SDLL104 - Structures primaire et secondaire soumises à une excitation aléatoire

Résumé :

Une poutre principale de forte rigidité et de masse importante (structure primaire), encastrée à sa base, supporte en trois points de transmission d'efforts une poutre légère et souple (structure secondaire).

La structure primaire est excitée à sa base par une accélération donnée par sa DSP.

Le test compare un calcul direct de l'ensemble des deux structures et un calcul chainé où la réponse de la poutre principale aux points de liaison est utilisée comme l'excitation de la poutre secondaire.

On teste les fonctionnalités suivantes :

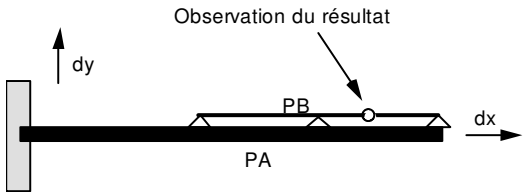
- matrice interspectrale analytique prédéfinie par la fonction de KANAI-TAJIMI,
- réponse dynamique aléatoire en mouvement absolu, en accélération imposée,
- réponse interspectrale modale,
- excitation interspectrale modale.

Cette approche est représentative de ce qui est demandé pour les études industrielles : déterminer les réponses de différentes structures secondaires connaissant la réponse de la structure primaire.

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

1 Problème de référence

1.1 Géométrie



Poutre PA :

Section : $0.1\,mm \times 0.1\,mm$
Longueur : $3.0\,m$

Poutre PB :

Section : $0.001\,mm \times 0.001\,mm$
Longueur : $2.0\,m$

Rapport de masse entre PB et PA : $0.33\,E-04$

1.2 Propriétés de matériaux

Module d'Young poutres A et B :	$E=2.1\,E+11\,N/m^2$
Coefficient de poisson poutres A et B :	$\nu=0.3$
Masse volumique poutre PA :	$\rho_A=2000\,kg/m^3$
Masse volumique poutre PB :	$\rho_B=1000\,kg/m^3$

1.3 Conditions aux limites et chargements

Le mouvement est autorisé dans le plan (DX, DY).

La poutre PA est encastrée dans le support.

La poutre PB est reliée à la poutre PA par trois points. En chacun, les déplacements dans le sens DX et DY du nœud de PA et du nœud de PB sont identiques. Les rotations ne sont pas liées.

La matrice interspectrale qui transmet les déplacements de la structure PA à la structure PB dans le calcul chaîné est de dimension 6 (6 degrés de liberté de transmission).

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

La solution de référence est le calcul direct de l'ensemble des deux structures.

On suppose que la masse et la rigidité de la structure secondaire PA ne perturbent pas le comportement de la structure primaire. Ainsi le calcul chaîné est supposé équivalent au calcul direct. On peut vérifier sur le tableau ci-dessous que la structure PB modifie peu les fréquences propres de la structure PA.

Fréquences propres calculées (Hz)

	PA	PB	PA et PB	
1		6.5711	6.5711	0.
2		10.2655	10.2654	0.001
3	18.3759		18.3759	0.
4		26.2871	26.2871	0.
5		33.2716	33.2716	0.
6		59.1708	59.1708	0.
7		69.4570	69.4571	0.0001
8		105.3094	105.3091	0.0001
9	114.5567		114.5559	0.0007
10		118.9369	118.9376	0.0006

2.2 Résultats de référence

On observe la densité spectrale d'accélération sur le nœud de la poutre PB d'abscisses $2.4\,m$ (le nœud $PB25$).

2.3 Références bibliographiques

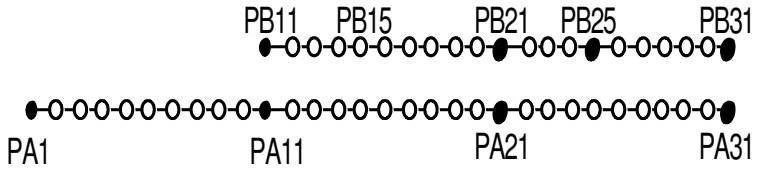
1) C. DUVAL "Réponse harmonique sous excitation aléatoire dans *Code_Aster* : principes théoriques et exemples d'utilisation" - Note HP-61/92.148

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 utilisés : POU_D_T. Les caractéristiques de poutre sont définies par :

```
          CARELEM = AFFE_CARA_ELEM     (
                                       POUTRE : (          GROUP_MA
:         GRMAPRIM ……

SECTION   :         'RECTANGLE'

CARA              :         ('HZ' 'HY')

VALE              :         (0.1 0.1) )
                                                                  …
)         ;
```

La méthode de calcul demande le calcul de modes statiques correspondant aux degrés de liberté excitation.

Les fréquences propres prise en compte dans les calculs sont toutes les fréquences dans la bande $[0, 35\,Hz]$.

3.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds :	PA : 31	PB : 21
Nombre de mailles et types :	PA : 30 SEG2	PB : 20 SEG2

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

3.3 Grandeurs testées et résultats

Ecart-type, maximum moyen et facteur de pic calculés par POST_DYNA_ALEA pour le spectre de Kanai Tajimi:

Grandeur testée	Référence	% Tolérance	Type
Écart-type	5.522084286	0.001%	Non Régression
Maximum médian	18.643183662069	0.001%	Non Régression
Facteur de pic	3.3761135643155	0.001%	Non Régression
Maximum fractile 95 %	22.5384604631	0.001%	Non Régression

Comparaison de l'écart-type calculés par POST_DYNA_ALEA pour la DSP de Kanai Tajimi et avec l'écart-type d'une réalisation de signal avec GENE_FONC_ALEA:

Grandeur testée	Référence	% Tolérance	Type
Écart-type	5.522084286	1%	Autre Aster (POST_DYNA_ALEA)

Valeurs de la densité spectrale de réponse en accélération au point $PB25$ par calcul direct:

Fréquence	Nœud	Référence	% Tolérance	Type
$5.\,Hz$	PB25	3.6913	0.01	Non Régression
$10.\,Hz$	PB25	75.439	0.01	Non Régression
$15.\,Hz$	PB25	1.6777	0.01	Non Régression
$20.\,Hz$	PB25	1.1367	0.01	Non Régression
$25.\,Hz$	PB25	0.2927	0.01	Non Régression

Valeurs de la densité spectrale de réponse en accélération au point $PB25$ par calcul chaîné:

Fréquence	Nœud	Référence	% Tolérance	% différence
$5.\,Hz$	PB25	3.6913	1.0	Autre Aster
$10.\,Hz$	PB25	75.439	1.0	Autre Aster
$15.\,Hz$	PB25	1.6777	1.0	Autre Aster
$20.\,Hz$	PB25	1.1367	4.0	Autre Aster
$25.\,Hz$	PB25	0.2927	11.0	Autre Aster

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

4 Synthèse des résultats

Les résultats obtenus confirment d'une part l'hypothèse d'équivalence entre calcul direct et calcul chaîné, d'autre part la bonne cohérence de l'algorithme de calcul de réponse dynamique aléatoire.

Un écart est inévitable entre les calculs des deux méthodes, celui obtenu à $25\,Hz$ est néanmoins très élevé (11%).

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