SDLX302 - Poutre encastrée et masse concentrée soumise à une force aléatoire transverse

Résumé :

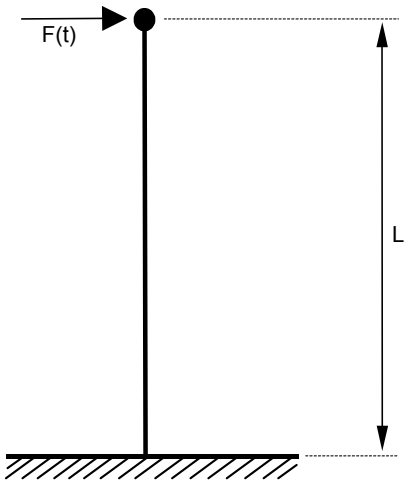
Une poutre encastrée avec une masse concentrée est soumise à un effort aléatoire dans la direction transverse.

Ce test valide, à l'aide d'une comparaison entre codes, le calcul des modes propres de flexion et celui du déplacement dans le cadre d'une approche stochastique.

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

1 Problème de référence

1.1 Géométrie



Longueur de la poutre	$L=20.0\,m$
Diamètre intérieur	$d=0.388\,m$
Diamètre extérieur	$D=0.400\,m$
Masse concentrée au sommet	$M=300.\,kg$
Moment d'inertie massique	$J=200.\,kg\,m^2$

1.2 Propriétés des matériaux

Masse volumique du tube	$\rho=7850\,kg.m^{-3}$
Module d'Young	$E=210.\,E+9\,N.m^{-2}$
Coefficient de Poisson	$\nu=0.$

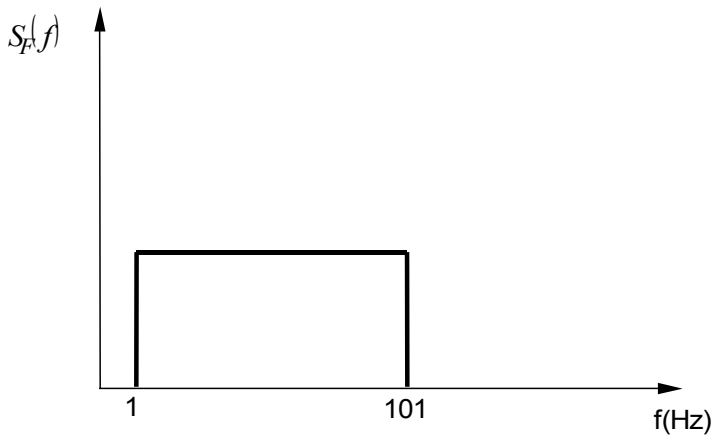
1.3 Conditions aux limites et chargement

Le tube est encastré à la base. La masse est libre. Le mouvement est autorisé dans un plan vertical $(DX\,,DRZ)$.

Un effort aléatoire $F(t)$, appliqué sur la masse concentrée est assimilé à un processus aléatoire stationnaire Gaussien, centré, de type bruit blanc à bande limitée de $1.\mathrm{Hz}$ à $101.\mathrm{Hz}$. Il est caractérisé par un écart type $\sigma_F=1\,kN$, et une densité spectrale unilatérale en fréquence $S_F(f)$ telle que :

$$\forall\, f\in[1\,Hz\,,101\,z]$$
$$S_F(f)=\frac{\sigma_F^2}{100}=10^4\,N^2\,s$$

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

Les calculs sont réalisés avec 8 codes de calculs, pour 10 modélisations. Les différentes modélisations sont présentées ci-dessous.

- Castem : 20 éléments de poutre sans cisaillement ;
- Dynam2D : 20 éléments de poutre sans cisaillement ;
- PERMAS (1) : 20 éléments de poutre sans cisaillement ;
- NASTRAN : 20 éléments de poutre sans cisaillement ;
- SYSTUS (1) : 20 éléments de poutre sans cisaillement ;
- ABAQUS : 20 éléments de poutre avec cisaillement ;
- MECHANICA : 5 éléments de poutre avec cisaillement, convergence au degré 7 ;
- CASTOR : 10 éléments de poutre avec cisaillement ;
- SYSTUS (2) : 40 éléments de poutre avec cisaillement ;
- PERMAS (2) : 20 éléments de poutre avec cisaillement ;

L'amortissement réduit ξ vaut 1 % sur tous les modes.

2.2 Résultats de référence

Les fréquences.

La valeur RMS, pour le déplacement à l'extrémité libre de la poutre.

2.3 Incertitude sur la solution

Comparaison entre codes.

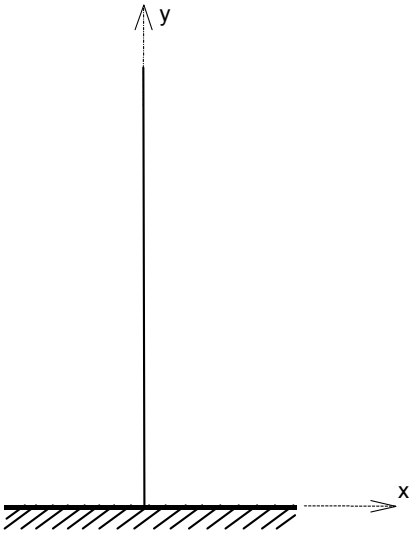
2.4 Références bibliographiques

1) IPSI - Journée $\Phi^2.AS$ - Vol XVIII, n° 2. Amortissement dans les calculs de structures. 21 juin 1994.

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

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation



Le long de la poutre, nous avons $DY = DZ = DRX = DRY = 0$.
A la base, tous les degrés de liberté sont bloqués.

3.2 Caractéristiques du maillage

Le maillage est constitué de 21 nœuds et de 20 éléments poutre Timoshenko.

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

3.3 Grandeurs testées et résultats

Fréquences propres de flexion

Numéro du mode	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Castem	0.70	5.04	14.69	28.78	46.19	66.82	92.74	125.15	163.91	208.81
DYNAM2D/DRAM	0.70	5.04	14.67	28.75	46.18	66.86	92.77	125.05	163.38	208.81
PERMAS (1)	0.70	5.04	14.69	28.78	46.19	66.82	92.74	125.15	163.91	208.81
NASTRAN	0.70	5.04	14.67	28.75	46.18	66.86	92.78	125.05	163.48	207.70
SYSTUS (1)	0.72	5.13	14.91	29.19	46.83	67.65	93.64	125.95	164.39	208.61
ABAQUS	0.70	5.02	14.57	28.42	45.40	65.17	89.26	118.50	152.33	
MECHANICA	0.70	5.03	14.62	28.54	45.63	65.60	90.21	120.43	155.88	196.01
CASTOR	0.70	5.03	14.59	28.46	45.48	65.35	89.88	120.24	154.40	194.06
SYSTUS (2)	0.70	5.03	14.59	28.42	45.35					
PERMAS (2)	0.70	5.03	14.60	28.48	45.50	65.29	89.59	119.41	138.42	
Valeurs moyennes	0.70	5.04	14.66	28.66	45.89	66.27	91.51	122.77	157.79	204.69
ASTER	0.70	5.03	14.59	28.43	45.38	65.07	89.17	118.67	153.24	192.40
Ecart *Aster* Valeurs moyennes en %	0.00	0.26	0.48	0.79	1.12	1.81	2.56	3.34	2.88	6.00

Déplacement (m) **: avec** $Fx=1000$

CASTEM	DYNAM2D	PERMAS (1)	PERMAS (2)	SYSTUS (1)	ABAQUS	Valeur moyenne	ASTER	Ecart (%) Valeur moyenne/ASTER
0.039	0.038	0.041	0.038	0.035	0.039	0.038	0.0344	–9.4

3.4 Remarques

Des problèmes de définition entre effort internes et contraintes ne permettent pas de comparer les résultats d'ASTER avec les autres codes (moment fléchissant et effort tranchant).

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

4 Synthèse des résultats

Les résultats de la base modale sont bons puisque l'écart maximum est au maximum de 6% sur la dernière fréquence.

Pour les résultats en déplacement nous obtenons un écart de 9.4.

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