Titre : SSNS105 – Comportement non linéaire d'une nappe d'[...] Responsable : Jean-Luc FLÉJOU Date : 23/01/2012 Page : 1/11 Clé : V6.05.105 Révision : 8326

SSNS105 – Comportement non linéaire d'une nappe d'armatures

Résumé:

L'objectif de ce test est de valider les modélisations grille_membrane et grille_excentre pour des nappes d'armatures. Le modèle de béton armé est soumis à un chargement de déplacements imposés: ddl_impo. Le comportement non-linéaire des nappes d'armature est modélisé par GRILLE_ISOT_LINE pour la plasticité à écrouissage isotrope.

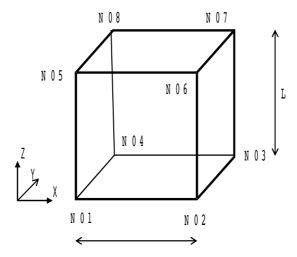
Révision: 8326

Titre: SSNS105 - Comportement non linéaire d'une nappe d'[...] Date: 23/01/2012 Page: 2/11 Responsable : Jean-Luc FLÉJOU Clé: V6.05.105

Problème de référence

Géométrie

On considère un cube de béton armé de coté $L=1\,m$.



Les nappes d'armatures appartiennent au plan défini par les quatre nœuds N05-N02-N03-N08

Deux nappes d'armatures sont définies: une suivant la direction locale X et une suivant la direction locale Y.

Le taux de ferraillage pour chaque nappe d'armature est de $0.1 \, m^2/ml$ (Section par mètre linéique).

1.2 Caractéristiques des modélisations

La maille de béton est modélisée avec un élément HEXA8.

Les modélisations considérées pour les nappes d'armature sont:

- modélisation A (§3): utilisation de GRILLE MEMBRANE avec mailles de support TRIA3
- modélisation B (§4): utilisation de GRILLE MEMBRANE avec mailles de support QUAD4
- modélisation C (§5): utilisation de GRILLE EXCENTRE avec mailles de support TRIA3

1.3 Propriétés des matériaux

Le béton matériau est élastique isotrope dont les propriétés sont :

- $E_{b} = 20000 \, MPa$
- v=0.2

La loi de comportement des armatures suit un modèle élastoplastique dont les propriétés sont:

- $E_a = 200\,000\,MPa$
- $\nu = 0$
- $E_{ecr}^{acier} = 20\,000\,MPa$
- $\sigma_a^{acier} = 200\,000\,MPa$

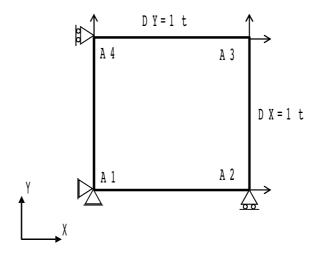
Le modèle GRILLE ISOT LINE pour la plasticité à écrouissage isotrope est utilisé dans STAT NON LINE.

Révision: 8326

Titre: SSNS105 - Comportement non linéaire d'une nappe d'[...]

Date: 23/01/2012 Page: 3/11 Responsable : Jean-Luc FLÉJOU Clé: V6.05.105

1.4 Conditions aux limites et chargements



Conditions aux limites:

- Encastrement en A1
- DX = 0 sur l'arête A1 A4
- DY = 0 sur l'arête A1 A2
- DZ = 0 sur la surface inférieure du cube (N01-N02-N03-N04)

Chargement par déplacements imposés:

- DX = 1 sur l'arête A2 A3
- DY = 1 t sur l'arête A3 A4

où *t* est le paramètre de pseudo-temps.

1.5 **Conditions initiales**

Au départ les déplacements et les contraintes valent zéro partout.

Titre : SSNS105 – Comportement non linéaire d'une nappe d'[...]

Responsable : Jean-Luc FLÉJOU

Date : 23/01/2012 Page : 4/11
Clé : V6.05.105 Révision : 8326

2 Solution de référence

2.1 Méthode de calcul

Les résultats de référence sont obtenus par un autre calcul Aster.

2.2 Grandeurs et résultats de référence

On évalue les déplacements, les forces de réactions à différents nœuds du maillage, ainsi que les valeur locales de contraintes pour différentes mailles.

Ces valeurs sont obtenues pour trois instants t: formule formule t=1, formule formule t=1, formule t=1.

Identification	Typo do rófóronos		Valeur de référence
identification	Type de référence	Instant	Valeur
Point formule N0.5		1	-7.06E-01
	'AUTRE_ASTER'	2	-1.41E+00
Déplacement formule $D\!Z$		10	-6.50E+00
Point formule N06		1	-4.81E-01
	'AUTRE ASTER'	2	-9.63E-01
Déplacement formule $D\!Z$		10	-4.86E+00
Point formule N01		1	-6.35E+09
	'AUTRE ASTER'	2	-1.27E+10
Force Nodale formule DX		10	-6.33E+10
Point formule N01		1	-6.07E+09
	'AUTRE_ASTER'	2	-1.21E+10
Force Nodale formule <i>DY</i>		10	-6.12E+10
Point formule NO1		1	5.72E+08
- 1 - 2	'AUTRE ASTER'	2	1.14E+09
Force Nodale formule DZ		10	4.18E+09

Contraintes dans la maille qui modélise la GRILLE MEMBRANE au point de Gauss numéro 1.

	·			
	SIGXX pour les mailles d'armatures	SIGXX pour les mailles d'armatures orientées		
	orientées suivant OX	suivant OY		
Instant	Valeur de référence	Valeur de référence		
1	2.94E+10	2.00E+11		
2	5.88E+10	2.20E+11		
10	2.15E+11	3.80E+11		

Plasticité cumulé dans la maille qui modélise la GRILLE MEMBRANE au point de Gauss numéro 1.

	Variables	Internes	V1	pour	les	mailles	Variables	Internes	V1	pour	les	mailles
	d'armatures orientées suivant ox					d'armatures orientées suivant oY						
Instant	Valeur de référence			Valeur de référence								
2	2				9.0	0-30C)1					
10		6.7	'3E-0)1				4.0)6E+0)4		

Contraintes dans la maille de béton HEXA8 au point de Gauss numéro 1 : maille BMA1

	Contraintes Maille HEXA8 point 1							
Instant	Valeur de référence							
	SIXX	SIYY	SIZZ	SIXZ				
1	2.41E+10	2.41E+10	-3.52E+09	3.96E+08				
2	4.82E+10	4.82E+10	-7.04E+09	7.91E+08				
10	2.44E+11	2.44E+11	-2.57E+10	2.89E+09				

Titre: SSNS105 - Comportement non linéaire d'une nappe d'[...]

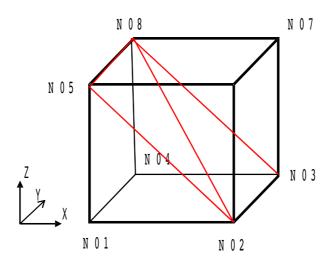
Date: 23/01/2012 Page: 5/11 Responsable : Jean-Luc FLÉJOU Clé: V6.05.105 Révision: 8326

Modélisation A 3

Caractéristiques de la modélisation 3.1

On utilise une modélisation volumique 3D pour le béton et un modèle GRILLE MEMBRANE pour les armatures dont les mailles supports sont des triangles à 3 nœuds.

Caractéristiques du maillage 3.2



Nombre de nœuds: 8 Nombre de mailles:

- 1 maille HEXA8 pour le béton
- 2 mailles TRIA3 pour les nappes d'armatures (N05-N02-N08 et N08-N02-N03)

Deux modèles grille membrane sont définis pour les armatures (une suivant la direction locale $\, X \,$, une suivant la direction locale Y)

3.3 Grandeurs testées et résultats

Champ	Composante	Lieu	Référence	Tolérance
DEPL	DZ	nœud: NO5	-7.06E-01	0.10%
DEPL	DZ	nœud: NO6	-4.81E-01	0.10%
FORC_NODA	DX	nœud: NO1	-6.35E+09	0.10%
FORC_NODA	DY	nœud: NO1	-6.07E+09	0.10%
FORC_NODA	DZ	nœud: NO1	5.72E+08	0.10%
SIEF_ELGA	SIXX	maille : $\mathit{BMA1}$, point:1	2.00E+11	0.10%
SIGM_ELNO	SIXX	maille : $BMA1$, point:1	2.00E+11	0.10%
SIEF_ELGA	SIXX	maille : MAI , point:1	2.94E+10	0.10%
SIEF_ELGA	SIXX	maille : $MA3$, point:1	2.41E+10	0.10%
SIEF_ELGA	SIYY	maille : $MA3$, point:1	2.41E+10	0.10%
SIEF_ELGA	SIZZ	maille : $MA3$, point:1	-3.52E+09	0.10%
SIEF_ELGA	SIXZ	maille : $MA3$, point:1	3.96E+08	0.10%
	DEPL DEPL FORC_NODA FORC_NODA FORC_NODA SIEF_ELGA SIGM_ELNO SIEF_ELGA SIEF_ELGA SIEF_ELGA SIEF_ELGA	DEPL DZ DEPL DZ FORC_NODA DX FORC_NODA DY FORC_NODA DZ SIEF_ELGA SIXX SIGM_ELNO SIXX SIEF_ELGA SIXX SIEF_ELGA SIXX SIEF_ELGA SIXX SIEF_ELGA SIXX SIEF_ELGA SIXX SIEF_ELGA SIXX	$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	DEPLDZnœud: $NO5$ -7.06E-01DEPLDZnœud: $NO6$ -4.81E-01FORC_NODADXnœud: $NO1$ -6.35E+09FORC_NODADYnœud: $NO1$ -6.07E+09FORC_NODADZnœud: $NO1$ 5.72E+08SIEF_ELGASIXXmaille: $BMAI$, point:12.00E+11SIGM_ELNOSIXXmaille: $BMAI$, point:12.00E+11SIEF_ELGASIXXmaille: MAI , point:12.94E+10SIEF_ELGASIXXmaille: $MA3$, point:12.41E+10SIEF_ELGASIYYmaille: $MA3$, point:1-3.52E+09

Révision: 8326

Date: 23/01/2012 Page: 6/11

Clé: V6.05.105

Titre : SSNS105 – Comportement non linéaire d'une nappe d'[...]

Responsable : Jean-Luc FLÉJOU

Instant Champ Composante Lieu Référence **Tolérance** 2 DEPL DZNœud: NO5 -1.41E+00 0.10% 2 DZDEPL nœud: NO6 -9.63E-01 0.10% 2 nœud: NO1 FORC NODA DX -1.27E+10 0.10% 2 DY nœud: NO1-1.21E+10 0.10% FORC_NODA 2 nœud: NO1 FORC NODA DZ1.14E+09 0.10% maille: BMA1, 2 SIEF_ELGA SIXX 2.20E+11 0.10% point:1 maille : BMA1, 2 2.20E+11 0.10% SIGM ELNO SIXX point:1 2 SIEF ELGA SIXX maille: MAI, point:1 5.88E+10 0.10% 2 SIEF ELGA SIXX maille: MA3, point:1 4.82E+10 0.10% 2 SIEF ELGA SIYY maille: MA3, point:1 4.82E+10 0.10% 2 maille: MA3, point:1 SIEF ELGA SIZZ -7.04E+09 0.10% 2 SIEF ELGA SIXZ maille: MA3, point:1 7.91E+08 0.10% maille: BMA1, 2 VARI ELGA V1 9.00E-01 0.10% point:1 maille : BMA1, 2 VARI ELNO V19.00E-01 0.10% point:1

Instant	Champ	Composante	Lieu	Référence	Tolérance
10	DEPL	DZ	nœud: NO5	-6.50E+00	0.10%
10	DEPL	DZ	nœud: NO6	-4.86E+00	0.10%
10	FORC_NODA	DX	nœud: NO1	-6.33E+10	0.10%
10	FORC_NODA	DY	nœud: NO1	-6.12E+10	0.10%
10	FORC_NODA	DZ	nœud: NO1	4.18E+09	0.10%
10	SIEF_ELGA	SIXX	maille : $\mathit{BMA1}$, point:1	3.80E+11	0.10%
10	SIGM_ELNO	SIXX	maille : $\mathit{BMA1}$, point:1	3.80E+11	0.10%
10	SIEF_ELGA	SIXX	maille: MAI , point:1	2.15E+11	0.10%
10	SIEF_ELGA	SIXX	maille: $MA3$, point:1	2.44E+11	0.10%
10	SIEF_ELGA	SIYY	maille: $MA3$, point:1	2.44E+11	0.10%
10	SIEF_ELGA	SIZZ	maille: $MA3$, point:1	-2.57E+10	0.10%
10	SIEF_ELGA	SIXZ	maille: $MA3$, point:1	2.89E+09	0.10%
10	VARI_ELGA	V1	maille: BMA1, point:1	8.10E+00	0.10%
10	VARI_ELGA	V1	maille : MAI , point:1	6.73E-01	0.10%
10	VARI_ELNO	V1	maille: MAI, point:1	6.73E-01	0.10%

Titre: SSNS105 - Comportement non linéaire d'une nappe d'[...]

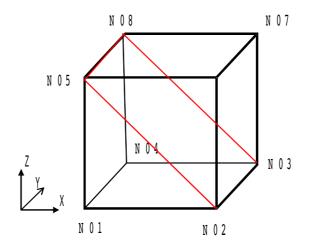
Date: 23/01/2012 Page: 7/11 Responsable : Jean-Luc FLÉJOU Clé: V6.05.105 Révision: 8326

Modélisation B 4

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 quadrangles à quatre nœuds.

Caractéristiques du maillage 4.2



Nombre de nœuds: 8 Nombre de mailles:

- 1 maille HEXA8 pour le béton
- 1 maille QUAD4 pour les nappes d'armatures (N05-N02-N03-N08) Deux modèles GRILLE MEMBRANE sont définis pour les armatures (une suivant la direction X, une suivant la direction Y)

Grandeurs testées et résultats 4.3

Instant	Champ	Composante	Lieu	Référence	Tolérance
1	DEPL	DZ	nœud: NO5	-7.06E-01	0.10%
1	DEPL	DZ	nœud: NO6	-4.81E-01	0.10%
1	FORC_NODA	DX	nœud: NO1	-6.35E+09	0.10%
1	FORC_NODA	DY	nœud: NO1	-6.07E+09	0.10%
1	FORC_NODA	DZ	nœud: NO1	5.72E+08	0.10%
1	SIEF_ELGA	SIXX	maille : $\mathit{BMA1}$, point:1	2.00E+11	0.10%
1	SIEF_ELGA	SIXX	maille: MAI , point:1	2.94E+10	0.10%
1	SIEF_ELGA	SIXX	maille: $MA3$, point:1	2.41E+10	0.10%
1	SIEF_ELGA	SIYY	maille: $MA3$, point:1	2.41E+10	0.10%
1	SIEF_ELGA	SIZZ	maille: $MA3$, point:1	-3.52E+09	0.10%
1	SIEF_ELGA	SIXZ	maille: MA3, point:1	3.96E+08	0.10%

Titre : SSNS105 – Comportement non linéaire d'une nappe d'[...]

Responsable : Jean-Luc FLÉJOU

Date : 23/01/2012 Page : 8/11

Clé : V6.05.105 Révision : 8326

Instant	Champ	Composante	Lieu	Référence	Tolérance
2	DEPL	DZ	nœud: NO5	-1.41E+00	0.10%
2	DEPL	DZ	nœud: NO6	-9.63E-01	0.10%
2	FORC_NODA	DX	nœud: NO1	-1.27E+10	0.10%
2	FORC_NODA	DY	nœud: NOI	-1.21E+10	0.10%
2	FORC_NODA	DZ	nœud: NO1	1.14E+09	0.10%
2	SIEF_ELGA	SIXX	maille: $BMA1$, point:1	2.20E+11	0.10%
2	SIEF_ELGA	SIXX	maille: $MA1$, point:1	5.88E+10	0.10%
2	SIEF_ELGA	SIXX	maille: $MA3$, point:1	4.82E+10	0.10%
2	SIEF_ELGA	SIYY	maille: $MA3$, point:1	4.82E+10	0.10%
2	SIEF_ELGA	SIZZ	maille: MA3, point:1	-7.04E+09	0.10%
2	SIEF_ELGA	SIXZ	maille: MA3, point:1	7.91E+08	0.10%
2	VARI ELGA	V1	maille: BMA1, point:1	9.00E-01	0.10%

Instant	Champ	Composante	Lieu	Référence	Tolérance
10	DEPL	DZ	nœud: NO5	-6.50E+00	0.10%
10	DEPL	DZ	nœud: NO6	-4.86E+00	0.10%
10	FORC_NODA	DX	nœud: NOI	-6.33E+10	0.10%
10	FORC_NODA	DY	nœud: NOI	-6.12E+10	0.10%
10	FORC_NODA	DZ	nœud: NO1	4.18E+09	0.10%
10	SIEF_ELGA	SIXX	maille: $BMAI$, point:1	3.80E+11	0.10%
10	SIEF_ELGA	SIXX	maille : MAI , point:1	2.15E+11	0.10%
10	SIEF_ELGA	SIXX	maille: $MA3$, point:1	2.44E+11	0.10%
10	SIEF_ELGA	SIYY	maille: $MA3$, point:1	2.44E+11	0.10%
10	SIEF_ELGA	SIZZ	maille: MA3, point:1	-2.57E+10	0.10%
10	SIEF_ELGA	SIXZ	maille: $MA3$, point:1	2.89E+09	0.10%
10	VARI_ELGA	V1	maille : $\mathit{BMA1}$, point:1	8.10E+00	0.10%
10	VARI ELGA	V1	maille: MAI , point:1	6.73E-01	0.10%

Titre: SSNS105 - Comportement non linéaire d'une nappe d'[...]

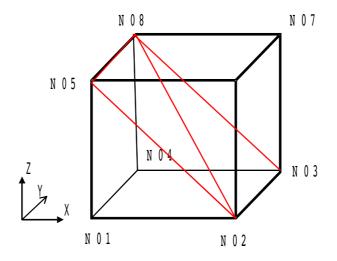
Date: 23/01/2012 Page: 9/11 Responsable : Jean-Luc FLÉJOU Clé: V6.05.105 Révision: 8326

Modélisation C 5

5.1 Caractéristiques de la modélisation

On utilise une modélisation volumique 3D pour le béton et un modèle GRILLE_EXCENTRE pour les armatures dont les mailles supports sont des triangles à trois nœuds.

5.2 Caractéristiques du maillage



Nombre de nœuds: 8 Nombre de mailles:

- 1 maille HEXA8 pour le béton
- 2 mailles TRIA3 pour les nappes d'armatures (N05-N02-N08 et N08-N02-n03) Deux modèles GRILLE EXCENTRE sont définis pour les armatures (une suivant la direction locale X, une suivant la direction locale Y)

Aux conditions aux limites décrites en §1.4 s'ajoutent les conditions DRX = 0, DRY = 0, DRZ = 0aux nœuds N02-N03-N05-N08.

5.3 Grandeurs testées et résultats

<u>Instant</u>	Champ	Composante	Lieu	Référence	Tolérance
1	DEPL	DZ	nœud: NO5	-7.06E-01	0.10%
1	DEPL	DZ	nœud: NO6	-4.81E-01	0.10%
1	FORC_NODA	DX	nœud: NO1	-6.35E+09	0.10%
1	FORC_NODA	DY	nœud: NO1	-6.07E+09	0.10%
1	FORC_NODA	DZ	nœud: NO1	5.72E+08	0.10%
1	SIEF_ELGA	SIXX	maille : $\mathit{MA1}$, point:1	2.94E+10	0.10%
1	SIEF_ELGA	SIXX	maille: $MA3$, point:1	2.41E+10	0.10%
1	SIEF_ELGA	SIZZ	maille: MA3, point:1	-3.52E+09	0.10%
1	SIEF_ELGA	SIXZ	maille: MA3, point:1	3.96E+08	0.10%

Titre : SSNS105 – Comportement non linéaire d'une nappe d'[...]

Responsable : Jean-Luc FLÉJOU

Date : 23/01/2012 Page : 10/11

Clé : V6.05.105 Révision : 8326

Instant	Champ	Composante	Lieu	Référence	Tolérance
2	DEPL	DZ	nœud: NO5	-1.41E+00	0.10%
2	DEPL	DZ	nœud: NO6	-9.63E-01	0.10%
2	FORC_NODA	DX	nœud: NO1	-1.27E+10	0.10%
2	FORC_NODA	DY	nœud: NO1	-1.21E+10	0.10%
2	FORC_NODA	DZ	nœud: NO1	1.14E+09	0.10%
2	SIEF_ELGA	SIXX	maille: MA1, point:1	5.88E+10	0.10%
2	SIEF_ELGA	SIXX	maille: $MA3$, point:1	4.82E+10	0.10%
2	SIEF_ELGA	SIZZ	maille: MA3, point:1	-7.04E+09	0.10%
2	SIEF_ELGA	SIXZ	maille: MA3, point:1	7.91E+08	0.10%
2	VARI ELGA	V1	maille: BMA1, point:1	9.00E-01	0.10%

Instant	Champ	Composante	Lieu	Référence	Tolérance
10	DEPL	DZ	nœud: NO5	-6.50E+00	0.10%
10	DEPL	DZ	nœud: NO6	-4.86E+00	0.10%
10	FORC_NODA	DX	nœud: NO1	-6.33E+10	0.10%
10	FORC_NODA	DY	nœud: NOI	-6.12E+10	0.10%
10	FORC_NODA	DZ	nœud: NOI	4.18E+09	0.10%
10	SIEF_ELGA	SIXX	maille: MAI , point:1	2.15E+11	0.10%
10	SIEF_ELGA	SIXX	maille: $MA3$, point:1	2.44E+11	0.10%
10	SIEF_ELGA	SIZZ	maille: $MA3$, point:1	-2.57E+10	0.10%
10	SIEF_ELGA	SIXZ	maille: $MA3$, point:1	2.89E+09	0.10%
10	VARI_ELGA	V1	maille: $BMAI$, point:1	8.10E+00	0.10%
10	VARI ELGA	V1	maille: MA1, point:1	6.73E-01	0.10%

Calcul élastique

Instant	Champ	Composante	Lieu	Référence	Tolérance
1	DEPL	DZ	nœud: NO5	-7.06E-01	0.10%
1	DEPL	DZ	nœud: NO6	-4.81E-01	0.10%
1	FORC_NODA	DX	nœud: NO1	-6.35E+09	0.10%
1	FORC_NODA	DY	nœud: NOI	-6.07E+09	0.10%
1	FORC_NODA	DZ	nœud: NO1	5.72E+08	0.10%
1	SIEF_ELGA	SIXX	maille : MAI , point:1	2.94E+10	0.10%
1	SIEF_ELGA	SIXX	maille: MA3, point:1	2.41E+10	0.10%
1	SIEF_ELGA	SIZZ	maille: MA3, point:1	-3.52E+09	0.10%
1	SIEF_ELGA	SIXZ	maille: MA3, point:1	3.96E+08	0.10%



Version default

Titre : SSNS105 – Comportement non linéaire d'une nappe d'[...] Responsable : Jean-Luc FLÉJOU

Révision: 8326

Date: 23/01/2012 Page: 11/11 Clé: V6.05.105

Synthèse 6

Les différentes modélisations de ce cas test valident le comportement GRILLE_MEMBRANE et GRILLE EXCENTRE pour une structure complète.