Loi de comportement BETON_REGLE_PR

Résumé :

Cette documentation présente la loi BETON_REGLE_PR implantée par la société Sixense-NECS dans le cadre de la communauté code_aster libre. Il s'agit d'une loi réglementaire [bib1], écrite en combinant deux lois 1D.

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

Table des Matières

1 Présentation de la loi BETON_REGLE_PR....3
2 Description des variables internes....4
3 Matrices de rigidité élémentaires....4
4 Limitations de la loi....4
5 Fonctionnalités et validation....4
5.1 Fonctionnalité....4
5.2 Vérification & Validation....4
6 Bibliographie....5
7 Description des versions du document....5

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

1 Présentation de la loi BETON_REGLE_PR

La loi de comportement est de type « deux fois 1D » dans le repère propre de déformation (confondu avec le repère propre de contrainte). On ne décrit qu'un comportement 1D, qui est de type élastique non-linéaire.

En compression, il s'agit de la loi parabole rectangle définie réglementairement [bib1] ; la contrainte est donnée par les relations suivantes :

$$\begin{cases} \sigma = \sigma_y^c \left[1 - \left(1 - \frac{\varepsilon}{\varepsilon_0} \right)^n \right] \text{ si } 0 < \varepsilon \leq \varepsilon_0 \text{ (partie parabole)} \\ \sigma = \sigma_y^c \text{ si } \varepsilon > \varepsilon_0 \text{ (partie rectangle)} \end{cases} \quad (1)$$

En traction la loi est de type triangle [bib2] :

$$\sigma = E\,\varepsilon \text{ si } \varepsilon \leq \frac{\sigma_y^t}{E} \text{ avec } \sigma = \sigma_y^t + E_T \left[\varepsilon - \frac{\sigma_y^t}{E} \right] \quad (2)$$

Les paramètres matériaux associées sont les suivants :

E : module d'Young ;
σ_y^t : la contrainte au pic en traction (f_t) ;
E_T : le module tangent (généralement compris entre $\frac{-E}{3}$ et $\frac{-E}{10}$) ;
σ_y^c : la contrainte maximale en compression (f_c) ;
n : l'exposant de la loi d'écrouissage en compression ;
ε_c : la déformation à laquelle on atteint σ_y^c.

La réponse contrainte-déformation est donnée sur la figure suivante :

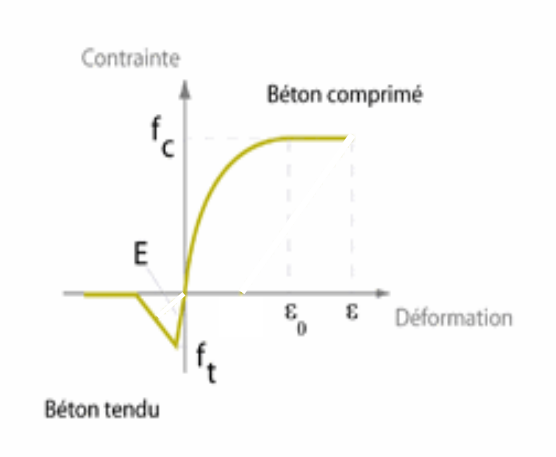


Figure 1-a: courbe contrainte-déformation en 1D

Afin que les pentes à l'origine en traction et en compression soient identiques, on peut choisir les paramètres de telle façon que :

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

$$\frac{\partial \sigma}{\partial \epsilon}(\epsilon=0)=E=f_c\frac{n}{\epsilon_c} \quad (3)$$

2 Description des variables internes

Il n'y a pas de variable interne pour ce modèle.

3 Matrices de rigidité élémentaires

Les matrices de rigidité de type tangente et sécante sont disponibles pour cette loi. Par défaut dans code_aster, la matrice tangente est utilisée. Pour utiliser la matrice sécante, ou matrice de décharge, il faut ajouter la mot-clé PAS_MINI_ELAS avec une valeur plus grande que l'intervalle entre deux instants de calcul dans le mot-clé facteur NEWTON des opérateurs non-linéaires.

La matrice sécante est calculée à partir du module sécant dans chaque direction principale i :
– $E_i^s=\sigma_i/\varepsilon_i$ si $\varepsilon_i\neq 0$
– $E_i^s=E$ si $\varepsilon_i=0$

4 Limitations de la loi

La loi BETON_REGLE_PR présente deux limitations importantes :
– le modèle est élastique : la décharge n'est donc pas prise en compte dans la formulation de la loi. Les trajets de charge et de décharge sont donc identiques. Il est donc déconseillé d'utiliser cette loi pour des cas de chargement non monotone, cyclique ou dynamique.
– le modèle ne représente pas l'effet Poisson : la loi est de type « deux fois 1D » où le comportement dans les deux directions principales de déformation est traité de façon indépendante.

5 Fonctionnalités et validation

5.1 Fonctionnalité

La loi n'est disponible qu'en 2D et est accessible avec les modélisations D_PLAN, C_PLAN et DKT.

5.2 Vérification & Validation

La loi BETON_REGLE_PR est vérifiée par les cas test suivants :

SSNP129	[V6.03.129]	Validation de la loi BETON_REGLE_PR sur un élément DKT
SSNS114	[V6.05.114]	Dégradation d'une plaque en béton armé sous sollicitations variées avec la loi BETON_REGLE_PR

La validation de la loi a également été faite par comparaison avec les résultats expérimentaux obtenus sur une dalle en béton armé soumise à son poids propre et à une pression au centre de la dalle [bib1].

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

6 Bibliographie

1. BAEL 91 révisé 99 (NF P 18-702)
2. VB. Zhang, *R. Masmoudi, B. Benmokrane, Behaviour of one-way concrete slabs reinforced with CFRP grid reinforcements, Constructions and Buildings Materials, 18, pp. 625-635*, 2004

7 Description des versions du document

Version Aster	Auteur(s) Organisme(s)	Description des modifications
11.3	S. Michel-Ponnelle EDF-R&D/AMA	Texte initial
12.2	S. Michel-Ponnelle EDF-R&D/AMA	Ajout Matrice sécante
13.3	S. Michel-Ponnelle EDF-R&D/AMA	Mise à jour des cas tests et section sur les limitations de la loi

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