
SDLX100 - Réponse transitoire d'une plaque à un champ de pression issu de ENSIGHT

Résumé :

Le domaine d'application de ce test concerne la dynamique des structures, et plus particulièrement le calcul de réponse transitoire linéaire direct à un champ de pression évoluant dans le temps, défini dans des fichiers au format ENSIGHT. Il comprend une modélisation.

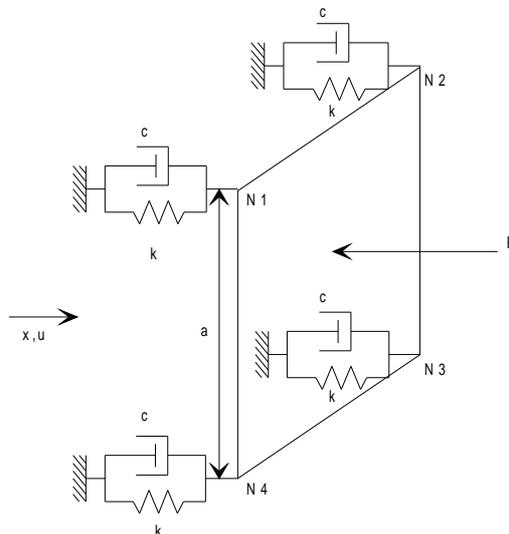
Il s'agit de calculer la réponse d'un élément de coque appuyé en ses 4 nœuds sur 4 raideurs et amortisseurs, à une pression sinusoïdale définie aux quatre nœuds.

Ce test permet de valider les outils de définition de chargement de pression à partir de fichiers au format ENSIGHT et de calcul de réponse transitoire directe à ce chargement.

Les résultats obtenus sont en très bon accord avec la solution de référence analytique.

1 Problème de référence

1.1 Géométrie



Plaque de côté $a = 1. m$, d'épaisseur $e = 1.282 E - 04 m$

Raideurs : k

Amortissements visqueux : c

1.2 Propriétés de matériaux

Matériau de la plaque :

$$E = 2.1 \cdot 10^{11} Pa \quad \nu = 0.3 \quad \rho = 7800 kg/m^3$$

Ressort de translation élastique linéaire unidirectionnel : $k = 9.8696 E + 4 N/m$

Amortissement visqueux unidirectionnel : $c = 3.1416 N/(m/s)$

Ces valeurs correspondent à un amortissement réduit de 1 % sur le premier mode de la structure.

1.3 Conditions aux limites et chargements

Pression uniforme sinusoïdale appliquée à la plaque suivant l'axe x , définie par une valeur aux quatre nœuds :

$$P = P_0 \sin \omega t \quad \omega = 2\pi f \quad f = 100 Hz = \text{première fréquence propre du système.}$$

$$P_0 = \text{constante} \quad = 1 N/m^2 \text{ soit une force totale sur la plaque } F_0 = a^2 P = 1 N$$

1.4 Conditions initiales

Structure initialement au repos.

2 Solution de référence

2.1 Méthode de calcul utilisée pour la solution de référence

L'oscillateur simple vérifie l'équation suivante :

$$m \ddot{u} + c \dot{u} + ku = F_0 \sin(\omega t)$$

$$\text{avec } u(0) = 0 \text{ et } \dot{u}(0) = 0$$

$$\omega : \text{ pulsation propre de l'oscillateur } \omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

L'amortissement critique est $c_{critique} = 2m\omega$.

La solution pour un amortissement sous-critique tel que $\frac{c}{c_{critique}} = \xi$ est :

$$u(t) = e^{-\xi\omega t} \left(\frac{F_0}{2\xi k} \cos(\omega_D t) + \frac{F_0 \omega}{2k \omega_D} \sin(\omega_D t) \right) - \frac{F_0}{2\xi k} \cos(\omega t)$$

$$\text{avec } \omega_D = \omega \sqrt{1 - \xi^2}$$

2.2 Résultats de référence

Déplacement selon x du point NI .

2.3 Incertitude sur la solution

Solution analytique.

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

Élément de coque `DST`

Éléments discrets :

`DISCRET` : avec matrices de rigidité en translation $K_{T_D_N}$
et matrices d'amortissement $A_{T_D_N}$

Noms des nœuds : $N1$, $N2$, $N3$ et $N4$

Chargement de pression contenu dans le répertoire `sdlx100a.ensi` :

carre_m.result :

- nombre d'instants de définition des pressions : 200
- instants de définition des pressions : $n * \Delta t$ ($\Delta t = 2.5E-04$, $n = 0,199$)
- nom du fichier contenant les nœuds affectés d'une pression : `carre_measured.geom`
- racine des noms des fichiers contenant la valeur des pressions pour chaque pas de temps : `pression.***`

carre_measured.geom : coordonnées des nœuds $N1$, $N2$, $N3$ et $N4$ où est définie la pression **pression.n** (pression.000 à pression.199) :

fichier contenant les valeurs de pression aux 4 nœuds à $t = n * \Delta t$.

Calcul transitoire direct :

Pas de temps utilisé $\Delta t = 1.E-4s$

Intégration NEWMARK $\alpha = 0.25$, $\delta = 0.5$

3.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds = 4

Nombre de mailles et type = 1 `QUAD4`

3.3 Grandeurs testées et résultats

Temps (s)	Référence (m)	Aster (m)	Différence (%)
0.005	3,917E-06	3.906E-06	-0.28
0.015	1,139E-05	1.136E-05	-0.26
0.025	1,841E-05	1.836E-05	-0.27
0.035	2,500E-05	2.493E-05	-0.28
0.045	3,119E-05	3.111E-05	-0.25

4 Synthèse des résultats

Les résultats de référence analytique sont retrouvés avec une très bonne précision (moins de 0.3% d'écart).