SSNP307 - Validation de la modélisation GVNO et de la loi de comportement ENDO_CARRE en D_PLAN

Résumé :
Ce test permet la validation de la modélisation GVNO en 2D , pour la modélisation D_PLAN_GVNO, qui permet d'effectuer des calculs d'endommagement régularisés par le gradient de l'endommagement, en ne prenant en compte que des des degrés de liberté de déplacement et d'endommagement aux nœuds. La résolution du critère est globale, à la différence de la modélisation GRAD_VARI qui effectue une résolution locale, points de Gauss par points de Gauss. On valide simultanément la loi de comportement ENDO_CARRE, de formulation quadratique en endommagement, qui est pour le moment la loi que l'on peut utiliser avec la modélisation GVNO.

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

1 Problème de référence

1.1 Cadre théorique

Les inconnues du problème sont les degrés de liberté de déplacement et d'endommagement nodales. Il s'agit alors de minimiser une énergie de la forme :

$$\phi(u,\alpha)=\frac{1}{2}A(d)\,E\,\epsilon^2+\psi(d)+\frac{c}{2}\nabla\alpha.\nabla\alpha$$

Où E est le module de Young du matériau, $A(d)$ la fonction de rigidité, $\psi(d)$ la dissipation et c le coefficient non local.

Dans le cas de la loi ENDO_CARRE :

$$A(d)=(1-d)^2 \text{ et } \psi(d)=\frac{\sigma_y^2}{E}d$$

Le critère correspondant à la loi ENDO_CARRE, pour une solution homogène ($\nabla\alpha=0$), s'écrit donc :

$$d=1-\left(\frac{W_y}{W_{el}}\right)$$

Où W_{el} est l'énergie de déformation élastique et :

$$W_y=\frac{\sigma_y^2}{2E}$$

1.2 Géométrie

On considère un carré de côté $L=1\,\mathrm{m}$.

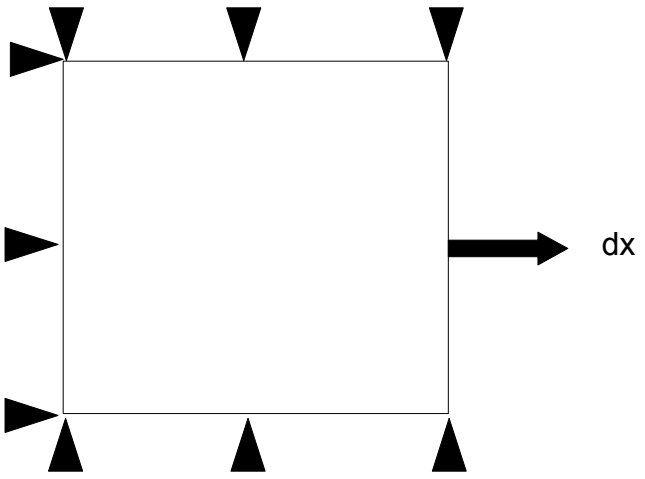

Figure 1 : Représentation du problème

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

1.3 Propriétés du matériau

1.3.1 Loi d'endommagement : matériau ENDO_CARRE

Caractéristiques élastiques :
$E=1\,\mathrm{Pa}$
$\nu=0.$
Caractéristiques liées à la loi d'endommagement :
Limite d'élasticité :
$SY=0.01\,\mathrm{Pa}$
Caractéristiques non-locales :
$c=1.0\,\mathrm{N}$

1.4 Conditions aux limites et chargements

Encastrement : Déplacements imposés nul DY = 0 m sur les arrêtes horizontales du bas et du haut ($y=0.$ et $y=1.$) et DX = 0 m sur l'arrête gauche ($x=0.$). Voir Figure 1.

Chargement 1 : Déplacement imposé U_1 sur l'arrête verticale droite :
A l'instant t_1 : DX = $0.01\,\mathrm{m}$
A l'instant t_2 : DX = $0.0125\,\mathrm{m}$
A l'instant t_3 : DX = $0.02\,\mathrm{m}$

2 Solution de référence

Le chargement imposé nous permet d'obtenir une solution homogène, équivalente à une barre de longueur L soumise à un chargement de traction uniaxial. On peut alors exprimer l'énergie élastique de la façon suivante :

$$W_{el}=\frac{E}{2}\left(\frac{dx}{L}\right)^2$$

On en déduit analytiquement les valeurs d'endommagement associées aux instants t_1, t_2 et t_3 à partir de la formule :

$$d=1-\left(\frac{\sigma_y L}{E\,dx}\right)^2$$

Soit : $d_1=0.$, $d_2=0.36$ et $d_3=0.75$. On considère alors que le test est vérifié si Newton nous renvoi bien les mêmes valeurs d'endommagement, à une précision de 10^{-6}.

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

3 Modélisation

3.1 Caractéristiques de la modélisation

On utilise la modélisation D_PLAN_GVNO.

3.2 Caractéristiques du maillage

Le maillage contient 25 éléments QUAD8.

3.3 Grandeurs testées et Résultats

NUME_ORDRE	REFERENCE	VALE_REF	TOLE
1	'ANALYTIQUE'	0.0	1.0E-4%
2	'ANALYTIQUE'	0.36	1.0E-4%
3	'ANALYTIQUE'	0.75	1.0E-4%

Tableau 1: Comparaison de valeurs propres en local et non-local

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

4 Synthèse des résultats

La convergence a été vérifiée à partir du critère RESI_REFE_RELA. Ce cas test permet donc une validation simultanée de D_PLAN_GVNO et des développements liés à RESI_REFE_RELA, qui adimensionne les résidus à partir de valeurs de références déclarées dans le fichier de commande (on déclare SIGM_REFE = SY).

Nous retrouvons bien les résultats de références, ce qui valide la modélisation GVNO et la loi de comportement ENDO_CARRE en 2D , pour la modélisation D_PLAN_GVNO et ce qui valide également RESI_REFE_RELA pour GVNO.

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)