

MODELO GENERALIZADO DE ELEMENTOS FINITOS NA REPRESENTAÇÃO DE CASCAS AXISSIMÉTRICAS.

Aluno: João Luiz Almeida de Souza Ramos
Orientador: Carlos Alberto de Almeida

Introdução

Neste trabalho estudou-se o comportamento de cascas axissimétricas sob carregamentos de pressão – interna e externa – e forças concentradas –axial e radial- sob diversas formas de condições de contorno, utilizando-se como solução a aproximação pelo método dos elementos finitos. O modelo formulado utiliza funções preditivas para os deslocamentos em cada elemento nas direções radial e axial dos pontos da casca. A partir destes deslocamentos obtêm-se as componentes das tensões presentes na espessura e ao longo do elemento. Representações gráficas das tensões são apresentadas, a partir destas soluções, em um ambiente suportado pelo programa Matlab.

Objetivos

O estudo tem o objetivo de apresentar uma solução eficiente do ponto de vista computacional, utilizando-se uma malha ajustável à abrangência do algoritmo para representar o comportamento de cilindros sob carregamentos concentrados. A validação é obtida através da comparação dos resultados numéricos gerados com as soluções analíticas fornecidas na literatura, ampliando desta forma a precisão das soluções e a generalização das hipóteses.

Metodologia

Neste projeto foi estendido um programa desenvolvido em linguagem C para simular o carregamento em vasos de pressão (cascas axissimétricas) de paredes espessas ou finas, possibilitando a generalização da geometria do corpo e da malha de elementos, além da diferenciação do carregamento em tipo de pressão (interna ou externa) ou concentrado (radial ou axial). A análise dos resultados deste é realizada através da comparação com a solução analítica, quando disponível, e com o atendimento das condições de contorno não impostas no modelo.

Utilizando o método dos elementos finitos [Bathe, 1995], considerou-se a partição do corpo contínuo em pequenos elementos de geometria simples, neste caso a casca com simetria axial, nos quais são impostas condições de compatibilidade e equilíbrio para que possam ser obtidas as funções que descrevem as variáveis desejadas. Usualmente, no caso estrutural, utiliza-se um conjunto de funções para descrever os deslocamentos no interior de cada elemento a partir de graus de liberdade nodais (funções de forma convencionais). Este método pode ser empregado em estruturas unidimensionais, bidimensionais (caso presente) e tridimensionais.

No presente modelo representativo de estruturas cuja geometria é uma casca axissimétrica (ex.: cilindros, esferas), admite-se que o deslocamento longitudinal em um elemento é dado por uma função cúbica e o radial por uma combinação linear entre a solução analítica para o caso de vasos esféricos e de vasos cilíndricos. A discretização da casca é feita através da subdivisão em elementos, cujo comportamento cúbico é descrito por valores obtidos nos quatro pontos nodais de cada elemento.

Da implementação e dos testes realizados, através de um programa de elementos finitos, verifica-se que a análise estrutural de cascas com espessuras que caracterizam serem finas ou espessas pode ser tratada numericamente de forma unificada, permitindo a fácil comparação entre os casos. Este programa possui uma interface gráfica que permite o tratamento de várias análises numéricas simultaneamente. Esta característica é especialmente importante quando utilizada na avaliação da convergência das soluções obtidas para discretizações crescentes da estrutura (convergência monotônica).

O presente estudo concentrou-se na análise de cilindros sob carregamentos axiais e radiais concentrados, comparando-se soluções para diferentes arquiteturas de malhas de discretização. Através da generalização da geometria do corpo, isto é quer cascas espessas ou finas, é possível uma maior extensão do estudo à diversas áreas, uma vez que as propostas para soluções analíticas têm como hipótese simplificadora a geometria de cascas finas.

Conclusões

A fácil adaptação da malha para uma maior concentração de elementos nas regiões de grande variação dos deslocamentos e tensões, evidencia a aplicabilidade do programa na modelagem e análise geral de vasos de pressão, reduzindo o esforço computacional necessário para o estudo numérico. Isto pode ser observado na grande versatilidade da construção da malha, sendo possível concentrar-se mais elementos em uma determinada região do modelo, onde uma maior variação está presente, garantindo-se desta forma uma aproximação tão boa quanto aquela obtida para uma mesma simulação, com um número maior de elementos.

Os resultados das análises numéricas consideradas permitem verificar-se a consistência entre as soluções obtidas e as similares analíticas, disponíveis na literatura. Nos casos mais complexos de solução, a avaliação é realizada comparando-se com as soluções obtidas com outros modelos numéricos como, por exemplo, com aquelas fornecidas por programas comerciais. Uma vez que as soluções analíticas não têm a mesma versatilidade de generalização que as simulações realizadas através de modelos de elementos finitos, o ferramental numérico desenvolvido neste trabalho permite estudar o comportamento estrutural em que as hipóteses simplificadoras analíticas não se aplicam exatamente.

Referências

- 1 - Espinoza, Harry G. S. **Formulação de Cascas Espessas Axissimétricas Utilizando Elementos Finitos Enriquecidos**. PUC-Rio, Departamento de Engenharia Mecânica, Dissertação de Mestrado, 2004, 107p.
- 2 - Bathe, Klaus-Jürgen. **Finite Element Procedures**, Prentice Hall, 1996. 1037p.
- 3- S. Timoshenko e S Woinowsky-Krieger, **Theory of Plates and Shells**, Second Edition, Engineering Societies Monographs, 1959, 580p.
- 4- Raymond J. Roark e Warren C. Young, **Formulas for Stress and Strain**, Fifth Edition, McGraw-Hill, 1975, 924p.