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.

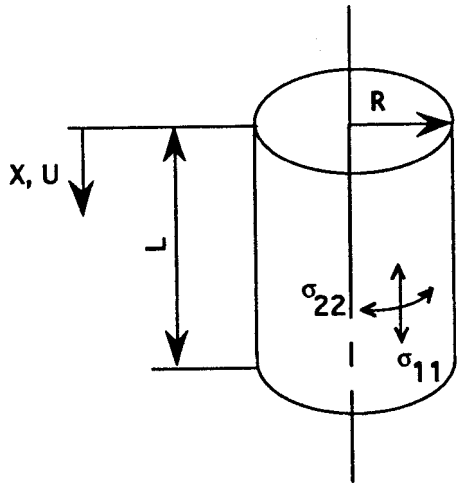
On utilisera pour cela les deux commandes : AFFE_CHAR_MECA (modélisation A) et AFFE_CHAR_MECA_F (modélisation B).

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

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

1 Problème de référence

1.1 Géométrie



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

1.2 Propriétés de matériaux

Module d'Young : $E=2.1\times10^{11}\,Pa$
Coefficient de Poisson : $\nu=0.3$
Poids volumique : $\gamma=7.85\times10^{4}\,N/m^{3}$

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 $+x$

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

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

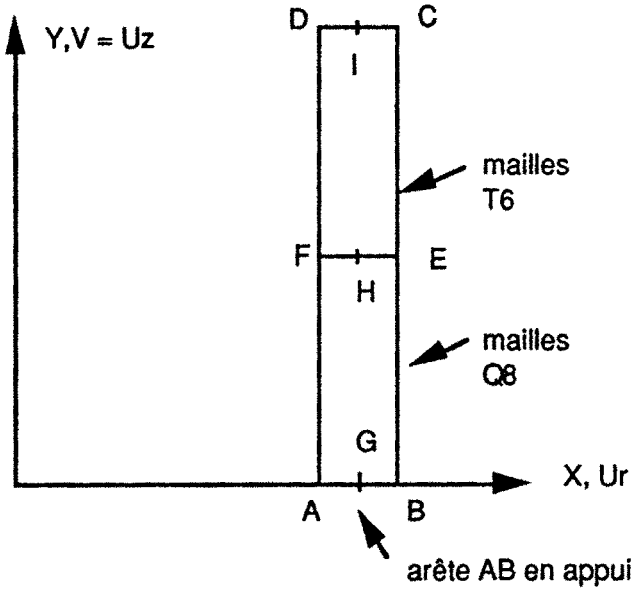
- Guide VPCS – Edition 1990 (SSLS 09/89)
- R.J. ROARK et W.C. YOUNG : Formulas for stress and strain, 5 ème édition, New York, Mc Graw-Hill, 1975

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

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 10^{-6}
Point G	$u_r(m)$	–4.49 10^{-7}
Point G	$\sigma_{11}(Pa)$	–3.14 10^{5}

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

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

3.4 Remarques

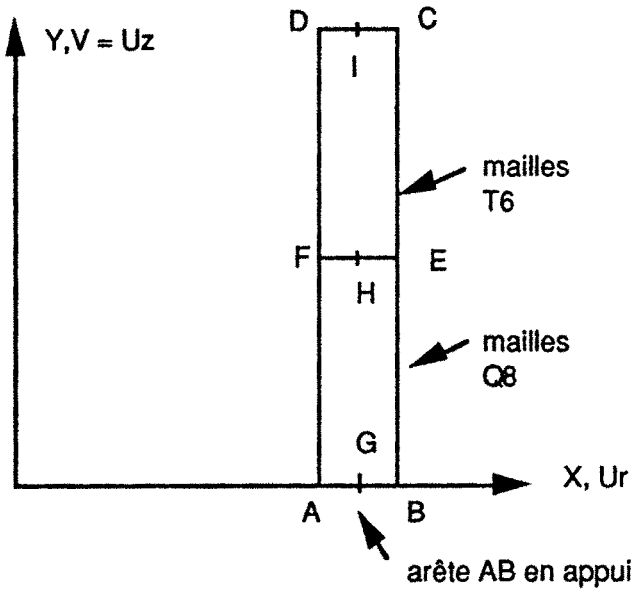
1) Les valeurs de σ_{22} données ne sont pas significatives.
2) Compte-tenu du maillage (1 élément dans l'épaisseur), les résultats sont tout à fait satisfaisants.

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

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 10^{-6}
Point G	$u_r(m)$	–4.49 10^{-7}
Point G	$\sigma_{11}(Pa)$	–3.14 10^{5}

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

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

4.4 Remarques

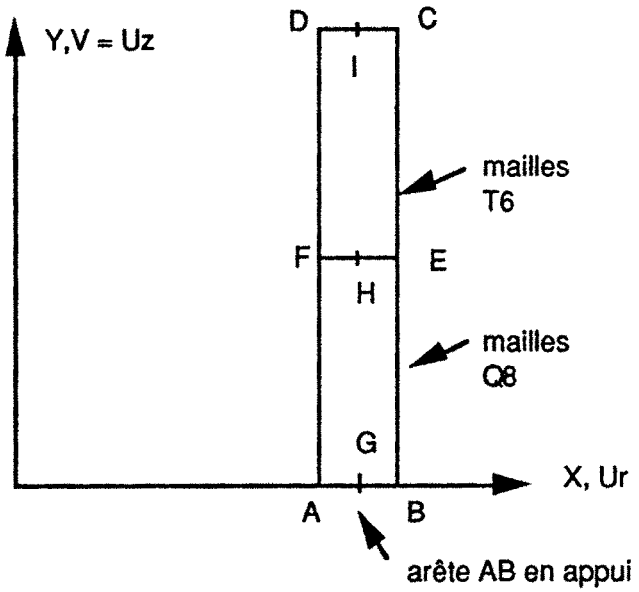
1) Les valeurs de σ_{22} données ne sont pas significatives.
2) Les résultats sont identiques à ceux de la modélisation A.

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

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 10^{-6}
Point G	$u_r(m)$	–4.49 10^{-7}
Point G	$\sigma_{11}(Pa)$	–3.14 10^{5}
Points A, B, G	$\sigma_{22}(Pa)$	0.

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

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.

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

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 pesanteur équivalent donne les mêmes résultats.
De plus, les éléments incompressibles donnent les mêmes résultats (modélisation C).

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