

SDLV124 – Pavé volumique soumis à une pression harmonique

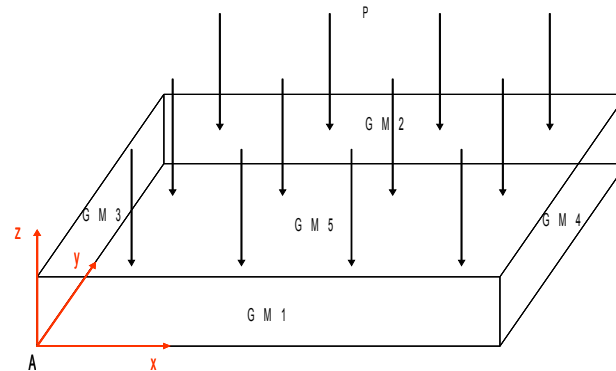
Résumé :

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.

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

$E = 1.8 \times 10^{11} Pa$ Module d'Young

$\nu = 0.3$ Coefficient de Poisson

$\rho = 7800.0 kg.m^{-3}$ Masse volumique

$\alpha = 3 \times 10^{-5} s$

$\beta = 0.001 s^{-1}$

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

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 98^{ième} et la 99^{ième} périodes de la réponse transitoire.

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 | - |

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 <i>N433</i> | 9.05292783145e-07 m | 'AUTRE_ASTER' | 1E-4 % |
| Calcul sur matrice projetée : DX au nœud <i>N433</i> | 8.96432120282e-07 m | 'AUTRE_ASTER' | 1E-4 % |
| SIXX au point de Gauss numéro 1 de la maille <i>M1145</i> | 4590176.44097 Pa | 'AUTRE_ASTER' | 1E-4 % |
| SIXX au nœud <i>N627</i> de la maille <i>M1145</i> | 4715493.552 Pa | 'AUTRE_ASTER' | 1E-4 % |
| EPXX au point de Gauss numéro 1 de la maille <i>M1145</i> | 2.31913955511e-05 | 'AUTRE_ASTER' | 1E-4 % |
| EPXX au nœud <i>N627</i> de la maille <i>M1145</i> | 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 % |

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.