

Modélisation du contact roulant/glissant entre une sphère rigide et un massif viscoélastique avec un revêtement viscoélastique

E. R. Wallace¹, T. Chaise¹ et D. Nélias¹

1. Univ Lyon, INSA-Lyon, CNRS UMR5259, LaMCoS, F-69621, France

MOTS CLES

Semi-Analytique, FFT, Viscoélastique, Revêtement

INTRODUCTION

Dans ce papier, nous modélisons un contact roulant/glissant entre une sphère rigide et un massif revêtu ayant des propriétés viscoélastiques et en négligeant le frottement entre les deux surfaces.

Lors d'un contact glissant, le frottement entre les deux surfaces est un phénomène important. Toutefois, lorsque l'une des deux (ou les deux) surfaces possède des propriétés viscoélastiques, il y a apparition d'une résistance au glissement qui peut être représentée par un coefficient de frottement apparent. Dans le cas d'un massif viscoélastique homogène, K. E. Koumi et al [1] ont réalisé une étude mettant en valeur la dépendance de ce coefficient de frottement apparent par rapport à la vitesse de glissement. Il devient donc important de prendre en compte le comportement viscoélastique des matériaux, qui s'apparente alors à un coefficient de frottement dynamique, dans la résolution du contact.

Nous proposons un modèle Semi-Analytique permettant de résoudre un contact entre un ellipsoïde élastique ou rigide et un massif viscoélastique revêtu. Ici le substrat et le revêtement ont des propriétés élastiques différentes mais un même comportement en fluage et en relaxation. Le modèle utilise les solutions analytiques de coefficients d'influence et des algorithmes optimisés par des Transformées de Fourier Rapides (FFT) pour la résolution du contact. L'application est faite ici pour une sphère qui roule ou qui glisse sur un massif viscoélastique revêtu.

CONTACT NORMAL SUR UN MASSIF REVÊTU

La résolution du contact entre une sphère rigide et un massif élastique avec un revêtement élastique a été faite par T. C. O'Sullivan et R. B. King [2] en utilisant les coefficients de Papkovitch-Neuber. Ils ont ainsi trouvé les coefficients d'influence dans l'espace de Fourier. S. Liu et Q. Wang [3] ont développé un algorithme de Convolution Discrète avec la FFT qui permet d'obtenir la solution dans l'espace réel.

La figure 1 montre les contours des contraintes de Von Mises normalisés par la pression de Hertz tels qu'obtenus par T. C. O'Sullivan et R. B. King [2] lorsque $E_c=2E_s$ pour un revêtement dont l'épaisseur est égale au rayon de contact ($h=a$). On peut constater d'une part l'effet de l'interface et d'autre part le changement de répartition des contraintes entre le substrat et le revêtement lié la différence de comportement.

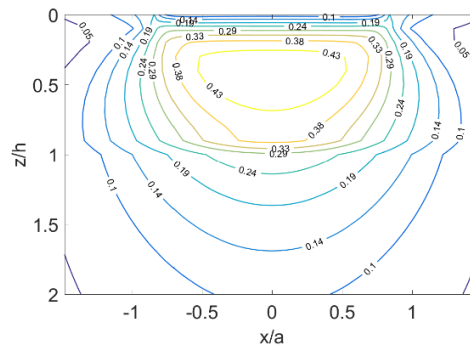


Figure 1: Contours des contraintes de Von Mises $\sqrt{J_2}/P_0$ pour $E_c=2E_s$, pour $h=a$, h étant l'épaisseur du revêtement et a le rayon de la zone de contact.

CONTACT ROULANT/GLISSANT SUR UN MASSIF VISCOELASTIQUE

La figure 2 représente la distribution de pression pour un roulement/glisement sans frottement de Coulomb sur un massif viscoélastique à vitesse $v\tau/a^*=0.4$, τ étant le temps de relaxation et a^* le rayon du contact, Fig. 2 [1]. Elle illustre l'effet de la viscoélasticité sur la répartition de la pression c'est-à-dire une diminution due à la relaxation et une accumulation dans le sens du roulement, ici dans le cas d'un déplacement normal imposé maintenu constant.

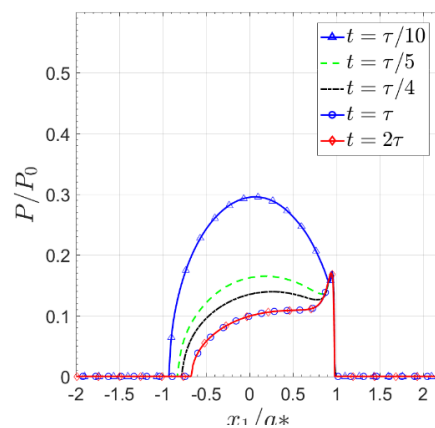


Figure 2: Distribution de la pression normalisée par la pression de Hertz P_0 pour un roulement à la vitesse $v\tau/a^*=0.4$; τ est le temps de relaxation et a^* est le rayon du contact.

CONCLUSION

Notre étude se veut donc être une modélisation dans le même temps du contact sur un massif revêtu et du contact sur un massif aux propriétés viscoélastiques.

Références

- [1] K. E. Koumi, T. Chaise, D. Nélias (2015) « Rolling contact of a rigid sphere/sliding of a spherical indenter upon a viscoelastic half-space containing an ellipsoidal inhomogeneity », Journal of the Mechanics and Physics of Solids, **80**, pp. 1-25.
- [2] T. C. O'Sullivan, R. B. King (1988) « Sliding contact stress field due to spherical indenter on a layered elastic half-space », Journal of Tribology, **110**, pp. 235-240.
- [3] S. Liu, Q. Wang (2002) « Studying contact stress fields caused by surface tractions with a Discrete Convolution and Fast Fourier Transform algorithm », Journal of Tribology, **124**, pp. 36-45.