

Transition endommagement-fissure : détection par suivi de crête et insertion par adaptation de maillage

S. Feld-Payet

DMAS, ONERA, Université Paris Saclay, F-92322 Châtillon – France
sylvia.feld-payet@onera.fr

Résumé

Pour permettre de passer d'un modèle d'endommagement continu à une représentation discrète de la fissure, une technique de détection par suivi de crête est présentée. Elle est ici couplée avec des techniques d'adaptation de maillage pour l'insertion de la discontinuité dans le modèle. Son caractère non intrusif et sa polyvalence sont adaptés à une application dans l'industrie où les codes de calcul et les modèles peuvent différer suivant les applications.

Mots clés : transition endommagement-fissure ; modèle continu-discontinu ; adaptation de maillage ; marching ridges.

1. Introduction

Dans le cadre de la simulation numérique par éléments finis de la rupture, les approches locales présentent l'avantage vis-à-vis des approches globales, de prendre en compte les effets de l'adoucissement du comportement matériau et de modéliser l'amorçage des fissures même en l'absence de pré-fissure. En contrepartie, elles souffrent d'un inconvénient majeur : du fait que les modèles soient continus, la cinématique de la propagation de la fissure n'est pas bien représentée. Une solution est alors d'adopter une approche dite « continue-discontinue », ce qui nécessite des outils particuliers pour traiter la transition endommagement-fissure.

2. Détermination de la géométrie de l'incrément

Un des points-clés de la transition endommagement-fissure consiste à déterminer l'orientation de la fissure en accord avec le champ d'endommagement calculé. A cette fin, un algorithme local a été proposé dans [1]. Cet algorithme, dit de « marching ridges », permet de parcourir les crêtes de la surface du champ scalaire considéré comme représentant de la dégradation du matériau, à partir de n'importe quel point de départ sur cette crête. Un de ses principaux avantages, par rapport aux autres algorithmes locaux également peu coûteux et non-intrusifs, est de pouvoir détecter et suivre plusieurs branches de fissures simultanément.

3. Insertion d'une discontinuité

Une fois la géométrie de la fissure (ou de son incrément) déterminée, il est nécessaire d'introduire cette discontinuité dans le modèle.

Différentes options sont alors envisageables pour représenter la discontinuité (remaillage [2], zones cohésives, XFEM, ...). Le choix adopté par l'Onera est de recourir à des techniques d'adaptation de maillage qui sont utilisées dès le début du calcul, d'une part pour assurer un bon compromis

précision-coût, en combinant l'adaptation de maillage à un indicateur d'erreur de type ZZ2 [3] et d'autre part pour conserver un bon facteur de forme des éléments finis, ce qui est particulièrement important en présence de grandes déformations.

Il reste alors à déterminer le meilleur instant pour insérer l'incrément de fissure, celui qui permettra de minimiser les différences d'état mécanique avant et après insertion. Deux approches seront présentées qui s'appuient respectivement sur une valeur critique d'endommagement et une valeur critique de la norme de l'effort transmis à travers l'incrément de fissure.

Des exemples d'application pour différents modèles de comportement et différentes méthodes de régularisation seront présentés en 2D et 3D (voir figure 1), dans les cadres des petites et grandes transformations.

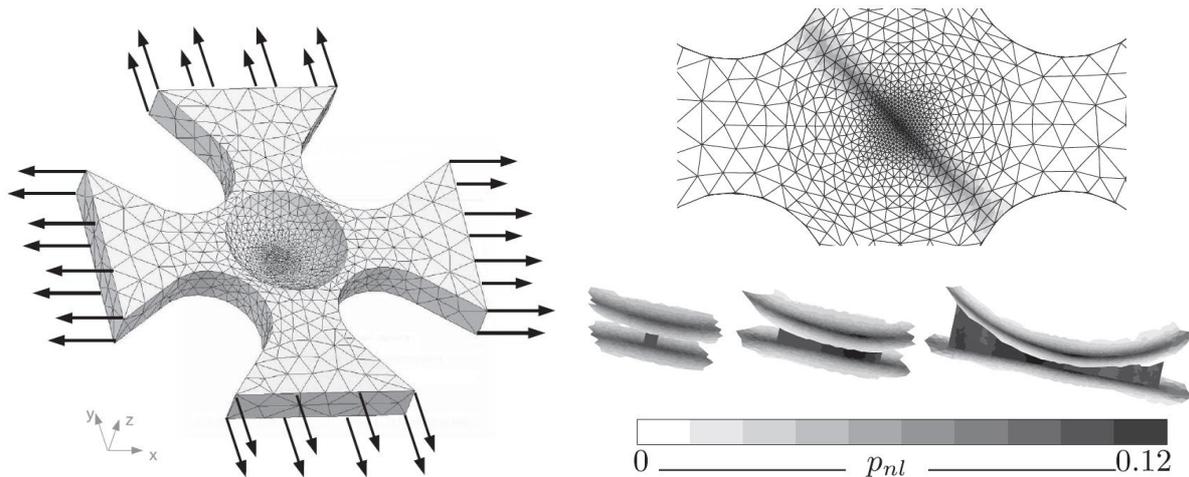


Figure 1. Amorçage et propagation de fissure en 3D dans une éprouvette soumise à un chargement biaxial pour un modèle d'endommagement dépendant de la plasticité non locale p_{nl} [1].

4. Conclusion

Cette contribution vise à présenter une méthode pour déterminer l'orientation de la fissure adaptable à n'importe quel modèle continu d'endommagement. Cette polyvalence et le caractère non intrusif de la méthode sont essentiels pour permettre sa diffusion dans l'industrie.

Remerciements

Je tiens à remercier Jacques Besson, Frédéric Feyel, Vincent Chiaruttini, Francesco Bettonte et Eric Lorentz pour nos collaborations et échanges fructueux.

Références

- [1] S. Feld-Payet, V. Chiaruttini, J. Besson, F. Feyel, A new marching ridges algorithm for crack path tracking in regularized media, *Int. J. of Solids and Structures*, 71 (2015), 57-69
- [2] V. Chiaruttini, F. Feyel, J.L. Chaboche, A robust meshing algorithm for complex 3d crack growth simulation, *Proceedings of Conference IV European Conference on Computational Mechanics*, Paris, France, 2010
- [3] O.C. Zienkiewicz and J.Z. Zhu, The superconvergent patch recovery and a posteriori error estimates, *Int. J. Num. Meth. Eng.*, 33 (1992) 1331-1382