

SSLS121 - Plaque stratifiée soumise à des chargements élémentaires

Résumé :

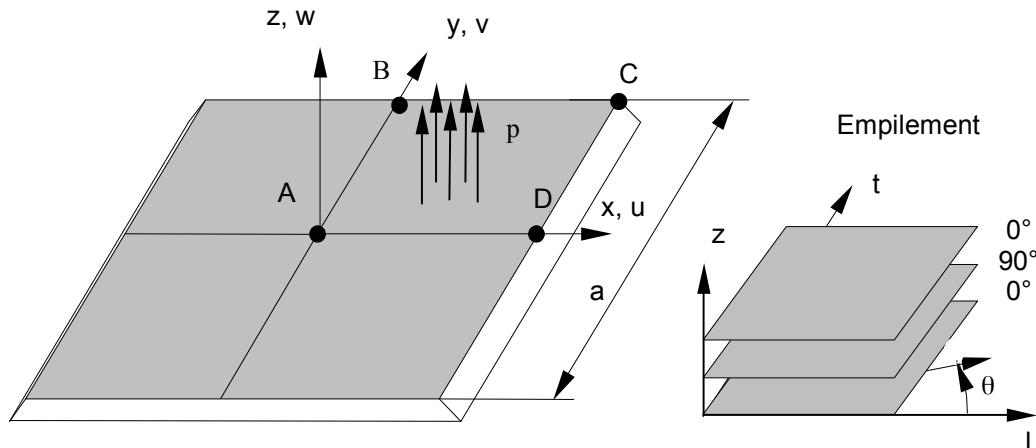
Ce test représente le calcul quasi-statique d'une plaque stratifiée, composée de 3 couches de matériau orthotrope, soumise à 4 chargements élémentaires.

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.

1 Problème de référence

1.1 Géométrie



Largeur $a=100\text{mm}$, épaisseur $h=1\text{mm}$.

1.2 Propriétés du matériau

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

Matériau orthotrope :

$$\begin{array}{ll} E_l = 25 \text{ MPa} & E_t = 1 \text{ MPa} \\ G_{lt} = G_{lz} = 0.5 \text{ MPa} & G_{tz} = 0.2 \text{ MPa} \\ \nu_{lt} = 0.25 & \end{array}$$

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 : $M_{xx} = 1$ dans la plaque
 - Encastrement sur AD
 - Moment réparti sur BC : $MX = 1$
- Cas de charge 2 : $M_{yy} = 1$ dans la plaque
 - Encastrement sur AB
 - Moment réparti sur CD : $MY = 1$
- Cas de charge 3 : $Q_X = 1$ dans la plaque
 - Encastrement sur AD
 - Effort réparti sur BC : $FZ = 1$
- Cas de charge 4 : $Q_Y = 1$ dans la plaque
 - Encastrement sur AB
 - Effort réparti sur CD : $FZ = 1$

2 Solution de référence

2.1 Méthode de calcul utilisée pour la solution de référence

Solution analytique [bib1].

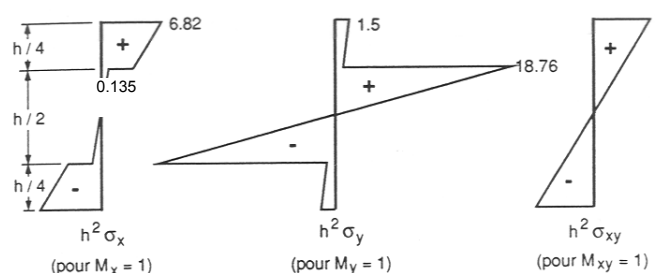
2.2 Résultats de référence

Les résultats de référence sont les suivants :

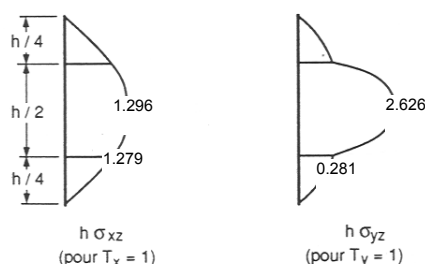
Cas de charge	Contraintes	Valeur (Mpa)	Commentaires
$M_{xx} = 1$	$S_{IXX}(z = -h/2)$ Couche 1	-6.82	Contrainte σ_{xx} sur la peau inférieure de la couche 1
	$S_{IXX}(z = -h/4)$ couche 2	-0.135	Contrainte σ_{xx} sur la peau inférieure de la couche 2
$M_{yy} = 1$	$S_{IYY}(z = -h/2)$ Couche 1	-1.5	Contrainte σ_{yy} sur la peau inférieure de la couche 1
	$S_{IYY}(z = -h/4)$ couche 2	-18.76	Contrainte σ_{yy} sur la peau inférieure de la couche 2
$Q_X = 1$	$S_{IXZ}(z = -h/4)$ Couche 2	1.279	Contrainte σ_{xz} sur la peau inférieure de la couche 2
	$S_{IXZ}(z = 0)$ Couche 2	1.296	Contrainte σ_{xz} sur la peau moyenne de la couche 2
$Q_Y = 1$	$S_{IYZ}(z = -h/4)$ Couche 2	0.28125	Contrainte σ_{yz} sur la peau inférieure de la couche 2
	$S_{IYZ}(z = 0)$ Couche 2	2.62625	Contrainte σ_{yz} sur la peau moyenne de la couche 2

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

1) Contraintes planes:



2) Contraintes de CT:



2.3 Incertitudes sur la solution

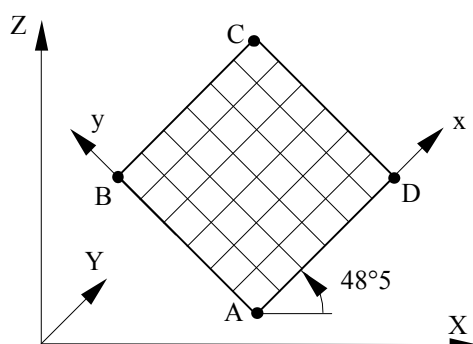
Nulle (solution analytique).

2.4 Références bibliographiques

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

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
$M_{xx} = 1$	$SIXX(z = -h/2)$	-6.82
	couche 1	
	$SIXX(z = -h/4)$	-0.135
	couche 2	
$M_{yy} = 1$	$SIYY(z = -h/2)$	-1.5
	Couche 1	
	$SIYY(z = -h/4)$	-18.76
	couche 2	
$QX = 1$	$SIXZ(z = -h/4)$	1.279
	Couche 2	
	$SIXZ(z = 0)$ Couche 2	1.296
$QY = 1$	$SIYZ(z = -h/4)$	0.28125
	Couche 2	
	$SIYZ(z = 0)$ Couche 2	2.62625

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.