SSLL112 - Voûte circulaire sous pression uniforme

Résumé :
Ce test permet de vérifier les efforts internes des éléments POU_D_T pour la modélisation d'une voûte circulaire.

Il permet notamment de se rendre compte du raffinement nécessaire pour obtenir des résultats corrects sur les composantes VY et VZ du champ d'effort.

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

1 Problème de référence

1.1 Géométrie

1.1.1 Voûte circulaire

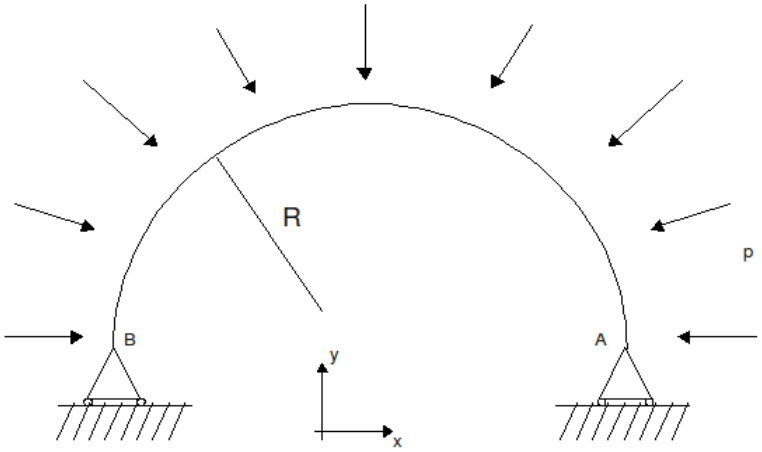


Figure 1.1.1-a : Voûte circulaire.

Rayon : $R=1\,m$

1.2 Propriétés des matériaux

Module d'Young : $E=2.10^{11}\,Pa$

Coefficient de Poisson : $\nu=0.3$

1.3 Conditions aux limites et chargement

Condition aux limites :

$DX=DY=DZ=DRX=0$ sur le point A

$DY=DZ=0$ sur le point B

Chargement : Force répartie

$p=100\mathrm{N}/m$ sur AB

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

2 Solutions de référence

2.1 Méthode de calcul utilisée pour les solutions de référence

La poutre de la figure [Figure 1.1.1-a] vérifie les équations d'équilibre (problème plan).

$$V_y=\frac{dN}{d\theta},\ N+\frac{dV_y}{d\theta}=-pR,\ \frac{dM}{d\theta}+RV_y=0$$

(p : chargement réparti constant normal en tout point de la poutre).
$N(\theta),\ V_y(\theta),\ M_z(\theta)$ désignent les efforts (normal, tranchant et moment de flexion) en un point de la voûte exprimés dans le repère local.

Leur intégration avec les conditions limites :

$$V_y(0)=0,\ M_z(0)=0$$

donnent :

$$V_y(\theta)=0,\ M(\theta)=0,\ N(\theta)=-pR$$

2.2 Résultats de référence

Efforts intérieurs pour $\theta=0°,6°,42°$ et $60°$.

2.3 Incertitude sur la solution

Solution analytique.

2.4 Références bibliographiques

[1] Rapport n° 2314/A de l'Institut Aérotechnique « Proposition et réalisation de nouveaux cas tests manquant à la validation des poutres ASTER »

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

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

Le modèle est composé de 450 éléments poutre droits de Timoshenko.

3.2 Caractéristiques du maillage

Il est constitué de 450 éléments POU_D_T.

3.3 Grandeurs testées et résultats

Type d'effort	Référence	Précision (%)
$V_y(0°)$	0.0000	0,4 (absolue)
$V_y(6°)$	0.0000	0,01 (absolue)
$N(60°)$	–1.000E+02	0.100 (relative)
$MFZ(42°)$	0.0000	0,01 (absolue)

3.4 Variation du raffinement du maillage

Initialement, le maillage de ce test comportait 30 mailles modélisée en POU_C_T. Avec ce raffinement les résultats avec les éléments POU_D_T sont très bons sauf pour $V_y(0°)$:

Type d'effort	Référence	Ecart (%)
$V_y(0°)$	0.0000	5,23 (absolue)
$V_y(6°)$	0.0000	1E-11 (absolue)
$N(60°)$	–1.000E+02	1,3E-3 (relative)
$MFZ(42°)$	0.0000	1E-12 (absolue)

Avec 450 mailles, on obtient seulement un écart de 0,34 sur $V_y(0°)$.

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

4 Synthèse des résultats

L'effort normal dans la voûte (seul effort non nul) est calculé avec une bonne précision ($0,1\%$) pour la modélisation adoptée. On remarque cependant que la valeur de $V_y(0°)$ reste écartée de la référence malgré le raffinement important.

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