FORMA06 - Travaux pratiques de la formation « Utilisation avancée » : plaque multi-fissurée en traction

Résumé :

Ce test 2D déformation plane, en quasi-statique, entre dans le cadre de la validation des post-traitements en mécanique de la rupture élastique linéaire. La plaque est multi-fissurée. Les fissures sont représentées par la méthode X-FEM.

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

1. Problème de référence

On étudie le comportement d'une plaque multi-fissurée en traction. Afin de ne pas mailler les fissures, on utilise la méthode X-FEM.

On considère une plaque infinie en traction, comportant 2 fissures de longueur $2a$ (voir Figure 1-1).

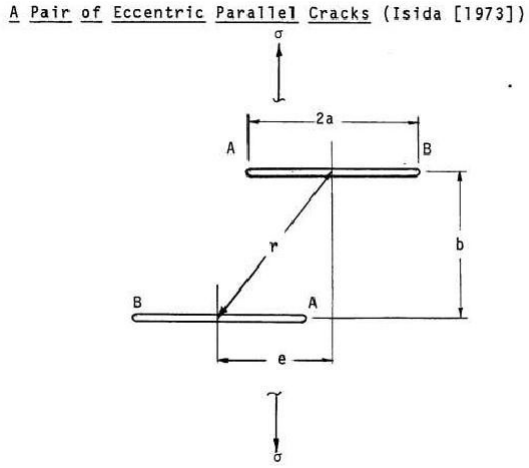


Figure 1-1: géométrie du problème

On se propose de vérifier les abaques fournies par le « Handbook of stress-intensity factors » de G. Sih. Le facteur d'intensité des contraintes K_I au point A est donné par la formule suivante : $K_I^A = F\left(\frac{2a}{r}, \frac{e}{b}\right)\sigma\sqrt{\pi a}$ où $F\left(\frac{2a}{r}, \frac{e}{b}\right)$ est donnée par le graphique de la Figure 2.1.3-1.

2. Modélisation A

2.1. Déroulement du TP

2.1.1 Géométrie et maillage avec Salome-Meca

Sous Salomé-Méca, réalisez la géométrie.

On pourra considérer une plaque centrée à l'origine, de dimension finie : $2\,m$ de coté.

Réalisez le maillage. On rappelle que les fissures ne sont pas maillées, on pourra donc utiliser un maillage réglé de quadrangles suffisamment fin partout (algorithme 1D = Wire discretisation + algorithme 2D = Quadrangle).

2.1.2 Création du fichier de commande sans post-traitement de la rupture

a) Lecture du maillage sain et définition du modèle non enrichi

Lecture du maillage raffiné (`LIRE_MAILLAGE`) au format MED ;
Définition des éléments finis utilisés (`AFFE_MODELE, MODELISATION='D_PLAN'`) ;
Réorientation des normales aux éléments : on utilisera `MODI_MAILLAGE/ORIE_PEAU_ 2 D` pour orienter tous les éléments de la même façon, avec une normale tournée vers l'extérieur pour les faces sur lesquelles on applique le chargement ;

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

b) Définition de la fissure et des éléments X-FEM

Définition d'une seule fissure horizontale de longueur $2a=0,3\,m$ (DEFI_FISS_XFEM) : utilisez de préférence le catalogue de fissures (FORM_FISS='SEGMENT')
Modification du modèle pour prendre en compte les éléments X-FEM (MODI_MODELE_XFEM),

c) Définition du matériau, des conditions et résolution du problème mécanique

Définition et affectation du matériau (DEFI_MATERIAU et AFFE_MATERIAU) ;
Définition des conditions limites et chargements (AFFE_CHAR_MECA) sur le modèle enrichi : • Blocage des modes rigides (DDL_IMPO sur les GROUP_NO 'N_A', 'N_B') ; • Application de la traction (1 MPa) sur 'M_haut' et 'M_bas' (PRES_REP)
Résolution du problème élastique (MECA_STATIQUE) sur le modèle enrichi.

d) Post-traitement des déplacements et des contraintes avec X-FEM et visualisation avec Paravis

Création d'un maillage de visualisation (POST_MAIL_XFEM) ;
Création d'un modèle pour la visualisation (AFFE_MODELE) sur le maillage créé pour la visualisation ;
Création d'un champ de résultats sur le maillage de visualisation X-FEM (POST_CHAM_XFEM) ;
Impression des résultats au format MED (IMPR_RESU).

Complétez le fichier de commande réalisé en prenant en compte 2 fissures, dans le cas de figure suivant :
$a=0,15$ et $b=0,4$ (soit $2\,a/b=0,75$)
$e=0$

Il est rappelé que chaque appel DEFI_FISS_XFEM produit une fissure. Pour 2 fissures, il faut appeler deux fois cette commande .

2.1.3 Ajout du post-traitement de la rupture au fichier de commande

a) Calcul de K avec CALC_G

Calculer le facteur d'intensité des contraintes (K1) (OPTION='CALC_K_G') .

Utiliser le résultat du MECA_STATIQUE (RESULTAT) .

Compléter les informations sur le champ THETA :

- le fond de fissure, en précisant le numéro du fond (dans votre cas il y a 2 fonds de fissure A et B)
- les rayons de la couronne du champ theta (R_INF , R_SUP), à définir en fonction du maillage utilisé.

La commande CALC_G produisant une structure de données de type table, il faut i mprimer les résultats dans une table avec IMPR_TABLE .

b) Calcul de K avec POST_K1_K2_K3

Calculer K avec POST_K1_K2_K3 :

- utiliser le résultat du MECA_STATIQUE (RESULTAT)
- renseigner le fond de fissure

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

- renseigner le paramètre ABSC_CURV_MAXI
- imprimer les résultats dans une table (IMPR_TABLE)

Remarque : ne pas tenir compte de l'alarme dans CALC_CHAMP qui précise qu'il faut rajouter EXCIT.

Comparez les résultats obtenus à la solution du Handbook.

Pour aller plus loin, on pourra :
- prolonger les abaques pour $2a/r>0.9$ (par exemple $2a/r=1$),
- étudier la finesse du maillage,
- faire une étude paramétrique pour $e=[0\ ;2b]$ (penser à utiliser python),
- étudier d'autres configurations (fissures inclinées, rajout d'autres fissures...).

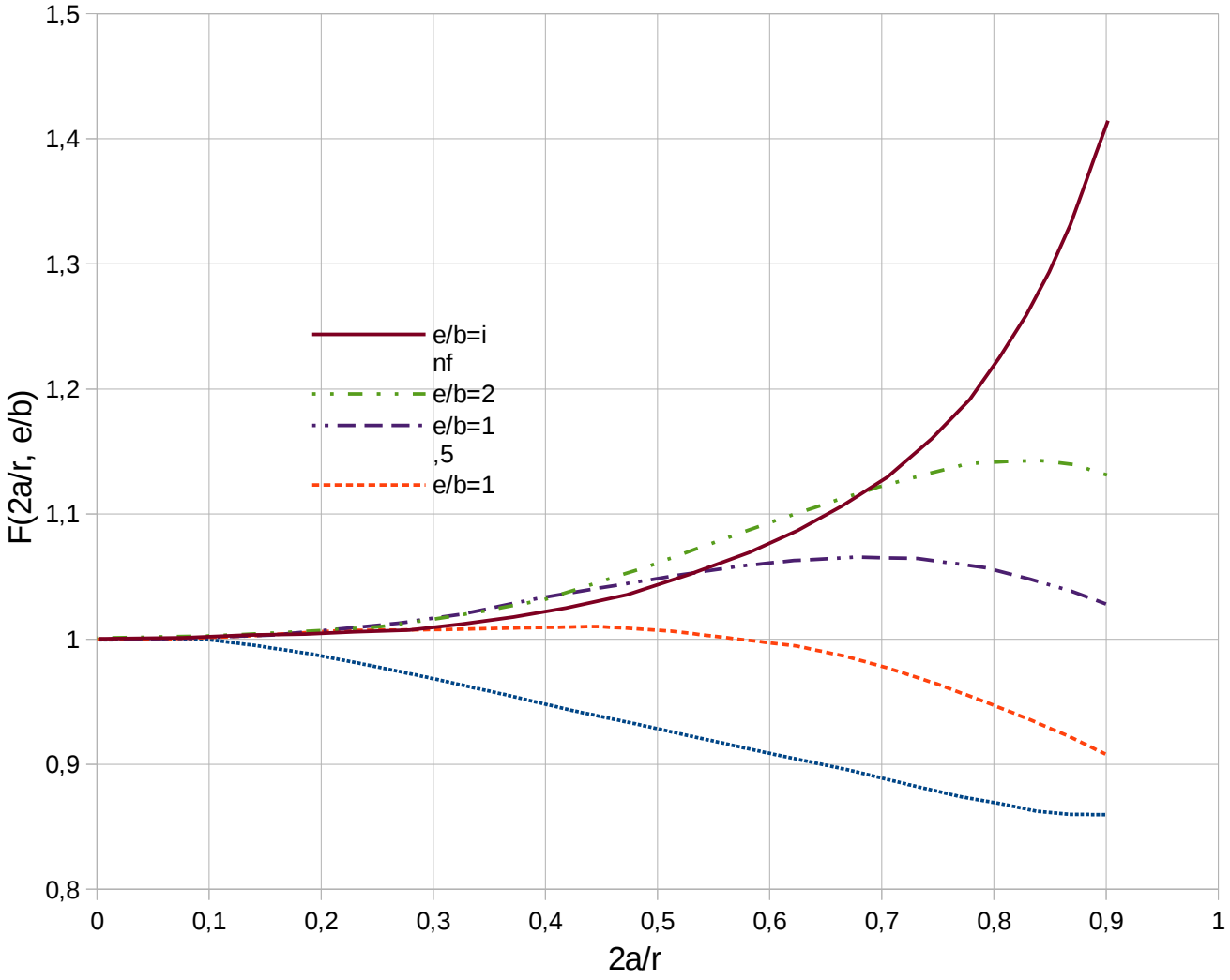


Figure 2.1.3-1: Abaque

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