SSNP153 - Contact frottant déformable-déformable 2D en grandes déformations (shallow ironing)

Résumé :

Ce test modélise l'indentation d'un massif par un poinçon. Les 2 corps sont élastiques, déformables et obéissent à une cinématique de grandes déformations. Ce test vérifie la prise en compte du frottement en 2D.

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

1 Problème de référence

1.1 Géométrie

On considère la géométrie décrite à la figure 1 où les dimensions en mm sont les suivantes :
$d_1=0.2 \quad d_2=1.2 \quad d_3=10.6 \quad r=0.75 \quad h_1=0.95 \quad h_2=4 \quad a_1=0.3 \quad a_2=0.2$

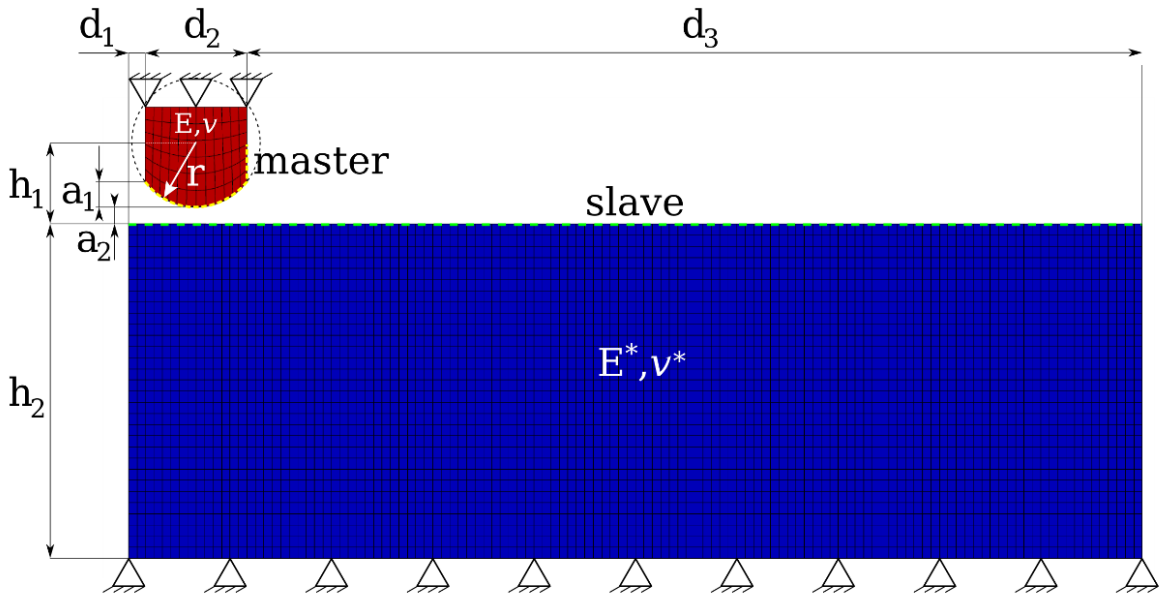


Illustration 1: Géométrie du problème (image provenant de [1])

1.2 Propriétés du matériau

Les 2 matériaux sont élastiques isotropes dont les propriétés sont :
- $E=68.96E8\,MPa \qquad \nu=0.32$
- $E^*=6.896E8\,MPa \qquad \nu^*=0.32$

Ils sont tous deux représentés en grandes déformations selon le modèle de Simo et Miehe.

1.3 Conditions aux limites et chargements

Le bord inférieur du massif est encastré.
Le bord supérieur du poinçon est soumis à un déplacement imposé donné par :
$t\in[0,1] \quad u_x=0 \qquad u_y=t$
$t\in[1,2] \quad u_x=10(t-1) \quad u_y=1$
Pour le contact, le poinçon est maître et le massif esclave. On considère un frottement de Coulomb avec un coefficient $\mu=0.3$.

1.4 Conditions initiales

Néant

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

2 Solution de référence

2.1 Méthode de calcul

On ne dispose pas d'une solution analytique mais de courbes obtenues par différentes équipes de chercheurs publiées dans [1], [2] et [3].

2.2 Grandeurs et résultats de référence

On teste les forces normales de contact et tangentielles de frottement.

2.3 Références bibliographiques

[1] Vladimir Yastrebov, « *Computational contact mechanics : geometry, detection and numerical techniques* », thèse, Mines Paristech, 2011

[2] K.A. Fischer & P. Wriggers, « *Mortar based frictional contact formulation for higher order interpolations using the moving friction cone* », Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering, vol. 195, pages 5020 – 5036, 2006

[3] S. Hartmann, J. Oliver, J.C. Cante, R. Weyler & J.A. Hernández, « *A contact domain method for large deformation frictional contact problems. Part 2: Numerical aspects* », Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering, vol. 198, pages 2607–2631, 2009

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

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

On utilise une modélisation D_PLAN.

3.2 Caractéristiques du maillage

Le maillage contient :
– 276 SEG2
– 3672 QUAD4

3.3 Grandeurs testées et résultats

On teste les forces normales de contact et tangentielles de frottement.

Forces normales :

Identification ('INST')	Type de référence	Valeur de référence	Tolérance
5.00000E-01	'NON_REGRESSION'	-9.453879E+07	2.0E-05%
6.00000E-01	'NON_REGRESSION'	-1.345568E+08	2.0E-04%
7.00000E-01	'NON_REGRESSION'	-1.784029E+08	6.0E-05%
8.00000E-01	'NON_REGRESSION'	-2.255709+08	2.0E-04%
9.00000E-01	'NON_REGRESSION'	-2.755546E+08	2.0E-04%
1.00000E+00	'NON_REGRESSION'	-3.298982E+08	3.0E-05%
1.00200E+00	'NON_REGRESSION'	-3.324050E+08	3.0E-05%
1.00400E+00	'NON_REGRESSION'	-3.348981E+08	5.0E-05%
1.00600E+00	'NON_REGRESSION'	-3.373779E+08	2.0E-04%
1.00800E+00	'NON_REGRESSION'	-3.398438E+08	2.0E-04%
1.01000E+00	'NON_REGRESSION'	-3.422963E+08	2.0E-04%

Forces tangentielles :

Identification ('INST')	Type de référence	Valeur de référence	Tolérance
5.00000E-01	'NON_REGRESSION'	1.835915E+07	3.0E-05%
6.00000E-01	'NON_REGRESSION'	2.667997E+07	2.0E-04%
7.00000E-01	'NON_REGRESSION'	3.598949E+07	5.0E-05%
8.00000E-01	'NON_REGRESSION'	4.608191E+07	5.0E-05%
9.00000E-01	'NON_REGRESSION'	5.688549E+07	5.5E-05%
1.00000E+00	'NON_REGRESSION'	6.902044E+07	6.0E-05%
1.00200E+00	'NON_REGRESSION'	7.269331E+07	4.0E-05%
1.00400E+00	'NON_REGRESSION'	7.637172E+07	1.0E-05%
1.00600E+00	'NON_REGRESSION'	8.005592E+07	1.0E-05%
1.00800E+00	'NON_REGRESSION'	8.374614E+07	3.0E-05%
1.01000E+00	'NON_REGRESSION'	8.744260E+07	3.0E-05%

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

De plus, si on compare les courbes obtenues à celles de la littérature, on obtient le graphe de la figure 2.

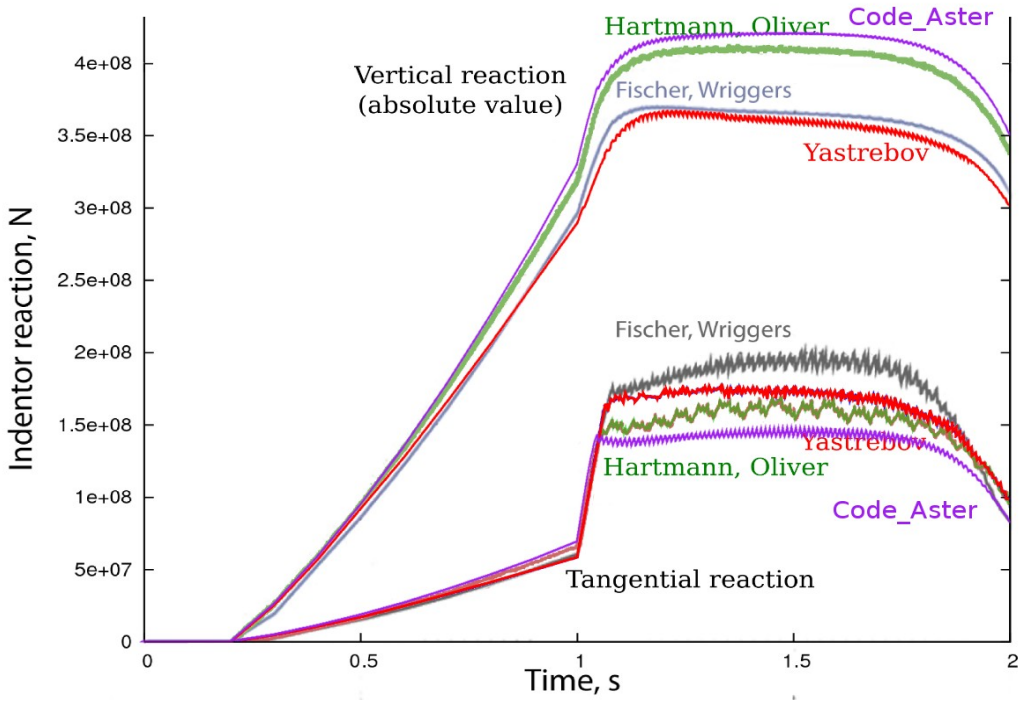


Illustration 2: Comparaison des résultats de différentes équipes (image provenant initialement de [1])

4 Synthèse des résultats

Ce test est considéré comme très difficile dans la littérature internationale. La figure 2 montre la comparaison des forces de contact et de frottement obtenues par différentes équipes. On constate une dispersion notable de ces résultats dans laquelle s'inscrivent de manière satisfaisante les résultats de *Code_Aster.*

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