

Manuel de Validation

Fascicule V6.04 : Statique non-linéaire des structures volumiques

Document : V6.04.181

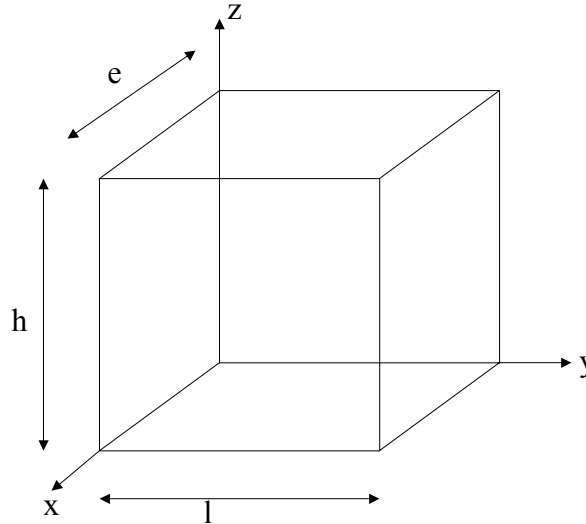
SSNV181 - Vérification de la bonne prise en compte du cisaillement dans le modèle BETON_UMLV_FP

Résumé :

Ce test permet de valider la bonne prise en compte du cisaillement dans la loi de comportement BETON_UMLV_FP. Les résultats de ce test sont comparés avec une solution analytique.

1 Problème de référence

1.1 Géométrie



Hauteur : $h = 1,00$ [m]
Largeur : $l = 1,00$ [m]
Epaisseur : $e = 1,00$ [m]

1.2 Propriétés du matériau

$E = 31$ [GPa] module d'élasticité
 $\nu = 0,2$ coefficient de Poisson

Paramètres spécifiques au fluage propre :

$k_r^s = 1,20E + 5$ [MPa]	partie sphérique : rigidité apparente associée au squelette formé par des blocs d'hydrates à l'échelle mésoscopique
$k_i^s = 6,22E + 4$ [MPa]	partie sphérique : rigidité apparente associée intrinsèquement aux hydrates à l'échelle microscopique
$k_r^d = 3,86E + 4$ [MPa]	partie déviatorique : rigidité associée à la capacité de l'eau adsorbée à transmettre des charges (<i>load bearing water</i>)
$\eta_r^s = 2,21E + 10$ [MPa.s]	partie sphérique : viscosité apparente associée au mécanisme de diffusion au sein de la porosité capillaire
$\eta_i^s = 4,16E + 10$ [MPa.s]	partie sphérique : viscosité apparente associée au mécanisme de diffusion interlamellaire
$\eta_r^d = 6,19E + 10$ [MPa.s]	partie déviatorique : viscosité associée à l'eau adsorbée par les feuillets d'hydrates
$\eta_i^d = 1,64E + 12$ [MPa.s]	partie déviatorique : viscosité de l'eau libre.

1.3 Conditions aux limites et chargements

Dans cet essai, on crée un champ de séchage homogène et constant dans la structure.
Le chargement mécanique correspond à un cisaillement dans la plan xz ; son intensité est de 10 [MPa]. La charge est appliquée en 1s et est maintenue constante pendant 750 jours.

1.4 Conditions initiales

Le début du calcul est supposé l'instant -1. A cet instant il n'y a ni champ de séchage, ni contrainte mécanique.

A l'instant 0, on applique un champ de séchage correspondant à 100 % d'hygrométrie.

2 Solution de référence

2.1 Méthode de calcul

La solution analytique repose sur la résolution des deux équations différentielles qui gouvernent la partie déviatorique du comportement (cf. [R7.01.06]).

Les contraintes déviatoriques sont à l'origine d'un mécanisme de glissement (ou mécanisme de quasi dislocation) des feuillets de CSH dans la nano-porosité. Sous contrainte déviatorique, le fluage s'effectue à volume constant. Par ailleurs, la loi de fluage UMLV suppose l'isotropie du fluage déviatorique. Phénoménologiquement, le mécanisme de glissement comporte une contribution réversible viscoélastique de l'eau fortement adsorbée aux feuillets de CSH et une contribution irréversible visqueuse de l'eau libre :

$$\underbrace{\underline{\varepsilon}}_{\text{déformation déviatorique totale}}^{fd} = \underbrace{\underline{\varepsilon}}_{\text{contribution eau adsorbée}}^r^{fd} + \underbrace{\underline{\varepsilon}}_{\text{contribution eau libre}}^i^{fd} \quad \text{éq 2.1-1}$$

La $j^{\text{ème}}$ composante principale de la déformation déviatorique totale est régie par les équations [éq 2.1-2] et [éq 2.1-3] :

$$\eta_r^d \dot{\varepsilon}_r^{d,j} + k_r^d \varepsilon_r^{d,j} = h \cdot \sigma^{d,j} \quad \text{éq 2.1-2}$$

où k_r^d désigne la rigidité associée à la capacité de l'eau adsorbée à transmettre des charges (*load bearing water*) ;

et η_r^d la viscosité associée à l'eau adsorbée par les feuillets d'hydrates.

$$\eta_i^d \dot{\varepsilon}_i^{d,j} = h \cdot \sigma^{d,j} \quad \text{éq 2.1-3}$$

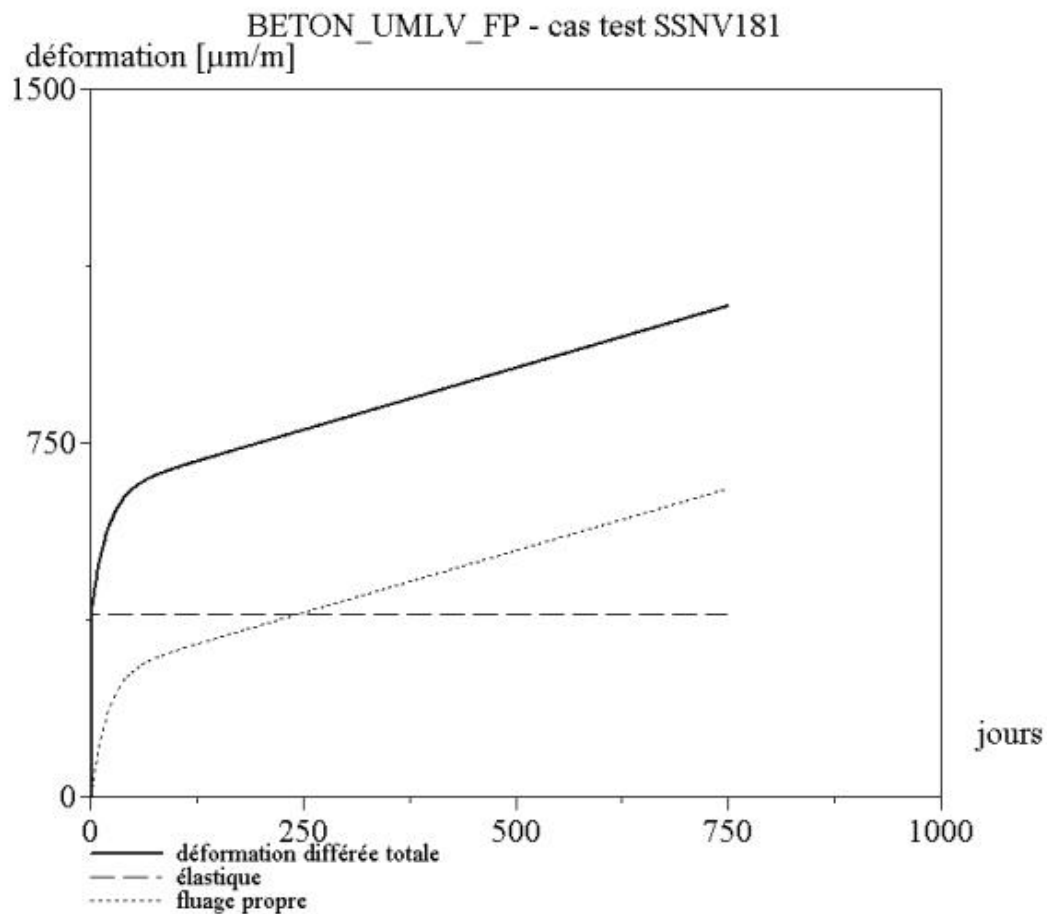
où η_i^d désigne la viscosité de l'eau libre.

Dans le cas d'un échelon de contrainte σ_{xz} , la déformation de fluage déviatorique correspondante est immédiatement déduite :

$$\varepsilon_{xz}^f = \sigma_{xz} \cdot \left[\frac{t}{\eta_i^d} + \left(1 - e^{-\frac{k_i^d t}{\eta_i^d}} \right) \right] \quad \text{éq 2.1-4}$$

Lorsqu'on ajoute la partie élastique, il suit que le déformation totale de cisaillement vaut :

$$\varepsilon_{xz}^f = \sigma_{xz} \cdot \left[\frac{1+\nu}{E} + \frac{t}{\eta_i^d} + \left(1 - e^{-\frac{k_i^d t}{\eta_i^d}} \right) \right] \quad \text{éq 2.1-5}$$



2.2 Grandeurs et résultats de référence

L'essai est homogène. On teste la déformation en un nœud quelconque.

2.3 Incertitudes sur la solution

Solution analytique.

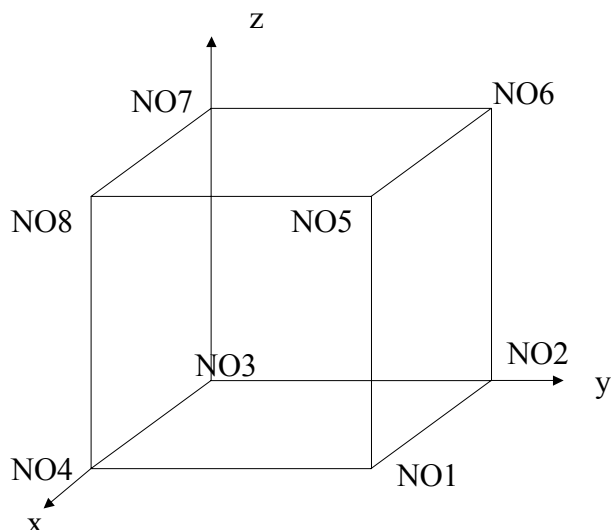
2.4 Références bibliographiques

- [1] Le PAPE Y. : Relation de comportement UMLV pour le fluage propre du béton, Documentation de Référence de *Code_Aster* [R7.01.06] 16 p (2002).

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

Modélisation 3D



3.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 8
Nombre de mailles : 1 de type HEXA 8
6 de type QUAD 4

On définit les mailles suivantes :

S_ARR	NO3 NO7 NO8 NO4
S_AVT	NO1 NO2 NO6 NO5
S_DRT	NO1 NO5 NO8 NO4
S_GCH	NO3 NO2 NO6 NO7
S_INF	NO1 NO2 NO3 NO4
S_SUP	NO5 NO6 NO7 NO8

Les conditions aux limites en déplacement imposées sont :

Sur les nœuds NO1, NO2, NO3 et NO4 : $DZ = 0$
Sur les nœuds NO3, NO7, NO8 et NO4 : $DY = 0$
Sur les nœuds NO2, NO6, NO7 et NO8 : $DX = 0$

Le chargement est constitué du même champ de séchage et de la même force nodale 1/4 appliquée sur les quatre nœuds de S_SUP.

3.3 Fonctionnalités testées

Commandes	Mot clé	
DEFI_MATERIAU	ELAS_FO BETON_UMLV_FP	FONC_DESORP K_RS K_IS K_RD V_RS V_IS V_RD V_ID
CREA_CHAMP	'AFFE'	NOM_CMP= 'TEMP'
	TYPE_CHAM= 'NOEU_TEMP_R'	
CREA_RESU	'AFFE'	NOM_CMP= 'TEMP'
	TYPE_CHAM= 'NOEU_TEMP_R'	
AFFE_CHAR_MECA	DDL_IMPO LIAISON_UNIF FORCE_NODALE	
STAT_NON_LINE	COMP_INCR	RELATION= 'BETON_UMLV_FP'

3.4 Grandeurs testées et résultats

La composante ε_{xx} au nœud NO6 a été testée.

Instant	Référence	Aster	% différence
64800	+3.975E-04	+3.997E-04	0.063
648000	+4.770E-04	4.771E-04	0.035
6480000	+6.811E-04	+6.811E-04	0.003
64800000	+10.413E-04	+10.413E-04	-0.001

4 Synthèse des résultats

Les valeurs obtenues avec le *Code_Aster* sont en accord avec les valeurs de la solution analytique de référence.