SSLP323 - Propagation d'une fissure radiale débouchante sur un disque en rotation

Résumé :

Le but de ce test est de vérifier que l'opérateur PROPA_FISS traite correctement le cas d'une propagation de fissure uniquement causée par un chargement en rotation.

On vérifie que le facteur d'intensité des contraintes de la fissures propagée est conforme à la solution analytique.

De plus, on utilise ces modélisations afin de valider l'utilisation de l'indicateur d'erreur en résidu en mécanique 'ERME_ELEM' sur une modélisation 2D en présence de rotations.

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

1 Problème de référence

1.1 Géométrie

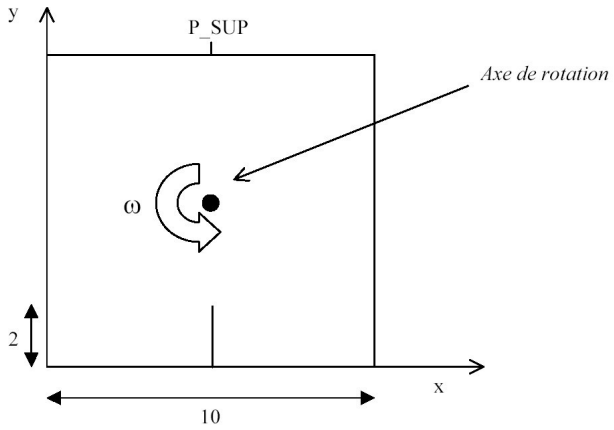


Figure 1.1-a: Géométrie de la plaque fissurée

Dimensions géométriques de la plaque fissurée :

Carré de côté $D=10\,m$

Longueur initiale de la fissure : $a_0=2\,m$.
La fissure débouche au milieu d'un côté ($L/2$).

1.2 Propriétés du matériau

Module de Young $E=206000\,MPa$
Coefficient de Poisson $\nu=0.33$
Masse volumique $\rho=7800\,kg/m^3$

1.3 Conditions aux limites et chargements

Afin de bloquer le mouvement de corps rigide de la plaque, on bloque l'axe de rotation en DX , DY et on bloque P_SUP en DX .
Le chargement est uniquement volumique et induit par la rotation, de pulsation $\omega=10$, d'axe normal au plan de la structure et de centre $(5;5)$.

Trois propagations sont calculées en imposant une avance maximale des fissure égale à $1\,mm$.

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

2 Solution de référence

2.1 Méthode de calcul

On peut calculer les facteurs d'intensité des contraintes en utilisant les équations suivantes [bib1]:

$$K_I=\frac{1+\alpha}{16}\rho\omega^2 D^2\sqrt{\pi a}\left(F(a/D)-\frac{3\alpha-1}{1+\alpha}G(a/D)\right)$$

avec $$F(a/D)=\frac{1,122+0,140(a/D)-0,545(a/D)^2+0,405(a/D)^3}{(1-a/D)^{3/2}}$$

$$G(a/D)=\frac{0,187[6-9(a/D)+5(a/D)^2]-7,35(a/D)^2\cdot(1-A/D)^4\cdot(1-0,5(a/D))}{(1-a/D)^{3/2}}$$

et $\alpha=\frac{1}{2}\left(\frac{1}{1-\nu}\right)$ en contraintes planes

2.2 Références bibliographiques

[1] H. Tada, P.C. Paris, G.R. Irwin, « The Stress Analysis of Cracks Handbook -3rd Ed.», ASME Press 2000

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

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

La méthode SIMPLEXE est utilisée par PROPA_FISS pour résoudre les équations de propagation de la fissure.

3.2 Caractéristiques du maillage

La structure est modélisée par un maillage composé de 2500 éléments QUAD4 (voir Figure 3.2-a).
La fissure n'est pas maillée. Elle est modélisée par la méthode XFEM et initialement définie par deux level-sets :

$$LST = y - a_0$$
$$LSN = x - D$$

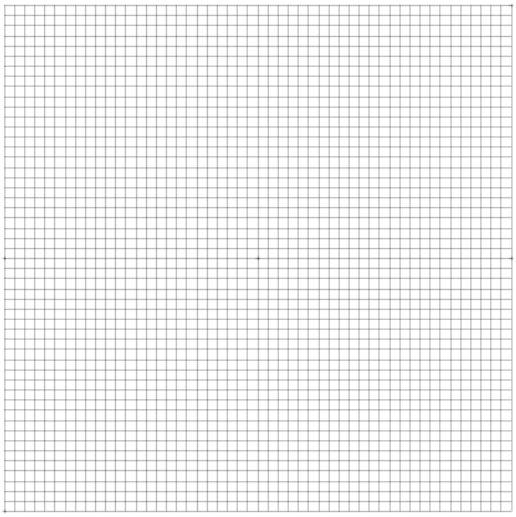


Figure 3.2-a: maillage de la structure

3.3 Grandeurs testées et résultats

On teste les valeurs de K_I à chaque pas de propagation.

Grandeur	Propagation	Type de référence	Valeur de référence ($Pa\sqrt{mm}$)	Tolérance (%)
K_I	1	'ANALYTIQUE'	32030644,1127	5.0
K_I	2	'ANALYTIQUE'	52126639,0648	5.0
K_I	3	'ANALYTIQUE'	78186891,9838	5.0

On teste également l'indicateur d'erreur en résidu en mécanique 'ERME_ELEM' sur le dernier pas de propagation (en non-régression uniquement) afin de valider l'utilisation de cet indicateur sur des modélisations 2D avec des rotations.

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

4 Modélisation B

4.1 Caractéristiques de la modélisation

La méthode GEOMETRIQUE est utilisée par PROPA_FISS pour mettre à jour la position de la fissure.

4.2 Caractéristiques du maillage

On utilise le même maillage que celui utilisé pour la modélisation A.

4.3 Grandeurs testées et résultats

On teste les valeurs de K_I à chaque pas de propagation.

Grandeur	Propagation	Type de référence	Valeur de référence ($Pa\sqrt{mm}$)	Tolérance (%)
K_I	1	'ANALYTIQUE'	32030644,112693	5.0
K_I	2	'ANALYTIQUE'	52126536,927129	5.0
K_I	3	'ANALYTIQUE'	78186936,734937	5.0

On teste également l'indicateur d'erreur en résidu en mécanique 'ERME_ELEM' sur le dernier pas de propagation (en non-régression uniquement) afin de valider l'utilisation de cet indicateur sur des modélisations 2D avec des rotations.

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

5 Synthèse des résultats

La propagation d'une fissure radiale sous un chargement de rotation est parfaitement reproduite par la modélisation XFEM de Code_Aster.

L'indicateur d'erreur en résidu en mécanique 'ERME_ELEM' fonctionne correctement pour les modélisations 2D contenant des rotations.

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