

8

Conclusão

8.1

Sobre o método de formulação dos elementos finitos desenvolvidos em séries de frequência.

O método híbrido de elementos finitos utilizado na formulação dos elementos unidimensionais de viga e treliça, permite o tratamento de problemas dependente do tempo no contexto do domínio da frequência para quaisquer condições de contorno.

O desenvolvimento em série das matrizes fornece resultados próximos da solução analítica, como verifica-se na figura (4.5), comparada a teoria clássica que utiliza apenas uma matriz de rigidez, massa e amortecimento. A utilização de técnicas avançadas de superposição modal permite a conversão de problemas no domínio da frequência para o domínio do tempo, como alternativa ao uso de transformadas.

Embora não implementada neste trabalho, a análise modal permite a consideração de condições iniciais não homogêneas e de carregamentos gerais, inclusive cargas móveis.

Na modelagem dos elementos, uma desvantagem é o tempo de processamento dos dados quando utilizamos termos de alta ordem na série de frequências. Isso pode ser contornado em problemas nos quais os elementos são iguais, e assim necessitam apenas que se calculem as matrizes para um único elemento, para então repeti-las nos demais elementos.

8.2

Quanto ao modelo de interação

O modelo de interação de dinâmica desenvolvido neste trabalho, embora acadêmico e sem base experimental, mostrou-se adequado para uma análise de efeitos dinâmicos provenientes de solicitações súbitas e forças de curta duração.

Uma contribuição preliminar do trabalho diz respeito ao desenvolvimento de soluções particulares em uma viga de Timoshenko para o caso de solicitações na forma de forças impulsivas e cargas móveis.

Neste trabalho, também foi implementada e testada uma técnica de condensação dinâmica dos graus de liberdade internos em vários níveis de condensação. Os modelos resultantes do processo de condensação em geral apresentaram resultados satisfatórios, tanto para uma carga súbita quanto para uma ação de curta duração. Entretanto, comparando-se os modelos deve-se destacar que:

- O modelo 5, resultante do primeiro nível de condensação, apresenta resultados muito próximos aos obtidos modelo 7 (modelo onde não houve condensação).
- O modelo 3, resultante do segundo nível de condensação, apresenta resultados próximos aos modelos 5 e 7. Observa-se que houve correspondência, tanto em termos de deslocamentos nodais ao longo do tempo, como das frequências de vibração, principalmente para $n=3$.
- O modelo 2 (com um número menor de graus de liberdade resultante do terceiro nível de condensação) apresenta a maior diferença de resultados comparado ao modelo 7. Porém tomando-se como parâmetro de comparação as frequências de vibração do modelo, nota-se que para uma expansão com um número maior de matrizes, os resultados se aproximam do obtidos nos modelos 3, 5 e 7, figura(5.12), comprovando a convergência do modelo.

8.3

Sugestões para trabalhos futuros

Como sugestões para trabalhos futuros em continuação ao que foi desenvolvido neste trabalho, apresentam-se:

- A realização de medições experimentais, ao longo de uma ferrovia, para a obtenção dos parâmetros físicos do lastro e demais componentes, além da medição in loco de deslocamentos e acelerações.
- A utilização de modelos bi e tridimensionais na modelagem dos elementos constituintes da via férrea, principalmente o lastro e o dormente.
- O cálculo de deslocamentos e acelerações em pontos internos dos elementos considerando o efeito de uma massa móvel.