SSNP166 - Poutre entaillée en flexion trois points

Résumé :

L'étude de ce problème permet de caractériser l'énergie nécessaire à la propagation d'une fissure dans une poutre en béton. Il permet de valider la loi de comportement CZM_EXP_MIX par comparaison à l'expérience du comportement global Force-Déplacement d'une poutre entaillée sur deux appuis simple.

Il correspond à l'un des essais expérimentaux de la thèse de Per-Erik Peterson [bib1].

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

1 Problème de référence

1.1 Géométrie

Pour valider la loi cohésive CZM_EXP_MIX plus spécifique aux matériaux quasi-fragiles, on modélise une poutre entaillée en béton soumise à de la flexion 3 points, en s'appuyant sur les données expérimentales de la thèse de P.-E. Peterson [bib1]. Cet essai fait en effet partie des références expérimentales les plus fréquentes pour valider les modèles d'endommagement surfacique ou volumique du béton.

Une poutre de longueur $2\,m$, de hauteur $200\,mm$ et d'épaisseur $50\,mm$, entaillée en son milieu sur $100\,mm$ (la moitié de la hauteur de la poutre) est en appui simple sur ses deux extrémités.

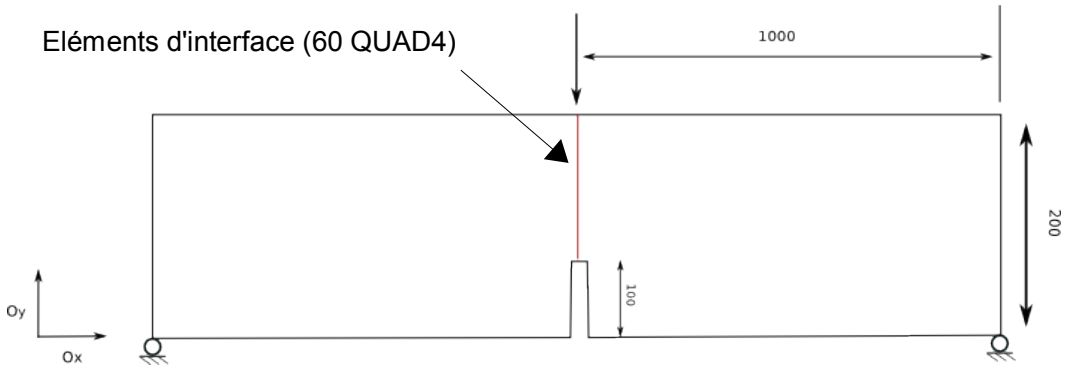


Figure 1 : Représentation de la Poutre en flexion 3 points. L'épaisseur est de $50\,mm$

1.2 Propriétés du matériau

La loi utilisée est la loi CZM_EXP_MIX.
Les paramètres matériaux sont définis sous les mot-clés RUPT_FRAG ou RUPT_FRAG_FO

Module d'Young: $E=30\,GPa$
Coefficient de Poisson $\nu=0.2$

Densité d'énergie de surface critique G_c :	**GC** = 137 N/m
contrainte critique σ_c :	**SIGM_C** = 3,3 MPa
Pénalisation du lagrangien	PENA_LAGR= 300
Rigidité du glissement	RIGI_GLIS= 10 (valeur par défaut)

1.3 Conditions aux limites et chargements

Encastrement : Les déplacements imposés suivant Oy sont nuls aux 2 points d'appuis (GROUP_NO : CL1 et CL2). On bloque le déplacement suivant 0x sur l'un des deux appuis.

Déplacement : On applique un déplacement imposé suivant Oy au dessus de la fissure (GROUP_NO : Dpl).

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

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

2 Solution de référence

2.1 Résultat Expérimental

La solution de référence est la courbe expérimentale issue de la thèse de Peterson [1] visible sur la Figure 2. Il s'agit de la force exercée sur la poutre en fonction du déplacement du centre de la poutre suivant l'axe Oy

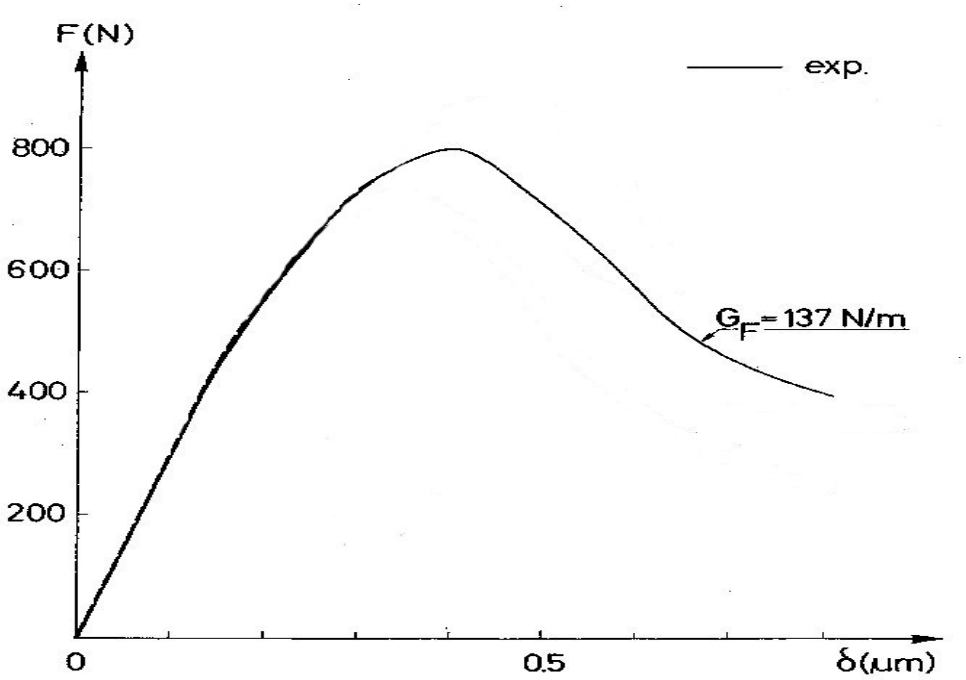


Figure 2 : Résultats expérimentaux pour deux types de béton [1]

Remarque :

La Figure 2 est un graphe extrait de la Thèse de P-E. Petersson. Elle comporte une erreur sur l'échelle en déplacement. L'ouverture est en millimètre et non en micromètre.

2.2 Référence Bibliographique

[1] Thèse de Per-Eric Petersson : « Crack growth and development of fracture zones in plain concrete and similar materials »

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

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

Modélisation en déformations planes D_PLAN pour l'élément élastique et PLAN_INTERFACE pour les éléments d'interface



Figure 3 : Maillage la poutre

3.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 3000
1400 TRIA3
67 QUAD4

3.3 Grandeurs testées et résultats

On teste la force résultante et l'ouverture de la fissure à deux instants : incrément 9 près du pic et incrément 15 dans la zone post-pic.

Grandeur testée	Référence	Tolérance (%)
Force à l'increment 9	7,78D+02	0,46
Ouv à l'increment 9	3.65D-01	6e-3
Force à l'increment 15	5.92D+02	1,08
Ouv à l'increment 15	6.07D-01	0,08

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

4 Synthèse des résultats

La loi exponentielle permet de retrouver le pic de l'essai expérimental avec une erreur inférieure à 2 % ainsi que la courbe post-pic contrairement à une loi cohésive linéaire.

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