



MODELAGEM VIA MÉTODO DOS ELEMENTOS FINITOS DO COMPORTAMENTO DE PERFIS DE AÇO FORMADOS A FRIO

Gladimir de Campos Grigoletti; Curso de Engenharia Civil/PPGEMPS; ULBRA Canoas; grigoletti@cpovo.net

INTRODUÇÃO

Atualmente os programas computacionais de elementos finitos têm recursos que permitem analisar problemas com não linearidade física e geométrica, que os possibilita a modelar os efeitos de pós-flambagem local e distorcional em perfis formados a frio (PFF). Estes recursos tem despertado o interesse da comunidade científica ligado ao estudo destes perfis, uma vez que as análises realizadas por estes programas vêm tendo um papel crucial na validação e calibração de metodologias de dimensionamento, além do que, estudos paramétricos efetuados através de simulações numéricas terem grandes vantagens em relação à realização de análises experimentais. Dentro deste contexto foi feita a calibração de um modelo em elementos finitos que capturasse os efeitos não lineares presentes até se atingir o colapso de um PFF. Para a calibração do modelo em elementos finitos apresentado analisou-se um conjunto de barras submetidas à compressão comparando-se os resultados experimentais obtidos na literatura com os resultados numéricos obtidos neste trabalho.

A correlação entre os resultados obtidos permite considerar o modelo implementado em elementos finitos uma ferramenta confiável para simular o comportamento estrutural de perfis formados a frio submetidos à compressão.

OBJETIVO

O presente trabalho tem por objetivo apresentar um procedimento para, utilizando o método dos elementos finitos, simular o comportamento estrutural de PFF, o que possibilitará realizar análises paramétricas, com o intuito de validar e calibrar métodos de dimensionamento.

MÉTODO DE PESQUISA

No desenvolvimento da presente pesquisa foram empregados procedimentos padrões do método dos elementos finitos (MEF), cuja formulação teórica encontra-se em farta literatura, onde pode-se citar por exemplo os trabalhos de Bathe (1982) e Cook (1995).

As análises numéricas foram realizadas com o uso do software de elementos finitos ANSYS versão 14.0 (ANSYS, Inc., 2012).

A simulação via MEF para efetuar as análises lineares de estabilidade e de pós-flambagem consistiram basicamente de duas etapas:

a) análise de flambagem elástica (“buckling”) por autovalores: foi feita para se obter os modos de flambagem e a força crítica (N_{cr}) correspondente, no qual os modos de flambagem selecionados foram utilizados para incorporar as imperfeições geométricas iniciais (GRIGOLETTI, 2008) empregadas na análise não linear física e geométrica;

b) análise não linear física e geométrica: imperfeições geométricas obtidas na etapa anterior e deformações plásticas foram incluídas nesta análise para se obter a força de colapso e modos de colapso dos PFF submetidos à compressão.

Os procedimentos mais importantes envolvidos na utilização do programa ANSYS para efetuar as análises supracitadas, foram: (a) à discretização dos perfis, (b) à modelação das condições de apoio e do comportamento material, (c) à introdução das forças aplicadas, (d) à incorporação das imperfeições geométricas iniciais e (e) às técnicas numéricas adotadas para resolver os problemas de autovalores (análise de flambagem) e determinar as trajetórias de equilíbrio não-lineares (CRISFIELD, 1997).

Figura 1 – Discretização do PFF e condições de contorno empregadas

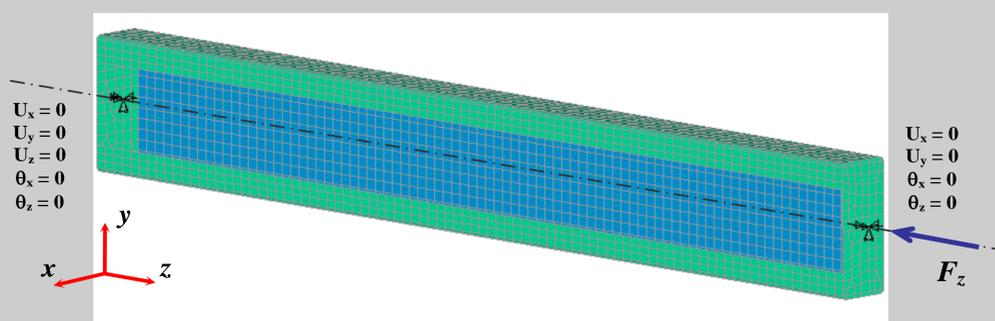


Tabela 1 - Comparação dos resultados para os perfis submetidos à compressão

Perfil	$L_{rót}$ (mm)	L_{perf} (mm)	N_{MEF} (kN)	N_{exp} (kN)	$\frac{N_{exp}}{N_{MEF}}$
Ue 125×50×25×2,38	1.015	880	141	168	1,19
	1.575	1.440	129	132	1,02
	2.130	1.995	92	75	0,82
	2.700	2.565	60	63	1,05
U 100×50×2,38	850	715	101	119	1,18
	1.320	1.185	106	89	0,84
	1.800	1.665	66	55	0,83
	2.270	2.135	42	44	1,05

$$K_x L_{rót} = K_t L_{rót} = 0,5 L_{rót} \text{ e } K_y L_{rót} = 1,0 L_{rót}$$

N_{MEF} - força de colapso obtida pelo MEF

N_{exp} - força de colapso obtida experimentalmente Resistência ao escoamento do aço $f_y = 375$ MPa

Resistência à ruptura do aço $f_u = 513$ MPa

L_{perf} - comprimento real do perfil

$L_{rót}$ - comprimento entre rótulas

RESULTADOS PARCIAIS

Na tabela 1 são apresentados os resultados numéricos obtidos via o modelo de elemento finito calibrado.

CONCLUSÕES

Na tabela 1 pode-se observar que os resultados numéricos obtidos via MEF são próximos dos resultados experimentais. Cabe aqui destacar que a maior dificuldade encontrada nas análises realizadas foi na escolha dos modos de flambagem puros que participaram na superposição para gerar as imperfeições geométricas iniciais. Esta dificuldade decorre do fato de que para se escolher o modo local puro, o modo distorcional puro (quando for o caso) e o modo global puro deve-se analisar no mínimo 50 ou mais modos flambagem (quantidade que depende do tipo da seção), além disso, a identificação destes modos (que teoricamente deveriam ser os modos puros) não é óbvia ou não existe um modo totalmente puro.

REFERÊNCIAS

ANSYS, Inc., 2012. Disponível em: <http://www.ansys.com/>.

BATHE, K.J. Finite Element Procedures in Engineering Analysis, Prentic-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1982.

COOK, R.D. Finite Element Modeling for Stress Analysis, John Wiley & Sons, New York, 1995, 320p.

CRISFIELD, M.A. Advanced Topics – Non-Linear Finite Element Analysis of Solids and Structures, John Wiley & Sons, New York, 1997, 508p.

GRIGOLETTI, G. C., 2008. “Otimização via Algoritmos Genéticos de Perfis U Formados a Frio Submetidos à Compressão Utilizando o Método Da Resistência Direta”. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica). PROMEC. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.