SSLP116 – Plaque carrée en flexion – gradient de température constant

Résumé :

L'objectif de ce test est de valider le calcul des déplacements, des moments et des contraintes dans une plaque carrée, simplement supportée, en flexion soumise a un gradient de température constant.

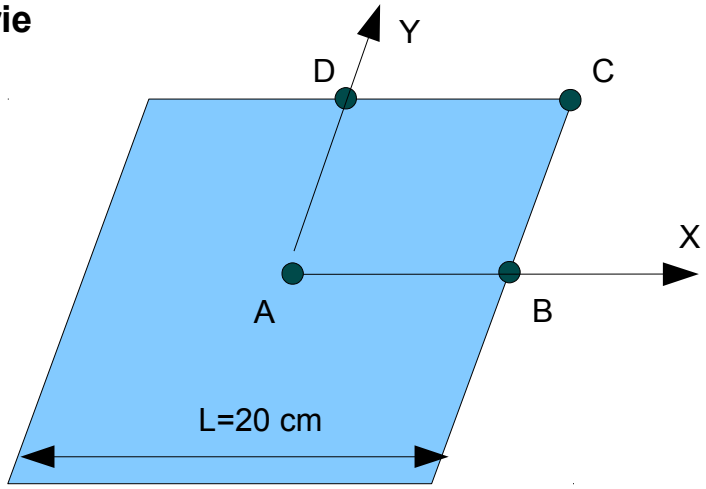
Modélisations :

- Modélisation A : DKT avec des mailles TRIA3
- Modélisation B : DKT avec des mailles QUAD4
- Modélisation C : COQUE_SOLIDE avec des mailles HEXA9

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

1 Problème de référence

1.1 Géométrie



Epaisseur = 0.25cm .

1.2 Propriétés du matériau

Le matériau est élastique isotrope dont les propriétés sont :

- $E=30.\times10^{6}\,N/cm^{2}$
- $\nu=0.3$
- $\alpha=6.5\times10^{-6}/°C$

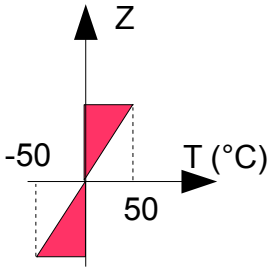
1.3 Conditions aux limites et chargements

Conditions aux limites :

- Sur le bord AB : $DY=DRX=0$
- Sur le bord AD : $DX=DRY=0$
- Sur les bord BC et CD : $DZ=0$

Chargement

- Le chargement appliqué est un chargement de température qui varie de la façon suivante :



1.4 Conditions initiales

Néant

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

2 Solution de référence

2.1 Méthode de calcul

La solution de référence est une solution numérique [1].

2.2 Grandeurs et résultats de référence

- Déplacement suivant l'axe Z le long de AB

$X(cm)$	$DZ(cm)$
0.0	0.1033
2.0	0.0992
4.0	0.0883
6.0	0.0692
8.0	0.0400
10.0	0.

- Moment M_{XX} le long de AB

$X(cm)$	$MXX(N)$
1.0	-50.0
3.0	-45.6
5.0	-36.4
7.0	-23.2
9.0	-8.0

2.3 Incertitudes sur la solution

Solution numérique

2.4 Références bibliographiques

[1] M.H. SADR-LAHIDJANI :"Modélisation et analyse des plaques et coques minces élastiques soumises a des champs de température", Thèse de Doctorat UTC, 1984.

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

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

On utilise une modélisation DKT avec 3 couches dans l'épaisseur.

3.2 Caractéristiques du maillage

Le maillage contient 5000 éléments de type TRIA3.

3.3 Grandeurs testées et résultats

On teste le déplacement suivant l'axe Z et le moment MXX le long de AB .

Identification		Type de référence	Valeur de référence	Tolérance %
DEPL	$X(cm)$			
DZ	0.0	'SOURCE_EXTERNE'	0.1033	4.0
	2.0	'SOURCE_EXTERNE'	0.0992	3.5
	4.0	'SOURCE_EXTERNE'	0.0883	3.
	6.0	'SOURCE_EXTERNE'	0.0692	3.
	8.0	'SOURCE_EXTERNE'	0.0400	2.

Identification		Type de référence	Valeur de référence	Tolérance %
EFGE_NOEU	$X(cm)$			
MXX	1.0	'SOURCE_EXTERNE'	-50.0	0.5
	3.0	'SOURCE_EXTERNE'	-45.6	0.2
	5.0	'SOURCE_EXTERNE'	-36.4	1.0
	7.0	'SOURCE_EXTERNE'	-23.2	3.0
	9.0	'SOURCE_EXTERNE'	-8.0	0.5

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

On teste les contraintes sur la peau inférieure, moyenne et supérieure dans 2 couches.

- Couche n°1 : $-0.125\text{cm} < Z < -0.0417\text{cm}$

Point / Maille	Couche	Grandeur	Type de référence	Valeur de référence	Tolérance
$A(M5200)$	*INF*	*SIXX*	'NON_DEFINI'	4880.375	10^{-4} %
		SIYY	'NON_DEFINI'	4880.125	10^{-4} %
		SIXY	'NON_DEFINI'	-0.125	10^{-6}
	MOY	*SIXX*	'NON_DEFINI'	3225.583	10^{-4} %
		SIYY	'NON_DEFINI'	3253.417	10^{-4} %
		SIXY	'NON_DEFINI'	-0.083	10^{-6}
	SUP	*SIXX*	'NON_DEFINI'	1626.712	10^{-4} %
		SIYY	'NON_DEFINI'	1626.708	10^{-4} %
		SIXY	'NON_DEFINI'	-0.042	10^{-6}

- Couche n°3 : $0.0417\text{cm} < Z < 0.125\text{cm}$

Point / Maille	Couche	Grandeur	Type de référence	Valeur de référence	Tolérance
$A(M5200)$	*INF*	*SIXX*	'NON_DEFINI'	-1626.792	10^{-4} %
		SIYY	'NON_DEFINI'	-1626.708	10^{-4} %
		SIXY	'NON_DEFINI'	0.042	10^{-6}
	MOY	*SIXX*	'NON_DEFINI'	-3252.583	10^{-4} %
		SIYY	'NON_DEFINI'	-3252.416	10^{-4} %
		SIXY	'NON_DEFINI'	0.083	10^{-6}
	SUP	*SIXX*	'NON_DEFINI'	-4880.375	10^{-4} %
		SIYY	'NON_DEFINI'	-4880.125	10^{-4} %
		SIXY	'NON_DEFINI'	0.125	10^{-6}

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

4 Modélisation B

4.1 Caractéristiques de la modélisation

On utilise une modélisation DKT avec 7 couches dans l'épaisseur.

4.2 Caractéristiques du maillage

Le maillage contient 2500 éléments de type QUAD4.

4.3 Grandeurs testées et résultats

On teste le déplacement suivant l'axe Z et le moment MXX le long de AB .

Identification		Type de référence	Valeur de référence	Tolérance
DEPL	$X(cm)$			
DZ	0.0	'SOURCE_EXTERNE'	0.1033	4.0
	2.0	'SOURCE_EXTERNE'	0.0992	3.5
	4.0	'SOURCE_EXTERNE'	0.0883	3.0
	6.0	'SOURCE_EXTERNE'	0.0692	3.0
	8.0	'SOURCE_EXTERNE'	0.0400	2.0

Identification		Type de référence	Valeur de référence	Tolérance
EFGE_NOEU	$X(cm)$			
MXX	1.0	'SOURCE_EXTERNE'	-50.0	1.0
	3.0	'SOURCE_EXTERNE'	-45.6	0.75
	5.0	'SOURCE_EXTERNE'	-36.4	2.0
	7.0	'SOURCE_EXTERNE'	-23.2	5.0
	9.0	'SOURCE_EXTERNE'	-8.0	6.0

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

On teste les contraintes sur la peau inférieure, moyenne et supérieure dans 2 couches.

- Couche n°1 : $-0.125\text{cm} < Z < -0.089\text{cm}$

Point / Maille	Couche	Grandeur	Type de référence	Valeur de référence	Tolérance
$A(M2700)$	*INF*	*SIXX*	'NON_DEFINI'	4875.116	$10^{-4}\%$
		SIYY	'NON_DEFINI'	4875.116	$10^{-4}\%$
		SIXY	'NON_DEFINI'	7.47×10^{-9}	10^{-6}
	MOY	*SIXX*	'NON_DEFINI'	4178.671	$10^{-4}\%$
		SIYY	'NON_DEFINI'	4178.671	$10^{-4}\%$
		SIXY	'NON_DEFINI'	6.4×10^{-9}	10^{-6}
	SUP	*SIXX*	'NON_DEFINI'	3482.225	$10^{-4}\%$
		SIYY	'NON_DEFINI'	3482.225	$10^{-4}\%$
		SIXY	'NON_DEFINI'	5.3×10^{-9}	10^{-6}

- Couche n°7 : $0.089\text{cm} < Z < 0.125\text{cm}$

Point / Maille	Couche	Grandeur	Type de référence	Valeur de référence	Tolérance
$A(M2700)$	*INF*	*SIXX*	'NON_DEFINI'	-3482.225	$10^{-4}\%$
		SIYY	'NON_DEFINI'	-3482.225	$10^{-4}\%$
		SIXY	'NON_DEFINI'	5.3×10^{-9}	10^{-6}
	MOY	*SIXX*	'NON_DEFINI'	-4178.670	$10^{-4}\%$
		SIYY	'NON_DEFINI'	-4178.670	$10^{-4}\%$
		SIXY	'NON_DEFINI'	-6.4×10^{-9}	10^{-6}
	SUP	*SIXX*	'NON_DEFINI'	-4875.116	$10^{-4}\%$
		SIYY	'NON_DEFINI'	-4875.116	$10^{-4}\%$
		SIXY	'NON_DEFINI'	7.5×10^{-9}	10^{-6}

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

5 Modélisation C

5.1 Caractéristiques de la modélisation

On utilise une modélisation COQUE_SOLIDE.

5.2 Caractéristiques du maillage

Le maillage contient 2500 éléments de type HEXA9.

5.3 Grandeurs testées et résultats

On teste le déplacement suivant l'axe Z.

Identification		Type de référence	Valeur de référence	Tolérance
DEPL	$X(cm)$			
DZ	0.0	'SOURCE_EXTERNE'	0.1033	2,6%

On teste les contraintes sur la maille au centre en NON_REGRESSION :

Identification		Type de référence
SIEF_ELGA		
$SIXX$	SurfInf	'NON_REGRESSION'
$SIYY$	SurfSup	'NON_REGRESSION'

On teste la déformation d'origine thermique au centre la maille, sur la peau inférieure dont on a une valeur de référence analytique :

$$\varepsilon_{ther} = \alpha \Delta T = \alpha (T_{inf} - T_{ref}) = 6{,}5 \times 10^{-6} (-50-20) = -0{,}000455 \quad (1)$$

Identification		Type de référence	Valeur de référence	Tolérance
EPVC_ELGA				
EPTHER_L	SurfInf	ANALYTIQUE	$-0{,}000455$	$<1{,}6\times10^{-6}$%

Et la déformation équivalente en sur la peau inférieure :

Identification		Type de référence
EPEQ_ELGA		
INVA_2	SurfInf	NON_REGRESSION

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

6 Synthèse des résultats

Les résultats obtenus sont satisfaisants. A maillage équivalent au DKQ (2500 éléments) , la précision est meilleure avec la modélisation COQUE_SOLIDE (modélisation C).

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