

Théorie du contact viscoélastique

Koffi Espoir KOUMI¹, Daniel NELIAS², Thibaut CHAISE²

1. SNECMA, Centre de Villaroche, 77550 Moissy Cramayel, France

2. INSA-Lyon, LaMCoS, UMR CNRS 5259, Université de Lyon F69621 Villeurbanne, France

MOTS CLES

Viscoélasticité, Contact roulant, Contact glissant

INTRODUCTION

Une modélisation du contact entre deux matériaux viscoélastiques est présentée. Le modèle proposé ici peut résoudre à la fois des problèmes d'indentation, du contact glissant, contact roulant. Les travaux se limiteront ici à la viscoélasticité linéaire.

THEORIE DU CONTACT VISCOELASTIQUE

Considérons un problème de contact entre deux corps viscoélastiques M1 et M2 (Figure 1). Les propriétés matériaux des corps en contact sont caractérisées par une fonction de fluage $J(t)$ et un coefficient de poisson ν . L'aspect viscoélastique de l'un ou l'autre des deux corps en contact oblige à prendre en compte dans les équations à la fois les variables spatiales et temporelles.

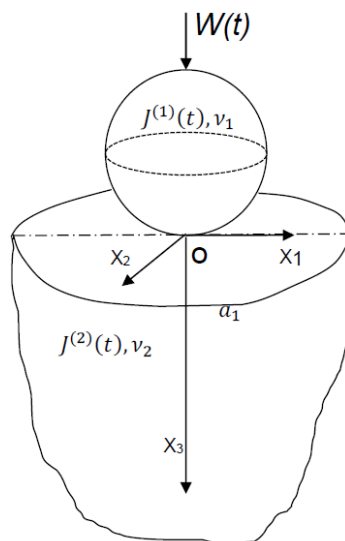


Figure 1 : Illustration du problème de contact normal viscoélastique dans le cas d'une configuration sphère/plan

Soit la charge normale $W(t)$ appliquée à l'instant t .

La solution du problème du contact viscoélastique [1,2] est obtenue en résolvant simultanément les trois équations suivantes :

- La conservation de la charge à chaque pas de temps. La charge appliquée $W(t)$ et l'intégrale de la pression $p(x_1, x_2, t)$ sur l'aire réelle de contact doivent être strictement égales :

$$W(t) = \int_{\Gamma_c(t)} p(x_1, x_2, t) dx_1 dx_2$$

- La déformée des deux massifs en contact : La déformée des deux massifs (M1 et M2) en contact est définie par la géométrie initiale $h_i(x_1, x_2)$, le déplacement de corps rigide $\delta(t)$ ainsi que le déplacement relatif des deux corps $u_3(x_1, x_2, t)$.

$$h(x_1, x_2, t) = h_i(x_1, x_2) + \delta(t) + u_3(x_1, x_2, t)$$

Où $h_i(x_1, x_2)$ est la géométrie initiale et δ le déplacement de corps rigide.

- Les conditions de contact : Les conditions supplémentaires doivent être satisfaites notamment sur la déformée de la surface ainsi que sur le champ de pression :

$$h(x_1, x_2, t) = 0 \text{ et } p(x_1, x_2, t) > 0 \text{ à l'intérieur } \Gamma_c(t)$$

$$h(x_1, x_2, t) > 0 \text{ et } p(x_1, x_2, t) = 0 \text{ à l'extérieur } \Gamma_c(t)$$

La difficulté majeure du problème consiste dès lors à déterminer le champ de déplacement $u_3(x_1, x_2, t)$. Ce champ varie selon qu'il s'agit d'un problème d'indentation de roulement ou de glissement. La solution peut être obtenue en termes de champs de pression et de champs de contrainte. Le modèle peut être également étendu à des cas de contacts entre matériaux viscoélastiques hétérogènes [3,4,5].

Références

- [1] Koumi, K.-E., Chaise, T. and Nélias, D., 2015a « *Rolling contact of a rigid sphere / sliding of a spherical indenter upon a viscoelastic half-space containing an ellipsoidal inhomogeneity* », J. Mech. Phys. Solid., 80, 1-25.
- [2] K.E. Koumi, D. Nélias, T. Chaise, A. Duval, 2015b « *Modélisation du contact entre matériaux viscoélastiques* ». Association Française de Mécanique.
- [3] K.E. Koumi, L. Zhao, J. Leroux, T. Chaise, D. Nelias, 2014a. « *Contact analysis in the presence of an ellipsoidal inhomogeneity within a half space* ». International Journal of Solids and Structures 51, 1390–1402
- [4] K.E. Koumi, D. Nélias, T. Chaise, A. Duval, 2014b. « *Modeling of the contact between a rigid indenter and an heterogeneous viscoelastic material* ». Mechanics of Materials 77, 28–42.
- [5] K.E. Koumi, « *Modélisation numérique du contact pour matériaux composites* », Thèse de doctorat, INSA Lyon, 2015.