

Analyse du problème de propagation de fissure dans un milieu viscoélastique : la solution de Hui et Riedel revisitée

Radhi Abdelmoula
Université Paris 13

Résumé :

L'analyse de la propagation d'une fissure mobile en régime permanent dans un milieu viscoélastique non linéaire a été abordée pour la première fois par Hui et Riedel dans les années 1980. Ils proposent en particulier des champs asymptotiques au voisinage de la pointe qui présentent la propriété paradoxale d'être autonomes, c'est-à-dire de ne pas dépendre du chargement de la structure.

L'objectif du présent travail est de montrer comment une analyse multi-échelle peut lever ce paradoxe. On montre alors qu'il existe deux échelles : une "petite" et une "grande", situées au voisinage de la pointe de fissure, dont le comportement est soit élastique soit visqueux. Il s'agit d'une situation bien connue en mécanique de la rupture non linéaire où les zones élastique linéaire et non linéaire (par exemple plastique) sont séparées.

L'exposé se présente comme suit :

Tout d'abord, on rappelle l'établissement de la solution de H. & R. Les auteurs proposent une solution basée sur le développement des champs mécaniques au premier ordre. Suivant le type de comportement visqueux adopté (obéissant à une loi en puissance), la solution peut être élastique linéaire, visqueuse ou une combinaison des deux. On se heurte alors à ce paradoxe : suivant le facteur puissance de la loi, on obtient une vitesse de fissuration indépendante du chargement extérieur.

Ensuite, nous montrons la présence de deux échelles dans la structure dans le problème (point omis dans l'analyse de H. & R). A petite échelle la déformation est à dominante élastique alors que la déformation visqueuse se trouve à une échelle supérieure.

Nous proposons alors une méthode à deux échelles qui consiste à développer asymptotiquement les champs "lointain" et "proche" de la pointe mobile et à les raccorder par la suite.

Le développement est effectué par rapport à un petit paramètre : la vitesse de la pointe fissure rapportée aux caractéristiques du matériau. On montre que le terme prédominant de la solution du problème proche dit 'intérieur' est élastique, tandis que la solution du problème lointain dit 'extérieur' est à dominante visqueuse. La vitesse de la fissure est maintenant dépendante du chargement extérieur. La loi de propagation est donnée en fonction de l'intégrale C^* (caractéristique du chargement lointain en milieu visqueux) et est conforme aux résultats d'expériences de fluage sur des aciers.

En conclusion, nous discuterons des extensions possibles de ce travail, notamment sur l'utilisation des méthodes multi-échelles pour la résolution de problèmes plus généraux de mécanique de rupture non linéaire.