SDLV134 - Sous-structuration cyclique : Poutre cantilever – présence de nœuds libres sur l'axe

Résumé :

Le domaine d'application de ce test concerne la dynamique des structures, et plus particulièrement le calcul modal par sous-structuration dynamique cyclique.

Il s'agit de calculer les modes propres d'une structure axisymétrique (poutre de section circulaire, encastrée à sa base) en la considérant comme une structure à répétitivité cyclique.

Le modèle est constitué d'un secteur angulaire de $60°$ de la poutre, maillé en éléments volumiques héxahèdriques auxquels sont affectés des éléments 3D. Seule la méthode de sous-structuration dynamique cyclique de Craig-Bampton est testée. La méthode de Mc Neal, telle qu'elle est implémentée, ne permet pas de prendre en compte des nœuds libres sur l'axe.

On vérifie le bon déroulement du calcul en étudiant les déplacements relatifs des nœuds coïncident du squellette sur lequel est restitué le résultat complet.

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

1 Problème de référence

1.1 Géométrie

Poutre de section circulaire d'axe vertical $\vec{z}$:

- Longueur : $L=0.1\,m$
- Rayon : $R=0.01\,m$

1.2 Propriétés de matériaux

$E=2.10^{11}\,Pa$

$\nu=0.3$

$\rho=7\,800\mathrm{kg}/m^3$

1.3 Conditions aux limites et chargements

Encastrement de la face en $z=0$

1.4 Conditions initiales

Sans objet pour l'analyse modale.

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

2 Solution de référence

2.1 Méthode de calcul

Dans ce test, on vérifie que les nœuds de l'axe ont, en extrémité de poutre, tous le même déplacement. En effet, le mouvement de l'ensemble de la poutre est reconstruit par rotation des mouvements d'un secteur unique de 60°. On vérifie donc que les 6 nœuds coïncidents présents sur l'axe en z=0,1m ont le même déplacement.

2.2 Grandeurs et résultats de référence

On effectue la vérification pour le premier mode de traction compression et les deux premiers modes de flexion. Le test s'effectue sur le déplacement relatif, qui doit donc être nul.

2.3 Incertitudes sur la solution

Aucune.

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

Cette structure à répétitivité cyclique est étudiée à l'aide de la méthode de sous-structuration dynamique cyclique de CRAIG-BAMPTON.

Un secteur de base, constitué par un secteur angulaire de 60°, est maillé en hexahèdres.

La base modale utilisée pour le secteur est composée de 15 modes propres et des **modes contraints** associés aux interfaces.

3.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 77.

Nombre de mailles et types : 30 mailles HEXA8

3.3 Grandeurs testées et résultats

On donne, pour chaque nœud de l'extrémité de l'axe, uniquement le déplacement relatif calculé, la valeur de référence devant, dans tous les cas, être nulle.

Numéro d'ordre	Noeud 1	Noeud 2	Noeud 3	Noeud 4	Noeud 5	Noeud 6
2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	4.08292E-07	4.41513E-06	4.00684E-06	4.08292E-07	4.41513E-06	4.00684E-06
4	4.08304E-07	4.41514E-06	4.00684E-06	4.08304E-07	4.41514E-06	4.00684E-06

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

4 Synthèse des résultats

Les déplacements relatifs, obtenus par restitution sur un squelette des modes calculés par sous-structuration cyclique avec la méthode de Craig-Bampton diffèrent du calcul de référence de moins de 1e-3 %. Ce test valide la méthode de sous-structuration cyclique en présence de nœuds d'axe libres.

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)