SSLS504 - Plaque carrée composite constituée de 3 couches, soumise à un chargement doublement sinusoïdale

Résumé :

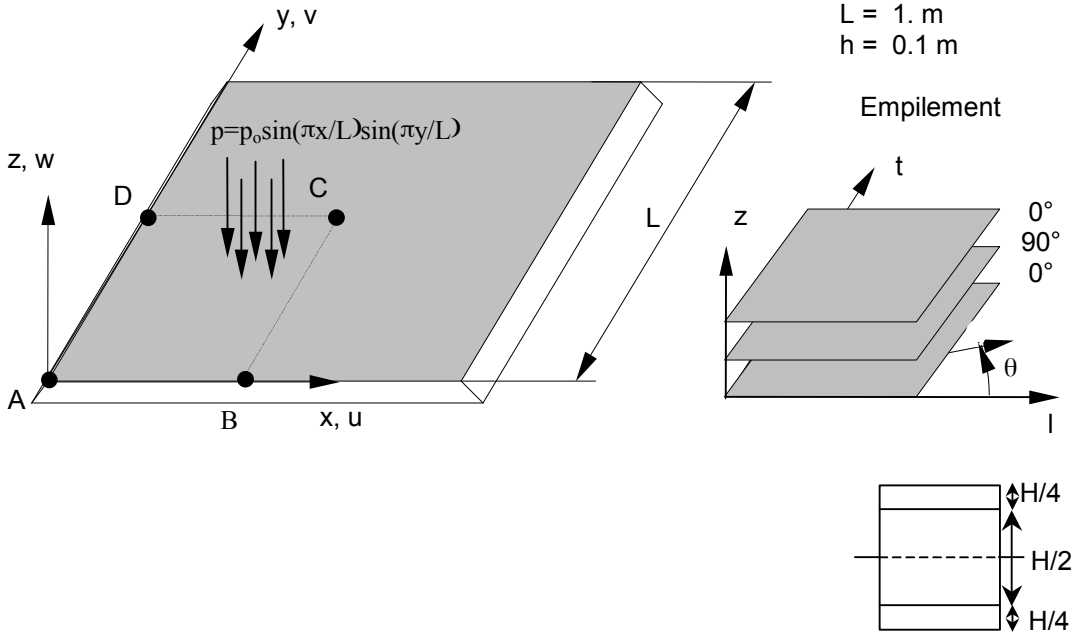
Ce test représente le calcul quasi-statique d'une plaque carrée composite constituée de 3 couches, simplement supportée, soumise à un chargement doublement sinusoïdal. Ce cas-test permet de valider la modélisation éléments finis DST avec les mailles TRIA3 et QUAD4, avec un matériau composite multi-couches.

Les déplacements et les contraintes obtenus sont comparés à une solution de référence numérique.

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

1 Problème de référence

1.1 Géométrie



Les 3 couches ont pour épaisseur relative : $H/4, H/2, H/4$

1.2 Propriétés du matériau

Les axes d'orthotropie correspondent aux directions curvilignes x et y .

$E_l = 25.$ $E_t = 1.$ ($l \Leftrightarrow x$; $t \Leftrightarrow y$)
$G_{lt} = G_{lz} = 0.5$ $G_{tz} = 0.2$
$\nu_{lt} = 0.25$

1.3 Conditions aux limites et chargements

- Conditions aux limites : le déplacement perpendiculaire à la plaque, sur son contour est nul.
- Chargement : $p = p_o \sin(\pi x/L)\sin(\pi y/L)$ avec $p_o = 0.01$

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

La solution de référence est une solution numérique [3].

2.2 Résultats de référence

Les résultats de référence numériques sont les suivants :

Grandeur					DST* (TRIA3)	DST* (QUAD4)
• Déplacement	w	au point	C	$(L/2, L/2, 0)$	–0.07323	–0.07417
• Contrainte	σ_{xx}	au point	C	$(L/2, L/2, h/2)$ (couche 3)	–0.478	–0.482
• Contrainte	σ_{yy}	au point	C	$(L/2, L/2, h/4)$ (couche 2)	–0.339	–0.4
• Contrainte	τ_{xz}	au point	D	$(0, L/2, 0)$ (couche 2)	–0.0203	–0.0305
• Contrainte	τ_{yz}	au point	B	$(L/2, 0, 0)$ (couche 2)	–0.0406	–0.0204

* les solutions de référence ont été obtenues avec un maillage 6×6 [3].

2.3 Incertitudes sur la solution

Inférieure à 2%

2.4 Références bibliographiques

1) BATOZ J.L., DHATT G. : Modélisation des structures par éléments finis , Vol 2, Poutres et Plaques, HERMES.

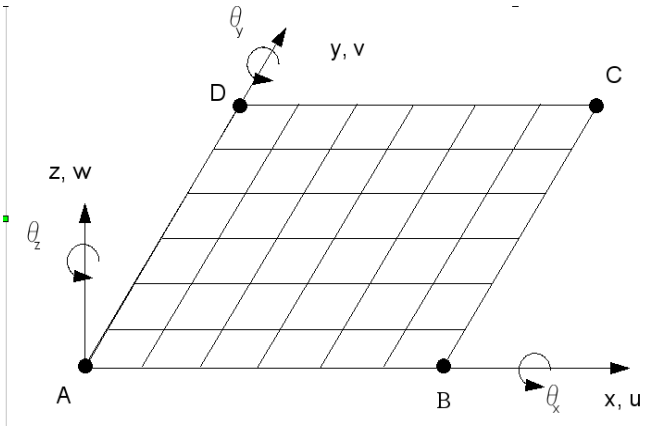
2) PAGANO N.J., Hatfield J.J. : "Elastic behaviour of multilayered bidirectional composites", AIAA J., Vol 10, N°7, p. 931-933, 1972..

3) LARDEUR P. : Développement et évaluation de deux nouveaux éléments finis de plaques et de coques composites avec influence du cisaillement transversal, Thèse de Doctorat Ingénieur, Université de Technologie de Compiègne, 1990.

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

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation



Modélisation DST (QUAD4)

Conditions aux limites :
Côté AB : $w=\theta_y=0$
Côté AD : $w=\theta_x=0$

Conditions de symétrie :
Côté BC : $u=\theta_y=0$
Côté CD : $v=\theta_x=0$

3.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 49
Nombre de mailles et type : 36 QUAD4

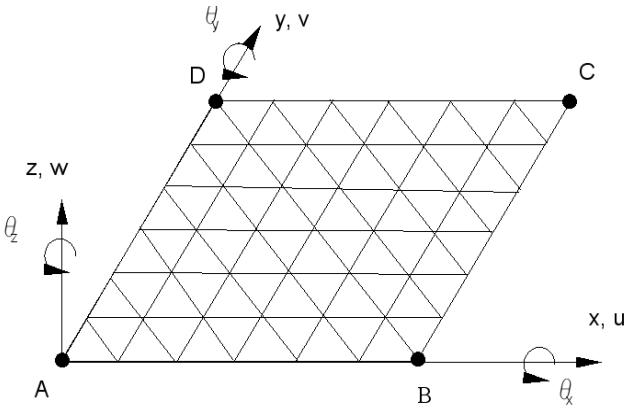
3.3 Grandeurs testées et résultats

Identification	Type de Référence	Valeur de Référence	Tolérance
Déplacement w au point C $(L/2, L/2, 0)$	'SOURCE_EXTERNE'	–0.07417	0.4%
Contrainte σ_{xx} au point C $(L/2, L/2, h/2)$	'SOURCE_EXTERNE'	–0.482	2%
Contrainte σ_{yy} au point C $(L/2, L/2, h/4)$	'SOURCE_EXTERNE'	–0.400	4%
Contrainte τ_{xz} au point D $(0, L/2, 0)$	'SOURCE_EXTERNE'	–0.0305	2%
Contrainte τ_{yz} au point B $(L/2, 0, 0)$	'SOURCE_EXTERNE'	–0.0204	3%

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

4 Modélisation B

4.1 Caractéristiques de la modélisation



Modélisation DST (TRIA3)

Conditions aux limites :
Côté AB : $w=\theta_y=0$
Côté AD : $w=\theta_x=0$

Conditions de symétrie :
Côté BC : $u=\theta_y=0$
Côté CD : $v=\theta_x=0$

4.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 49
Nombre de mailles et type : 72 TRIA3

4.3 Grandeurs testées et résultats

Identification					Type de Référence	Valeur de Référence	Tolérance
Déplacement	w	au point	C	$(L/2, L/2, 0)$	'SOURCE_EXTERNE'	–0.07323	3%
Contrainte	σ_{xx}	au point	C	$(L/2, L/2, h/2)$	'SOURCE_EXTERNE'	–0.478	4%
Contrainte	σ_{yy}	au point	C	$(L/2, L/2, h/4)$	'SOURCE_EXTERNE'	–0.339	6.5%
Contrainte	τ_{xz}	au point	D	$(0, L/2, 0)$	'SOURCE_EXTERNE'	–0.0203	12%
Contrainte	τ_{yz}	au point	B	$(L/2, 0, 0)$	'SOURCE_EXTERNE'	–0.0406	12%

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

5 Synthèse des résultats

- **Déplacements** : le résultat obtenu avec les mailles QUAD4 est satisfaisant (écart de 0.4%). On observe un écart plus important (3%) pour les mailles TRIA3.

- **Contraintes** : le résultat obtenu avec les mailles QUAD4 est satisfaisant (écart maximum de 3%). On observe un écart plus important (7%) pour les mailles TRIA3.

Ce test permet donc de valider le calcul des plaques composites sous chargement fonction de la géométrie, aussi bien en terme de déplacements que de contraintes.

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