

Manuel de Validation

Fascicule V6.02 : Statique non linéaire des structures linéiques

Document : V6.02.120

SSNL120 - Réponse cyclique de la loi de comportement du béton (modèle de La Borderie)

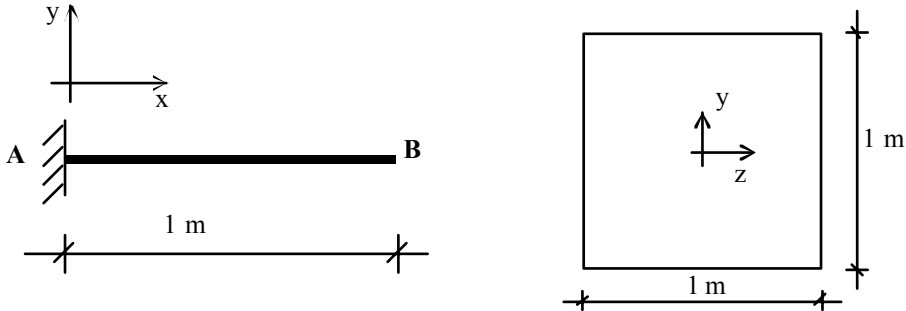
Résumé :

Dans cet exemple on teste le modèle de comportement du béton de La Borderie [R7.01.07] dans sa version 1D à l'aide d'un élément de poutre multifibre [R3.08] sous sollicitation axiale. Le chargement est composé de traction avec chargement et déchargement suivi de compression également avec chargement-déchargement. Il permet de tester les résistances en traction et en compression, de mettre en évidence le phénomène de refermeture de fissures et de tester les déformations anélastiques.

1 Caractéristiques générales

1.1 Géométrie

Poutre console de longueur unité, de section carrée de côté unité :



1.2 Propriétés de matériaux

Module d'Young : $E = 2 \cdot 10^{10}$ Pa
Résistance en traction : $R_t = 4 \cdot 10^6$ Pa
Résistance en compression : $R_c = 40 \cdot 10^6$ Pa

1.3 Conditions aux limites

Encastrement en A : $dx = dy = dz = 0$ et $rx = ry = rz = 0$.

1.4 Chargements

On fait croître et décroître la déformation axiale (par l'intermédiaire d'un déplacement imposé en B selon x) selon la séquence suivante :

Instant	Déformation
0	0,0
1	$1,4 \cdot 10^{-4}$
2	$0,5 \cdot 10^{-4}$
3	$1,0 \cdot 10^{-3}$
4	$-4,0 \cdot 10^{-3}$
5	$-2,0 \cdot 10^{-3}$
6	$-5,0 \cdot 10^{-3}$
7	0,0

2 Solution de référence

La solution de référence est la réponse uni-axiale du modèle pour les paramètres matériaux choisis. Cette solution a été obtenue à l'aide du code Eficos (code à poutres multicouches 2D [bib1]) dans lequel cette loi a été implantée.

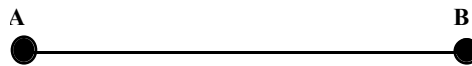
3 Bibliographie

- [1] GHAVAMIAN Sh., MAZARS J. : Stratégie de calculs simplifiés pour l'analyse du comportement des structures en béton armé: le code EFICOS. Revue française de génie civil 1998 ; 2 : 61-90.

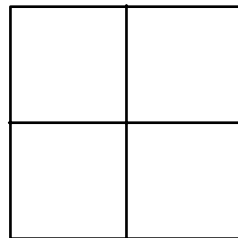
4 Modélisation A

4.1 Caractéristiques de la modélisation A

Maillage longitudinal de la poutre :
Nous avons 2 nœuds et 1 élément (POU_D_EM).



La partie béton de la section transversale de la poutre est maillée (AFFE_SECT) par 4 fibres :



Remarque :

Le problème étant 1D, une seule fibre pourrait sembler suffisante, mais cela conduirait à avoir des termes nuls dans la matrice de rigidité (l'inertie propre des fibres n'étant pas prise en compte) et à une erreur lors de la résolution du système d'équations.

Le béton est modélisé avec le modèle d'endommagement de Christian La Borderie en version 1D (LABORD_1D) [R7.01.07]. Les paramètres matériau utilisés sont les suivants :

$Y_{01} = 310 \text{ Pa}$
 $Y_{02} = 7000 \text{ Pa}$
 $A_1 = 9,0.10^{-3} \text{ Pa}^{-1}$
 $A_2 = 5,2.10^{-6} \text{ Pa}^{-1}$
 $B_1 = 1,2$
 $B_2 = 2,0$
 $\beta_1 = 10^6 \text{ Pa}$
 $\beta_2 = -40.10^6 \text{ Pa}$
 $\sigma_f = -3,5.10^6 \text{ Pa}$

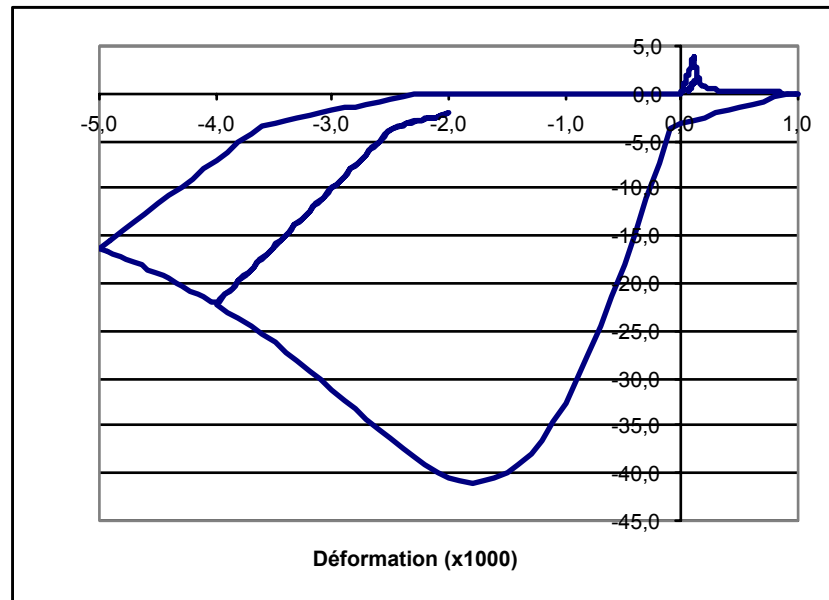
4.2 Fonctionnalités testées

Commandes

AFFE_MODELE	MAILLAGE AFFE	TOUT	' OUI '
		PHENOMENE	' MECANIQUE '
		MODELISATION	' POU_D_EM '
DEFI_MATERIAU		' ELAS '	
		' LABORD_1D '	
AFFE_MATERIAU		GROUP_MA MATER	
AFFE_CARA_ELEM	POUTRE	GROUP_MA SECTION	
		GROUP_MA CARA	' ANGL_VRIL '
	AFFE_SECT	GROUP_MA MAILLAGE_SECT	
		TOUT_SECT	' OUI '
		GROUP_MA	
AFFE_CHAR_MECA	MODELE		
	DDL_IMPO	GROUP_NO	
STAT_NON_LINE	MODELE		
	CHAM_MATER		
	CARA_ELEM		
	EXCIT	CHARGE	
		FONCT_MULT	
	COMP_INCR	LABORD_1D	
CALC_NO	NEWTON	MATRICE	' TANGENTE '
	OPTION	' REAC_NODA '	
	REUSE		
	RESULTAT		
	CHAM_MATER		
	CARA_ELEM		
CALC_ELEM	EXCIT		
	OPTION	' DEGE_ELNO_DEPL '	
	REUSE		
	RESULTAT		
	MODELE		
	CHAM_MATER		
	CARA_ELEM		

5 Résultats de la modélisation A

La courbe contrainte-déformation est représentée sur la figure ci-dessous :



On teste les contraintes obtenues pour les déformations imposées aux instants indiqués dans le paragraphe [§1.4] :

Instant	Référence	Aster	Erreur relative %
1	$1,707816 \cdot 10^6$	$1,707816 \cdot 10^6$	$< 10^{-3}$
2	$0,247022 \cdot 10^6$	$0,247022 \cdot 10^6$	$< 10^{-3}$
3	$0,068862 \cdot 10^6$	$0,068862 \cdot 10^6$	$< 10^{-3}$
4	$-22,2404 \cdot 10^6$	$-22,2404 \cdot 10^6$	$< 10^{-3}$
5	$-2,14356 \cdot 10^6$	$-2,14356 \cdot 10^6$	$< 10^{-3}$
6	$-16,3512 \cdot 10^6$	$-16,3512 \cdot 10^6$	$< 10^{-3}$

On teste également les contraintes maxi (traction et compression) et les déformations correspondantes

Pics en contrainte	Référence	Aster	Erreur relative %
Traction			
Contrainte	$3,86138 \cdot 10^6$	$3,86138 \cdot 10^6$	$< 10^{-3}$
Déformation	$1,036 \cdot 10^{-4}$	$1,036 \cdot 10^{-4}$	$< 10^{-3}$
Compression			
Contrainte	$-40,9496 \cdot 10^6$	$-40,9496 \cdot 10^6$	$< 10^{-3}$
Déformation	$-1,810^{-3}$	$-1,810^{-3}$	$< 10^{-3}$

6 Synthèse des résultats

Les résultats obtenus avec le *Code_Aster* sont en très bon accord avec ceux du code EFICOS.