

SSL111 - Excentrement de plaque simple

Résumé :

Ce test permet de valider l'excentrement des plaques simples (c'est à dire qu'il ne s'agit ni d'un multicouche, ni d'un comportement homogénéisé).

Trois modélisations sont utilisées : DST (modélisation A), DKT (modélisation B) et DST (modélisation C).

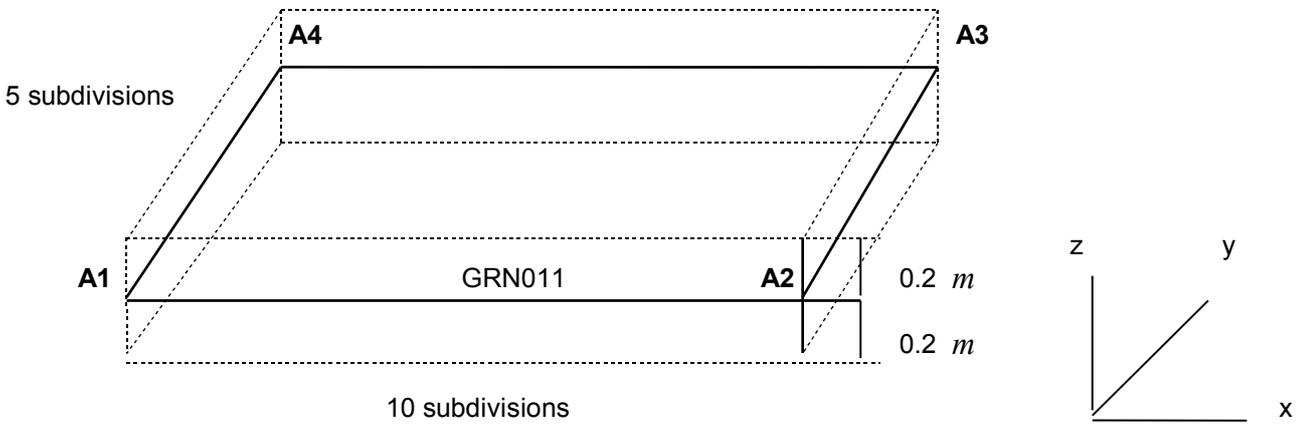
Modélisations A et B : on modélise 2 plaques excentrées par rapport au plan moyen et on compare les résultats à une solution analytique.

Modélisation C :

La référence est donnée par une première résolution où l'on modélise un bicouche constitué de 2 matériaux. La validation se fait dans un second calcul où l'on modélise les 2 couches du modèle précédent par 2 plaques excentrées par rapport au plan moyen du premier calcul.

1 Problème de référence

1.1 Géométrie



Les coordonnées des points sont données en mètres (m) :

$$\begin{array}{ll} A1(0,0,0) & A3(10,5,0) \\ A2(10,0,0) & A4(0,5,0) \end{array}$$

1.2 Propriétés de matériaux

1.2.1 Modélisations A et B

Le matériau a un comportement élastique isotrope :

Module d'Young : $E = 20000.\text{MPa}$

Coefficient de Poisson: $\nu = 0.$

Masse volumique : $\rho = 1000.\text{Kg}/\text{m}^3$

1.2.2 Modélisation C

Le matériau est un bicouche.

Le matériau constituant la première couche est élastique orthotrope et est caractérisé par les données suivantes :

$$EL = 20000.\text{MPa} \quad ET = 20000.\text{MPa} \quad VLT = 0.3 \quad GLT = 2000.\text{MPa}.$$

Le matériau constituant la seconde couche est aussi élastique orthotrope et est caractérisé par les données suivantes :

$$EL = 15000.\text{MPa} \quad ET = 15000.\text{MPa} \quad VLT = 0.3 \quad GLT = 1500.\text{MPa}$$

1.3 Conditions aux limites et chargements

1.3.1 Modélisations A et B

L'arête *A1A4* est encastree.

On applique une force nodale $F_z = -1000$ N sur l'arête *A1A2*.

1.3.2 Modélisation C

Le noeud *A1* est encastree :

$$dx = 0.$$

$$dy = 0.$$

$$dz = 0.$$

$$dR_x = 0.$$

$$dR_y = 0.$$

$$dR_z = 0.$$

Le noeud *A2* est bloqué selon les degrés de liberté suivants :

$$dx = 0.$$

$$dy = 0.$$

On applique une force nodale $F_z = -1000$ N sur le noeud *A3*.

D'autre part, on applique sur 3 mailles (voir dessin en 5.2) le chargement réparti en repère local suivant (mot clé `FORCE_COQUE`) :

$$F1 = 200 \text{ N/m}^2, F2 = -500 \text{ N/m}^2, F3 = -500 \text{ N/m}^2, MF1 = 100 \text{ N/m}, MF2 = 40 \text{ N/m}$$

dans le plan du maillage.

2 Solution de référence

2.1 Méthode de calcul utilisée pour la solution de référence

2.1.1 Modélisations A et B

La flèche f_l est donnée par la formule : $f_l = FIL^3/3EI$
où l est la largeur, L la longueur de la plaque, et $I = lh^3/12$, h étant l'épaisseur.

2.1.2 Modélisation C

Le calcul avec matériau bicouche sert de référence. La non régression des résultats obtenus pour ce premier calcul est vérifiée.

2.2 Résultats de référence

2.2.1 Modélisations A et B

Ils sont constitués des valeurs du champ de déplacement DZ au point $A3$ et des efforts au point AI . D'autre part, on calcule les 4 plus petites fréquences de la structure.

2.2.2 Modélisation C

Ils sont constitués des valeurs du champ de déplacement DX, DY, DZ, DRX, DRY au point $A3$ (nœud NI pour Code_Aster) et au point de coordonnées $(9,2,0)$.

On compare aussi les efforts au point AI .

D'autre part, on calcule les 4 plus petites fréquences de la structure.

2.3 Incertitude sur la solution

Pour les modélisations A et B , la solution de référence est analytique. Il n'y a donc pas d'incertitude.

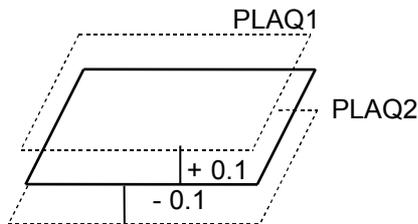
Pour la modélisation C , les incertitudes sont nulles puisqu'il s'agit d'un même calcul réalisé par deux voies différentes.

3 Modélisation A

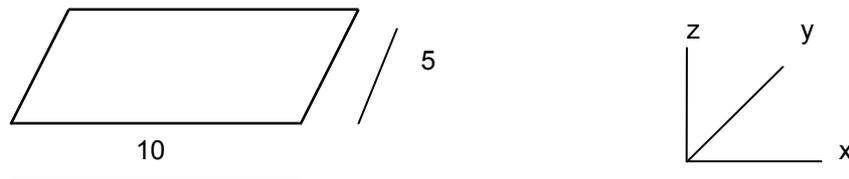
3.1 Caractéristiques de la modélisation

Le modèle est constitué de 2 plaques excentrées des distances -0.1m et 0.1m .

Les éléments utilisés sont des éléments de plaque DSQ.



3.2 Caractéristiques du maillage



Le maillage est régulier. On a 10 subdivisions selon x et 5 subdivisions selon y ; soit au total 50 mailles DSQ (QUAD4) et 66 nœuds.

3.3 Grandeurs testées et résultats

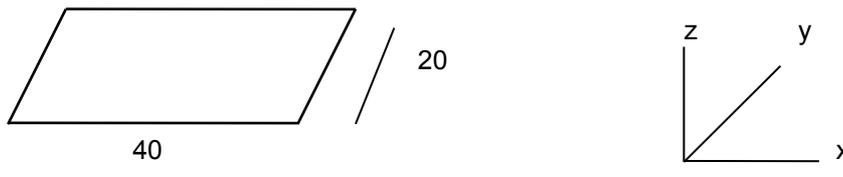
Identification	Type de référence	Valeurs de référence	Tolérance
DZ (A3)	'ANALYTIQUE'	$-3.90625 \cdot 10^{-5}$	0.005
MXX(A1)	'ANALYTIQUE'	5000.	0.001
QX(A1)	'ANALYTIQUE'	-500.	0.001
SIXX(M1 , PT1 , SSPT1)	'ANALYTIQUE'	0.	1.0E-8
SIXX(M1 , PT1 , SSPT2)	'ANALYTIQUE'	990.585	0.001
Fréquence 1 ^{er} mode	'NON_REGRESSION'	18.2	0.001
Fréquence 2 ^{ème} mode	'NON_REGRESSION'	84.6	0.001
Fréquence 3 ^{ème} mode	'NON_REGRESSION'	101.21	0.001
Fréquence 4 ^{ème} mode	'NON_REGRESSION'	111.28	0.001

4 Modélisation B

4.1 Caractéristique de la modélisation

Le modèle est le même que celui de la modélisation A, à ceci près qu'au lieu d'avoir des éléments de plaque DSQ , on a des éléments DKT .

4.2 Caractéristique du maillage



Le maillage est régulier. On a 40 subdivisions selon x et 20 subdivisions selon y ; soit au total 1600 mailles DKT et 861 nœuds.

4.3 Grandeurs testées et résultats

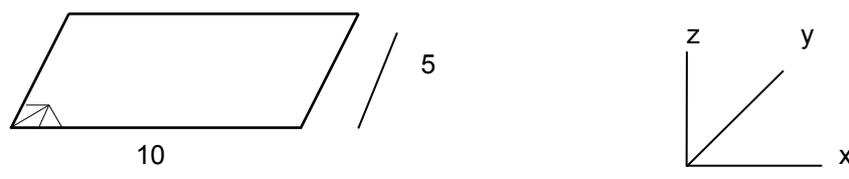
Identification	Type de référence	Valeurs de référence	Tolérance
DZ (A3)	'ANALYTIQUE'	$-3.90625 \cdot 10^{-5}$	0.005
MXX(A1)	'ANALYTIQUE'	5000.	0.3
QX(A1)	'ANALYTIQUE'	-500.	0.15
Fréquence 1 ^{er} mode	'NON_REGRESSION'	18.25	0.001
Fréquence 2 ^{ème} mode	'NON_REGRESSION'	88.35	0.001
Fréquence 3 ^{ème} mode	'NON_REGRESSION'	100.1	0.001
Fréquence 4 ^{ème} mode	'NON_REGRESSION'	113.5	0.001

5 Modélisation C

5.1 Caractéristiques de la modélisation

Le modèle est le même que celui de la modélisation *A*, à ceci près qu'au lieu d'avoir des éléments de plaque *DSQ*, on a des éléments *DST*. (Modélisation *DST* avec des mailles *TRIA3*).

5.2 Caractéristiques du maillage



Le maillage est régulier. On a 10 subdivisions selon *x* et 5 subdivisions selon *y*; soit au total 100 mailles *DST* et 66 nœuds.

5.3 Grandeurs testées et résultats

Identification	Type de référence	Valeurs de référence	Tolérance
DEPL DX <i>N66</i>	'AUTRE_ASTER'	-6.49678E-06	0.01
DEPL DY <i>N66</i>	'AUTRE_ASTER'	-6.08932E-07	0.01
DEPL DZ <i>N66</i>	'AUTRE_ASTER'	-5.33844E-03	0.01
DEPL DRX <i>N66</i>	'AUTRE_ASTER'	-4.29182E-04	0.01
DEPL DRY <i>N66</i>	'AUTRE_ASTER'	4.75601E-04	0.01
DEPL DX <i>N53</i>	'AUTRE_ASTER'	-3.58293E-06	0.01
DEPL DY <i>N53</i>	'AUTRE_ASTER'	-1.18788E-06	0.01
DEPL DZ <i>N53</i>	'AUTRE_ASTER'	-3.63885E-03	0.01
DEPL DRX <i>N53</i>	'AUTRE_ASTER'	-4.05175E-04	0.01
DEPL DRY <i>N53</i>	'AUTRE_ASTER'	4.23116E-04	0.01
EFGE NXX <i>N6</i>	'AUTRE_ASTER'	1.70005E+04	0.01
EFGE NYY <i>N6</i>	'AUTRE_ASTER'	1.14438E+04	0.016
EFGE NXY <i>N6</i>	'AUTRE_ASTER'	3.53598E+03	0.022
EFGE MXX <i>N6</i>	'AUTRE_ASTER'	2.14585E+04	0.01
EFGE MYY <i>N6</i>	'AUTRE_ASTER'	1.53094E+04	0.012
EFGE MXY <i>N6</i>	'AUTRE_ASTER'	5.71331E+03	0.02
EFGE QX <i>N6</i>	'AUTRE_ASTER'	-3.03380E+03	0.08
EFGE QY <i>N6</i>	'AUTRE_ASTER'	1.76436E+03	0.025
MODE 1	'AUTRE_ASTER'	1.01181E+00	0.003
MODE 2	'AUTRE_ASTER'	4.27003E+00	0.003
MODE 3	'AUTRE_ASTER'	8.39151E+00	0.004
MODE 4	'AUTRE_ASTER'	1.72305E+01	0.006

5.4 Remarques

On note une différence entre la solution obtenue pour une coque bicouche et celle issue de deux coques monocouches excentrées, sans qu'il soit possible au moment de la rédaction du test de déterminer d'où vient l'écart.

6 Synthèse des résultats

Les résultats des 3 modélisations sont très bons, sauf pour les efforts tranchants des modélisations *B* et *C* (respectivement 10% et 7% d'erreur).