

SSLV304 – Cylindre sous pression extérieure variable

Résumé :

L'objectif de ce cas-test est de valider l'application d'une pression sur une structure axi-symétrique, à partir d'une décomposition en série de Fourier de la charge (modélisation `AXIS_FOURIER`).

La pression appliquée est fonction des trois coordonnées de l'espace (r, θ, z) .

1 Problème de référence

1.1 Géométrie

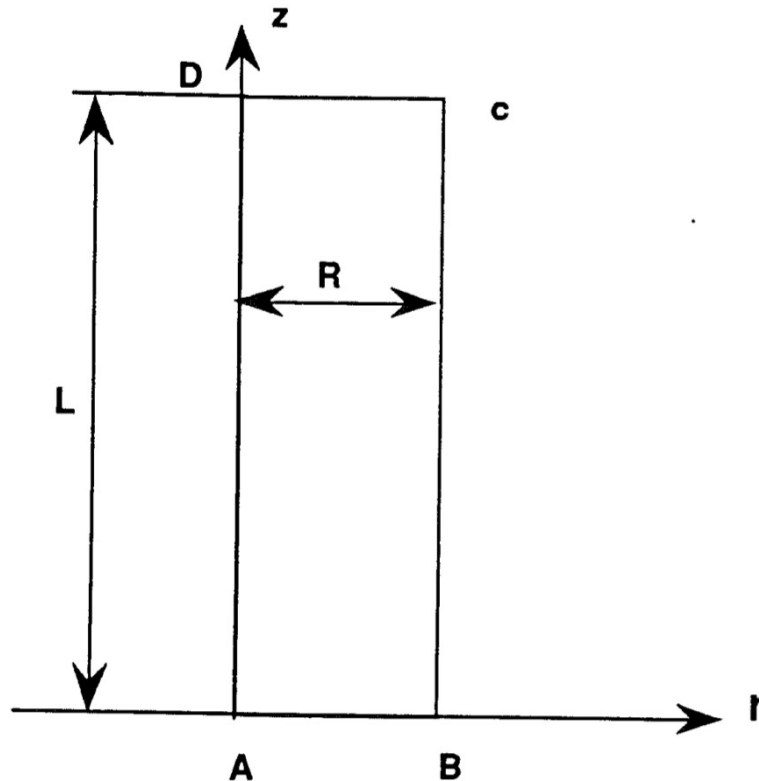


Figure 1.1 Géométrie du problème et système de chargement

Longueur : $L=0.24\text{ m}$

Rayon : $R=0.006\text{ m}$

1.2 Propriétés du matériau

Module d'Young	$E=2.1 \times 10^{11}\text{ Pa}$
Coefficient de Poisson	$\nu=0.3$

1.3 Conditions aux limites et chargements

Déplacement imposé :

Encastrement sur le côté AB	$DX=0, DY=0, DZ=0$
-------------------------------	--------------------

Chargement imposé : $p_0=10\,000\text{ Pa}$

Pression extérieure sur le côté BC	Composante radiale : $-p_0 \frac{R}{L} \sin(\theta)$ (normale à la circonférence)
--------------------------------------	---

	Composante axiale : $p_0 \frac{z}{L} \sin(\theta)$ (suivant z)
Pression extérieure sur le côté DC	Composante radiale : $p_0 \sin(\theta)$ (suivant r) Composante circonférentielle : $p_0 \cos(\theta)$ (suivant θ) Composante axiale : $\frac{1-\nu}{\nu} \frac{p_0 r}{L} \sin(\theta)$ (normale à la section)

2 Solution de référence

2.1 Méthode de calcul utilisée pour la solution de référence

La déformation due à la pression seule est donnée par :

$$u_r = \frac{p_0}{\nu E L} \times \frac{1}{1-2\nu} \times \frac{z^2}{4} \sin(\theta) ; u_z = \frac{-p_0}{2\nu E L} r z \sin(\theta) ; u_\theta = \frac{p_0}{\nu E L} \times \frac{1}{1-2\nu} \times \frac{z^2}{4} \cos(\theta) .$$

Le champ de contraintes vaut :

$$\sigma_{rr} = -\frac{p_0 r \sin(\theta)}{L} ; \sigma_{zz} = -\frac{1-\nu}{\nu L} p_0 r \sin(\theta) ; \sigma_{\theta\theta} = -\frac{p_0 r \sin(\theta)}{L} ;$$

$$\sigma_{rz} = \frac{p_0 z \sin(\theta)}{L} ; \sigma_{r\theta} = 0 ; \sigma_{\theta z} = \frac{p_0 z \cos(\theta)}{L} .$$

2.2 Résultats de référence

Déplacements radiaux (D_X), verticaux (D_Y) et ortho-radiaux (D_Z) aux points C et D pour un angle $\theta = 45^\circ$.

Contraintes aux points A et B .

2.3 Incertitude sur la solution

Solution analytique.

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation A

Modélisation `AXIS_FOURIER` en mode 1 (la décomposition de la charge s'effectue suivant le mode 1).

3.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 455

Nombre de mailles et types : 400 `TRIA3`, 160 `QUAD4`

3.3 Grandeurs testées et résultats

Pour $\theta=45$,

Grandeur	Composante	Localisation	Type de référence	Valeur de référence	Tolérance
DEPL	DX	Point D (<i>N461</i>)	'ANALYTIQUE'	1.683587×10^{-8} m	0.25 %
DEPL	DY	Point D (<i>N461</i>)	'ANALYTIQUE'	0.0	1.E-14 Pa
DEPL	DZ	Point D (<i>N461</i>)	'ANALYTIQUE'	1.683587×10^{-8}	0.25 %
DEPL	DX	Point C (<i>N460</i>)	'ANALYTIQUE'	1.683587×10^{-8}	0.25 %
DEPL	DY	Point C (<i>N460</i>)	'ANALYTIQUE'	-3.36717×10^{-10}	5.2 %
DEPL	DZ	Point C (<i>N460</i>)	'ANALYTIQUE'	1.683587×10^{-8}	0.25 %
SIGM_ELNO	SIXX	Point B (<i>N5</i>)	'ANALYTIQUE'	-176.77	1.3 %
SIGM_ELNO	SIYY	Point B (<i>N5</i>)	'ANALYTIQUE'	-412.48	3.7 %
SIGM_ELNO	SIZZ	Point B (<i>N5</i>)	'ANALYTIQUE'	-176.77	2.4 %
SIGM_ELNO	SIXY	Point B (<i>N5</i>)	'ANALYTIQUE'	0.0	5.0 Pa
SIGM_ELNO	SIXX	Point A (<i>NI</i>)	'ANALYTIQUE'	0.0	45.0 Pa
SIGM_ELNO	SIYY	Point A (<i>NI</i>)	'ANALYTIQUE'	0.0	105.0 Pa
SIGM_ELNO	SIZZ	Point A (<i>NI</i>)	'ANALYTIQUE'	0.0	45.0 Pa
SIGM_ELNO	SIXY	Point A (<i>NI</i>)	'ANALYTIQUE'	0.0	30.0 Pa

3.4 Remarques

Le test fait apparaître la nécessité, dans des modélisations avec éléments linéaires, d'utiliser des maillages très fins pour parvenir à des résultats satisfaisants.

4 Synthèse des résultats

Les résultats sont en bon accord avec la solution analytique.