

SSLS09 - Cylindre mince sous poids propre

Résumé :

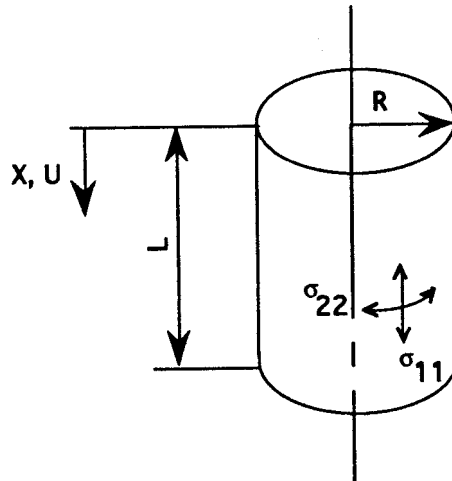
Ce test issu du guide VPCS (SSLS 09/89) a pour objectif de tester un chargement volumique (ici le poids propre), en analyse axisymétrique, en utilisant le mot clé `FORCE_INTERNE`.

On utilisera pour cela les deux commandes : `AFFE_CHAR_MECA` (modélisation A) et `AFFE_CHAR_MECA_F` (modélisation B).

La modélisation C teste les éléments incompressibles en utilisant le mot clé `PESANTEUR` sur un chargement équivalent.

1 Problème de référence

1.1 Géométrie



Rayon moyen : $R = 1\text{ m}$
Epaisseur : $h = 0.02\text{ m}$
Hauteur : $L = 4\text{ m}$

1.2 Propriétés de matériaux

Module d'Young : $E = 2.1 \times 10^{11}\text{ Pa}$
Coefficient de Poisson : $\nu = 0.3$
Poids volumique : $\gamma = 7.85 \times 10^4\text{ N/m}^3$

1.3 Conditions aux limites et chargements

- Déplacement axial nul à l'extrémité basse ($u=0$) + conditions de symétrie
- Poids propre, selon l'axe, direction $+x$

2 Solution de référence

2.1 Méthode de calcul utilisée pour la solution de référence

En un point de coordonnée x :

- 1) déplacement radial : $U_r = -\frac{\gamma R \nu x}{E}$
- 2) déplacement axial : $U_x = \frac{\gamma x^2}{2E}$
- 3) rotation d'une génératrice : $\psi = -\frac{\gamma R \nu}{E}$
- 4) contrainte axiale : $\sigma_{11} = \gamma x$
- 5) contrainte circonférentielle : $\sigma_{22} = 0$

2.2 Résultats de référence

- 1) Déplacement axial extrémité haute : $U_x = 2.99 \times 10^{-6} m$
- 2) Déplacement radial extrémité basse : $U_r = -4.49 \times 10^{-7} m$
- 3) $\psi = -1.12 \times 10^{-7} rad$
- 4) $\sigma_{11} = 3.14 \times 10^5 Pa$, à l'extrémité basse
- 5) $\sigma_{22} = 0$ partout

2.3 Incertitude sur la solution

Solution analytique.

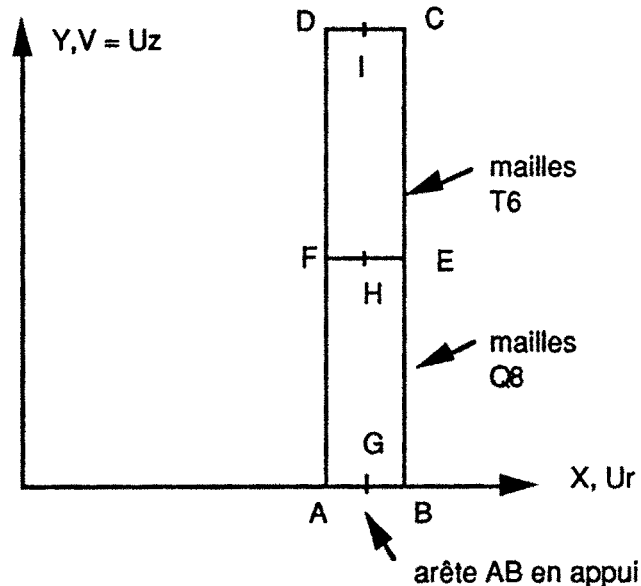
2.4 Référence bibliographique

- Guide VPCS – Edition 1990 (SSLS 09/89)
- R.J. ROARK et W.C. YOUNG : Formulas for stress and strain, 5^{ème} édition, New York, Mc Graw-Hill, 1975

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

AXIS, mailles T6 et Q8



Position des points :

- E, F à mi-hauteur
- G, H, I à distance R de l'axe

Découpage : 100 éléments suivant la hauteur
1 élément dans l'épaisseur

Conditions limites : $DY=0$ sur AB

Chargement : Force volumique constante égale à -78500 .

Nom des nœuds :

Point $A=N1$ Point $C=N452$ Point $E=N201$ Point $G=N51$ Point $I=N503$
Point $B=N101$ Point $D=N504$ Point $F=N203$ Point $H=N202$

3.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 553

Nombre de mailles et types : 50 QUAD8, 100 TRIA6, 204 SEG3

3.3 Valeurs testées

Localisation	Type de valeur	Référence
Points C, D, I	$u_x(m)$	$2.99 \cdot 10^{-6}$
Point G	$u_r(m)$	$-4.49 \cdot 10^{-7}$
Point G	$\sigma_{11}(Pa)$	$-3.14 \cdot 10^5$

Points A, B, G	$\sigma_{22} (Pa)$	0.
------------------	--------------------	----

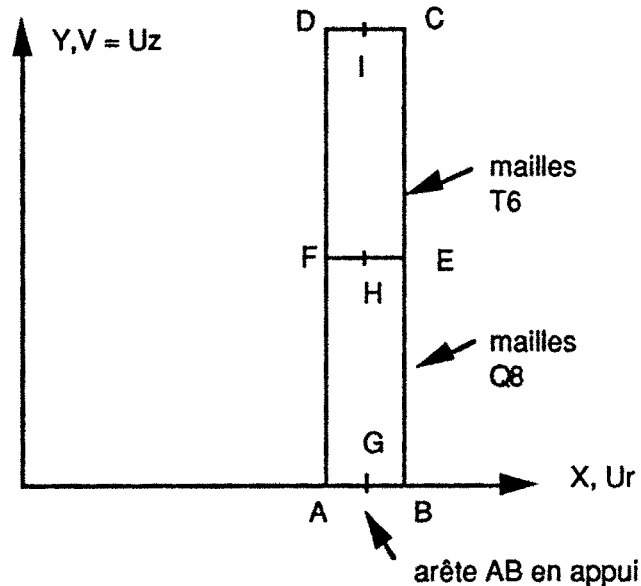
3.4 Remarques

- 1) Les valeurs de σ_{22} données ne sont pas significatives.
- 2) Compte-tenu du maillage (1 élément dans l'épaisseur), les résultats sont tout à fait satisfaisants.

4 Modélisation B

4.1 Caractéristiques de la modélisation

AXIS, mailles T6 et Q8



Position des points :

- E, F à mi-hauteur
- G, H, I à distance R de l'axe

Découpage : 100 éléments suivant la hauteur
1 élément dans l'épaisseur

Conditions limites : $DY=0$ sur AB

Chargement : Force volumique sous forme d'une fonction constante définie en $y=0, 3, 6$.

Nom des nœuds :

Point $A=N1$ Point $C=N452$ Point $E=N201$ Point $G=N51$ Point $I=N503$
Point $B=N101$ Point $D=N504$ Point $F=N203$ Point $H=N202$

4.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 553

Nombre de mailles et types : 50 QUAD8, 100 TRIA6, 204 SEG3

4.3 Valeurs testées

Localisation	Type de valeur	Référence
Points C, D, I	$u_x(m)$	$2.99 \cdot 10^{-6}$
Point G	$u_r(m)$	$-4.49 \cdot 10^{-7}$
Point G	$\sigma_{11}(Pa)$	$-3.14 \cdot 10^5$

Points A, B, G	$\sigma_{22}(Pa)$	0.
------------------	-------------------	----

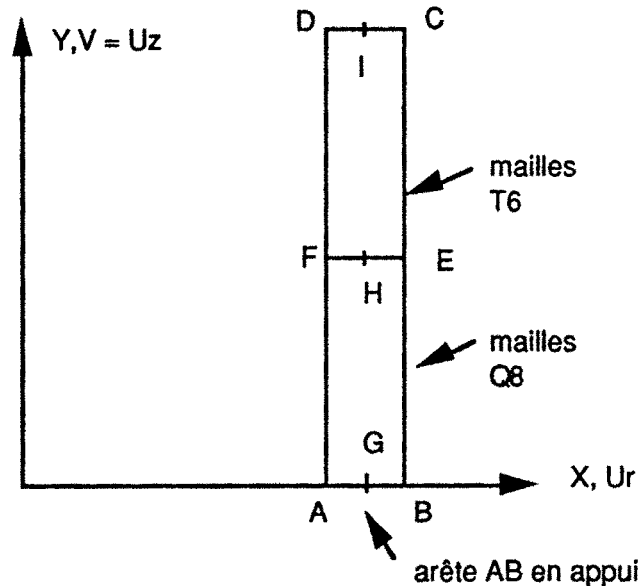
4.4 Remarques

- 1) Les valeurs de σ_{22} données ne sont pas significatives.
- 2) Les résultats sont identiques à ceux de la modélisation A.

5 Modélisation C

5.1 Caractéristiques de la modélisation

AXIS_INCO_UPG, mailles T6 et Q8



Position des points :

- E, F à mi-hauteur
- G, H, I à distance R de l'axe

Découpage : 100 éléments suivant la hauteur
1 élément dans l'épaisseur

Conditions limites : $DY=0$ sur AB

Chargement : Pesanteur

Nom des nœuds :

Point $A=N1$ Point $C=N452$ Point $E=N201$ Point $G=N51$ Point $I=N503$
Point $B=N101$ Point $D=N504$ Point $F=N203$ Point $H=N202$

5.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 553

Nombre de mailles et types : 50 QUAD8, 100 TRIA6, 204 SEG3

5.3 Valeurs testées

Localisation	Type de valeur	Référence
Points C, D, I	$u_x(m)$	$2.99 \cdot 10^{-6}$
Point G	$u_r(m)$	$-4.49 \cdot 10^{-7}$
Point G	$\sigma_{11}(Pa)$	$-3.14 \cdot 10^5$
Points A, B, G	$\sigma_{22}(Pa)$	0.

5.4 Remarques

- 1) Les valeurs de σ_{22} trouvées ne sont pas significatives.
- 2) Les résultats sont identiques à ceux de la modélisation A et B.

6 Synthèse des résultats

L'utilisation d'une fonction pour la définition d'une charge volumique constante est valide : les résultats sont identiques, que l'on utilise l'une ou l'autre des 2 commandes `AFFE_CHAR_MECA` ou `AFFE_CHAR_MECA_F`. Un chargement pesant équivalent donne les mêmes résultats. De plus, les éléments incompressibles donnent les mêmes résultats (modélisation C).