

ANÁLISE FÍSICA E GEOMETRICAMENTE NÃO LINEAR DE PÓRTICOS PLANOS PELO MÉTODO DOS ELEMENTOS FINITOS

PHYSICALLY AND GEOMETRICALLY NON LINEAR ANALYSIS OF PLANE FRAMES THROUGH FINITE ELEMENTS METHOD

João Felipe Amintas Seráfico de Assis Carvalho Melo¹, Roque Luis da Silva Pitangueira²

¹. Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Estruturas da Universidade Federal de Minas Gerais; jfelipemelo@gmail.com

². Professor do Departamento de Engenharia de Estruturas da Universidade Federal de Minas Gerais; roque@dees.ufmg.br

Resumo. Este trabalho apresenta uma proposta de expansão do sistema INSANE (INteractive Structural ANalysis Environment) para a inclusão de um modelo de análise pelo Método dos Elementos Finitos que considere tanto o efeito da não linearidade física quanto da geométrica em pórticos planos. O INSANE é um ambiente computacional desenvolvido na linguagem de programação Java pelo Departamento de Engenharia de Estruturas da Universidade Federal de Minas Gerais. O software atualmente conta com modelos de análise capazes de lidar com esses comportamentos isoladamente através de métodos incrementais e iterativos. O modelo constitutivo unidimensional implementado por Fonseca (2006) será o utilizado para a consideração da não linearidade física. O tratamento da não linearidade geométrica foi implementado para elementos de continuidade C0 (elementos de treliça e elementos planos) por Fonseca (2008), considerando as usuais Formulações Lagrangeanas Total e Atualizada descritas por Bathe (1983). Este modelo de análise será ampliado para compreender pórticos planos e o acoplamento com a não linearidade física. Para as integrações numéricas, será utilizada a quadratura de Gauss-Lobatto, por essa conter pontos de integração nas extremidades do elemento, regiões de degradação intensa. Modelos numéricos serão validados pela sua comparação com os apresentados na literatura. Os resultados também serão comparados com os obtidos quando se desconsidera a não linearidade física.

Palavras-chave: Análise Fisicamente Não Linear, Análise Geometricamente Não Linear, Método dos Elementos Finitos, Quadratura de Gauss-Lobatto

Abstract. This work aims to propose an expansion of the software INSANE (INteractive Structural ANalysis Environment) with the inclusion of an analysis model in Finite Elements Method that handles physical nonlinearity and geometrical nonlinearity in plane frames. INSANE is a computational environment developed in the programming language Java by the Department of Structures of the University of Minas Gerais. At the moment, the software possess analysis models able to deal with these behaviors in an isolated way through incremental-iterative procedures. The unidimensional model implemented by Fonseca (2006) will be used to deal with the physical nonlinearity. The handling of the geometrical nonlinearity was implemented for C0 (truss and plane elements) continuity elements by Fonseca (2008), following the usual Total and Updated Lagrangean Formulations described by Bathe (1983). This analysis model will be expanded in order to comprehend plane frames and the coupling with the physical nonlinearity. For numerical integrations, it will be used the Gauss-Lobatto quadrature due the presence of integration points at the extremes of the element, regions of intense degradation. Numerical models will be validated with those present in the literature. The results will also be compared with those obtained ignoring the physical nonlinearity.

Keywords: Physical Nonlinear Analysis, Geometrically Nonlinear Analysis, Finite Elements Method, Gauss-Lobatto Quadrature