SDLV128 - Expansion modale sur un tube cylindrique 3D à partir de mesures extensiométriques

Résumé :

L'objectif de ce test est de valider la démarche d'expansion de modes identifiés avec des jauges extensiométriques sur un modèle numérique.

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

1 Problème de référence

1.1 Géométrie

On considère un tube cylindrique de longueur $2.17\,m$, de diamètre extérieur $10\,mm$ et d'épaisseur $1\,mm$

1.2 Propriétés du matériau

Le matériau est élastique isotrope dont les propriétés sont :

- $E=210\,000\,MPa$
- $\nu=0.3$
- $\rho=7800\,kg/m3$

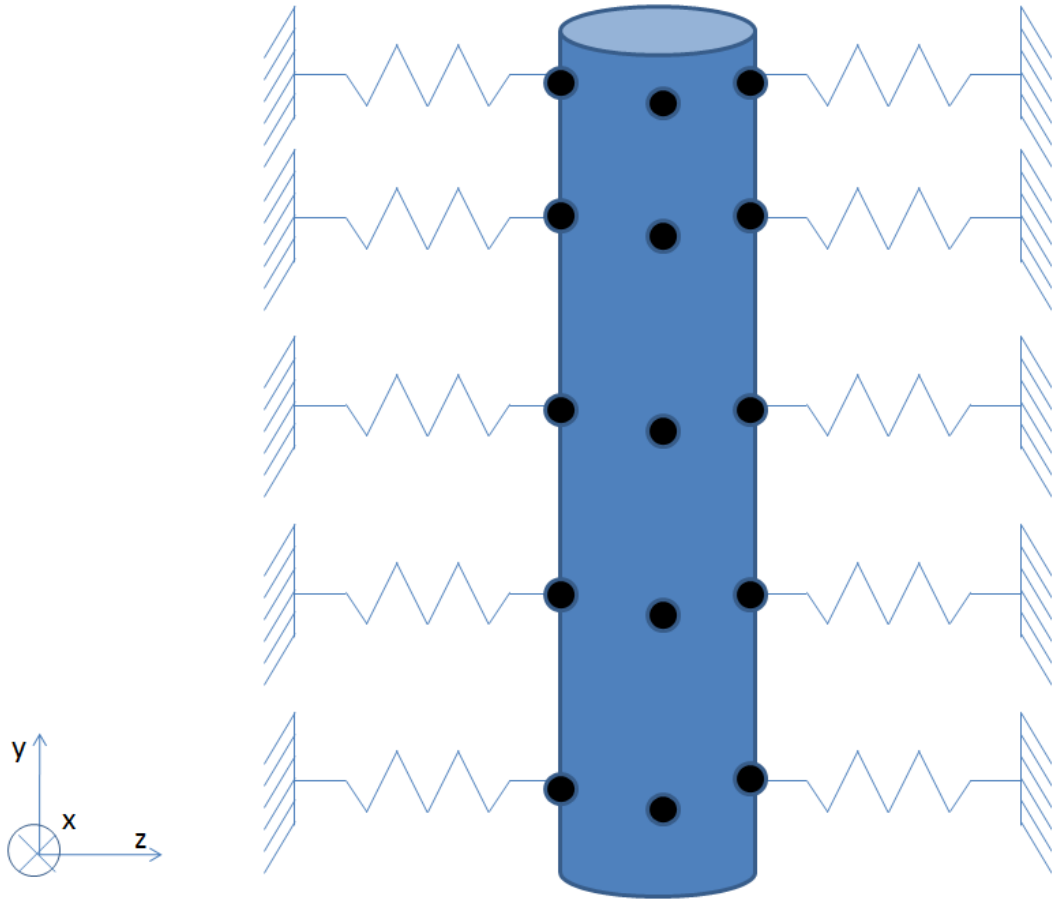
1.3 Conditions aux limites et chargements

Le tube est soutenu par des appuis en plusieurs points selon le schéma ci-dessous.
Les caractéristiques mécaniques de ces appuis sont :

- $Kx=Kz=\frac{1.8\,10^{6}}{4}\,N/m$
- $Ky=\frac{2.1\,10^{7}}{4}\,N/m$

Pour casser l'axisymétrie du modèle qui engendre des modes doubles, on rajoute une masse ponctuelle de $10^{-4}\,kg$, en un point du support inférieur. On multiplie également en ce point, la rigidité suivant x par 1.05. De plus, à un autre point du support inférieur, on multiplie la rigidité suivant z par 0.95. Cela permet d'une part, d'obtenir un ordre bien défini des modes suivant la fréquence croissante sans trop perturbé le modèle, et d'autre part, d'avoir des déformées statiques pas trop colinéaires (base d'expansion linéairement indépendante) pour la modélisation a.

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



Les cotes des points d'appui sont : 0.3 m, 0.8 m, 1.29 m, 1.88 m et 2.09 m
Pour ne pas surcharger l'illustration, les appuis (ressorts) qui se trouvent dans le plan xOy ne sont pas présentés.

Des jauges ont été collées à l'intérieur du tube sur deux génératrices. Huit jauges ont été collées sur chaque génératrice. La première génératrice se trouve dans le plan xOy et la deuxième génératrice se trouve dans le plan yOz.
Les cotes des points de mesure sont : 0.2 m, 0.4 m, 0.63 m, 0.92 m, 1.22 m, 1.51 m, 1.80 m et 2.09m.

1.4 Conditions initiales

Néant

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

2 Solution de référence

2.1 Méthode de calcul

Il s'agit ici d'estimer le champ de déformation sur toute la structure, à partir des déformations mesurées en quelques points du tube.
Pour cela, on réalise une expansion de la mesure en utilisant la technique d'expansion modale.
Les modes expérimentaux ont été « simulés » par projection des modes numériques sur les jauges, sous forme de champ de déformation au nœud.

2.2 Grandeurs et résultats de référence

On considère que la technique utilisée est robuste si on arrive, après expansion de la mesure, à retrouver le champ de déformation sur tous les nœuds du modèle numérique initial.

La grandeur de référence est le produit scalaire entre le champ étendu et le champ calculé sur le modèle numérique initial. Ce produit scalaire est obtenu en effectuant un calcul de MAC.

2.3 Incertitudes sur la solution

La solution obtenue est considérée correcte si le produit scalaire entre le champ étendu et le champ calculé directement avec le modèle numérique est proche de 1.

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

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

On réalise une expansion de la mesure en utilisant une base d'expansion composée de relevées statiques aux points de mesure.

On utilise une modélisation 3D pour le tube et une modélisation DIS_T pour les supports.

3.2 Caractéristiques du maillage

Le maillage contient 8680 éléments de type HEXA8 et 20 éléments de type POI1.

3.3 Grandeurs testées et résultats

On teste la non-régression, pour les quatre premiers modes du tube, du produit scalaire entre le champ de déformation modale étendu et le champ de déformation modale calculé avec le modèle numérique initial.

Les résultats obtenus sont jugés ici corrects malgré le fait que la base d'expansion est composée uniquement de relevées statiques.

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

4 Modélisation B

4.1 Caractéristiques de la modélisation

On réalise une expansion de la mesure en utilisant une base d'expansion composée des six premiers modes propres calculés sur le modèle numérique initial.

On utilise une modélisation `3D` pour le tube et une modélisation `DIS_T` pour les supports.

4.2 Caractéristiques du maillage

Le maillage contient 8680 éléments de type `HEXA8` et 20 éléments de type `POI1`.

4.3 Grandeurs testées et résultats

On teste, pour les six premiers modes du tube, le produit scalaire entre le champ de déformation modale étendu et le champ de déformation modale calculé avec le modèle numérique initial.

Identification	Type de référence	Valeur de référence
Mode 1	'ANALYTIQUE'	1
Mode 2	'ANALYTIQUE'	1
Mode 3	'ANALYTIQUE'	1
Mode 4	'ANALYTIQUE'	1
Mode 5	'ANALYTIQUE'	1
Mode 6	'ANALYTIQUE'	1

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

5 Synthèse des résultats

Les résultats obtenus montrent que l'on peut estimer le champ de déformation à partir d'une base composée de modes propres ou de relevées statiques aux points de mesures.
Les résultats obtenus avec une base composée de modes propres sont bien évidemment meilleurs que ceux obtenus par relevées statiques.

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