

Titre : Modélisation de la multi-fissuration des matériaux quasi-fragiles par couplage d'un modèle d'endommagement anisotrope microplan et d'une formulation des discontinuités fortes dans la méthode des éléments finis enrichis

Mots clés : fissuration multiple, microplan, éléments finis à discontinuité intégrée, transition endommagement-fissuration

Résumé : Dans un contexte d'évaluation des structures en béton armé, il est d'usage d'estimer la durabilité à l'échelle du matériau, l'aptitude au service et enfin, la tenue structurale qui définit la performance de l'ouvrage considéré. Toutefois, évaluer la performance d'un élément de structure nécessite le recours à des approches numériques permettant la description voire la prédiction des principaux mécanismes dissipatifs. Par ailleurs, il est attendu de cette description que des quantités locales caractérisantes la fissuration soient accessibles numériquement, on peut citer la tortuosité, l'espacement ou encore les ouvertures associées à la fissuration. Le principal objectif de ces travaux de thèse consiste à proposer une approche permettant la description de la fissuration sous chargement cyclique. Pour cela, l'approche proposée

permet de décrire le processus complet de localisation des déformations depuis l'apparition de l'endommagement jusqu'à l'initiation et la propagation de fissures multiples dans des matériaux quasi fragiles. Pour cela, la stratégie adoptée repose d'une part sur l'utilisation du modèle microplan permettant ainsi de décrire le caractère anisotrope de la fissuration et d'autre part, sur la particularisation de la méthode aux éléments finis à discontinuités intégrées. Ces deux piliers sont couplés à l'aide d'une technique de transition entre endommagement diffus et fissuration localisée. L'approche proposée est illustrée à l'aide de plusieurs exemples élémentaires. Enfin, quelques cas tests à l'échelle de l'élément de structure sont étudiés.

Title : From anisotropic damage to multiple cracks by coupling a microplane model and a strong discontinuity formulation in the Embedded Finite Element Method

Keywords : multiple cracks, microplane model, EFEM, damage-to-fracture transition

Abstract : The performance aspects of large scale civil engineering structures like containment facilities such as durability, serviceability and structural safety are assessed from time to time to avert any catastrophes. Also, in the cases of extreme loading, different cracking mechanisms contribute to each other ultimately leading to the failure. This creates the need for devising certain regulatory measures. In order to achieve this, it is essential to predict the information like crack opening displacements, crack spacing and tortuosity. The purpose of this thesis is to develop numerical tools to model multiple intersecting cracks. In particular, the complete strain localization process from the onset of damage to the

initiation and propagation of multiple cracks. Two main ingredients are used. The microplane model allows to describe the anisotropic damage phase and Embedded Finite Element Method (EFEM) introduces cracks as multiple strong discontinuities in the damaged continuum. First, the standard EFEM is extended in the context of multiple cracks. Later, the microplane microdamage model is formulated in a thermodynamic framework using simple constitutive laws. Finally, these two approaches are coupled using a transition methodology. The proposed methodologies are illustrated using several elementary and structural test cases that involve complex stress-strain states.