SSNL107 - Plaque encastrée soumise à une flexion par des poutres en contact avec le bord libre

Résumé :
Ce test valide le contact unilatéral entre des éléments de poutre POU_D_E (poutre droite d'Euler) et des éléments de coque DKQ.

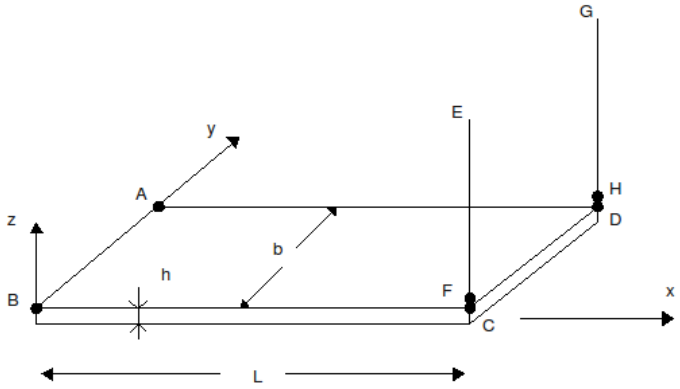
Les principales caractéristiques sont :
- comportement linéaire,
- analyse élastique,
- contact unilatéral,
- 2 modélisations : éléments POU_D_E et DKQ en utilisant CONTACT dans AFFE_CHAR_MECA et dans AFFE_CHAR_MECA_F.

La solution de référence est analytique et les résultats obtenus sont de bonne qualité.

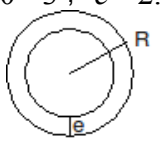
Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

1 Problème de référence

1.1 Géométrie



Plaque ABCD	de longueur	$L=10\text{mm}$
	de largeur	$B=1\text{mm}$
	d'épaisseur	$H=0.1\text{mm}$
2 poutres EF et GH		
	De longueur	$I=1\text{mm}$
	De section circulaires	$R=2.10-3$, $e=2.10-4$



1.2 Propriétés de matériaux

Élasticité linéaire : $E=210^5\,MPa$, $\nu=0.3$
Identique pour la plaque et les deux poutres.

1.3 Conditions aux limites et chargements

Encastrement sur AB : $DX=DY=DZ=DRX=DRY=DRZ=0$
Déplacement imposé en E et G : $DZ=-0.2\,mm$
Contact unilatéral entre F et C et entre H et D

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 utilisée pour la solution de référence

Analytique
La plaque subit une flexion simple. La solution est du type ''poutre'' :

$$V = DZ(C) = DZ(D) = \frac{PL^3}{3\mathrm{E.I}_y} \qquad \text{avec } I_y = \frac{bh^3}{12}$$

La flèche V et la charge P sont inconnues.
Les deux poutres sont en compression pure :

$$-P = 2.\frac{ES}{L}(V-U) \qquad \text{avec } U = DZ(E) = DZ(G)$$

On peut donc trouver P et V à partir de ces deux équations. On obtient :

$$P = \frac{6E\ S\ I\ U}{2\mathrm{SL}^3 + 3\mathrm{I}_y l}$$

$$V = \frac{2\mathrm{SL}^3\ U}{2\mathrm{SL}^3 + 3\mathrm{I}_y l}$$

2.2 Résultats de référence

$V = -0.19005 \ \ mm$
$P = -9.5025 \ \ 10^{-3} \ \ N$

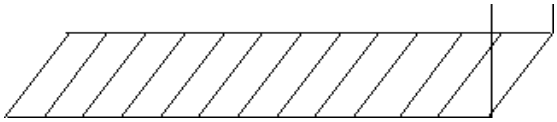
2.3 Incertitude sur la solution

Nulle. Solution analytique.

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

3 Modélisation B

3.1 Caractéristiques de la modélisation



20 éléments de coque DKQ
2 éléments de poutre POU_D_E

Il existe un jeu ($0.2\,mm$) entre les points H et D dans le maillage.
On introduit un jeu fictif ($0.2\,mm$) entre les points F et C par le mot-clé DIST_ESCL de DEFI_CONTACT avec FORMULATION='DISCRETE'.
Le contact est traité entre les mailles POI1 grâce au mot-clé ESCL_FIXE de DEFI_CONTACT.

3.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 46
Nombre de mailles et types : 20 QUAD4, 2 SEG2

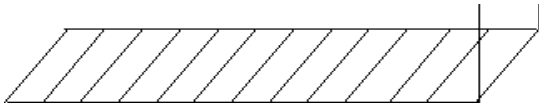
3.3 Grandeurs testées et résultats

Identification			Référence	% tolérance
C	*DZ*	*N46*	–0.19005	0.03
D	*DZ*	*N45*	–0.19005	0.03
EF	*N*	*M22*	$-4.75126\ 10^{-3}$	0.58
GH	*N*	*M21*	$-4.75126\ 10^{-3}$	0.58

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

4 Modélisation C

4.1 Caractéristiques de la modélisation



20 éléments de coque DKQ
2 éléments de poutre POU_D_E

Il existe un jeu ($0.2\,mm$) entre les points H et D dans le maillage.
On introduit un jeu fictif entre les points F et C par le mot-clé DIST_ESCL de DEFI_CONTACT. Ce jeu est déclaré comme une fonction du temps, de valeur constante égale à $0.2\,mm$.
Ce problème est résolu en FORMULATION='DISCRETE'.

4.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 46
Nombre de mailles et types : 20 QUAD4, 2 SEG2

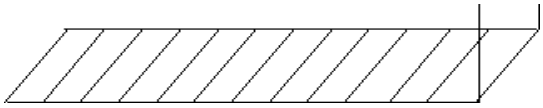
4.3 Grandeurs testées et résultats

Identification			Référence	% tolérance
C	*DZ*	*N46*	–0.19005	0.10
D	*DZ*	*N45*	–0.19005	0.10
EF	*N*	*M22*	$-4.75126\ 10^{-3}$	1.00
GH	*N*	*M21*	$-4.75126\ 10^{-3}$	1.00

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

5 Modélisation D

5.1 Caractéristiques de la modélisation



20 éléments de coque DKQ
2 éléments de poutre POU_D_E

Il existe un jeu ($0.2\,mm$) entre les points H et D dans le maillage.
On introduit un jeu fictif entre les points F et C par le mot-clé DIST_ESCL de DEFI_CONTACT. Ce jeu est déclaré comme une constante égale à $0.2\,mm$.
Ce problème est résolu par l'algorithme GCP en FORMULATION='DISCRETE'.

5.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 46
Nombre de mailles et types : 20 QUAD4, 2 SEG2

5.3 Grandeurs testées et résultats

Identification			Référence	% tolérance
C	*DZ*	*N46*	–0.19005	0.10
D	*DZ*	*N45*	–0.19005	0.10
EF	*N*	*M22*	–4.75126 10^{-3}	1.00
GH	*N*	*M21*	–4.75126 10^{-3}	1.00

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

6 Synthèse des résultats

Les résultats sont très proches de la solution analytique (0.58%). Ils ne sont pas exacts car ils dépendent de la finesse du maillage de la plaque.

Les résultats montrent le bon fonctionnement du contact unilatéral entre les poutres et la plaque.

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