SSNV178 – Cylindre avec armature sous pression

Résumé :

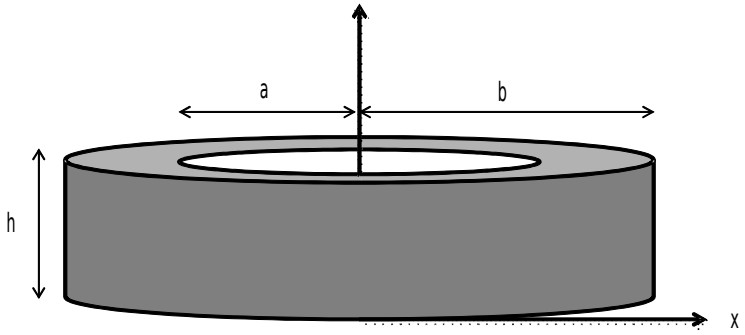
On considère un cylindre avec armatures sous pression. Plus exactement, un cylindre creux 3D, est complété sur sa face externe par une armature circonférentielle. Cette structure est chargée par une pression interne. Le calcul est élastique linéaire.

La simulation est comparée à une solution analytique afin de valider les modélisations d'armatures de type GRILLE_MEMBRANE sur une structure.

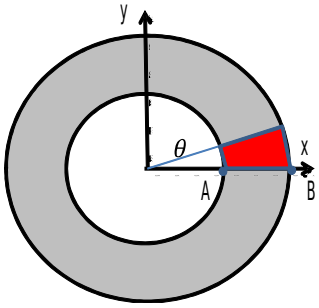
Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

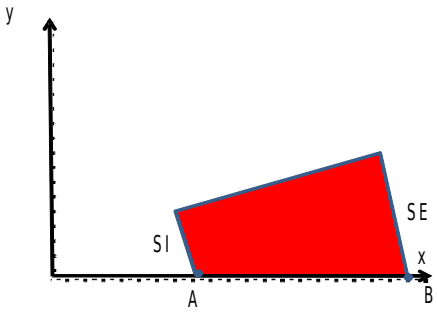
1 Problème de référence

1.1 Géométrie



Le cylindre a un rayon intérieur $a=10\,m$, un rayon extérieur $b=20\,m$, une hauteur de $h=0.02\mathrm{m}$
L'armature circonférentielle, positionnée sur la surface extérieure du cylindre, a une section par unité de longueur de $s=0.1\,m^2/ml$. La direction principale des armatures est verticale.
Seulement une portion du cylindre, correspondant à une section angulaire $\theta=0.1^\circ$, est modélisée.





1.2 Propriétés du matériau

Les caractéristiques matériaux du béton formant le cylindre creux sont :

- $E=20\,000\,MPa$, $\nu=0.2$

Les caractéristiques matériaux des armatures sont :

- $E=200\,000\,MPa$, $\nu=0.0$, $\sigma_y=200\,000\,MPa$, $E_{cr}=20000\,MPa$

Pour modéliser les grilles d'armatures, on utilise `RELATION='GRILLE_ISOT_LINE'` dans la commande `STAT_NON_LINE`. Pour cela le comportement affecté aux grilles d'armatures doit définir les caractéristiques plastiques. Dans toutes les modélisations le comportement des aciers doit rester dans le domaine élastique, σ_y est donné suffisamment grand pour respecter cette condition .

1.3 Conditions aux limites et chargements

Les conditions aux limites suivantes sont imposées sur la section angulaire modélisée:

- un déplacement nul sur la surface inférieure du cylindre
- un déplacement normal nul sur les faces latérales de la section du cylindre

Le chargement consiste en une pression imposée $10^6\,Pa$ sur la surface interne SI de la section du cylindre.

1.4 Conditions initiales

Au départ les déplacements et les contraintes valent zéro partout.

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

2 Solution de référence

2.1 Méthode de calcul

La solution analytique du problème est présentée dans la documentation du cas test SSNS107 [V6.05.107].
Tous les comportements des matériaux restent dans le domaine élastique.

2.2 Grandeurs et résultats de référence

Les grandeurs évaluées sont les déplacements suivant l'axe X des points A et B du maillage (cf Figure).
Le point A se trouve sur la surface interne du cylindre et le point B sur la surface externe.

Identification	Type de référence	Valeur de référence
Point formule A Déplacement formule DX	'ANALYTIQUE'	8.91925E-04
Point formule B Déplacement formule DX	'ANALYTIQUE'	6.21118E-04

Les déformations et contraintes sont évaluées dans le béton et les armatures sur les surfaces internes et externe du cylindre. Les déformations et contraintes radiales et tangentielles sont respectivement EPXX, EPYY, SIXX et SIYY en négligeant la courbure des éléments.

Identification	Type de référence	Valeur de référence			
		EPXX	EPYY	SIXX	SIYY
Béton SI	'ANALYTIQUE'	-6,58E-05	8,92E-05	-1,00E+06	1,58E+06
Béton SE	'ANALYTIQUE'	-7,70E-06	3,11E-05	-3,11E+04	6,15E+05
Acier	'ANALYTIQUE'			6,21E+06	

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

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

On utilise une modélisation volumique 3D pour le béton et un modèle GRILLE_MEMBRANE pour les armatures dont les mailles supports sont des quadrangles.

3.2 Caractéristiques du maillage

Le maillage contient:
- 100 mailles HEXA20 pour le béton
- 1 maille QUAD8 pour l'armature en acier

3.3 Remarques

- Tous les comportements des matériaux restent dans le domaine élastique.
- Les déplacements sont évalués aux points A et B décrit précédemment.
- Les déformations et contraintes sont évaluées dans la maille du béton adjacente à la surface interne et dans la maille du béton adjacente à la surface externe.

Champ	Grandeur	Lieu	Référence	Tolérance
DEPL	DX	A	8,92E-04	0,10%
EPSI_ELNO	EPXX	maille:M100, point:0	-6,58E-05	0,10%
EPSI_ELNO	EPYY	maille:M100, point:0	8,92E-05	0,10%
SIGM_ELNO	SIXX	maille:M100, point:0	-1,00E+06	0,10%
SIGM_ELNO	SIYY	maille:M100, point:0	1,58E+06	0,10%

Champ	Grandeur	Lieu	Référence	Tolérance
DEPL	DX	B	6,21E-04	0,10%
EPSI_ELNO	EPXX	maille:M1, point:0	-7,70E-06	0,10%
EPSI_ELNO	EPYY	maille:M1, point:0	3,11E-05	0,10%
SIGM_ELNO	SIXX	maille:M1, point:0	-3,11E+04	0,70%
SIGM_ELNO	SIYY	maille:M1, point:0	6,15E+05	0,10%
SIGM_ELNO	SIXX	maille:M502, point:0	6,21E+06	0,10%

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

4 Modélisation B

4.1 Caractéristiques de la modélisation

On utilise une modélisation volumique 3D pour le béton et un modèle GRILLE_MEMBRANE pour les armatures dont les mailles supports sont des triangle.

4.2 Caractéristiques du maillage

Le maillage contient:
- 660 mailles TETRA10 pour le béton
- 2 mailles TRIA6 pour l'armature en acier

4.3 Remarques

- Tous les comportements des matériaux restent dans le domaine élastique.
- Les déplacements sont évalués aux points A et B décrit précédemment.
- Les déformations et contraintes sont évaluées sur les nœuds de la maille du béton adjacente à la surface interne et de la maille du béton adjacente à la surface externe.

Champ	Grandeur	Lieu	Référence	Tolérance
DEPL	DX	A	8,92E-04	0,10%
EPSI_NOEU	EPXX	A	-6,58E-05	0,10%
EPSI_NOEU	EPYY	A	8,92E-05	0,10%
SIGM_NOEU	SIXX	A	-1,00E+06	0,10%
SIGM_NOEU	SIYY	A	1,58E+06	0,10%

Champ	Grandeur	Lieu	Référence	Tolérance
DEPL	DX	B	6,21E-04	0,10%
EPSI_NOEU	EPXX	B	-7,70E-06	1,00%
EPSI_NOEU	EPYY	B	3,11E-05	0,10%
SIGM_NOEU	SIXX	B	-3,11E+04	5,50%
SIGM_NOEU	SIYY	B	6,15E+05	0,20%
SIGM_ELNO	SIXX	maille:M1403, point:0	6,21E+06	0,10%

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

5 Synthèse des résultats

Les différentes modélisations de ce cas test valident le comportement GRILLE_MEMBRANE pour une structure complète (cylindre avec armature). Les résultats sont comparés à une solution analytique.

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