SDLV124 – Pavé volumique soumis à une pression harmonique

Résumé :

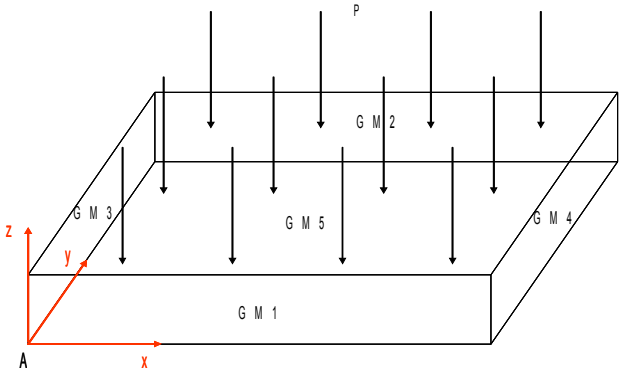
L'objectif de ce cas-test est de valider le calcul harmonique d'un pavé rectangulaire modélisé en éléments volumiques soumis à une pression sinusoïdale. On valide également le calcul de réponse harmonique sur une matrice projetée sur base modale.

La solution de référence est obtenue à l'aide d'un calcul transitoire réalisé sur le même modèle.

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

1 Problème de référence

1.1 Géométrie



Dimensions du pavé (m) :

longueur (selon x) : 0.35

largeur (selon y) : 0.25

épaisseur (selon z) : 0.01

1.2 Propriétés élastiques du matériau

$E=1.8\times10^{11}\,Pa$	Module d'Young
$\nu=0.3$	Coefficient de Poisson
$\rho=7800.0\,kg.m^{-3}$	Masse volumique
$\alpha=3\times10^{-5}\,s$	
$\beta=0.001\,s^{-1}$	

Les coefficients α et β permettent de construire une matrice d'amortissement visqueux proportionnel à la rigidité et à la masse $[C]=\alpha[K]+\beta[M]$.

1.3 Conditions aux limites et chargements

- Encastrement des faces latérales
- Pression harmonique d'amplitude $p=10^5\,Pa$ à une fréquence $f=1500\,Hz$ sur la face supérieure

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 de calculer la réponse d'un pavé volumique soumis à une pression harmonique sur sa face supérieure. La solution de référence est obtenue en effectuant un calcul de réponse transitoire sur base physique en utilisant le schéma d'intégration de Newmark avec les paramètres $alpha=0.25$ et $delta=0.5$.

2.2 Grandeurs et résultats de référence

On se propose de tester les grandeurs suivantes :

- Déplacement suivant x au point de coordonnées $(0.1575, 0.125, 0)$
- Contrainte et déformation au point de Gauss d'une maille contenant le nœud de coordonnées $(0.3325, 0.05, 0)$
- Contrainte et déformation au nœud de coordonnées $(0.3325, 0.05, 0)$

2.3 Incertitudes sur la solution

On considère que le régime est établi au bout de 90 périodes de l'excitation. Les valeurs de référence retenues sont celles relevées sur la 98ième et la 99ième périodes de la réponse transitoire.

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

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation A

On calcule la réponse harmonique (à $1500\,Hz$) sur base physique et sur la matrice projetée sur les quinze premiers modes propres de la structure.

Le pavé est modélisé à l'aide des éléments volumiques $3D$

3.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 1764
Nombre de mailles :
QUAD4 : 1040
HEXA8 : 1200

Noms et coordonnées des nœuds de contrôle :
$N433$: $(0.1575, 0.125, 0)$
$N627$: $(0.3325, 0.05, 0)$

3.3 Grandeurs testées et résultats

Identification	Référence	Type de référence	Tolérance
Calcul sur base physique : DX au nœud $N433$	$9.0386\,E-7\,m$	'AUTRE_ASTER'	0,1 %
Calcul sur matrice projetée : DX au nœud $N433$	$9.0386\,E-7\,m$	'AUTRE_ASTER'	0,1 %
SIXX au point de Gauss numéro 1 de la maille $M1145$	$4.5806\,E6\,Pa$	'AUTRE_ASTER'	0,1 %
SIXX au nœud $N627$ de la maille $M1145$	$4.7080\,E6\,Pa$	'AUTRE_ASTER'	0,1 %
EPXX au point de Gauss numéro 1 de la maille $M1145$	$2.31494\,E-5$	'AUTRE_ASTER'	0,1 %
EPXX au nœud $N627$ de la maille $M1145$	$2.14060\,E-5$	'AUTRE_ASTER'	0,1 %

Remarque : les tests sont faits par inter-comparaison entre le calcul harmonique et le calcul transitoire sur base physique.

On calcule l'énergie cinétique ECIN_ELEM de la maille $M1145$:

Option	Composante	Référence	Type de référence	Tolérance
ECIN_ELEM	TOTALE	7.02862 10^{-7}	NON_REGRESSION	-

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

4 Modélisation B

4.1 Caractéristiques de la modélisation B

La modélisation B est une copie de la modélisation A dans laquelle on a remplacé le matériau ELAS par un matériau ELAS_ORTH afin de valider la prise en compte des paramètres d'amortissement dans le cas des matériaux orthotropes.

4.2 Grandeurs testées et résultats

Identification	Référence	Type de référence	Tolérance
Calcul sur base physique : DX au nœud *N433*	9.05292783145e-07 *m*	'AUTRE_ASTER'	1E-4 %
Calcul sur matrice projetée : DX au nœud *N433*	8.96432120282e-07 *m*	'AUTRE_ASTER'	1E-4 %
SIXX au point de Gauss numéro 1 de la maille *M1145*	4590176.44097 *Pa*	'AUTRE_ASTER'	1E-4 %
SIXX au nœud *N627* de la maille *M1145*	4715493.552 *Pa*	'AUTRE_ASTER'	1E-4 %
EPXX au point de Gauss numéro 1 de la maille *M1145*	2.31913955511e-05	'AUTRE_ASTER'	1E-4 %
EPXX au nœud *N627* de la maille *M1145*	2.14446331642e-05	'AUTRE_ASTER'	1E-4 %

Remarque : les tests sont faits par inter-comparaison entre le calcul harmonique et le calcul transitoire sur base physique.

On calcule l'énergie cinétique ECIN_ELEM de la maille *M1145* :

Option	Composante	Référence	Type de référence	Tolérance
ECIN_ELEM	TOTALE	7.02862 10^{-7}	'AUTRE_ASTER'	1E-4 %

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

5 Synthèse des résultats

Les résultats de calcul de la réponse harmonique (sur base physique et sur base modale) sont très proches de ceux obtenus avec un calcul transitoire équivalent qui a servi de référence.

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