SDLL400 - Poutre en vibration avec centre de torsion excentré

Résumé :

Ce test est issu de la validation indépendante de la version 4 des modèles de poutre.

Il permet de tester la prise en compte d'une excentricité du centre de torsion sur le calcul de fréquences propres d'une poutre droite (une modélisation avec des éléments POU_D_E, poutre droite d'Euler).

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

1 Problème de référence

1.1 Géométrie

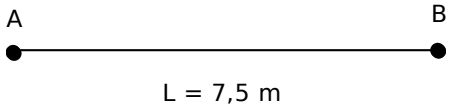


Figure 1.1-a

Poutre droite de longueur $7,5\,m$.

Caractéristiques de la section :

Il s'agit de la poutre en U présentée [Figure 1.1-b].

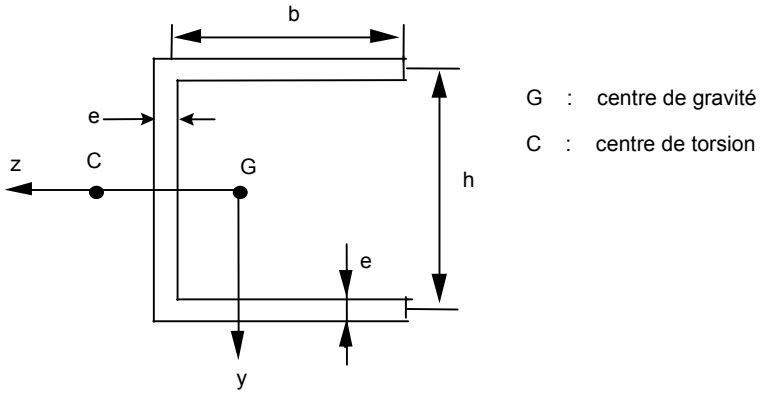


Figure 1.1-b : Section de la poutre en U

$h=200\,mm$
$b=273\,mm$
$e=8,2\,mm$

On a par [bib1] les données suivantes :

$I_y=I_z=5,022\,10^{-5}\,m^4$
$ZGC=221,5\,mm$

On calcule à partir de la géométrie de la section :

$S=6,117\,10^{-3}\,m^2$
$J_x=1,28\,10^{-7}\,m^4$

1.2 Propriétés des matériaux

Module d'Young : $E=2.07\,10^{11}\,Pa$
Coefficient de Poisson : $\nu=0,3$
Masse volumique : $\rho=7850\,kg/m^3$

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

1.3 Conditions aux limites

Condition aux limites :

Problème plan : DZ et DRY bloqués.
Nœuds A et B appuyés : DX et DY bloqués

La prise en compte de l'excentricité se fait à l'aide de l'opérande LIAISON_DDL de la commande AFFE_CHAR_MECA.

Les degrés de liberté sont toujours en G, et on tient compte de l'excentricité par : $DY(G)=DY(C)+GC\wedge\Theta_x$

2 Solutions de référence

2.1 Méthode de calcul utilisée pour les solutions de référence

Il s'agit des fréquences propres solutions du problème homogène sans amortissement.

Elle est partiellement donnée dans [bib1]. La méthode de résolution, de type éléments finis, concerne un modèle POU_D_TG. Cependant, une série de résultats est fournie dans le cas où les effets de la torsion de gauchissement sont négligés, ce qui ramène la modélisation à un POU_D_T.

N° mode	1	2	3	4	5
Fréquence (Hz)	3,797	7,788	11,74	15,68	19,62

Tableau 2.1-A : Résultats de référence selon [bib1]

On peut accorder une certaine confiance à ces résultats publiés dans un journal à comité de lecture. Cependant des incertitudes existent si l'on veut reproduire ces calculs : les constantes de torsion J_x et de cisaillement k_y ne sont pas fournies dans l'article. Il a fallu les recalculer à partir de la géométrie de la section.

2.2 Résultats de référence

Fréquences propres de la poutre sans amortissement

2.3 Incertitude sur la solution

Comparaison entre codes (CAILLOU [bib2] et ASTER), et solution analytique.

2.4 Références bibliographiques

- WU J.S. & CHEN K.Z. : Dynamic Analysis of a channel beam due to a moving load. J. of Sound and Vibration, vol. 188, n° 3, pp 337-345, 1995.
- Code CAILLOU version 4 du 30 octobre 1996, IAT
- Rapport n° 2314/A de l'Institut Aérotechnique « Proposition et réalisation de nouveaux cas tests manquant à la validation des poutres ASTER »

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

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

Le modèle est composé de 15 éléments poutre droite d'Euler.

3.2 Caractéristiques du maillage

15 éléments POU_D_E

3.3 Grandeurs testées et résultats

Mode	Résultats CAILLOU	Résultats *Aster*	Ecart (%)
1	3,79432	3.7966	0.063
2	7,43340	7.4513	0.242
3	11,4450	11.5108	0.575
4	15,3439	15.5027	1.036
5	19,4766	19.8060	1.692

Tableau 4.1-A : Comparaison ASTER/CAILLOU en POU_D_E avec excentricité

Mode	Résultats Référence	Résultats *Aster*	Ecart (%)
1	3.79700	3.7966	–0.008
2	7.78800	7.4513	–4.322
3	11.7400	11.5108	–1.952
4	15.6800	15.5027	–1.130
5	19.6200	19.8060	0.948

Tableau 4.1-B : Comparaison ASTER/Référence [bib1] en POU_D_E avec excentricité

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

4 Synthèse des résultats

Les résultats sont assez proches de la solution de référence (numérique). (écart $< 5\%$), pour laquelle certaines données manquaient et ont donc dû être estimées. Ils correspondent par contre très bien aux résultats du code CAILLOU de l'IAT (données identiques à celles de *Code_Aster*).

Ceci permet de valider la prise en compte de l'excentrement du centre de torsion dans les matrices de masse et de rigidité.

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