SSLA311 – Fissure circulaire soumise a une charge annulaire

Résumé :

Ce cas test traite le cas d'une fissure interne située au centre d'un barreau circulaire, en mode axisymétrique. La particularité du chargement est que la charge linéique s'applique a un anneau très proche du fond de fissure. Le paramètre fixe est le rayon de la fissure a , et le paramètre à explorer est le rayon d'application de la charge c . Le milieu est élastique, linéaire, homogène et isotrope. Le domaine géométrique est supposé illimité en r et z .
Les maillages doivent donc tenir compte de la proximité de la charge de telle manière à respecter le pont d'application de la charge.
La charge étant normale a la fissure, nous calculons le coefficient caractéristique de la mécanique de la rupture K en mode I pur. Puis, nous utilisons la formule d'Irwin en déformation planes pour en déduire G .

Ceci constitue bien entendu une approximation.

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

1 Problème de référence

1.1 Géométrie

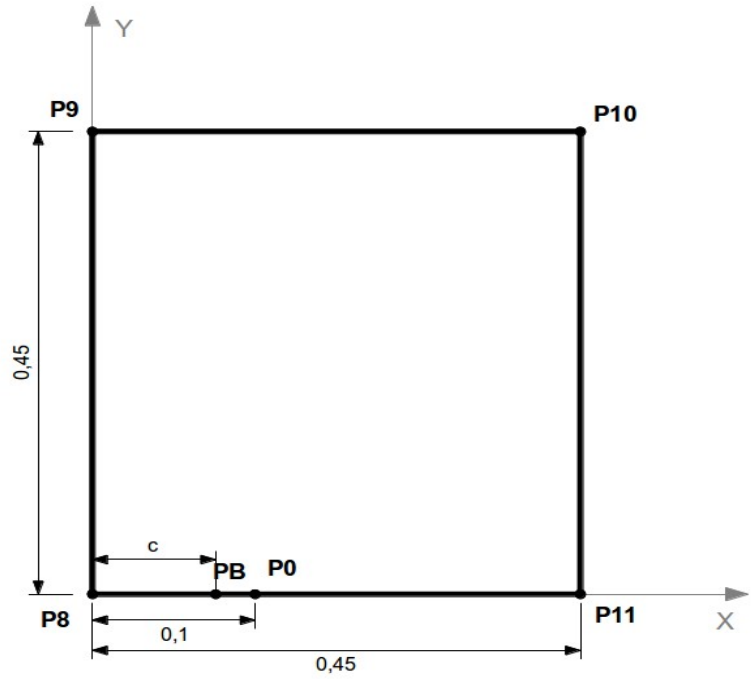


Figure 1.1 Géométrie du problème

1.2 Propriétés du matériau

Module d'Young	$E=2\times10^{11}\ Pa$
Coefficient de Poisson	$\nu=0.3$

1.3 Conditions aux limites et chargements

Le point PB sert a l'application de la force F_Y .
La position du point PB est différente selon les modélisations, et est gérée par le paramètre C .
La distance a séparant les points $P8$ et $P0$ est un paramètre constant ($a=0,1$).
Dans les différentes modélisation, on modifie le ratio c/a .
La lèvre de la fissure est la droite $P8P0$. $P0$ est donc le front de fissure.

Pour toutes les modélisations (A, B, C et D):

Déplacement imposé:

Encastrement du coté $P8P9$	$DX=0$
Encastrement du coté $P0P11$	$DY=0$

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

Chargement imposé :

Force Nodale sur le point PB	$F_y = 159{,}15 \times 10^6\ N$

Seule la position du point PB , et le maillage qui en découle sont différents entre les modélisations (la taille du rayon du maillage rayonnant en fond de fissure est différent selon les modélisations).

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

2 Solution de référence

2.1 résultat de référence

La valeur de G qui sert de solution de référence est extraite d'une publication de Y. MURAKAMI : « Stress Intensity Factor » (case 9.12)

2.2 Références bibliographiques

1) Y. MURAKAMI : Stress Intensity Factor ,case 9.12.
The Society of Materials Science, Japan, Pergamon Press 1987.

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

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation A

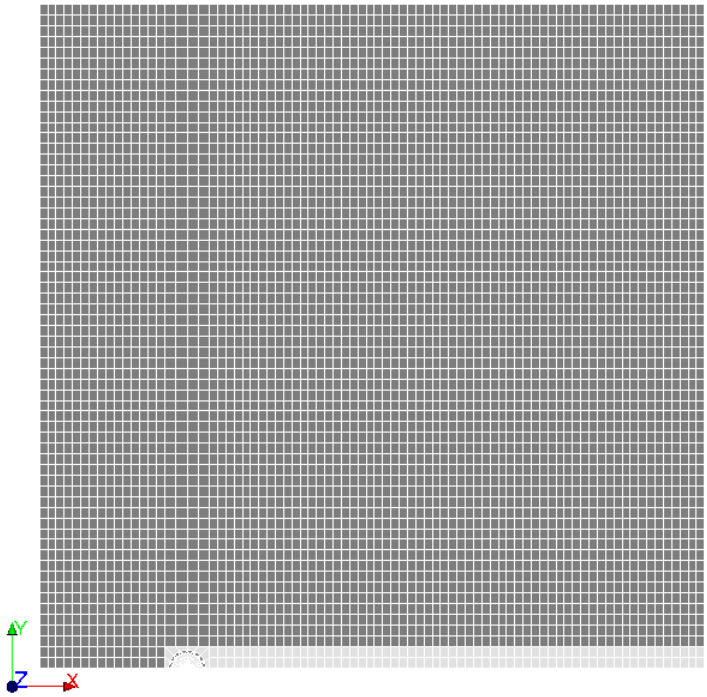


Figure 3.1 Maillage de la modélisation A

Modélisation AXIS.
Point d'application de la force PB (paramètre C) = $0,09$

3.2 Caractéristiques du maillage

Rayon du maillage rayonnant en fond de fissure (point $P0$) = $0,01$
Nombre de nœuds : 15209
Nombre de mailles et types : 4986 QUAD8

3.3 Grandeurs testées et résultats

Grandeur	Valeur de référence	Type de référence	Tolérance (%)
G	$7,72\,E-4$	NON-DEFINI	$0,02$

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

4 Modélisation B

4.1 Caractéristiques de la modélisation B

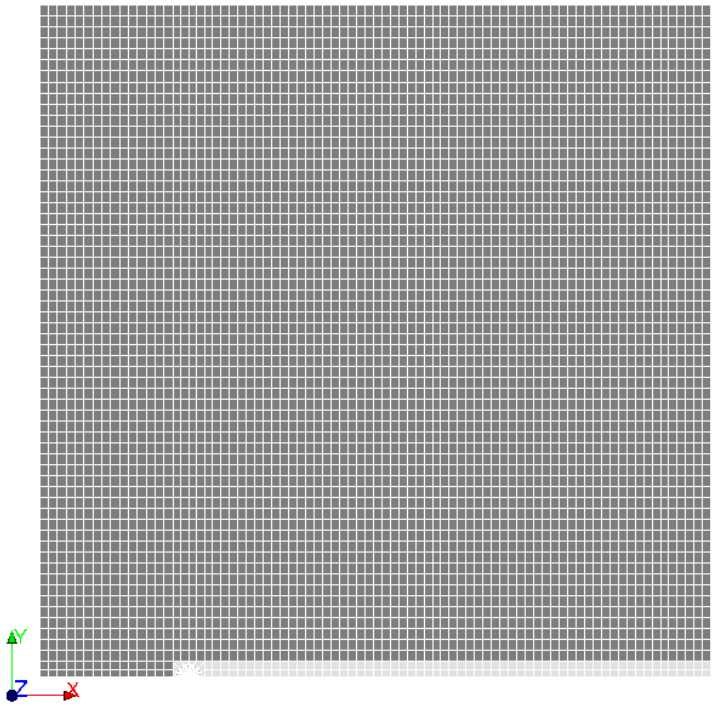


Figure 4.1 Maillage de la modélisation B

Modélisation AXIS.
Point d'application de la force PB (paramètre C) = $0,093$

4.2 Caractéristiques du maillage

Rayon du maillage rayonnant en fond de fissure (point $P0$) = $0,007$
Nombre de nœuds : 15209
Nombre de mailles et types : 4986 QUAD8

4.3 Grandeurs testées et résultats

Grandeur	Valeur de référence	Type de référence	Tolérance (%)
G	$1,08619\,E-3$	NON-DEFINI	0,01

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

5 Modélisation C

5.1 Caractéristiques de la modélisation C

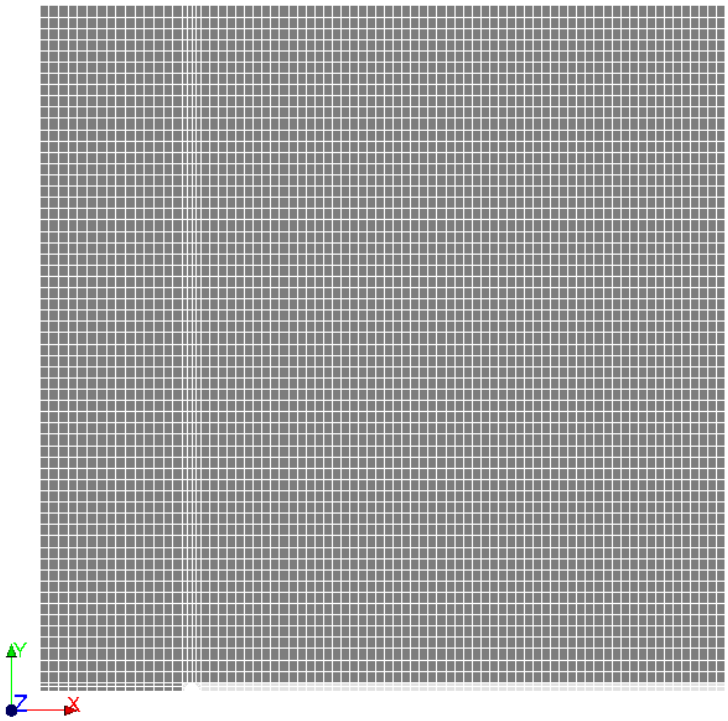


Figure 5.1 Maillage de la modélisation C

Modélisation AXIS.
Point d'application de la force PB (paramètre C) = $0,096$

5.2 Caractéristiques du maillage

Rayon du maillage rayonnant en fond de fissure (point $P0$) = $0,004$
Nombre de nœuds : 15209
Nombre de mailles et types : 4986 QUAD8

5.3 Grandeurs testées et résultats

Grandeur	Valeur de référence	Type de référence	Tolérance (%)
G	$1,87174\,E-3$	NON-DEFINI	0,01

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

6 Modélisation D

6.1 Caractéristiques de la modélisation D

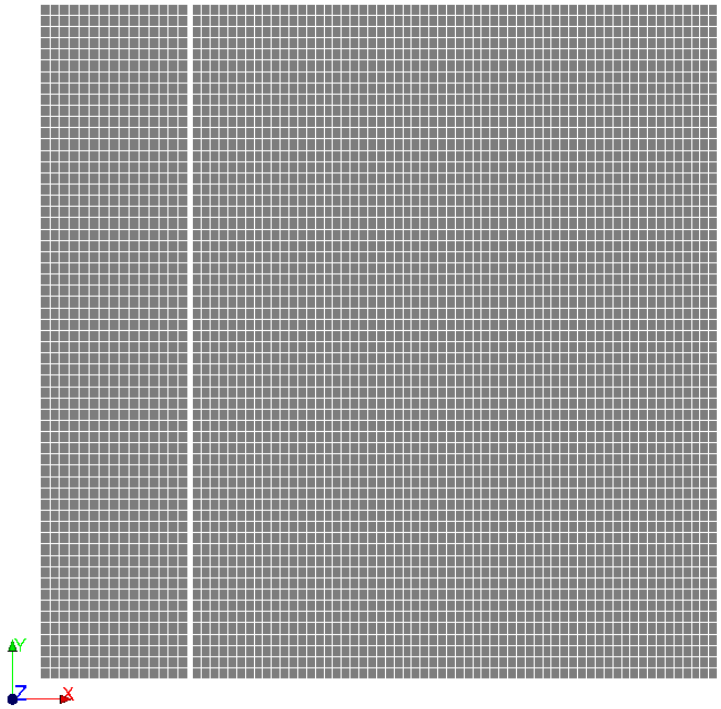


Figure 6.1 Maillage de la modélisation D

Modélisation AXIS.
Point d'application de la force PB (paramètre C) = $0,099$

6.2 Caractéristiques du maillage

Rayon du maillage rayonnant en fond de fissure (point $P0$) = $0,001$
Nombre de nœuds : 15209
Nombre de mailles et types : 4986 QUAD8

6.3 Grandeurs testées et résultats

Grandeur	Valeur de référence	Type de référence	Tolérance (%)
G	$7,37409\,E-3$	NON-DEFINI	$0,02$

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

7 Synthèse des résultats

Sur ces 4 modélisations, on retrouve numériquement la solution exposée par Y. MURAKAMI.
L'écart maximal entre la solution de référence et la solution calculée par CODE_ASTER est de $0{,}02$ %.

Ce test valide l'utilisation des opérateurs de RUPTURE sur des modélisations axisymétriques.

8 Remarques

Il est nécessaire de prendre des précautions pour l'emploi du mot-clef FORCE_NODALE de la commande CALC_G. La charge créée un champ de contrainte singulier au voisinage de son point d'application. Dans le cas particulier que nous traitons, où la charge est proche du fond de fissure, donc des couronnes, le rayon supérieur de la couronne de calcul de G ne doit pas atteindre le champ singulier créé par la charge (au risque d'avoir des résultats faux).

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