

ESTUDO DE TRAJETÓRIAS DE TENSÕES PRINCIPAIS EM VIGAS DE CONCRETO ARMADO

Bruno Bandeira Brandão, Rodrigo Bird Burgos

Departamento de Estruturas e Fundações (ESTR/UERJ), rburgos@eng.uerj.br

Este trabalho apresenta o comportamento de vigas isostáticas, com especial foco no conjunto de curvas ortogonais cuja tangente em qualquer ponto tem a direção das tensões principais, denominado trajetória de tensões principais.

O dimensionamento de uma viga de concreto armado consiste na determinação das seções do concreto e das armaduras longitudinais, a partir do equilíbrio entre forças atuantes nas seções ao longo da peça e com o momento fletor que surge com o carregamento da viga, seguido pelo cálculo da armadura transversal para resistência às forças cortantes.

Diferentes teorias e modelos foram desenvolvidos para análise de vigas de concreto armado sob esforço cortante e momento fletor, sendo que o modelo de treliça de Mörsch, embora tenha sido desenvolvido por volta de 1900, continua válido ainda hoje como base de cálculo para as principais normas de projetos estruturais.

A partir dessa ideia surgiu o modelo de bielas e tirantes que é concebido com base na geometria, fluxo de tensões no interior da estrutura e nas condições de apoio e distribuição dos carregamentos atuantes. Esse modelo é uma generalização da analogia da treliça para vigas, que possibilita o dimensionamento e o detalhamento das estruturas de concreto.

A análise da trajetória de tensões tem o objetivo de identificar os caminhos percorridos pelas forças que fluem

numa estrutura a partir do seu ponto de aplicação até o ponto onde ocorre a reação.

A avaliação do estado de tensões em um elemento estrutural constitui um item de fundamental importância para o engenheiro estrutural. A partir do conhecimento dos valores máximos de tensões é possível garantir um dimensionamento seguro e econômico para a peça estrutural (OLIVEIRA, 2002).

As trajetórias de tensões podem ser obtidas, calculando as tensões normais e cisalhantes para cada ponto da viga, e utilizando círculo de Mohr (HIBBELER, 2010) para encontrar as tensões principais e traçar as curvas dadas pela direção de seus vetores.

Neste trabalho foi utilizado o software MATLAB como ferramenta de auxílio para geração dos gráficos de distribuição de tensões normais, cisalhantes e tensões principais, além das trajetórias de tensões principais.

A metodologia utilizada considerou hipóteses simplificadoras, como a homogeneidade dos materiais, obedece à lei de Hooke, o concreto não fissurado (Estado I), de modo a possibilitar a utilização das equações de resistência dos materiais para o cálculo das tensões principais e sua direção plana, com a finalidade de obtenção das trajetórias de tensões.

Partindo das premissas apresentadas, serão feitos cálculos para determinação dos esforços atuantes, tensões normais e cisalhantes, tensões principais com suas

respectivas direções, para cada ponto no plano longitudinal da viga, utilizando os conceitos de isostática e resistência dos materiais. Tais dados são introduzidos de forma matricial no software MATLAB, tendo como resultado todos esses valores plotados de forma visual em diagramas de esforços internos, distribuições de tensões e as trajetórias de tensões principais.

A análise descrita foi feita para dois tipos de vigas, uma biapoiada e outra biapoiada com balanços nas extremidades, sendo que para cada tipo de viga foram analisadas diferentes seções, todas constantes ao longo da peça: retangular, em “T” (TEIXEIRA et al., 2013) e em “I”. A escolha para os tipos de vigas e suas seções levou em consideração vigas usualmente utilizadas em obras de construção de edifícios e obras de arte, como pontes e viadutos.

Os modelos mostraram uma boa representação do comportamento das tensões nas vigas, considerando o concreto ainda no Estádio I (não fissurado). A trajetória de tensões ficou de acordo com o estudado na literatura. Pode-se utilizar tal trajetória para a obtenção de um modelo de bielas e tirantes, segundo o qual uma viga de

concreto armado pode ser representada como uma treliça.

A utilização das equações clássicas de resistência dos materiais para obtenção das trajetórias de tensões principais fornece ao calculista o conhecimento do comportamento da estrutura sob a ação de carregamentos, possibilitando o desenvolvimento de outros métodos para o dimensionamento que considerem o fluxo das tensões principais, como o método de bielas e tirantes.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2014. NBR-6118 Norma Brasileira para Projeto de Estruturas de Concreto Armado. Rio de Janeiro.

CARVALHO, R. C. e FIGUEREDO, J. R. Cálculo e Detalhamento de Estruturas Usuais de Concreto Armado. Editora Edufscar, 2007.

HIBBELER, R. C. Resistência dos Materiais, Pearson Prentice Hall, São Paulo, 2010.

OLIVEIRA, J. M. et al. Estudo sobre a trajetória de tensões principais em vigas isostáticas. I Jornada Científica da Engenharia da UCG. Goiás, GO, Brasil, 2002.

TEIXEIRA, P. J. B.; BRUGOS, R. B.; TAVARES, M. E. N.; SOUZA, R. H. F. e SILVA, J. L. Estudo Comparativo Entre Resultados Experimentais e Modelos Analíticos Utilizando o Método de Bielas e Tirantes Aplicados a Vigas de Concreto armado. 55º Congresso Brasileiro de Concreto, 2013.