, deve haver ligação mecânica entre a viga de aço e a laje de concreto, proporcionada por elementos denominados de conectores de cisalhamento.

O modelo de fibras é um método clássico utilizado para a análise de elementos mistos de aço e concreto e também de seções de concreto armado ou metálicas, em que é possível modelar vigas, pilares, etc. No modelo de fibras a seção transversal é subdividida em pequenas regiões, não necessariamente de áreas iguais, sendo que cada região apresenta uma fibra de material distribuída ao longo da seção. Cada fibra pode assumir diferentes relações tensão x deformação, representando diferentes materiais. Em geral usam-se relações constitutivas uniaxiais. Sendo assim, considerando-se que as seções planas permanecem planas após a deformação e utilizando-se as relações constitutivas para cada material, pode-se calcular a tensão em cada fibra em função de sua deformação, e fazendo-se o somatório das forças e momentos determinam-se os esforços resistentes da seção [2].

Franssen [3] desenvolveu o programa SAFIR [4] para servir como plataforma para a implementação de vários elementos finitos e modelos constitutivos. O programa é utilizado em inúmeras pesquisas sobre o comportamento de estruturas de aço, concreto e mistas de aço e concreto à temperatura ambiente e em situação de incêndio e também na calibração de procedimentos de projeto [5–8]. Neste programa a seção transversal do elemento estrutural é discretizada em fibras triangulares ou retangulares e em qualquer ponto longitudinal de integração todas as variáveis (temperatura, tensões e deformações) são constantes em cada fibra, caracterizando um modelo de fibras. Hajjar et al. [9] apresentaram uma formulação, também baseada no modelo de fibras, em que se considerou o deslizamento relativo entre o concreto e o aço.

Sfakianakis [10] propôs um método de fibras alternativo em que o mecanismo de falha da seção transversal foi determinado através de algoritmos envolvendo computação gráfica, sendo válido para seções transversais com geometria qualquer e eliminando problemas de convergência relacionados com processos iterativos.

Embora a maior desvantagem do método de fibras seja a necessidade de grande quantidade de memória e um alto custo computacional para a realização das modelagens numéricas, é um dos mais flexíveis e poderosos disponíveis, sendo a sua grande vantagem a possibilidade de aplicação em análises de estruturas com seções transversais com geometria qualquer.

Portanto, neste trabalho desenvolveu-se um programa computacional denominado MDCOMP (2014), baseado no modelo de fibras e implementado em linguagem FORTRAN, destinado à determinação da resistência última de vigas em situação de incêndio. Com a finalidade de mostrar a eficiência do método proposto realizaram-se comparações com as respostas obtidas a partir de expressões analíticas definidas pela ABNT NBR 6118 [11] e pela ABNT NBR 8800 [12] para vigas de concreto armado de seção retangular e T e de vigas mistas de aço e concreto.

2. Momento fletor resistente de uma viga pelo modelo de fibras

O modelo de análise adotado baseia-se na integração das funções não-lineares de tensão geradas durante a flexão. Sendo assim, a seção transversal é discretizada em N elementos submetidos apenas a solicitações axiais de tração ou de compressão e a flexão da viga é obtida a partir da consideração do comportamento de todas as fibras (elementos), como mostra a figura 1.

Sendo A_i a área do i -ésimo elemento e $\sigma(\varepsilon_i, \theta_i)$ sua respectiva tensão, calculada a partir da temperatura θ_i e da deformação ε_i , o equilíbrio das tensões normais na seção transversal submetida à flexão pura é obtido pelo modelo de fibras a partir de:

$$\int \sigma(\varepsilon, \theta) dA = \sum_{i=1}^N \sigma(\varepsilon_i, \theta_i) A_i = 0 \quad (1)$$

O campo de deformações obedece à hipótese de Bernoulli, que estabelece que as seções permanecem planas durante a flexão, sendo, portanto, descrito por uma função linear. Seu cálculo é feito definindo-se 2 pontos A e B com deformações ε_s e ε_t , respectivamente. Atribuindo-se uma deformação ao ponto A, calcula-se a deformação no ponto B, de modo a satisfazer o equilíbrio das forças axiais descrito na equação (1). Uma vez definido o campo de deformações, o momento fletor resistente da seção é calculado da seguinte forma:

$$M_{d,\theta} = \sum_{i=1}^N F_i x_i = \int \sigma x dA = \sum_{i=1}^N [\sigma(\varepsilon_i, \theta_i) - \sigma(\varepsilon_j, \theta_i)] (x_n - x_i) A_i \quad (2)$$

em que F_i é a resultante de forças em cada elemento, x_i é o braço de alavanca e x_n a posição da linha neutra, medida a partir da coordenada do ponto de deformação ε_s .

3. Momento fletor resistente de uma viga de seção retangular

As expressões analíticas definidas pela ABNT NBR 6118 [11] para o cálculo do momento fletor resistente na região comprimida e tracionada da seção, desprezando-se a contribuição do concreto na região tracionada em situação de incêndio, são, respectivamente:

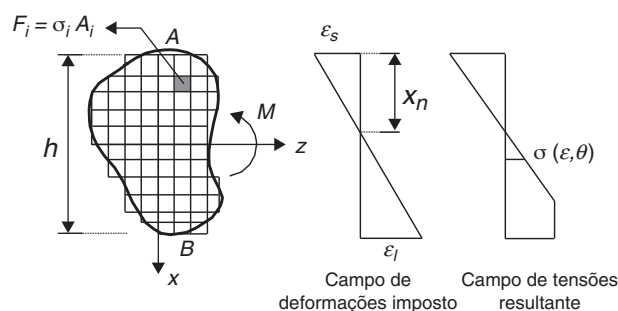


Figura 1. Discretização da seção transversal aplicada à flexão inelástica reta.

Download English Version:

<https://daneshyari.com/en/article/8050771>

Download Persian Version:

<https://daneshyari.com/article/8050771>

[Daneshyari.com](https://daneshyari.com)