

RESUME

L'objectif de ce mémoire est de déterminer l'influence de type d'élément sur l'analyse non linéaire (l'élasto-plasticité) des plaques en flexion utilisant la méthode des éléments finis basée sur le model en déplacement et la théorie des plaques épaisses de Reissner-Mindlin qui tient compte de l'effet de cisaillement transversal (la théorie sans cisaillement transversal de Kirchhoff est interprétée comme un cas limite de la théorie de Reissner-Mindlin).

Le mémoire se scinde en trois grandes parties : la formulation en éléments finis des éléments plaques, la théorie d'élasto-plasticité et l'expérimentation numérique.

La première partie concerne la formulation en éléments finis des plaques : les hypothèses des théories de Kirchhoff et Reissner-Mindlin , et les relations contraintes-déformations, ainsi que les fonctions de formes des éléments finis plaques incorporées dans le programme, citant ; Les éléments à quatre nœuds : l'élément bilinéaire Q4, l'élément avec cisaillement transversal constant par côté Q4 γ , les éléments quadratiques : à huit nœuds (Serendip Q8), à neuf nœuds (Lagrange Q9), et l'Hétérosis à neuf nœuds (HT9).

La deuxième partie est consacrée pour la théorie du comportement élasto-plastique des matériaux : loi de comportement, loi d'écrouissage et critères de plasticité. A la fin, un aperçu sur l'analyse non linéaire des structures et les différentes techniques de résolution de système non linéaire ainsi que les différents critères de convergence, ont été illustrés.

La troisième partie du mémoire est consacrée pour élargir un programme en éléments finis pour l'analyse non linéaire (élasto-plasticité) des plaques en flexion, le programme contient une bibliothèque des éléments et des blocs ou sous programmes séparés qui exécutent les différentes opérations de l'analyse, de plus le programme permet de choisir le critère de plasticité et la méthode de résolution du système non linéaire. Finalement, des expérimentations numériques ont été élaborées, simulant les charges ultimes et la propagation des zones plastifiées pour des différents cas (conditions aux limites, épaisseurs, critères de plasticité et méthodes de résolution).

MOTS – CLES :

Élément fini, Plaque en flexion, Cisaillement transversal, Plasticité, Analyse non linéaire.

ABSTRACT

The objective of this work is to determine the influence of type of element on the non linear analysis (elasto-plasticity) of plates in bending using the finites elements method based on the displacement model, using the thick plates theory of Reissner-Mindlin which takes account of the transverse shearing effect (the Kirchhoff's theory without transverse shearing is interpreted like a limit case in the theory of Reissner-Mindlin).

The work is divide in to three big parts: finites elements formulation of plates elements, the theory of elasto-plasticity and the numeric experimentation.

The first part concerns finites elements formulation of plates: hypotheses of Kichhoff's theories and Reissner-Mindlin, and stress-strain relations, as well as forms functions of finites elements plates incorporated in the program: the four nodes elements; the bilinear element Q4, the element with constant transverse shear by side Q4, the quadratics elements with eight nodes (Serendip Q8), with nine nodes (Lagrange Q9), also, the nine nodes Hétérosis element (HT9)

The second part is consecrated for the behavior elasto-plastic theory of materials : behavior's law, hardening's law, plasticity criterion, at last, a preview on the non linear analysis of structures and the different techniques of non linear system resolution as well as the different convergence criterion were illustrated.

The third part concerns the development of a finite elements program for the non-linear analysis (elasto-plasticity) of plates bending, the program contains a library of elements and blocks or subroutines which execute the different operations of the analysis. Besides, the program permits to choose the criteria of plasticity and the method of non-linear resolution system. Finally, some numeric experimentation have been elaborated, simulating the ultimate loads and the propagation of plastic zones for different cases (boundary conditions, thickness, criterion of plasticity and resolution methods).

WORDS - KEYS:

Finite element, Plate bending, Transverse Shear, Plasticity, Nonlinear Analysis.

ملحوظ

-)

- "

(

" ")

"

.(" - "

:

" " :

" - "

. Q4_γ HT9 Q9 Q8 Q4 :

:

(-)

.()