SSLV121 - Etirement d'un parallélépipède isotrope transverse sous son propre poids

Résumé :

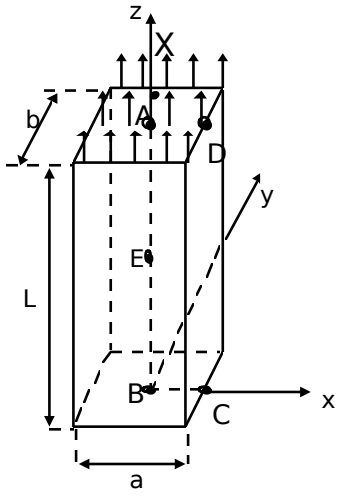
Ce test de mécanique des structures permet l'évaluation des déplacements et des contraintes d'un parallélépipède se déformant sous son propre poids. Le matériau est élastique linéaire isotrope transverse. La modélisation est tridimensionnelle. Le modèle est similaire au test VPCS SSLV07 (mais dans ce cas le matériau est isotrope) et au test SSLV120 (dans ce cas le matériau est orthotrope.).

Les écarts des résultats obtenus par *Aster* se situent entre $0{,}00\%$ et $0{,}4\%$ de la référence calculée analytiquement.

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

1 Problème de référence

1.1 Géométrie



Hauteur : L = 3 m Largeur : a = 1 m Epaisseur : b = 1 m

Coordonnées des points (en mètres) :

	A	B	C	D	E	X
x	0.	0.	0.5	0.5	0.	0.
y	0.	0.	0.	0.	0.	0.5
z	3.	0.	0.	3.	1.5	3.

1.2 Propriétés de matériaux

Modules de YOUNG dans le plan xy et la direction z :

$$E_L = 5.10^{11} Pa \ , \ E_N = 2.10^{11} Pa \ .$$

Coefficients de POISSON relatifs au plan xy et à la direction z :

$$\nu_{LT} = 0.1 \ , \ \nu_{LN} = 0.3 \ .$$

Module de cisaillement relatif à la direction z :

$$G_{LN} = 7.69231\,10^{10} Pa \ .$$

Masse volumique: $\rho = 7800\, kg/m^3$.

1.3 Conditions aux limites et chargements

Point A : ($u = v = w = 0$, $\theta_x = \theta_y = \theta_z = 0$)

Poids propre suivant l'axe z : $\rho\, g\, z$
Contrainte uniforme à la traction pour la face supérieure :

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

$$\sigma_z = \rho\, g\, L = +229\,554.\ Pa$$

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 issue de celle donnée dans la fiche SSLV07/89 du guide VPCS (en considérant en plus une matrice élastique isotrope transverse). L'expression analytique de la solution est la suivante :

Déplacements :

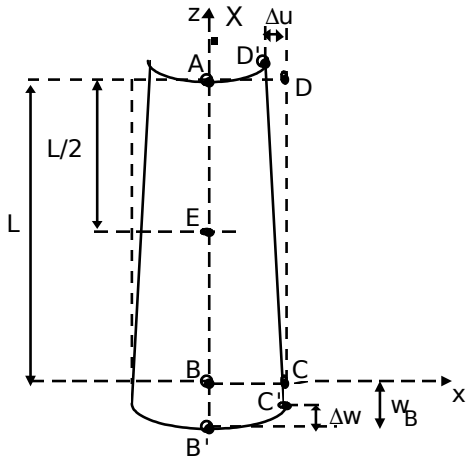
$$u = -\frac{\nu_{NL}\,\rho\,g\,x\,z}{E_N}$$

$$v = -\frac{\nu_{NL}\,\rho\,g\,y\,z}{E_N}$$

$$w = \frac{\rho\,g\,z^2}{2\,E_N} + \frac{\rho\,g\,\nu_{NL}}{2\,E_N}(x^2+y^2) - \frac{\rho\,g\,L^2}{2\,E_N}$$

Contraintes :

$$\sigma_{zz} = \rho\,g\,z \quad \sigma_{zz} = \sigma_{yy} = \sigma_{xy} = \sigma_{yz} = \sigma_{zx} = 0$$



2.2 Résultats de référence

Déplacement des points B , C , D , E et X.

Contraintes σ_{zz} en A et E

2.3 Incertitude sur la solution

Résultats analytiques exacts.

2.4 Références bibliographiques

1 TIMOSHENKO (S.P) Théorie de l'élasticité - Paris - Librairie Polytechnique Ch. Béranger , p.279 à 282 (1961)

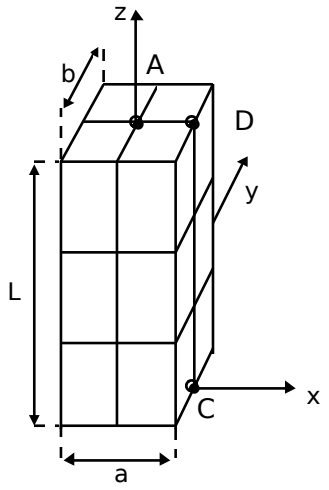
2 S.W. TSAI, H.T. HAHN - Introduction to composite materials. Technomic Publishing Company (1980).

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

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

3D



Découpage :

3 éléments en hauteur

2 éléments en largeur et épaisseur

mailles hexa20

Conditions limites :

sur l'axe AB

en A et D

```
DDL_IMPO:    ( GROUP_NO:ABsansA  DX=0., DY=0.  )
             ( NOEUD:A   DX=0.,  DY=0., DZ=0. )
             ( NOEUD:D   DY=0.)
```

Noms des nœuds : $A=N59$ $B=N53$ $C=N12$ $D=N18$ $E=N56$ $X=N70$

3.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de noeuds : 111

Nombre de mailles et types : 12 HEXA20

3.3 Grandeurs testées et résultats

Identification	Référence	*Aster*	% différence
U_B	0.	10^{-22}	-
V_B	0.	10^{-22}	-
W_B	-1.72165510^{-6}	$-1.721674\ 10^{-6}$	0.001
U_C	0.	$= 10^{-14}$	-
V_C	0.	$= 10^{-19}$	-

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

W_C	–1.715916 10 –6	–1.715935 10 –6	0.001
U_D	-6.88662 10 –8	-6.88653 10 –8	0.001
V_D	0.	= 10 –23	-
W_D	5.73885 10 –9	5.71514 10 –9	0.413
U_E	0.	= 10 –22	
V_E	0.	= 10 –23	
W_E	–1.291241 10 –6	–1.291260 10 –6	0.002
(Pa)			
$\sigma_{zz}\ (A)$	2.29554 10 5	2.2956 10 5	< 0.01
$\sigma_{zz}\ (E)$	1.14777 10 5	1.14777 10 5	< 0.01
$\sigma_{zz}\ (X)$	2.29554 10 5	2.29549 10 5	< 0.01
U_X	0.	10 –20	-
V_X	-6.88662 10–8	-6.886534 10–8	-
W_X	5.73885 10–8	5.71514 10–9	0.413

La modélisation en HEXA20 est tout à fait acceptable pour ce maillage grossier.

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

4 Synthèse des résultats

Les résultats concernant les déplacements et les contraintes sont très proches de la solution analytique avec la modélisation adoptée ($< 0.2\%$ pour les déplacements, $< 0.5\%$ pour les contraintes).

Le fait qu'il n'y ait qu'une seule composante des contraintes (σ_{zz}) dans le problème permet de ne tester que 2 coefficients élastiques (E_N et ν_{LN}).

Bien que ces coefficients soient constants, ils ont été introduits sous forme de fonctions pour tester la fonctionnalité ELAS_ISTR_FO.

Les coefficients élastiques dans le plan XY et la direction Z ont été choisis de manière à obtenir les mêmes valeurs des déplacements aux points B, C, D et E que celles calculées pour un matériau isotrope (test SSLV07) ou orthotrope (test SSLV120). Numériquement, ces valeurs sont très proches de celles de ces tests aux points considérés (de l'ordre de 10^{-6}) la différence résultant du mode de construction des matrices de raideur dans les différents cas. Au point X, ces valeurs diffèrent mais correspondent bien à la solution de référence.

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