SDLL106 - Poutre soumise à une excitation aléatoire répartie

Résumé :

Une poutre bi-encastrée est soumise sur toute sa longueur à un effort réparti. Le profil de répartition de la force est identique à toutes les fréquences.

Le mouvement aléatoire de cette poutre est évalué par une approche stochastique : on détermine la densité spectrale de puissance du déplacement en différents points de la poutre.

On teste les deux possibilités :

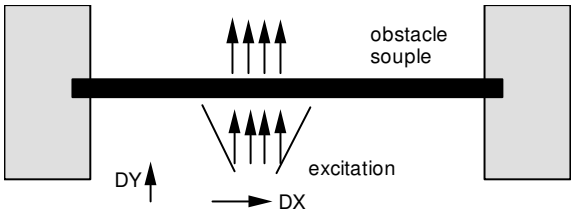
- fonction spatiale des efforts appliqués avec interspectre unité (méthode 1),
- interspectre construit directement pour les ddl excités (méthode 2).

Ce test est une illustration de la réponse d'une structure soumise à une excitation Eolienne.

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

1 Problème de référence

1.1 Géométrie



Poutre :

Section carrée : $0.001\,m \times 0.001\,m$
Longueur : $0.8\,m$

On ne tient pas compte du champ de pesanteur.

1.2 Propriétés de matériaux

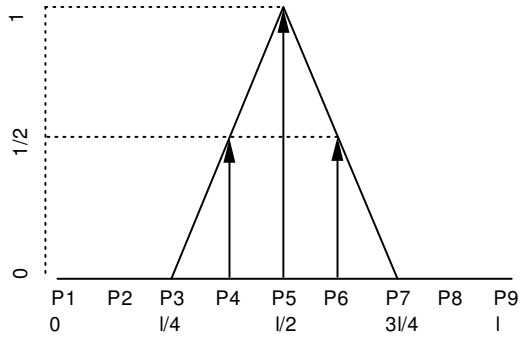
Module d'Young :	$E = 2.1\,E+11\,N$
Coefficient de compressibilité :	$\nu = 0.3$
Masse volumique :	$\rho = 7000\,kg/m^3$

1.3 Conditions aux limites et chargements

La poutre est encastrée aux deux extrémités.

Le degré de liberté DZ est bloqué en tout point.

L'effort appliqué est réparti avec la répartition spatiale suivante :



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

2 Solution de référence

2.1 Méthode de calcul utilisée pour la solution de référence

Le calcul direct définit un vecteur assemblé de répartition spatiale de l'effort et applique la densité spectrale d'effort $G_{FF}(\omega)$ sur cette répartition (méthode 1).

Le calcul décomposé définit l'excitation comme une matrice interspectrale de dimension 3 (égale au nombre de nœuds excités) et applique, en effort imposé aux nœuds, la matrice interspectrale suivante (méthode 2) :

$$\begin{bmatrix} \frac{1}{4} & \frac{1}{2} & \frac{1}{4} \\ \frac{1}{2} & 1 & \frac{1}{2} \\ \frac{1}{4} & \frac{1}{2} & \frac{1}{4} \end{bmatrix} G_{FF}(\omega)$$

Les deux résultats doivent être identiques sans aucune approximation.

2.2 Résultats de référence

Densité spectrale de puissance de déplacement du nœud $P3$ aux fréquences : $4.,6.,8.,10.$ et $12\,Hz$.

2.3 Références bibliographiques

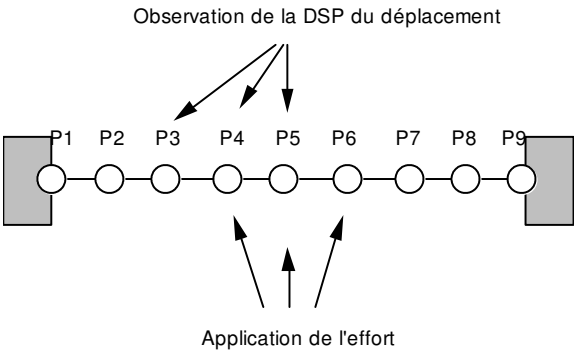
1) C. DUVAL "Réponse dynamique sous excitation aléatoire dans le *Code_Aster* : principes théoriques et exemples d'utilisation" - Note HP-61/92.148

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

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

Élément discret en translation de type DIS_T



Éléments de poutre : POU_D_T

La densité spectrale excitatrice est un bruit blanc de niveau 1.

Les 2 premiers modes propres ont été pris en compte dans le calcul.

L'amortissement est introduit sous forme d'amortissement modal dans l'opérateur de réponse dynamique aléatoire. Pour tous les cas de calcul, il est pris égal à 5%

3.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 9

Nombre de mailles et types : 8 SEG2

3.3 Remarques

Les densités spectrales sont exprimées dans leur unité physique. Pour une force ce sera en N^2/Hz .

3.4 Grandeurs testées et résultats

Densité spectrale de déplacement au point AM10 :

Fréquence	Méthode 1	Méthode 2	% différence
$4\ Hz$	4.0298E–02	4.0298E–02	0%
$6\ Hz$	9.2971E–02	9.2971E–02	0%
$8\ Hz$	9.5164E–01	9.5164E–01	0%
$10\ Hz$	1.7617E–01	1.7617E–01	0%
$12\ Hz$	2.6695E–02	2.6695E–02	0%

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

4 Synthèse des résultats

La méthode 1 (répartition spatiale des efforts) et la méthode indirecte (par décomposition sur les trois nœuds excités) fournissent le même résultat.

Cette vérification assure une bonne cohérence des deux méthodes et la qualité de leur programmation.

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