ZZZZ101 - Validation des opérateurs AFFE_CARA_ELEM et POST_ELEM

Résumé :

Validation des opérateurs AFFE_CARA_ELEM et POST_ELEM.

Ce test concerne le calcul de la masse, du centre de gravité et du tenseur d'inertie au centre de gravité pour les modélisations suivantes :

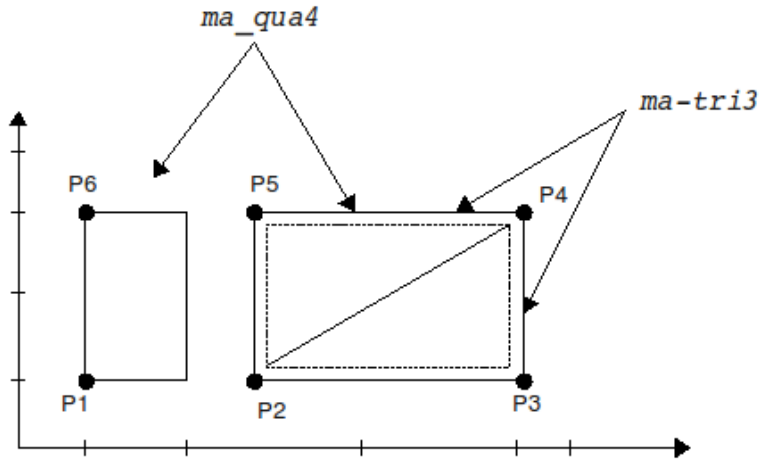
- éléments discrets : DIS_TR et DIS_T,
- éléments de barre : BARRE,
- éléments de poutre : POU_D_E, POU_D_T,
- éléments de coques : DKT, DST, Q4G,
- éléments volumiques : 3D.

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

1 Problème de référence

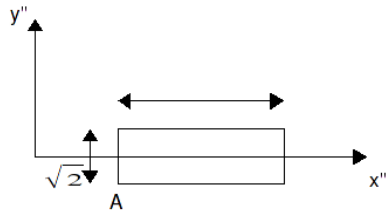
1.1 Géométrie

Maillage dans l'espace $3D$ ne modélisant aucune structure définie, formé de mailles ponctuelles, linéiques, de plaques, et d'un volume héxaédrique.



Plan z=7

Parallépipède de côté $1, \sqrt{2}, 7$.



Suivant z'' : épaisseur 1.
Dans le repère (x, y, z) le point A a pour coordonnées $(1, 0, 0)$.
On passe du repère (x, y, z) au repère (x'', y'', z'') avec les angles d'Euler $(45°, 45°, 0°)$.

1.2 Propriétés du matériau

$E = 2.10^{11}\, Pa$
$\nu = 0.3$
$\rho = 1.5\, kg/m^3$ (sauf pour les éléments discrets : $\rho = 1.5 10^4\, kg/m^3$)

1.3 Conditions aux limites et chargements

Sans objet (pas de résolution).

1.4 Conditions initiales

Sans objet.

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

2 Solution de référence

2.1 Méthode de calcul

Masse et centre de gravité :

$$m=\rho\int_v dv=\rho\int_v dx.dy.dz$$

$$x_G=\frac{\int_v x.dv}{m} \qquad y_G=\frac{\int_v y.dv}{m} \qquad z_G=\frac{\int_v z.dv}{m}$$

Tenseur d'inertie :

$$I_{xx}=\rho\int_v (y^2+z^2).dv \qquad I_{xy}=\rho\int_v x.y.dv$$

$$I_{yy}=\rho\int_v (x^2+z^2).dv \qquad I_{xz}=\rho\int_v x.z.dv$$

$$I_{zz}=\rho\int_v (x^2+y^2).dv \qquad I_{yz}=\rho\int_v y.z.dv$$

2.2 Grandeurs et résultats de référence

Masses et inerties pour les différentes modélisations.

2.3 Incertitudes sur la solution

Remarque :

Pour l'un des maillages modélisé en coques, la solution est numérique (non régression).

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

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

Élément DISCRET :

- modélisation M_T_D_N calcul de la masse et du centre de gravité
- modélisation M_T_N calcul de la masse et du centre de gravité
- modélisation M_TR_D_N calcul de la masse, du centre de gravité et du tenseur d'inertie + excentrement
- modélisation M_TR_N calcul de la masse, du centre de gravité et du tenseur d'inertie + excentrement
- modélisation M_T_L calcul de la masse et du centre de gravité
- modélisation M_TR_L calcul de la masse et du centre de gravité

Élément BARRE :

- modélisation BARRE calcul de la masse et du centre de gravité, section générale, section rectangle et section cercle (pleines et creuses)

Élément POUTRE :

- modélisation POU_D_E calcul de la masse, section générale, section rectangle et section cercle (pleines et creuses)
- modélisation POU_D_T calcul de la masse, section générale, section rectangle et section cercle (pleines et creuses)

Élément COQUE :

- modélisation DKT : (triangle et quadrangle) calcul de la masse, du centre de gravité et du tenseur d'inertie
- modélisation DST : (triangle et quadrangle) calcul de la masse, du centre de gravité et du tenseur d'inertie
- modélisation Q4G : (triangle et quadrangle) calcul de la masse, du centre de gravité et du tenseur d'inertie
- modélisation 3D (HEXA8) calcul de la masse, du centre de gravité et du tenseur d'inertie

3.2 Caractéristiques du maillage

Élément DISCRET :

- modélisation M_T_D_N, M_T_N, M_TR_D_N, M_TR_N : 1 maille POI1
- modélisation M_T_L,M_TR_L : 1 maille SEG2

Élément BARRE :

- modélisation BARRE : 1 maille SEG2

Élément POUTRE :

- modélisation POU_D_E, POU_D_T : 1 maille SEG2

Élément COQUE :

- modélisation DKT, DST, Q4G : 5 mailles TRIA3 et QUAD4
  2 mailles TRIA3 (maillage irrégulier 2 mailles QUAD4)

Élément 3D :

1 maille HEXA8

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

3.3 Grandeurs testées et résultats

Modélisation	Maillage	AFFE_CARA_ELEM	Identification	Référence	Écart %
DIS_T	1 POI1	M_T_D_N	MASSE	5,16E+001	0
			CDG_X	1,00E+000	0
			CDG_Y	1,00E+000	0
			CDG_Z	7,00E+000	0
DIS_T	1 POI1	M_T_N	MASSE	5,16E+001	0
			CDG_X	1,00E+000	0
			CDG_Y	1,00E+000	0
			CDG_Z	7,00E+000	0
DIS_TR	1 POI1	M_TR_D_N	MASSE	5,16E+001	0
			CDG_X	1,00E+000	0
			CDG_Y	1,00E+000	0
			CDG_Z	7,00E+000	0
			IX_G	6.9815E–04	0
			IY_G	5.2962E–04	0
			IZ_G	2.7170E–04	0
			IXY_G	–1.0317E–04	0
			IXZ_G	–1.5476E–04	0
			IYZ_G	–3.0951E–04	0
DIS_TR	1 POI1	M_TR_N	MASSE	5,16E+001	–0.01
			CDG_X	1,00E+000	0
			CDG_Y	1,00E+000	0
			CDG_Z	7,00E+000	0
			IX_G	6.9815E–04	–0.006
			IY_G	5.2962E–04	–0.004
			IZ_G	2.7170E–04	0
			IXY_G	–1.0317E–04	0,03
			IXZ_G	–1.5476E–04	0,03
			IYZ_G	–3.0951E–04	–0.003
DIS_T	1 SEG2	M_T_L	MASSE	2,00E+000	0
			CDG_X	1,50E+000	0
			CDG_Y	1,00E+000	0
			CDG_Z	7,00E+000	0
DIS_TR	1 SEG2	M_TR_L	MASSE	5,16E+001	0
			CDG_X	1,50E+000	0
			CDG_Y	1,00E+000	0
			CDG_Z	7,00E+000	0
BARRE	1 SEG2	section : générale	MASSE	6,66E+000	0
			CDG_X	3,00E+000	0
			CDG_Y	2,00E+000	0
			CDG_Z	7,00E+000	0
	1 SEG2	section : carré plein	MASSE	4,24E+000	0
	1 SEG2	section : carré creux	MASSE	8.0610E–01	0
	1 SEG2	section : rectangle creux	MASSE	1,09E+000	0
	1 SEG2	section : cercle plein	MASSE	1,33E+001	0
	1 SEG2	section : cercle creux	MASSE	7.8772E–01	0
POU_D_E	1 SEG2	section : générale	MASSE	6,66E+000	0
			CDG_X	3,00E+000	0
			CDG_Y	2,00E+000	0
			CDG_Z	7,00E+000	0
	1 SEG2	section : carré plein	MASSE	4,24E+000	0
	1 SEG2	section : carré creux	MASSE	8.0610E–01	0
	1 SEG2	section : rectangle creux	MASSE	1,09E+000	0

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

Modélisation	Maillage	AFFE_CARA_ELEM	Identification	Référence	Écart %
	1 SEG2	section : cercle plein	MASSE	1,33E+001	0
	1 SEG2	section : cercle creux	MASSE	7.8772E–01	0
POU_D_T	1 SEG2	section : générale	MASSE	6,66E+000	0
			CDG_X	3,00E+000	0
			CDG_Y	2,00E+000	0
			CDG_Z	7,00E+000	0
	1 SEG2	section : carré plein	MASSE	4,24E+000	0
	1 SEG2	section : carré creux	MASSE	8.0610E–01	0
	1 SEG2	section : rectangle creux	MASSE	1,09E+000	0
	1 SEG2	section : cercle plein	MASSE	1,33E+001	0
	1 SEG2	section : cercle creux	MASSE	7.8772E–01	0
DKT	2 TRIA3	épaisseur	MASSE	1.8000E–01	0
			CDG_X	3,00E+000	0
			CDG_Y	2,00E+000	0
			CDG_Z	7,00E+000	0
			IX_G	6.0020E–02	–0.011
			IY_G	6.0020E–02	–0.011
			IZ_G	1.2000E–01	0
DKT	2 QUAD4	épaisseur	MASSE	2.7000E–01	0
			CDG_X	2,50E+000	0
			CDG_Y	2,00E+000	0
			CDG_Z	7,00E+000	0
			IX_G	9.0020E–02	0
			IY_G	2.0252E–01	0
			IZ_G	2.9250E–01	0
DST	2 TRIA3	épaisseur	MASSE	1.8000E–01	0
			CDG_X	3,00E+000	0
			CDG_Y	2,00E+000	0
			CDG_Z	7,00E+000	0
			IX_G	6.0020E–02	–0.011
			IY_G	6.0020E–02	–0.011
			IZ_G	1.2000E–01	0
DSQ	2 QUAD4	épaisseur	MASSE	2.7000E–01	0
			CDG_X	2,50E+000	0
			CDG_Y	2,00E+000	0
			CDG_Z	7,00E+000	0
			IX_G	9.0020E–02	0
			IY_G	2.0252E–01	0
			IZ_G	2.9250E–01	0
			IX_P	7,11E+000	0
			IY_P	7,56E+000	0
			IZ_P	1,17E+000	0
Q4G	2 QUAD4	épaisseur	MASSE	2.7000E–01	0
			CDG_X	2,50E+000	0
			CDG_Y	2,00E+000	0
			CDG_Z	7,00E+000	0
			IX_G	9.0020E–02	0
			IY_G	2.0252E–01	0
			IZ_G	2.9250E–01	0
T3G	2 TRIA3	épaisseur	MASSE	2.7000E–01	0
			CDG_X	2.50E+000	0
			CDG_Y	2.00E+000	0
			CDG_Z	7.00E+000	0
			IX_G	9.0020E–02	0

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

Modélisation	Maillage	AFFE_CARA_ELEM	Identification	Référence	Écart %
			IY_G	2.0252E–01	0
			IZ_G	2.9250E–01	0
DKT	3 TRIA3 2 QUAD4		MASSE	3,90E+002	0
			CDG_X	8,5000E–01	0
			CDG_Y	1,47E+000	0
			CDG_Z	1,90E+000	0
			IX_PRIN_G	3,25E+001	0,01
			IY_PRIN_G	8,13E+002	0
			IZ_PRIN_G	8,45E+002	0
			ALPHA	6,00E+001	0
			GAMMA	9,00E+001	0
DST	3 TRIA3 2 QUAD4		MASSE	3,90E+002	0
			CDG_X	8,5000E–01	0
			CDG_Y	1,47E+000	0
			CDG_Z	1,90E+000	0
			IX_PRIN_G	3,25E+001	0,01
			IY_PRIN_G	8,13E+002	0
			IZ_PRIN_G	8,45E+002	0
			ALPHA	6,00E+001	0
			GAMMA	9,00E+001	0
Q4G	3 TRIA3 2 QUAD4		MASSE	3,90E+002	0
			CDG_X	8,5000E–01	0
			CDG_Y	1,47E+000	0
			CDG_Z	1,90E+000	0
			IX_PRIN_G	3,25E+001	0,01
			IY_PRIN_G	8,13E+002	0
			IZ_PRIN_G	8,45E+002	0
			ALPHA	6,00E+001	0
			GAMMA	9,00E+001	0
3D	1 HEXA8		MASSE	7,80E+004	0
			CDG_X	2,49E+000	0
			CDG_Y	2,49E+000	0
			CDG_Z	2,20E+000	0
			IX_PRIN_G	1,95E+004	0
			IY_PRIN_G	3,32E+005	0
			IZ_PRIN_G	3,38E+005	0
			ALPHA	4,50E+001	0

Toutes les valeurs testées sont exactes.

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

4 Synthèse des résultats

Les résultats sont égaux aux solutions de référence et permettent de valider le mot clé MASS_INER de POST_ELEM.

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