

Développement de l'approche XFEM cohésive pour la modélisation de fissures et d'interfaces avec le logiciel libre EDF R&D Code_Aster

Guilhem Ferté

Doctorant EDF / LaMSID - UMR 8193 / GéM - UMR 6183

Résumé :

Afin d'évaluer la nocivité de défauts détectés dans certaines de ces centrales, EDF est amené à utiliser des outils de simulation avancés. Les phénomènes visés sont la propagation de fissures 3D sur trajet inconnu, mais aussi les transitoires dynamiques durant les phases de propagation instable. Cette thèse se propose d'associer la méthode des éléments finis étendus (XFEM) et les modèles de zones cohésives dans ce but. Celles-ci sont définies sur des surfaces potentielles de fissuration étendues. Ainsi, la loi cohésive séparera naturellement les domaines adhérents et ouverts, ce qui permet une actualisation implicite du front de propagation. Ceci demande une insertion robuste de lois d'interface non-régulières en formulation XFEM. En statique, l'utilisation d'espaces de multiplicateurs de Lagrange dédiés et d'une formulation associée, d'opérateurs diagonaux par blocs à l'interface et d'une loi cohésive écrite selon le formalisme du lagrangien augmenté permettent d'y parvenir. A partir de là, et avec un critère directionnel écrit sur les champs cohésifs uniquement, une procédure de propagation sur trajet inconnu est proposée et confrontée à des résultats expérimentaux de la littérature.

En dynamique, une loi cohésive initialement adhérente est traitée implicitement au sein d'un schéma originellement explicite, ce qui permet une détermination analytique des contraintes cohésives si une discrétisation appropriée est adoptée. La formulation est validée sur un essai de type éprouvette DCB conique. En perspective, une application de ces méthodes sur des études industrielles est envisagée.

Nous étudions ensuite l'extension aux éléments quadratiques. Pour les fissures libres de contraintes, une découpe en cellules d'intégration quadratiques s'avère nécessaire pour avoir une formulation optimale. Pour les interfaces adhérentes, un nouvel espace de multiplicateurs est proposé, qui est à la fois stable et précis puisqu'il produit une convergence à l'ordre 2 lorsqu'utilisé avec des cellules d'intégration quadratiques.

Mots clés : Zone cohésive, XFEM, fracture fragile, contact, éléments quadratiques, dynamique rapide.