

Manuel de Validation
Fascicule V6.05 : Statique non linéaire
Document : V6.05.102

SSNS102 – Flambage d'une coque cylindrique avec raidisseur

Résumé :

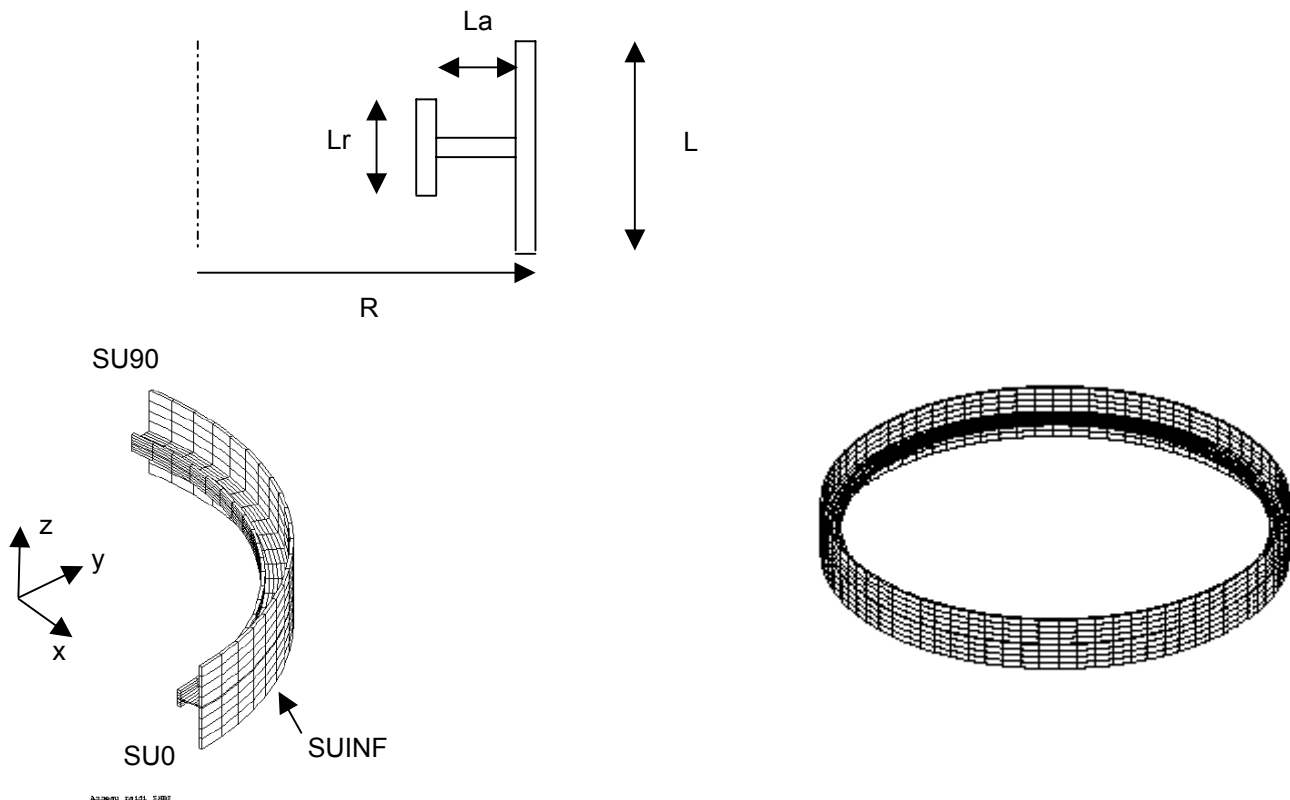
Ce test de mécanique quasi - statique non linéaire permet de valider les éléments SHB8 en non linéaire géométrique, avec ou sans prise en compte des pressions suiveuses et en flambage d'Euler. Il montre les capacités de cet élément à traiter des problèmes de coques minces avec raidisseur.

1 Problème de référence

1.1 Géométrie

Coque cylindrique (dont on pourra représenter un quart), comportant un raidisseur en surface interne.

La section (axisymétrique) est de la forme suivante :



Géométrie : Rayon $R = 2.488\text{m}$
 Hauteur $L = 600\text{m}$
 Epaisseur $h = 0.024\text{m}$
 Ame $la = 0.156\text{m}$, $h = 0.01\text{m}$
 Raidisseur $lr = 0.120\text{m}$, $h = 0.024\text{m}$

1.2 Propriétés du matériau

Matériau : $E = 2.1011\text{Pa}$
 $\nu = 0.3$

1.3 Conditions aux limites et chargements

Conditions aux limites de symétrie : avec SU90 : $DX = 0$
 SU0 : $DY = 0$
 sur SUINF : $DZ = 0$

Chargement : Pression externe uniforme $P = 1\text{Pa}$ considérée comme pression non suiveuse puis suiveuse

2 Solution de référence

2.1 Méthode de calcul

Solution numérique [bib1] : valeurs de l'instant (donc de la pression externe) en fonction du déplacement radial du point P2 (avec pression non suivieuse).

2.2 Grandeurs et résultats de référence

Les charges critiques d'Euler trouvées par INCA [bib1] sont :

Mode	Grandeur	Unité	Référence : (Inca)
1	Pcr	(Pa)	1.27522
2	Pcr	(Pa)	2.70735
3	Pcr	(Pa)	2.81099
4	Pcr	(Pa)	2.83234
5	Pcr	(Pa)	3.11185
6	Pcr	(Pa)	3.25732
7	Pcr	(Pa)	3.61713
8	Pcr	(Pa)	3.99700
9	Pcr	(Pa)	4.07395
10	Pcr	(Pa)	4.10499

En grands déplacements, sans pression suivieuse, la solution trouvée par INCA est :

Instant = pression	Déplacement radial point
1.000E-01	-6.414E-04
2.000E-01	-1.288E-03
3.001E-01	-1.942E-03
4.000E-01	-2.604E-03
4.999E-01	-3.279E-03
5.996E-01	-3.971E-03
6.987E-01	-4.688E-03
7.964E-01	-5.443E-03
8.909E-01	-6.256E-03
9.768E-01	-7.142E-03
1.056E+00	-8.254E-03
1.103E+00	-9.278E-03
1.130E+00	-1.020E-02
1.148E+00	-1.106E-02
1.160E+00	-1.189E-02
1.169E+00	-1.271E-02
1.175E+00	-1.351E-02
1.181E+00	-1.430E-02
1.185E+00	-1.509E-02
1.188E+00	-1.587E-02
1.191E+00	-1.681E-02
1.194E+00	-1.774E-02
1.196E+00	-1.866E-02
1.197E+00	-1.959E-02
1.199E+00	-2.051E-02
1.200E+00	-2.144E-02
1.201E+00	-2.236E-02
1.201E+00	-2.328E-02
1.202E+00	-2.420E-02

1.202E+00	-2.512E-02
1.203E+00	-2.622E-02
1.203E+00	-2.732E-02
1.203E+00	-2.843E-02
1.204E+00	-2.953E-02
1.204E+00	-3.063E-02
1.204E+00	-3.172E-02
1.204E+00	-3.282E-02
1.203E+00	-3.391E-02
1.203E+00	-3.500E-02
1.203E+00	-3.608E-02
1.203E+00	-3.737E-02
1.203E+00	-3.866E-02
1.202E+00	-3.992E-02
1.202E+00	-4.115E-02
1.202E+00	-4.234E-02
1.202E+00	-4.347E-02
1.201E+00	-4.450E-02
1.201E+00	-4.540E-02
1.201E+00	-4.609E-02
1.202E+00	-4.644E-02

2.3 Incertitudes sur la solution

Sans objet

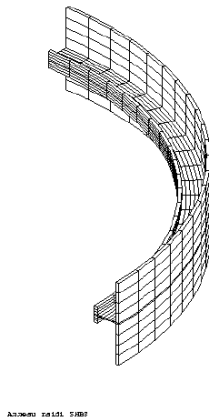
2.4 Références

- [1] "Elastoplastic Stability analysis on shells using the physically stabilised finite element SHB8PS" A.Legay, A.Combescure, International Journal for Numerical Methods in Engineering, 20 1-6, 2000,

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

1/4 du cylindre raidi :



3.2 Caractéristiques du maillage

966 nœuds, 440 SHB8,
180 QUAD4 (peau externe)

3.3 Fonctionnalités testées

Commandes

AFFE_MODELE	MODELISATION	SHB8	
CALC_MATR_EE%	OPTION	RIGI_GEOM	
STAT_NON_LINE	COMP_ELAS	DEFORMATION	GREEN
STAT_NON_LINE	EXCIT	TYPE_CHARGE	SUIV

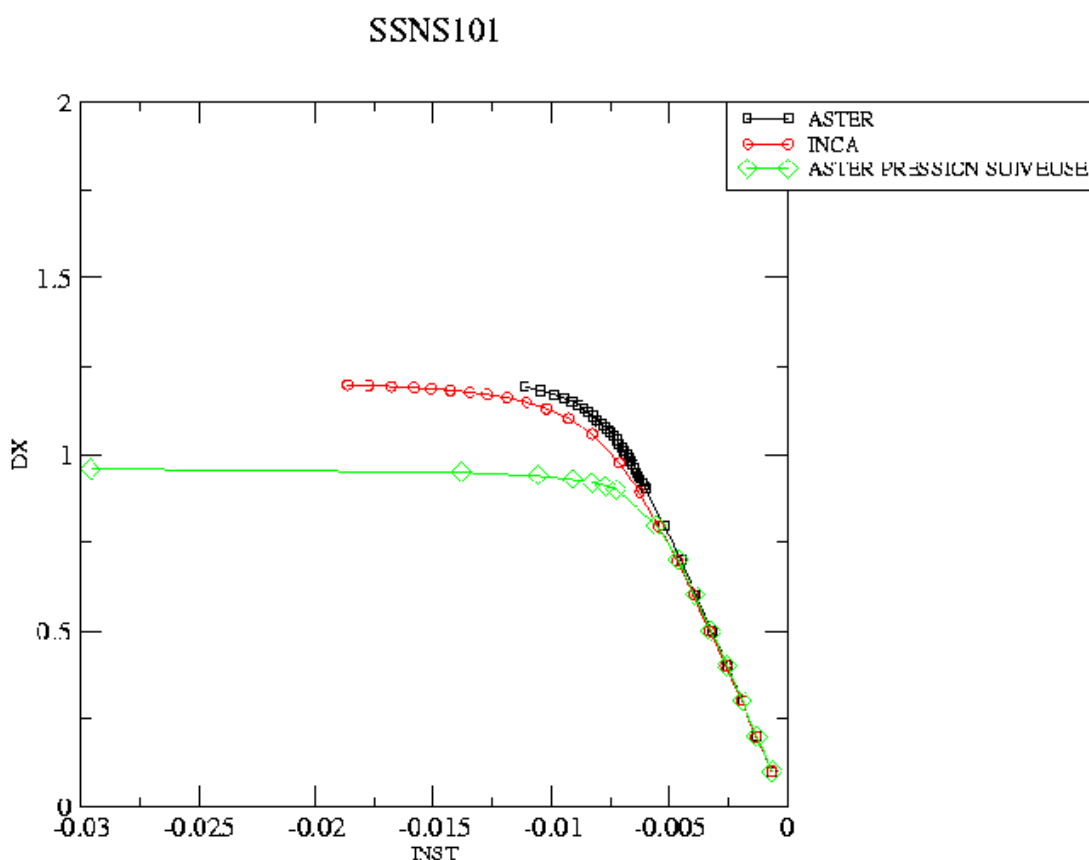
4 Résultats de la modélisation A

4.1 Grandeurs testées et résultats

La 1^{ère} charge critique d'Euler calculée en «élasticité linéaire (petits déplacements)» vaut :

Mode	Grandeur	Référence : (Inca)	Aster	%différence
1	Pcr (Pa)	1.27522	1.24	-2.8%

En grands déplacements, sans et avec pression suiveuse, la courbe pression-déplacement calculée est la suivante :



La solution de référence (calcul INCA sans pression suiveuse) est comparée à la solution Aster dans le tableau suivant :

Instant	Dx référence	Aster	%différence
1.00000E-01	-6.41400000000000D-04	-6.3028161362598D-04	-1.733
2.00000E-01	-1.28800000000000D-03	-1.2633755411986D-03	-1.912
3.00100E-01	-1.94200000000000D-03	-1.9008128106875D-03	-2.121
4.00000E-01	-2.60400000000000D-03	-2.5419377905484D-03	-2.383
4.99900E-01	-3.27900000000000D-03	-3.1900306901409D-03	-2.713
5.99600E-01	-3.97100000000000D-03	-3.8469948518654D-03	-3.123
6.98700E-01	-4.68800000000000D-03	-4.5156706481172D-03	-3.676
7.96400E-01	-5.44300000000000D-03	-5.2005667509131D-03	-4.454
8.90900E-01	-6.25600000000000D-03	-5.9087504926846D-06	-5.551

5 Synthèse des résultats

Les résultats obtenus par *Code_Aster* avec la modélisation SHB8 montrent la capacité de cet élément à traiter des problèmes de coques minces avec non linéarités géométriques.

Les résultats avec pression non suiveuse sont proches de ceux de la référence.

Les résultats avec pression suiveuse, pour lesquels on n'a pas de solution de référence, montrent tout de même la bonne prise en compte de cette hypothèse dans les calculs.

Page laissée intentionnellement blanche.