SSLL109 - Équilibre en configuration déformée d'une poutre multi-fibres

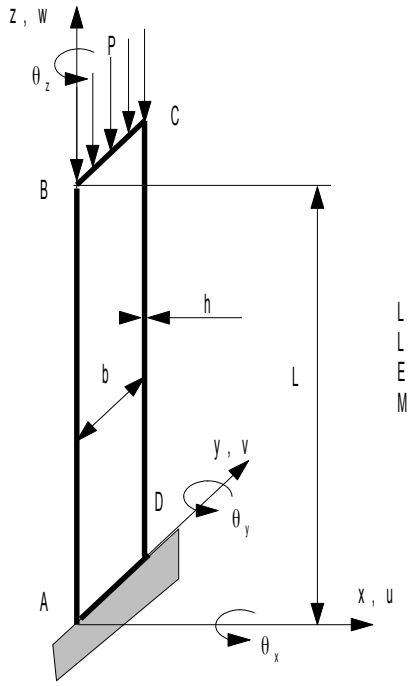
Résumé :

Ce test représente un calcul d'équilibre en configuration déformée d'une poutre multi-fibres. Ce test valide l'option RIGI_GEOM='OUI', disponible uniquement pour les poutres POU_D_TGM.

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

1 Problème de référence

1.1 Géométrie



Longueur : L = 0.5 m
Largeur : b = 0.075 m
Epaisseur : h = 0.0045 m
Moment d'inertie $I_y = 5.7\ 10^{-10}\ m^4$ $(bh^3/12)$

1.2 Propriétés du matériau

Les propriétés du matériau constituant la plaque sont :

$E=2.10^{11}Pa$	Module d'Young
$\nu=0.3$	Coefficient de poisson

1.3 Conditions aux limites et chargements

L'extrémité AD est encastrée. L'extrémité BC est chargée avec $F_z=200\,N$ en compression et $F_x=50\,N$ hors axe.

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

Intégration de l'équation d'équilibre en configuration déformée en faisant l'hypothèse de non extension de l'axe moyen.

2.2 Résultats de référence

L'équilibre est décrit par :

$$w_x''(z)=\frac{-M(z)}{EI_y}=\frac{-F_z(w_x(z)-w_x(l))-F_x(z-l)}{EI_y} \quad (1)$$

Le déplacement $w_x(z)$ vaut donc :

$$w_x(z)=\frac{F_x}{F_z}\left\{-z+\frac{1}{\alpha}\left[\sin(\alpha z)+\tan(\alpha l)(1-\cos(\alpha z))\right]\right\} \quad (2)$$

avec $\alpha=\sqrt{\frac{F_z}{EI_y}}$ et $l\approx l_0$. Cette dernière approximation du bras de levier est acceptable pour des efforts F_x modérés.

2.3 Incertitudes sur la solution

Solution analytique

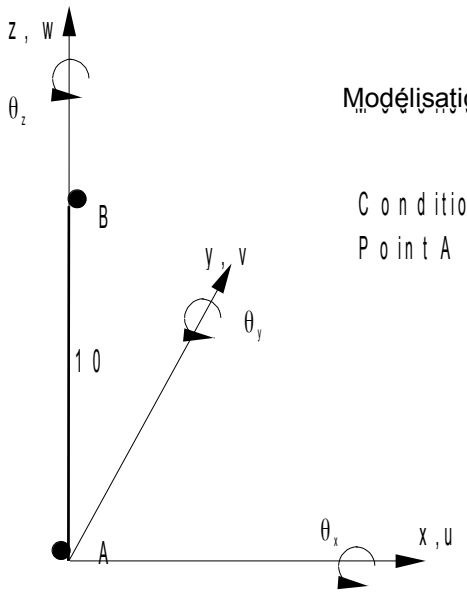
2.4 Références bibliographiques

[1] F. VOLDOIRE, Y. BAMBERGER : Mécanique des structures, 2008.

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

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation



Modélisation POU_D_TGM (SEG2)

Conditions aux limites :
Point A : u = v = w = x = θ_x = θ_y = θ_z =

3.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 11
Nombre de mailles et type : 10 SEG2 uniformément réparties dans la longueur

3.3 Caractéristiques du maillage de la section transverse (fibres)

Nombre de fibres : 50 (5 dans la largeur et 10 dans l'épaisseur)
Nombre de mailles et type : 50 QUAD4

3.4 Grandeurs testées et résultats

3.4.1 Valeurs testées

Déplacement $w_x(z)$ en correspondance des nœuds de la poutre.

NOEUD	Position z [m]	Valeur Calculée [m]	Référence [m]
N1	0,5	0.02241	0.02247
N2	0,45	0.01904	0.01908
N4	0,4	0.01573	0.01577
N4	0,35	0.01257	0.0126
N5	0,3	0.00961	0.00963
N6	0,25	0.00693	0.00695
N7	0,2	0.00460	0.00461
N8	0,15	0.00268	0.00268
N9	0,1	0.00123	0.00123
N10	0,05	0.00032	0.00032

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

4 Synthèse des résultats

Les résultats numériques montrent un bon accord avec la solution analytique. L'écart dans l'exemple présenté est inférieur à 1 %. Cet écart pourrait être réduit en diminuant l'effort F_x en raison de l'approximation $l \approx l_0$.

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