SSLS121 - Plaque stratifiée soumise à des chargements élémentaires

Résumé :

Ce test représente le calcul quasi-statique d'une plaque stratifiée, composée de 3 couches de matériau orthotrope, soumise à 4 chargements élémentaires.

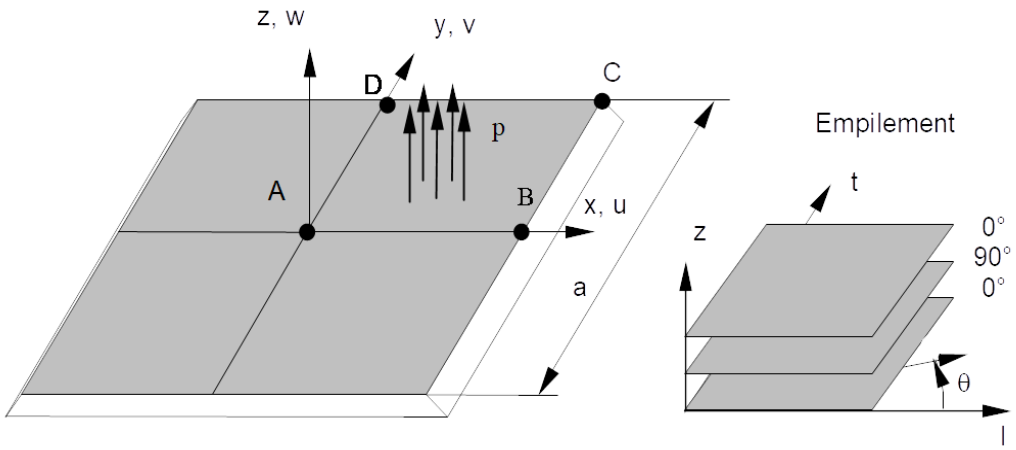
La plaque est modélisée en éléments finis DST (mailles QUAD4), elle est située dans un plan XZ et inclinée de 48,5 degrés par rapport à X (pour vérifier les changements de repère).

Dans ce test, les contraintes planes et les contraintes de cisaillement transverse, sont comparées à une solution de référence analytique.

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

1 Problème de référence

1.1 Géométrie



Largeur $a=10\,mm$, épaisseur $h=1\mathrm{mm}$.

1.2 Propriétés du matériau

Les propriétés du matériau constituant chacune des trois couches de la plaque sont les suivantes:

Matériau orthotrope :

$E_l=25\,MPa$ $E_t=1\,MPa$

$G_{lt}=G_{lz}=0.5\,MPa$ $G_{tz}=0.2\,MPa$

$\nu_{lt}=0.25$

Empilement :

- orientation : $[0/90/0]$
- épaisseur : $[h/4/h/2/h/4]$

1.3 Conditions aux limites et chargements

Les chargements sont appliqués de façon à obtenir des états de contraintes uniformes dans la plaque :

- Cas de charge 1 : $Mxx=1$ dans la plaque
  - Encastrement sur AD
  - Moment réparti sur BC : $MX=1$
- Cas de charge 2 : $Myy=1$ dans la plaque
  - Encastrement sur AB
  - Moment réparti sur CD : $MY=1$
- Cas de charge 3 : $QY=1$ dans la plaque
  - Encastrement sur AB
  - Effort réparti sur CD : $FY=-1$
- Cas de charge 4 : $QX=1$ dans la plaque
  - Encastrement sur AD
  - Effort réparti sur BC : $FY=1$

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

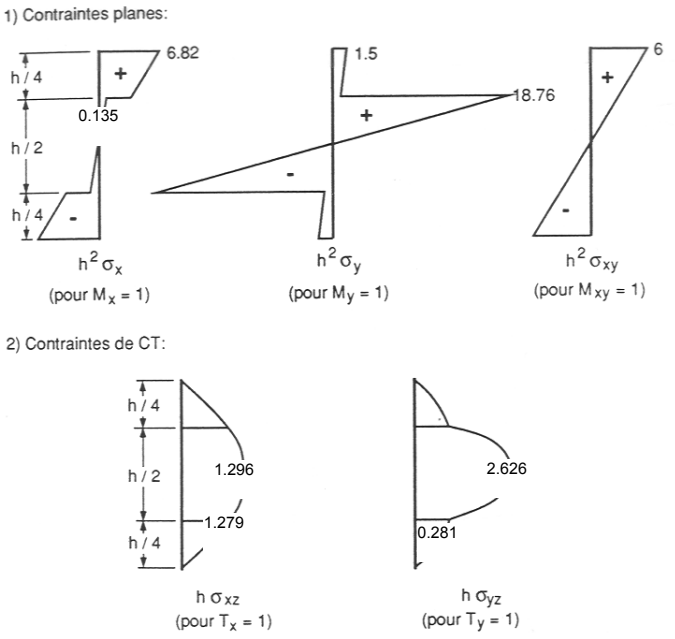
Solution analytique [bib1].

2.2 Résultats de référence

Les résultats de référence sont les suivants :

Cas de charge	Contraintes	Valeur (Mpa)	Commentaires
$Mxx=1$	$SIXX(z=-h/2)$ Couche 1	–6.82	Contrainte σ_{xx} sur la peau inférieure de la couche 1
	$SIXX(z=-h/4)$ couche 2	–0.135	Contrainte σ_{xx} sur la peau inférieure de la couche 2
$Myy=1$	$SIYY(z=-h/2)$ Couche 1	–1.5	Contrainte σ_{yy} sur la peau inférieure de la couche 1
	$SIYY(z=-h/4)$ couche 2	–18.76	Contrainte σ_{yy} sur la peau inférieure de la couche 2
$QY=1$	$SIYZ(z=-h/4)$ Couche 2	0.28125	Contrainte σ_{yz} sur la peau inférieure de la couche 2
	$SIYZ(z=0)$ Couche 2	2.62625	Contrainte σ_{yz} sur la peau moyenne de la couche 2
$QX=1$	$SIXZ(z=-h/4)$ Couche 2	1.279	Contrainte σ_{xz} sur la peau inférieure de la couche 2
	$SIXZ(z=0)$ Couche 2	1.296	Contrainte σ_{xz} sur la peau moyenne de la couche 2

L'allure de la répartition des contraintes dans l'épaisseur de la plaque est la suivante :



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

2.3 Incertitudes sur la solution

Nulle (solution analytique).

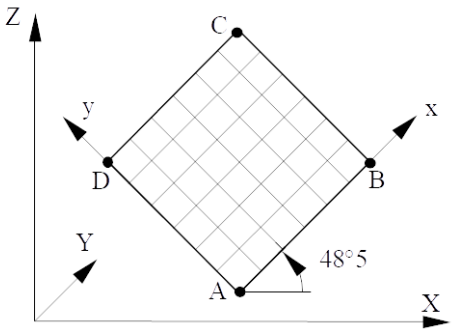
2.4 Références bibliographiques

1) Dhatt-Batoz « Modélisation des structures par éléments finis, Volume 2 » Pages 246-250 Edition Hermes.

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)

- La plaque est située dans le plan Y =0.5
- Point A (0.4 ;0.5 ;0.25)

3.2 Caractéristiques du maillage

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

3.3 Valeurs testées

Cas de charge	Identification	Référence
$Mxx=1$	$SIXX(z=-h/2)$ couche 1	–6.82
	$SIXX(z=-h/4)$ couche 2	–0.135
$Myy=1$	$SIYY(z=-h/2)$ Couche 1	–1.5
	$SIYY(z=-h/4)$ couche 2	–18.76
$QY=1$	$SIYZ(z=-h/4)$ Couche 2	0.28125
	$SIYZ(z=0)$ Couche 2	2.62625
$QX=1$	$SIXZ(z=-h/4)$ Couche 2	1.279
	$SIXZ(z=0)$ Couche 2	1.296

4 Synthèse des résultats

La très bonne concordance des résultats avec la solution analytique valide le calcul des contraintes pour une plaque composite dans un repère quelconque, à différents niveaux de l'épaisseur.

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